I. COMUNIDAD DE MADRID

C) Otras Disposiciones

Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior

10 *ORDEN 2126/2023, de 29 de diciembre, de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior, por la que se aprueba la Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid 2023-2030.*

La presente Orden tiene por objeto aprobar la Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid 2023-2030, que orientará la política regional en estas materias durante los próximos años para cumplir con los objetivos establecidos a nivel nacional e internacional.

La Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior cuenta en su estructura orgánica con la Dirección General de Transición Energética y Economía Circular, entre cuyas competencias se encuentran la elaboración y seguimiento de los planes y programas relacionados con la calidad del aire, el clima y la descarbonización, así como la adopción de las medidas incluidas en los mismos que correspondan a la Comunidad de Madrid. Asimismo, corresponden a la Dirección General de Transición Energética y Economía Circular el desarrollo de la planificación y estrategia energética, en el marco del compromiso con la neutralidad climática a largo plazo, así como el seguimiento y análisis en el largo plazo.

La reducción de las emisiones a la atmósfera, la gestión de la calidad del aire y la adecuada respuesta a los desafíos asociados al cambio climático y a la descarbonización de la economía han sido objetivos prioritarios en la política ambiental del Gobierno de la región.

Este compromiso de mejora se ha visto materializado en los diferentes instrumentos de planificación adoptados hasta la fecha, en los que se han fijado objetivos ambiciosos a alcanzar a través de medidas concretas que han sido diseñadas para los diferentes sectores de actividad y las fuentes de emisión más representativas a nivel regional.

Como antecedente en materia de energía, el Plan Energético de la Comunidad de Madrid Horizonte 2020 se dirigió a la satisfacción de la demanda energética con altos niveles de seguridad y calidad en el suministro, reforzando para ello las infraestructuras existentes, la mejora de la eficiencia en el uso de la energía, y el incremento en la producción de energía renovable.

Finalizado con notable éxito el ciclo temporal del Plan Azul+ y del Plan Energético, y aprovechando la sinergia de las citadas competencias, profundamente interrelacionadas, se ha elaborado por parte de esta Consejería una Estrategia de Energía, Clima y Aire, de la Comunidad de Madrid 2023-2030 a largo plazo, alineada con los compromisos nacionales e internacionales en energía, clima y calidad del aire, con la colaboración de cualificados expertos de las principales instituciones del sector energético y medioambiental regional, entre las que cabe destacar universidades públicas y privadas, así como colegios profesionales y asociaciones empresariales.

Los principios rectores de esta estrategia reflejan los valores del Gobierno Regional: compromiso, consenso, colaboración público-privada, equidad, flexibilidad y neutralidad tecnológica. Estos valores buscan asegurar una transición justa para todos, fomentando la adaptación gradual a los cambios y permitiendo a consumidores y empresas elegir las tecnologías más adecuadas para sus necesidades.

Todo ello se plasma en 7 objetivos estratégicos en el horizonte 2030, que pretenden, conjuntamente, impulsar la eficiencia energética y el autoconsumo renovable, contribuir a la disponibilidad, seguridad y calidad energéticas, promover el crecimiento de las energías renovables en la región, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y de contaminantes atmosféricos, avanzar en la adaptación a las potenciales amenazas climáticas y, de manera transversal a toda la sociedad madrileña, favorecer la concienciación hacia una economía descarbonizada que mantenga y mejore su potencial de crecimiento sostenible.

Mediante esta nueva estrategia la Comunidad de Madrid se alinea con los objetivos más avanzados en materia de energía, clima y aire, en sintonía con el Pacto Verde Europeo y el marco internacional en tales materias. Por tanto, la estrategia que ahora se aprueba constituye un marco de actuación para garantizar una transición ordenada de nuestra economía hacia un modelo bajo en carbono, que asegure el crecimiento económico y se adapte al cambio climático, mejorando la calidad de vida de toda la sociedad madrileña.

BOCM-20240115-10

De esta forma, esta estrategia se concibe como un instrumento que permita facilitar el desarrollo de una serie de objetivos deseables como sociedad, en los tres ámbitos sobre los que se asienta su desarrollo. Por ello, la estrategia se debe entender como una guía para que los distintos niveles de la Administración, los diferentes organismos y las empresas públicas y privadas elaboren sus propios planes y programas que contribuyan a alcanzar los objetivos establecidos en la misma. Pretende, asimismo, servir de referencia para el papel esencial de la ciudadanía en la transición hacia un modelo descarbonizado.

En virtud de lo anterior y de conformidad con las disposiciones legales citadas, y en el ejercicio de las competencias atribuidas a la Comunidad de Madrid en virtud del artículo 27.7 de su Estatuto de Autonomía, aprobado por Ley Orgánica 3/1983, de 25 de febrero, que establece que, en el marco de la legislación básica del Estado y, en su caso, en los términos que la misma establezca, corresponde a la Comunidad de Madrid el desarrollo legislativo, la potestad reglamentaria y la ejecución en materia de protección de medio ambiente.

DISPONGO

Primero

Aprobar la Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid 2023-2030, cuyo contenido se incluye en el Anexo de esta Orden.

Segundo

Ordenar la publicación de la presente Orden y sus Anexos en el BOLETÍN OFICIAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID.

De acuerdo con el artículo 8 de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera, así como con los artículos 6 y 7 de la Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente y los artículos 8 y 20 de la Ley 10/2019, de 10 de abril, de Transparencia y de Participación de la Comunidad de Madrid, la Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid, y la documentación correspondiente podrán consultarse en el Portal de Transparencia de la Comunidad de Madrid y en el portal informativo de la Comunidad de Madrid http://www.comunidad.madrid/transparencia

Tercero

Adoptar cuantas otras medidas sean necesarias para la difusión e implementación del contenido de la Estrategia.

Cuarto

La presente Orden producirá efectos el día siguiente al de su publicación en el BOLETÍN OFICIAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID.

Madrid, a 29 de diciembre de 2023.

El Consejero de Medio Ambiente, Agricultura e Interior,
CARLOS NOVILLO PIRIS

BOCM-20240115-10

ESTRATEGIA DE ENERGÍA, CLIMA Y AIRE (EECAM) 2023-2030

Comunidad de Madrid

BOCM-20240115-10

Índice de contenidos

PRESENTACIÓN 16
1. INTRODUCCIÓN 21
1.1 Contexto internacional 23
1.2 Unión Europea 30
1.3 España 40
1.4 Marco de la Comunidad de Madrid 50
1.4.1 Plan de Descarbonización de la Comunidad de Madrid 50
1.4.2 Plan Azul+ de la Comunidad de Madrid 51
1.4.3 Plan Energético 2016-2020 53
1.4.4 Plan Estratégico de Canal de Isabel II 53
1.4.5 Plan de Ahorro y Eficiencia Energética en Edificios Públicos 57
1.4.6 Otros planes relacionados con el cambio climático 57
2. DIAGNÓSTICO DE LA COMUNIDAD DE MADRID 60
2.1. Situación actual de la Comunidad de Madrid 60
2.1.1 Marco socioeconómico y geográfico 60
2.1.2 Diagnóstico energético 64
2.1.3 Diagnóstico de la Calidad del Aire 89
2.1.4. Diagnóstico climático 112
2.2. Escenarios tendenciales de Energía, Clima y Calidad del Aire 122
2.2.1 Escenario Tendencial de Energía - 2030 122
2.2.2 Escenario Tendencial de las emisiones a la atmósfera 2030 134
2.2.3 Escenario Tendencial Clima 2030 143
2.3 Análisis de contribución de las distintas fuentes de emisión mediante modelización 150
2.4 Conclusiones del diagnóstico 152
3 . BASES DE LA ESTRATEGIA 155
3.1. Análisis Estratégico 157
3.1.1. Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades 157
3.1.2. Orientación en el diseño de las medidas (CAME) 162
3.2. Identificación de los sectores relevantes 167
3.2.1. Sector de Transporte y movilidad: situación y barreras 168
3.2.2. Sectores residencial, comercial e institucional: situación y barreras 170
3.2.3. Sectores de la energía, la industria, las *utilities* y los residuos: situación y barreras 172

BOCM-20240115-10

3.2.4. Agricultura y medio natural: situación y barreras 174
4. DEFINICIÓN DE LA ESTRATEGIA 177
4.1. Papel de la Administración Autonómica en la Estrategia 178
4.2. Misión y Visión: Descarbonizar para seguir creciendo. 180
4.3. Valores de la estrategia 180
4.4. Estudio del nivel de ambición de la Estrategia 182
4.5. Objetivos Estratégicos Horizonte 2030 184
4.5.1. Establecimiento de los objetivos estratégicos 184
5. ÁREAS DE ACTUACIÓN 192
5.1. Áreas de Actuación en el Sector del Transporte y la movilidad 192
5.2. Áreas de Actuación en el Sector Residencial, comercial e institucional 195
5.3. Áreas de Actuación en el Sector de la energía, la industria y las *utilities* (agua y residuos) 197
5.4. Áreas de actuación del sector de la agricultura y el medio natural 201
5.5. Áreas de actuación transversales 207
5.6. Equivalencia DAFO-CAME-áreas de actuación 211
6. EJECUCIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA ESTRATEGIA 228
6.1. Ejecución de la Estrategia 228
6.2. Gobernanza de la Estrategia 230
6.3. Fuentes de financiación 233
6.3.1. Next Generation EU 234
6.3.2. Mecanismos de financiación y asignaciones específicas de la Comunidad de Madrid 238
6.4. Indicadores de evaluación y seguimiento 239
(OE1) Impulsar la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables 240
(OE2) Contribuir a la mejora de la disponibilidad, seguridad y calidad del suministro de energía a un precio razonable y promoviendo el autoabastecimiento 243
(OE3) Promover el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono 246
(OE4) Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros. 248
(OE5) Reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire. 249
(OE6) Avanzar en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas. 251
(OE7) Favorecer el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación. 254

BOCM-20240115-10

6.5. Correspondencia entre los Objetivos estratégicos y las Áreas de actuación 255
7. ESCENARIOS 259
7.1. Proceso de análisis en materia energética 2030 260
7.1.1. Modelado energético 260
7.1.2. Objetivos en materia energética 263
7.2. Proceso de análisis en materia de Clima y Calidad del Aire 2030 265
7.3. Definición de escenarios por sectores 268
7.4. Cuantificación de las reducciones de emisión GEI, contaminantes atmosféricos y consumo de combustibles en el escenario 2030. 275
7.4.1. Sector de Transporte y movilidad 276
7.4.2. Sector residencial, comercial e institucional (RCI, edificios y servicios) 277
7.4.3. Otros sectores 278
7.4.4. Resumen 280
7.5. Modelización del resultado de las Áreas de actuación en la calidad del aire. 280
7.5.1. Simulación de la calidad del aire en 2030 281
7.6. Valoración del consumo energético en la ambición de la Estrategia a 2030 282
7.6.1. Transporte 283
7.6.2. Doméstico 283
7.6.3. Servicios 284
7.6.4. Industria 285
7.6.5. Sector primario 285
7.6.6. Ahorro acumulado de energía final 286
8. INFRAESTRUCTURAS ENERGÉTICAS Y GENERACIÓN DE ENERGÍA 288
8.1. Planificación de infraestructuras energéticas 288
8.1.1. Infraestructuras de gas natural 288
8.1.2. Infraestructura de electricidad 291
8.1.3. Seguridad y calidad de suministro 295
8.2. Generación de energía eléctrica en la región 297
8.3. Generación de energía térmica 302

BOCM-20240115-10

Índice de tablas

Tabla 1. Comparativa de valores guía de la OMS de 2005 y 2021 y valores límite del Real Decreto 102/2011 de los principales contaminantes (Fuente: Elaboración propia)..... 30

Tabla 2. Objetivos de reducción de emisiones fijadas en la Directiva de Techos y los escenarios previstos el PNCCA (Fuente: Datos del resumen ejecutivo del I-PNCCA). 50

Tabla 3 Consumo energético en la Comunidad de Madrid por combustible de uso final (ktep). (Fuente: Balance Energético de la Comunidad de Madrid. Fenercom) 65

Tabla 4. Intensidad energética de la Comunidad de Madrid. Unidades: tep/M€2015. (Fuente: Fenercom)..... 66

Tabla 5. Parque de vehículos registrados de la Comunidad de Madrid (Fuente: Fenercom, DGT). Otros indican vehículos movidos por GLP, GNC, vehículos híbridos y eléctricos, etc. 72

Tabla 6. Detalle del parque de vehículos de combustibles alternativos de la Comunidad de Madrid para el año 2019. (Fuente: Fenercom) 72

Tabla 7. Generación eléctrica en la Comunidad de Madrid (ktep). (Fuente: Fenercom)..... 74

Tabla 8. Generación de energía térmica en la Comunidad de Madrid (ktep). (Fuente: Fenercom) 75

Tabla 9. Generación energética de centrales hidráulicas en Comunidad Madrid (MWh). (Fuente: Fenercom)..... 75

Tabla 10. Generación energética a partir de residuos valorizables energéticamente en la Comunidad de Madrid (MWh). Año 2020 (Fuente: Fenercom) 78

Tabla 11. Evolución de sistemas solares térmicos en la comunidad de Madrid. (Fuente: Fenercom)..... 79

Tabla 12. Evolución de sistemas solares fotovoltaicos en la comunidad de Madrid. (Fuente: Fenercom)..... 80

Tabla 13. Evolución de instalaciones geotérmicas en la comunidad de Madrid. (Fuente: Fenercom)..... 80

Tabla 14. Evolución de energía eléctrica generada por cogeneración en la Comunidad de Madrid. (Fuente: Fenercom) 81

Tabla 15. Estaciones de servicio en la Comunidad de Madrid (Fuente: Fenercom) 84

Tabla 16. Evolución de la situación de la calidad del aire para el compuesto NO2 en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015-2021, según el número de superaciones del valor límite horario (Fuente: Elaboración propia). 97

Tabla 17. Evolución de la calidad del aire para el NO2 en la Red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015-2021 según el número de superaciones del valor límite horario (Fuente: Elaboración propia) 98

Tabla 18. Valores promedio de las variables climáticas precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima en la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AdapteCCa). 116

Tabla 19. Valores promedio de indicadores climáticos asociados a las principales amenazas climáticas de la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia). 122

Tabla 20. Evolución histórica y proyectada de la intensidad energética en España y la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y MITERD). 124

Tabla 21. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial a 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom). 125

BOCM-20240115-10

Tabla 22. Consumo de energía final por combustible en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom). Nota: la tabla incluye los valores correspondientes a los sectores de transporte, doméstico, servicios, industria y primario. Se ha excluido el sector "energético" según nomenclatura de Fenercom del cómputo total (desajuste: 0,3%; 11.399 ktep vs. 11.358 ktep). 126

Tabla 23. Proyección del consumo de energía final para el sector doméstico en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom)..... 128

Tabla 24. Proyección del consumo de energía final para el sector servicios en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom)..... 129

Tabla 25. Proyección del consumo de energía final para el sector de la agricultura en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom)..... 129

Tabla 26. Proyección del consumo de energía final para el sector del transporte en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom)..... 130

Tabla 27. Proyección del consumo de energía final para el sector industrial en la Comunidad de Madrid y VAB industrial en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom)..... 132

Tabla 28. Proyección del consumo de energía final para el sector del transporte en la Comunidad de Madrid en 2020-2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia)..... 143

Tabla 29. Datos de emisiones de GEI y variaciones relativas respecto a los niveles de emisión de 1990, 2005 y 2018. (Fuente: Tragsatec). 144

Tabla 30. Cuadro resumen de los indicadores estratégicos (Fuente: Elaboración propia)..... 240

Tabla 31. Proyección del PIB, del consumo de energía y de la intensidad energética a 2030. (Fuente: Elaboración propia). 240

Tabla 32. Proyección del consumo de energía, del número de habitantes y del consumo de energía por habitante a 2030. (Fuente: Elaboración propia)..... 241

Tabla 33. Proyección del número de instalaciones de autoconsumo, de la potencia instalada, del número de CUPs y del número de instalaciones por cada millar de CUPs a 2030. (Fuente: Elaboración propia). 242

Tabla 34. Proyección del TIEPI a 2030. (Fuente: Elaboración propia)..... 244

Tabla 35. Proyección del número de puntos de recarga en la Comunidad de Madrid, del número de habitantes y de la relación entre el número de puntos de recarga por millón de habitantes a 2030. (Fuente: Elaboración propia). 245

Tabla 36. Proyección del número de puntos de recarga en la Comunidad de Madrid, del número de CUPs y de la relación entre el número de puntos de recarga por millar de CUPs a 2030. (Fuente: Elaboración propia). 246

Tabla 37. Proyección de la capacidad eléctrica fotovoltaica instalada a 2030. (Fuente: Elaboración propia)..... 247

Tabla 38. Proyección del porcentaje de energía renovable sobre el total generado a 2030. (Fuente: Elaboración propia). 247

Tabla 39. Correspondencia entre los objetivos estratégicos y las áreas de actuación (Fuente: Elaboración propia)..... 258

Tabla 40. Evolución histórica y proyectada de la intensidad energética en la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y MITERD, (estimaciones

BOCM-20240115-10

para 2020 basadas en datos provisionales de PIB nacional y consumo de electricidad de REE)). 263
Tabla 41. Proyección del PIB (M€) de la Comunidad de Madrid (Fuente: Elaboración propia y basado en Funcas , BBVA Research y AIREF). Nota: proyección asumida en junio de 2021. Los últimos datos oficiales de PIB por CCAA de INE corresponden a 2019. Se ha utilizado el valor de referencia proporcionado por Fenercom 264
Tabla 42. Proyección del consumo de energía final en la Comunidad de Madrid – escenarios tendencial y objetivo (Fuente: Elaboración propia). 265
Tabla 43. Proyección del consumo de energía final para el sector del transporte en la Comunidad de Madrid en los escenarios tendencial, de alta y baja electrificación (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y en los objetivos estratégicos). 270
Tabla 44. Proyección del consumo de energía final para el sector doméstico en la Comunidad de Madrid en los escenarios tendencial, de alta, media y baja electrificación (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y en los objetivos estratégicos). 271
Tabla 45. Proyección del consumo de energía final para el sector servicios en la Comunidad de Madrid en los escenarios tendencial, de mantenimiento y de aumento del consumo energético (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y en los objetivos estratégicos). 273
Tabla 46. Proyección del consumo de energía final para el sector industrial en la Comunidad de Madrid en los escenarios tendencial y de eficiencia (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y en los objetivos estratégicos). 274
Tabla 47. Proyección del consumo de energía final para el sector primario en la Comunidad de Madrid en los escenarios tendencial y de eficiencia (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y en los objetivos estratégicos). 274
Tabla 48. Proyección del consumo de energía final por sectores en la Comunidad de Madrid en los escenarios tendencial y de eficiencia (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y en los objetivos estratégicos). 275
Tabla 49. Cuantificación de la reducción de emisiones y consumo de combustibles asociadas al sector transporte/movilidad (en 2030 respecto a 2018) (Fuente: Elaboración propia). 277
Tabla 50. Cuantificación de la reducción de emisiones y consumo de combustibles asociadas al sector residencial, comercial e institucional (en 2030 respecto a 2018) (Fuente: Elaboración propia). 278
Tabla 51. Cuantificación de la reducción de emisiones y consumo de combustibles del resto de sectores (en 2030 respecto a 2018) (Fuente: Elaboración propia). 279
Tabla 52. Resumen de emisiones bajo el escenario planteado (Fuente: Elaboración propia). 280
Tabla 53. Actuaciones de la red de partida con p.e.s prevista en 2019-2020. Madrid (Fuente: Plan de desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica. Período 2021-2026). 293
Tabla 54. Actuaciones de la red de partida con p.e.s prevista en 2021-2026. Madrid (Fuente: Plan de desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica. Período 2021-2026). 293
Tabla 55. Actuaciones de la red de partida con p.e.s prevista posterior a 2026. Madrid (Fuente: Plan de desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica. Período 2021-2026). 294
Tabla 56. Generación de energía eléctrica mediante hidráulica – escenario objetivo 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia). 297
Tabla 57. Generación de energía eléctrica mediante RSU – escenario objetivo 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia): 298

BOCM-20240115-10

Tabla 58. Generación de energía eléctrica mediante “tratamiento de residuos” – escenario objetivo 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia) 298
Tabla 59. Generación de energía eléctrica mediante biomasa – escenario objetivo 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia). 299
Tabla 60. Generación de energía eléctrica mediante cogeneración - escenario objetivo 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia). 299
Tabla 61. Generación de energía eléctrica mediante eólica – escenario objetivo 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia). 300
Tabla 62. Potencia instalada (MW) y generación eléctrica (ktep) de solar fotovoltaica – escenario objetivo 2030. (Fuente: Elaboración propia). 301
Tabla 63. Generación de energía térmica mediante cogeneración – escenario objetivo 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia) 302
Tabla 64. Generación de energía térmica mediante solar térmica – escenario objetivo 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia) 303
Tabla 65. Generación de energía térmica mediante biomasa – escenario objetivo 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia). 303
Tabla 66. Potencia (térmica) instalada (MW) y generación (ktep) - geotermia – escenario objetivo 2030. (Fuente: Elaboración propia). 303

BOCM-20240115-10

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Demanda global de combustibles (Fuente: IEA, Fossil fuel demand in the Stated Policies Scenario, 1900-2050) Oil:petróleo, coal: carbón, natural gas: gas natural). 25
Ilustración 2. Consumo de energía final por sectores en la UE (2020). (Fuente: Eurostat). 31
Ilustración 3. Intensidad energética de los países de la UE en 2020 (Kilogramos equivalentes de petróleo (KGOE) por 1000 € de Estándar de Poder Adquisitivo). (Fuente: Eurostat)31
Ilustración 4. Generación eléctrica bruta por origen renovable para toda la UE-28 (GWh) (1990-2019). (Fuente: Eurostat). 33
Ilustración 5. Principales mecanismos y desarrollos regulatorios en torno al Objetivo 55 del Pacto Verde Europeo. (Fuente: Comisión Europea). 36
Ilustración 6. Diagrama de Sankey de la Energía en España (2019) (ktep). (Fuente: MITERD). 41
Ilustración 7. Desglose del consumo de energía final en España 2019 por combustibles. (Fuente: MITERD). 41
Ilustración 8. Consumo de energía final en España por sectores 1990-2019. (Fuente: IDAE).. 42
Ilustración 9. Estructura de generación de energía eléctrica en España en 2020. (Fuente: Red Eléctrica de España, “Las energías renovables en el sistema eléctrico español 2020”). 42
Ilustración 10. Esquema general de estos programas y medidas del Plan Azul+. (Fuente: elaboración propia) 53
Ilustración 11. Mapa físico de la Comunidad de Madrid (Fuente: IGN) 61
Ilustración 12. Población histórica y proyectada de la Comunidad de Madrid (número de habitantes). (Fuente: Elaboración propia basada en INE (proyección de la población 2022-2072, publicado el 13/10/2022) y el Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid (padrón continuo, series anuales desde 1998)). 62
Ilustración 13. (a) Pirámide poblacional de la Comunidad de Madrid para el año 2020 (estimación del INE). (b) Pirámide poblacional de la Comunidad de Madrid para el año 2035 (Fuente: Proyección del INE). 62
Ilustración 14. PIB de la Comunidad de Madrid a precios de mercado (miles de euros). (Fuente: INE) 63
Ilustración 15. PIB per cápita a precios de mercado de la Comunidad de Madrid (Euros por habitante). (Fuente: INE) 63
Ilustración 16. Valor añadido bruto a precios básicos por ramas de actividad (2018): Precios corrientes para el periodo. Unidades: miles de euros (Fuente: INE) 64
Ilustración 17. Consumo energético en la Comunidad de Madrid por combustible de uso final (2020). (Fuente: Balance Energético de la Comunidad de Madrid. Fenercom)..... 65
Ilustración 18. Intensidad energética de la Comunidad de Madrid. Unidades: tep/M€2015. (Fuente: Fenercom) 66
Ilustración 19. Evolución del consumo de energía final en la Comunidad de Madrid por habitante y año. (Fuente: Fenercom) 67
Ilustración 20. Intensidad energética de energía final para varias CC.AA. y el conjunto nacional. Año 2017. (Fuentes: Agencia Andaluza de la Energía, Instituto Catalán de Energía, Eustat, Fenercom, Portal Estadístico de la Generalitat Valenciana, INEGA, Gobierno de Navarra, MITERD) 67
Ilustración 21. Estructura sectorial de consumo de energía final en la Comunidad de Madrid para el año 2020. (Fuente: Balance Energético de la Comunidad de Madrid. Fenercom) 68
Ilustración 22. Consumo energético del sector doméstico por combustible de uso final (ktep). (Fuente: Balance Energético de la Comunidad de Madrid. Fenercom) 68

BOCM-20240115-10

Ilustración 23. Consumo energético del sector servicios por combustible de uso final (ktep). (Fuente: Balance Energético de la Comunidad de Madrid. Fenercom) 69
Ilustración 24. Consumo energético del sector transporte por combustible de uso final (ktep). (Fuente: Fenercom) 70
Ilustración 25. Distribución del reparto público y privado del transporte mecanizado en la Comunidad de Madrid (Fuente: CRTM – Encuesta de Movilidad 2018). 71
Ilustración 26. Parque de turismos por distintivo medioambiental en la Comunidad de Madrid. Año 2021. (Fuente: DGT) 73
Ilustración 27. Consumo energético del sector industrial por combustible de uso final. Unidades: ktep. (Fuente: Fenercom) 73
Ilustración 28. Producción eléctrica por tecnologías de Canal 2018-2021. (Fuente: Canal de Isabel II) 77
Ilustración 29. Diagrama de Sankey del sistema energético (ktep) de la Comunidad de Madrid en 2019. (Fuente: Elaboración propia). Nota: las "importaciones" hacen referencia a los flujos energéticos producidos fuera de la Comunidad de Madrid..... 82
Ilustración 30. Mapa de red de distribución de hidrocarburos en España. (Fuente: Exolum) 83
Ilustración 31 Mapa de red de distribución de hidrocarburos en la Comunidad de Madrid. (Fuente: CLH) 84
Ilustración 32 Mapa de red de transporte y distribución de la electricidad en España. (Fuente: ENTSOE) 85
Ilustración 33 Mapa de red de transporte y distribución de la electricidad en la Comunidad de Madrid. (Fuente: ENTSOE)..... 86
Ilustración 34 Evolución de la demanda de gas natural en España. (Fuente: Enagás 87
Ilustración 35. Red de transporte de gas natural en España. (Fuente: Enagás)..... 88
Ilustración 36. Red de transporte de gas natural en la Comunidad de Madrid y alrededores (Fuente: Enagás) 88
Ilustración 37. Empresas distribuidoras de gas natural en la Comunidad de Madrid por municipios. (Fuente: DG Transición Energética y Economía Circular). 89
Ilustración 38. Relación entre cambio climático y los efectos en la salud de la contaminación atmosférica. (Fuente: Adaptado de Gunnelle E. Sandanger.)..... 90
Ilustración 39. Zonificación y Red de calidad del aire de la Comunidad de Madrid. (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Dirección General de Medio Ambiente y Sostenibilidad)... 92
Ilustración 40. Red de estaciones fijas de control de la calidad del aire del Ayuntamiento de Madrid (Fuente: Ayuntamiento de Madrid y Área de Calidad Atmosférica, Dirección General de Medio Ambiente y Sostenibilidad)..... 93
Ilustración 41. Evolución del valor límite anual de NO2 en µg/m3 en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015 – 2021. (Fuente: Elaboración propia). 95
Ilustración 42. Valor límite anual de NO2 en µg/m3 en las estaciones del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015 – 2021 (Fuente: Elaboración propia en base a los informes de calidad del aire del Ayuntamiento Madrid)..... 96
Ilustración 43. Evolución de la calidad del aire de PM10 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual (Fuente: Elaboración propia)..... 99
Ilustración 44. Evolución de la calidad del aire de PM10 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual (Fuente: Elaboración propia en base a los informes de calidad del aire del Ayuntamiento Madrid)..... 100
Ilustración 45. Evolución de la situación de la calidad del aire para PM10 en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015-2021 según el número de superaciones del

BOCM-20240115-10

valor límite diario sin descontar el aporte de polvo sahariano (Fuente: Elaboración propia). 100
Ilustración 46. Evolución de la calidad del aire de PM10 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual (Fuente: Elaboración propia en base a los informes de calidad del aire del Ayuntamiento Madrid) 101
Ilustración 47. Evolución de la calidad del aire de PM2,5 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual. (Fuente: Elaboración propia) 101
Ilustración 48. Evolución de la calidad del aire de PM2,5 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la Red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual. (Fuente: Elaboración propia en base a los informes de calidad del aire del Ayuntamiento Madrid) 102
Ilustración 49. Número de superaciones en el periodo 2015-2021 del valor objetivo de O3 para la protección de la salud en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia) 103
Ilustración 50. Número de superaciones en el periodo 2015-2021 del valor objetivo de O3 para la protección de la salud en las estaciones de la Red del Ayuntamiento de Madrid. (Fuente: Elaboración propia en base a los informes de calidad del aire del Ayuntamiento Madrid). 104
Ilustración 51. Evolución de las emisiones de los principales contaminantes atmosféricos en la Comunidad de Madrid. Evolución de las emisiones en la Comunidad de Madrid de aquellos contaminantes para los que existen techos nacionales de emisión (Fuente: Elaboración propia en base a datos del inventario de emisiones de la Comunidad de Madrid). 108
Ilustración 52. Evolución de las emisiones de NOx en la Comunidad de Madrid en el periodo 1990-2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior). 109
Ilustración 53. Evolución de las emisiones de COVNM en la Comunidad de Madrid en el periodo 1990-2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior). 109
Ilustración 54. Evolución de las emisiones de SOx en la Comunidad de Madrid en el periodo 1990-2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior). 110
Ilustración 55. Evolución de las emisiones de NH3 en la Comunidad de Madrid en el periodo 1990-2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior). 110
Ilustración 56. Evolución de las emisiones de PM2,5 en la Comunidad de Madrid en el periodo 1990-2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior). 111
Ilustración 57. Emisiones de los principales contaminantes atmosféricos por sectores en el año 2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior). 112
Ilustración 58. Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero por sectores desde año base hasta 2020. (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior). 113
Ilustración 59. Peso de las emisiones de GEI del sector energía desagregado en la Comunidad de Madrid en 2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior) 113
Ilustración 60. Evolución de los distintos gases de efecto invernadero desde año base hasta 2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior). 114

BOCM-20240115-10

Ilustración 61. Gradientes de precipitación (izq.) y de temperatura (drcha.) media anual. (Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Atlas Climático Ibérico (1971-2000), AEMET). 115
Ilustración 62. Precipitación media anual del histórico (1971-2000) y de los escenarios RCP 4,5 y 8,5 (horizonte 2030). (Fuente: Elaboración propia). 117
Ilustración 63. Temperatura mínima media anual del histórico (1971-2000) y de los escenarios RCP 4,5 y 8,5 (horizonte 2030). (Fuente: Elaboración propia) 118
Ilustración 64. Temperatura máxima media anual del histórico (1971-2000) y de los escenarios RCP 4,5 y 8,5 (horizonte 2030). (Fuente: Elaboración propia). 119
Ilustración 65. Evolución histórica y proyectada de la intensidad energética en España y la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y MITERD) 124
Ilustración 66. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial a 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom)..... 125
Ilustración 67. Consumo de energía final por combustible en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom)... 126
Ilustración 68. Proyección del consumo de energía final para el sector doméstico en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom)..... 127
Ilustración 69. Proyección del consumo de energía final para el sector servicios en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom)..... 128
Ilustración 70. Proyección del consumo de energía final para el sector de la agricultura en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom)..... 129
Ilustración 71. Proyección del consumo de energía final para el sector del transporte en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom)..... 130
Ilustración 72. Proyección del consumo de energía final para el sector industrial en la Comunidad de Madrid y VAB industrial en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom)..... 131
Ilustración 73. Diagrama de Sankey del sistema energético (ktep) de la Comunidad de Madrid en 2030 – escenario tendencial. (Fuente: elaboración propia). 133
Ilustración 74. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario tendencial (WeM) (Fuente: Tragsatec). 135
Ilustración 75. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario con medidas adicionales (WaM) (Fuente: Tragsatec)..... 136
Ilustración 76. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario tendencial (WeM) (Fuente: Tragsatec). 137
Ilustración 77. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario con medidas adicionales (WaM) (Fuente: Tragsatec)..... 137
Ilustración 78. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario tendencial (WeM) (Fuente: Tragsatec). 138
Ilustración 79. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario con medidas adicionales (WaM) (Fuente: Tragsatec)..... 138
Ilustración 80. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario tendencial (WeM) (Fuente: Tragsatec). 139
Ilustración 81. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario con medidas adicionales (WaM) (Fuente: Tragsatec)..... 139
Ilustración 82. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario tendencial (WeM) (Fuente: Tragsatec). 140

BOCM-20240115-10

Ilustración 83. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario con medidas adicionales (WaM) (Fuente: Tragsatec). 141
Ilustración 84. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario tendencial (WeM) (Fuente: Tragsatec). 142
Ilustración 85. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario con medidas adicionales (WaM) (Fuente: Tragsatec). 142
Ilustración 86. Riesgo de olas de calor sobre la salud humana para el histórico (1971 - 2000) y para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5 para el horizonte 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios. (Fuente: Elaboración propia). 145
Ilustración 87. Riesgo de inundaciones fluviales sobre el medio urbano para el histórico (1971 - 2000) y para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5 para el horizonte 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios (Fuente: Elaboración propia) 146
Ilustración 88. Riesgo de inclemencias invernales sobre el medio urbano para el histórico (1971 - 2000) y para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5 para el horizonte 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios. (Fuente: Elaboración propia). 147
Ilustración 89. Riesgo de sequía sobre el sector primario para el histórico (1971 - 2000) y para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5 para el horizonte 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios. (Fuente: Elaboración propia). 148
Ilustración 90. Riesgo de sequía sobre la población para el histórico (1971 - 2000) y para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5 para el horizonte 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios. (Fuente: Elaboración propia). 149
Ilustración 91. Riesgo de incendios sobre el medio natural población para el histórico (1971 - 2000) y para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5 para el horizonte 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios. (Fuente: Elaboración propia). 150
Ilustración 92. Emisiones de gases de efecto invernadero por fuente de energía (Fuente: Elaboración propia). 156
Ilustración 93. Porcentaje de emisiones equivalente de CO2eq por sector en la Comunidad de Madrid (Fuente: Elaboración propia). 157
Ilustración 94. Sectores estratégicos de actuación. (Fuente: Elaboración propia). 168
Ilustración 95. Reparto por clase de los vehículos inscritos en el Registro de la Dirección General de Tráfico 2021 (Fuente: Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid). 169
Ilustración 96. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el sector transporte (ktep). (Fuente: Fenercom). 169
Ilustración 97. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el sector residencial y sector servicios. (Fuente: Fenercom). 171
Ilustración 98. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el sector industria. (Fuente: Fenercom). 173
Ilustración 99. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el sector agricultura. (Fuente: Fenercom). 175
Ilustración 100. Perímetro de la Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid 2023-2030. (Fuente: Elaboración propia). 177
Ilustración 101. Representación del papel de la administración regional en el desarrollo de la Estrategia (izquierda) y el papel de la empresa en el desarrollo de la Estrategia (derecha). (Fuente: Elaboración propia). 179
Ilustración 102. Pasos a seguir para facilitar el cambio. (Fuente: Elaboración propia). 181
Ilustración 103. Modelo de ficha de la Estrategia (Fuente: Elaboración propia). 210
Ilustración 104. Jerarquía de implantación del Plan Estratégico de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid 2023- 2030 (Fuente: Elaboración propia). 229
Ilustración 105. Gobernanza de la Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid 2023-2030 (Fuente: Elaboración propia). 232

BOCM-20240115-10

Ilustración 106. Proyección de la intensidad energética a 2030. (Fuente: Elaboración propia). 241
Ilustración 107. Proyección del consumo energético por habitante a 2030. (Fuente: Elaboración propia). 242
Ilustración 108. Proyección de la relación entre el número de instalaciones de autoconsumo por millar de CUPs a 2030. (Fuente: Elaboración propia). 243
Ilustración 109. Proyección del TIEPI a 2030. (Fuente: Elaboración propia). 244
Ilustración 110. Proyección del número de puntos de recarga por millón de habitantes a 2030. (Fuente: Elaboración propia). 245
Ilustración 111. Proyección del número de puntos de recarga por millar de CUPs a 2030. (Fuente: Elaboración propia). 246
Ilustración 112. Proyección de la capacidad instalada eléctrica renovable a 2030. (Fuente: Elaboración propia). 247
Ilustración 113. Proyección del porcentaje de energía renovable sobre el total generado a 2030. (Fuente: Elaboración propia). 248
Ilustración 114: Enfoque metodológico del análisis energético 260
Ilustración 115 Diagrama Sankey con el balance energético de la Comunidad de Madrid (2019). (Fuente: Elaboración propia) 262
Ilustración 116. Proyecciones consideradas en el modelado energético para la población y el PIB de la Comunidad de Madrid (Fuente: Elaboración propia e INE)..... 262
Ilustración 117. Evolución histórica y proyectada de la intensidad energética en la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y MITERD, (estimaciones para 2020 basadas en datos provisionales de PIB nacional y consumo de electricidad de REE)) 263
Ilustración 118. Proyección del PIB (M€) de la Comunidad de Madrid (Fuente: Elaboración propia y basado en Funcas, BBVA Research y AIREF). Nota: proyección asumida en junio de 2021. Los últimos datos oficiales de PIB por CCAA de INE corresponden a 2019. Se ha utilizado el valor de referencia proporcionado por Fenercom. 264
Ilustración 119. Proyección del consumo de energía final en la Comunidad de Madrid – escenarios tendencial y objetivo (Fuente: Elaboración propia). 265
Ilustración 120 Proyección del consumo de energía final por sector en la Comunidad de Madrid en la ambición de la Estrategia a 2030 (ktep) (Fuente: Elaboración propia) 282
Ilustración 121. Proyección del consumo de energía final en el sector transporte por combustible en la Comunidad de Madrid en la ambición a 2030 (alta electrificación) (ktep) (Fuente: Elaboración propia)..... 283
Ilustración 122. Proyección del consumo de energía final en el sector doméstico por combustible en la Comunidad de Madrid en la ambición a 2030 (alta electrificación) (Fuente: Elaboración propia)..... 284
Ilustración 123. Proyección del consumo de energía final en el sector servicios por combustible en la Comunidad de Madrid en la ambición a 2030. (Fuente: Elaboración propia) 285
Ilustración 124. Proyección del consumo de energía final en el sector industria por combustible en la Comunidad de Madrid en la ambición a 2030. (ktep) (Fuente: Elaboración propia) 285
Ilustración 125. Proyección del consumo de energía final en el sector primario por combustible en la Comunidad de Madrid en la ambición a 2030 (ktep) (Fuente: Elaboración propia) 286
Ilustración 126. Objetivo acumulado de ahorro de energía final 2021-2030 (ktep) de la Comunidad de Madrid para 2021-2030. (Fuente: Elaboración propia). Nótese que el total de ahorro suma 8.495 ktep en lugar de 8.503 ktep, dado un desajuste de casación. 286
Ilustración 127. Reparto por sectores de los ahorros acumulados (período 2021-2030) de energía final en la Comunidad de Madrid para 2030 (Fuente: Elaboración propia)..... 287

BOCM-20240115-10

Ilustración 128. TIEPI (horas) por Comunidad Autónoma para el período 2014-2020. (Fuente: MITERD.) 296
Ilustración 129. Hipótesis de distribución de la potencia eólica a instalar en el periodo 2019-2026 según el escenario de estudio llevado a cabo por Red Eléctrica de España en su Planificación de la Red de Transporte 2021-2026. 300

BOCM-20240115-10

Índice de Documentos Anexos

Anexo 1. Fichas de áreas de actuación

Anexo 2. Plan de Mejora de la Calidad del Aire

Anexo 3. Resumen ejecutivo Contribución de fuentes_UPM

Anexo 4. Resumen ejecutivo Nivel de Ambición_UPM

Anexo 5. Resumen_Evaluación del efecto de las medidas de la Estrategia_UPM

Anexo 6. Análisis de impacto y vulnerabilidad ante el cambio climático de los municipios madrileños

Anexo 7. Documento Ambiental Estratégico EECAM

BOCM-20240115-10

PRESENTACIÓN

La Estrategia de Energía, Clima y Aire 2023- 2030 de la Comunidad de Madrid (en adelante, «Estrategia» o «EECAM») pretende establecer un marco de actuación a medio y largo plazo para descarbonizar la economía de la Comunidad de Madrid. La Estrategia incluye integradamente los aspectos de «Energía», «Clima» y «Aire» por estar fuertemente interrelacionados. Esta Estrategia da continuidad al trabajo que viene realizando la Comunidad de Madrid en estos ámbitos durante las últimas décadas.

Los diferentes esfuerzos realizados por la Comunidad de Madrid tanto a nivel de desarrollo de normativa como de diferentes estrategias y planes con relación directa o indirecta con el cambio climático y con la calidad del aire, han sido la piedra angular en el desarrollo de la Estrategia. Algunos de los planes, programas y estrategias regionales más relevantes se encuentran actualmente en desarrollo y suponen una base de partida para la definición de las medidas a considerar en la EECAM.

La elaboración de una nueva Estrategia es un ejercicio complejo, amplio y transversal, que requiere de la participación de las distintas administraciones y de la implicación de los diversos actores sociales y económicos de nuestra región. Por ello, la Estrategia es el fruto del trabajo conjunto de los distintos centros directivos y organismos dependientes de las consejerías que conforman el Gobierno regional, especialmente de aquellas que desarrollan competencias en materias tales como transporte y vivienda, así como de otras entidades e instituciones públicas implicadas en la lucha contra la contaminación atmosférica. En este sentido, es imprescindible destacar el papel desempeñado por la **Comisión Interdepartamental de Cambio Climático** de la Comunidad de Madrid, órgano colegiado integrado por representantes de las distintas Consejerías que forman el Gobierno regional, cuya labor ha sido y es clave en la interlocución de todos los agentes responsables, así como en el diseño de nuevas medidas para la reducción de la contaminación atmosférica en nuestra Región.

A su vez, las aportaciones del **Comité Científico-Técnico sobre Cambio Climático** durante la redacción del documento han resultado esenciales para otorgar el rigor sobre el que se consolidan necesariamente las propuestas que aquí se recogen. Dicho Comité está integrado por expertos que forman parte de entidades públicas, privadas e independientes reconocidas en el ámbito de la investigación y la ciencia.

Cabe señalar, asimismo, que para los trabajos de elaboración de la Estrategia se ha contado con la asistencia de **TECNALIA**, como apoyo técnico para el desarrollo de aquellas materias relacionadas con el ámbito de la energía, y con **IDOM CONSULTING ENGINEERING ARCHITECTURE, S.A.U.**, que ha prestado su apoyo y colaboración durante el desarrollo de las tareas de planificación relacionadas con la calidad del aire y el cambio climático, que han culminado con la redacción de este documento.

BOCM-20240115-10

Por otra parte, se consideró fundamental que la Estrategia se redactara de forma consensuada, sistemática y participada. Por ello, antes de iniciarse los trabajos de redacción, la Comunidad de Madrid elaboró un documento preliminar de la Estrategia en el que se realizó una propuesta inicial de estructura y contenido. En dicho documento se identificaron los objetivos a alcanzar y se propusieron las grandes líneas de actuación a desarrollar, con un horizonte temporal a 2030 y una visión de largo plazo proyectada a 2050. Una vez finalizada la redacción de este documento, se llevó a cabo un proceso de consulta pública a través del portal de transparencia de la Comunidad de Madrid, cuya información estuvo activa para poder recibir aportaciones de cualquier persona u organización interesada desde el 4 hasta el 24 de junio de 2021. Durante este periodo se recibieron alegaciones por parte de 6 organismos, cuyas sugerencias se han tenido en cuenta en la redacción del documento.

Cabe señalar que, posteriormente, se encomendaron a la entonces Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura, las competencias que en materia de energía estaban atribuidas a la extinta Consejería de Economía, Empleo y Competitividad. Por este motivo, se hizo imprescindible analizar de nuevo la situación para integrar en un mismo instrumento de plantificación, además de las competencias en materia de cambio climático y calidad del aire, sobre las que ya se estaba trabajando, las relativas a energía. Por ello, al haberse incorporado los aspectos relacionados con la energía en el documento estratégico, se consideró indispensable volver a realizar una nueva consulta pública del proyecto para aprobar la futura Estrategia. De esta forma, durante el mes de abril de 2023 (del 30 de marzo al 21 de abril), se llevó a cabo un nuevo proceso de consulta en el que se recibieron un total de 10 alegaciones, mayoritariamente de asociaciones y entidades relacionadas con la energía y medio ambiente, cuyas aportaciones han sido analizadas y recogidas en la elaboración del presente documento.

Asimismo, desde el 10 de agosto al 13 de octubre de 2023, el borrador de la Estrategia y todos sus documentos anexos fueron sometidos al trámite de audiencia e información pública en el Portal de Transparencia de la Comunidad de Madrid. En este periodo se recibieron 39 alegaciones procedentes de distintos ayuntamientos, empresas y asociaciones, cada una de ellas contemplando a su vez diversas observaciones y comentarios. En total, se han analizado más de 240 alegaciones, de las que aproximadamente el 60% han sido estimadas, en parte o en su totalidad, procediendo a incluirse las correspondientes aportaciones en el documento de la EECAM o en alguno de los anexos, mayoritariamente en el Anexo 1. Fichas de actuaciones.

Además, para la elaboración de la EECAM se ha contado con la colaboración de cualificados expertos de las principales instituciones del sector energético y medioambiental regional, entre las que cabe destacar universidades públicas y privadas, así como colegios profesionales y asociaciones empresariales relacionadas con estos ámbitos. El trabajo realizado ha implicado un esfuerzo de análisis y reflexión, que ha abarcado las cuestiones fundamentales que afectan a la Comunidad de Madrid en esas materias con el objetivo de impulsar una transición eficaz y justa en todas sus vertientes.

BOCM-20240115-10

En esta línea, destaca la participación del **Comité Científico-Técnico sobre Cambio Climático**, formado por entidades públicas, privadas e independientes reconocidas en el ámbito de la investigación y la ciencia, que ha sido convocado en varias ocasiones durante la elaboración de la Estrategia, la última de ellas el pasado mes de abril de 2023, momento en el que se presentó formalmente el borrador de la EECAM.

En síntesis, esta Estrategia se concibe como un instrumento que permite **facilitar el desarrollo de una serie de objetivos** deseables como sociedad, en este caso en los ámbitos de la disponibilidad y uso de la energía, la mitigación y la adaptación al cambio climático, así como la calidad del aire en las mejores condiciones posibles.

Por lo tanto, la presente **Estrategia se debe entender como una guía** para que los distintos niveles de la Administración, los diferentes organismos y las empresas públicas y privadas elaboren sus propios planes y programas que contribuyan a alcanzar los objetivos establecidos en la misma. Pretende, asimismo, servir de referencia para el papel esencial de la ciudadanía en la transición hacia un modelo descarbonizado.

La estructura de la EECAM sigue un esquema asimilable al de cualquier documento de planificación estratégica. En el **capítulo 1** se presentan los principales antecedentes a considerar, tales como políticas, compromisos, estrategias o iniciativas de interés, así como la necesidad de acción que la situación de partida requiere, tanto los propios de la Comunidad de Madrid, como también aquellos en los que se enmarca nuestra región, tanto a nivel nacional como europeo y global.

A continuación, en el **capítulo 2,** se ofrece la caracterización de los aspectos socioeconómicos, energéticos y ambientales relevantes, con especial atención a la situación en cuanto al cumplimiento de los objetivos en materia de energía, calidad del aire y cambio climático, así como a la evolución de las emisiones y las condiciones del clima en la región, y sus potenciales consecuencias a futuro.

Una vez introducidos todos los temas relevantes a nivel regional y normativo, en el **capítulo 3** se sientan las bases de la Estrategia, donde se contrastan los resultados del diagnóstico con el análisis de las oportunidades y amenazas existentes en esta área, las debilidades y fortalezas de la Comunidad de Madrid para afrontarlas, así como las potenciales áreas de actuación por sectores relevantes y las barreras a las que estos mismos sectores se enfrentarían para desarrollarlas.

En el **capítulo 4**, de definición de la estrategia, se establece el papel de la Comunidad de Madrid en este proceso, con una misión y una visión claramente definidas, a fin de alcanzar una economía descarbonizada en el largo plazo, proyectada a 2050. Posteriormente, se introducen los valores que han de configurar el desarrollo de futuros planes y programas a partir de esta Estrategia y se concretan, finalmente, los objetivos estratégicos para orientar las actuaciones en el horizonte temporal a 2030.

En el **capítulo 5, relativo a las áreas de actuación,** se identifican los principales sectores estratégicos involucrados en la consecución de los objetivos planteados. Estos sectores, aunque se han identificado sobre la base de la situación específica de la Comunidad de Madrid y el análisis de contribución de fuentes llevado a cabo, se alinean

BOCM-20240115-10

con los planteados en los planes, programas, estrategias, políticas o iniciativas precedentes a la Estrategia y, en concreto, con el denominado Plan de Descarbonización y Cuidado del Medio Ambiente (PDCM), que es la hoja de ruta del Gobierno de la Comunidad de Madrid para avanzar en tales materias.

De esta forma, en este **capítulo 5** se enumeran las áreas en las que se debe actuar para alcanzar los objetivos en cada uno de estos sectores estratégicos, así como las medidas transversales a todos ellos. No sólo se han planteado medidas centradas en la mitigación, sino que también se proponen actuaciones para adaptar la región y hacerla más resiliente a los efectos del cambio climático. Para ello, se ha realizado previamente un análisis de vulnerabilidad y riesgo climático de los municipios madrileños ante el cambio climático, incluido como anexo de esta Estrategia, para poder prever los principales efectos sobre el territorio. A su vez, se incluyen como anexo del presente documento las fichas con el detalle de cada una de áreas de actuación.

En el **capítulo 6** se detalla un elemento indispensable en toda planificación estratégica, un esquema de gobernanza que permita, por un lado, poner en marcha los programas, planes, medidas y actuación que se impulsarán a lo largo de los años para la implementación de la Estrategia y, por otro, evaluar su grado de efectividad para alcanzar los objetivos propuestos. Con este objeto, se establece una serie de indicadores estratégicos a 2030, que permitirán seguir el grado de avance de la Comunidad en los objetivos recogidos establecidos en la Estrategia a lo largo de los próximos años. Se añaden igualmente las fuentes de financiación existentes para los programas que se pueden incluir en esta Estrategia.

El **capítulo 7** está dedicado a la descripción de la metodología de trabajo que ha regido la elaboración de los distintos escenarios para 2030, partiendo de un análisis específico del sector energético, por un lado, y de las cuestiones de clima y calidad del aire, por otro, para luego integrar en una visión única los resultados obtenidos. En esa sección se resumen los trabajos realizados en el marco del Convenio de colaboración firmado con la Comunidad de Madrid para la realización del proyecto de investigación “Modelización de la calidad del aire en la Comunidad de Madrid”.

En el **capítulo 8** se describen los objetivos relacionados con el despliegue de infraestructuras en la Comunidad de Madrid, dentro de las competencias atribuidas a la región, con el despliegue de nuevas instalaciones que permitan alcanzar los objetivos establecidos en la presente estrategia, siempre de conformidad con la planificación energética estatal. Asimismo, se detallan los análisis llevados a cabo para configurar los valores esperados de generación eléctrica para cada tipo de tecnología en la Comunidad de Madrid desde el presente y hasta 2030.

A continuación de adjuntan una serie de **anexos**, entre los que destaca el Plan de mejora de la Calidad del Aire 2023-2030, documento derivado de la presente Estrategia pero que es necesario individualizar a fin de profundizar en el cumplimiento de la normativa en esta materia y en la nueva Directiva actualmente en elaboración en la

BOCM-20240115-10

Unión Europea, con el objeto de aproximarse a las recomendaciones dadas por la Organización Mundial de la Salud.

Asimismo, se ha elaborado el Documento Ambiental Estratégico, que se incorpora entre los anexos de la estrategia, y cuyo contenido responde a los fines previstos en los artículos 29 y siguientes de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

Otros anexos relevantes son los que contemplan los fundamentos metodológicos tales como el análisis de contribución de fuentes, el estudio de nivel de ambición y la evaluación del efecto de las medidas de la estrategia, realizados por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) en el marco del citado convenio de colaboración, que tiene una duración de 3 años y permite a la Comunidad de Madrid, por un lado, definir, evaluar y realizar un seguimiento de las áreas de actuación encaminadas a mejorar la calidad del aire y a la lucha contra el cambio climático y, por otro, posibilita a la UPM evolucionar sus técnicas de modelización, aumentando paralelamente su capacidad docente y de investigación.

No deberíamos acabar esta presentación sin adelantar que el documento debe ser considerado como una herramienta viva, que será actualizado con una frecuencia periódica, a la vista de los esperables cambios que se prevén, no solo legislativos, sino también derivados de la evolución de la sociedad madrileña y su entorno, que obligarán sin duda en el futuro a complementar objetivos y definir nuevas líneas de actuación.

BOCM-20240115-10

1. INTRODUCCIÓN

La energía siempre ha estado en el centro de la actividad humana y juega un papel determinante en el crecimiento económico y en el progreso social. El suministro energético en adecuadas condiciones de seguridad y calidad constituye un aspecto esencial para garantizar el nivel de vida de los ciudadanos y es, por ello, uno de los pilares fundamentales de las políticas públicas. Sin embargo, la sociedad es cada vez más consciente de los efectos medioambientales de la producción y la utilización de la energía y del carácter limitado de los recursos energéticos y, por tanto, de su cada vez más elevado coste.

Existe actualmente un amplio consenso científico sobre el problema del cambio climático antropogénico. Las principales organizaciones científicas mundiales llaman la atención sobre la insostenibilidad del actual modelo a largo plazo, dado que más del 80 % del consumo energético primario mundial procede de los combustibles fósiles. Estos también provocan la emisión de gases contaminantes, un problema que, dada la creciente sensibilización de los ciudadanos, conscientes de que tener un aire cada vez más limpio redunda en la mejora de su calidad de vida y de su salud, sirve, asimismo, de acicate para la actuación de las diferentes administraciones.

Las principales herramientas para avanzar en la transición a otro modelo energético son el ahorro, la eficiencia y la generación de energía a partir de fuentes renovables. Se trata de consumir menos energía para producir lo mismo y mantener o mejorar el bienestar de los ciudadanos, a la vez que se es más respetuoso con el medio ambiente.

La Unión Europea considera la inversión en eficiencia energética como la manera más directa de reducir el coste de la energía para administraciones, empresas y ciudadanos (*RePowerUE*), de ahí que el principio básico que inspira las directivas europeas en la materia es el de «lo primero, la eficiencia».

Además, el desarrollo de las **energías renovables** constituye el otro pilar en que se sustenta la reducción del contenido de carbono del sistema energético. Su fuerte expansión en todo el mundo es el resultado de un esfuerzo innovador de muchas décadas que, gracias a la apuesta de los investigadores, de los gobiernos, de las empresas y de los ciudadanos, ha permitido el despliegue comercial de muchas tecnologías, algunas de las cuales han superado ya el umbral de competitividad frente a las fuentes tradicionales. Gracias a la sostenibilidad de sus fuentes y al componente tecnológico que incorporan, las energías renovables contribuyen a la reducción de las emisiones contaminantes y a la disminución de la dependencia energética de los países y constituyen la principal apuesta para configurar en las próximas décadas una matriz

BOCM-20240115-10

energética sostenible, en sus vertientes económica, social y medioambiental. No obstante, su despliegue debe tener en cuenta una adecuada integración en el territorio, a fin de limitar sus potenciales impactos en la biodiversidad y en el paisaje y sus efectos en la población y en las actividades rurales tradicionales.

Por otro lado, y dentro del contexto que establecen las actuaciones puestas en marcha en el contexto internacional, en la Unión Europea y en el ámbito nacional, que se expondrán a continuación, la descarbonización de todos los sectores implicados es clave en esta transición. Así, la Comunidad de Madrid presentó en septiembre de 2021 su hoja de ruta para la Descarbonización, mediante el, así llamado, Plan de Descarbonización y Cuidado del Medio Ambiente. En ese mismo compromiso se inscribe la presente «Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad 2023- 2030», con un alcance más amplio y detallado.

Las diferencias en las fuentes energéticas, en el consumo y en las emisiones entre los diversos sectores económicos de los distintos países son muy llamativas. Estas diferencias también se producen entre las regiones de un mismo país, lo que obliga a realizar un análisis individualizado. Esta Estrategia de la Comunidad de Madrid realiza tal análisis con vistas al horizonte a 2030 y apuesta por profundizar tanto en la eficiencia energética de todos los sectores de nuestra sociedad y en el desarrollo de los recursos energéticos autóctonos y renovables, como en su incidencia a nivel de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y otros contaminantes a fin de alcanzar los objetivos de reducción propuestos.

Así, en la Comunidad de Madrid, el sector que tiene mayor consumo de energía es el del **transporte**, que supone, según los datos disponibles en la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (FENERCOM) para 2019 (año de referencia, debido a los efectos, en los años posteriores, de la pandemia), casi el 55 % respecto del total. Como es lógico, también es el sector que produce más emisiones de GEI y de óxidos de nitrógeno (NO_x), como se desprende del análisis de contribución de fuentes llevado a cabo por la Universidad Politécnica de Madrid de manera previa a la elaboración de esta Estrategia. El potencial de ahorro en este sector, por tanto, es el más alto. Por este motivo, las actuaciones a realizar, tales como la mejora y el impulso del transporte público, el aumento de los desplazamientos a pie y en bicicleta, el despliegue del vehículo eléctrico o el impulso del hidrógeno verde, como vector energético producido a partir de fuentes renovables en los ámbitos más difíciles de descarbonizar, serán clave para lograr alcanzar las metas definidas en esta Estrategia.

El sector de la edificación, por otro lado, representaba más del 35 % del consumo total de energía en la Comunidad de Madrid en esa misma fecha, por lo que tiene también un enorme potencial de ahorro, mediante la rehabilitación energética de los barrios y los edificios existentes más ineficientes y, en las nuevas edificaciones, gracias a la necesaria transición hacia los edificios de consumo energético casi nulo que imponen las directivas europeas. En el próximo futuro, nuestros **edificios** y nuestras viviendas serán centrales de generación que nos abastecerán de energía de origen renovable, con mínimas o nulas emisiones de gases de efecto invernadero, de manera que

BOCM-20240115-10

podremos vender los excedentes o comprar lo que nos falte según los momentos del día y los precios. También podremos almacenar la energía que nos sobre mediante nuevas tecnologías adecuadas a ese fin. Pese al potencial demostrativo de iniciativas urbanísticas ya en marcha en la región, diseñadas de acuerdo con este nuevo concepto, como Madrid Nuevo Norte, con 10.500 nuevas viviendas, entre otros muchos usos y Valdecarros, con al menos 50.000 nuevas viviendas, el proceso global todavía se percibe como largo y complejo. La presente Estrategia debe, por tanto, potenciar este camino transformador.

Nuestra Estrategia integra, pues, en un mismo proceso de análisis y establecimiento de objetivos, a la planificación energética, climática y de calidad de aire. Se pretende de esta forma alinear las medidas en dichas materias ya que, de forma generalizada, las actuaciones de mitigación o de ahorro energético ayudan a reducir la contaminación atmosférica, y, a su vez, las medidas orientadas a mejorar la calidad del aire contribuyen a reducir, mayoritariamente, las emisiones de gases de efecto invernadero.

La Comunidad de Madrid pone en marcha esta estrategia sin perder de vista a los colectivos más desfavorecidos y vulnerables a los efectos del cambio climático ni a la población general, alineándose con las directrices internacionales y nacionales para conseguir así unificar esfuerzos y consensuar medidas que llevarán a alcanzar un objetivo común: la descarbonización de la economía.

1.1 Contexto internacional

En el **ámbito de la energía** y de acuerdo con las conclusiones de la Agencia Internacional de la Energía (IEA, por sus siglas en inglés) en su informe *World Energy Outlook (WEO) 2020* [1], en el año 2020 el sector energético sufrió la mayor alteración en la historia reciente a raíz de la pandemia de la COVID-19. La primera muestra de cambio se observa en la demanda de energía, que a nivel global cayó un 5%, lo que supone una reducción del 7 % de las emisiones de CO_2 asociadas. Además, las restricciones, la incertidumbre sobre la duración de la pandemia y sus consecuencias económicas han resultado en una reducción de un 18 % de la inversión en materia energética.

Las previsiones de la IEA apuntan a que la recuperación del sistema energético global, en cuanto a consumo de energía se refiere, se alcanzará entre los años 2023 y 2025. Aunque los precios se mantendrán altos, no detendrán la actual transición energética, tan solo la ralentizarán (sobre todo en el corto plazo)[2].

Otra de las consecuencias de la pandemia ha sido una caída acelerada de la demanda de carbón, que se recuperó tras la guerra de Ucrania. De la misma manera, se prevé una reducción del ritmo de crecimiento del consumo de petróleo, si bien sujeto al ritmo de despliegue de acciones y ambiciones políticas a 2030 de los diferentes sectores.

[1] https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020

[2] https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022

BOCM-20240115-10

De acuerdo con el WEO 2021 [3], en el Escenario de Compromisos Anunciados (APS en inglés) se duplicará la financiación y la inversión en energías limpias durante la próxima década, pero esta aceleración no basta para superar la inercia del sistema energético actual.

A nivel internacional, la rápida pero desigual recuperación económica registrada tras la recesión causada por la COVID-19, está generando importantes tensiones en algunas partes del sistema energético, provocando que se disparen los precios en los mercados del gas natural, el carbón y la electricidad, agravados por los efectos de la guerra en Ucrania, que ha elevado los precios de todos los combustibles fósiles, así como del coste de los derechos de emisión. A pesar de todos los avances conseguidos por las renovables y la movilidad eléctrica, en 2021 asistimos a un importante repunte del uso global del carbón y del petróleo.

Además, la invasión de Rusia a Ucrania del 24 de febrero de 2022, que ha desembocado en una guerra con más de seis millones de personas desplazadas a países vecinos, ha supuesto en el ámbito energético una desestabilización global de consecuencias inciertas. Las sanciones económicas impuestas por la Unión Europea y Estados Unidos sobre Rusia han desembocado en un veto paulatino a la importación de combustibles fósiles de Rusia, uno de los principales suministradores de gas natural de la Unión Europea.

El despliegue de nuevas tecnologías previsto ya por el WEO 2020 y mantenido en las previsiones del WEO 2021 y WEO 2022, coincide en que la energía solar fotovoltaica es la renovable que acumula un mayor ritmo de implantación. Sin embargo, su evolución a futuro estará estrechamente ligada a la evolución del precio de las baterías, especialmente en aquellos países con más necesidad de flexibilidad de suministro.

Por su parte, de acuerdo con el resumen ejecutivo del WEO 2022, es esperable que, globalmente, la demanda de gas natural, al contrario que la del petróleo y el carbón, se mantenga en 2050, como fuente energética de transición dado su menor impacto en la calidad del aire y su potencial para cubrir picos de demanda eléctrica mediante centrales de ciclo combinado.

[3] https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021/executive-summary

BOCM-20240115-10

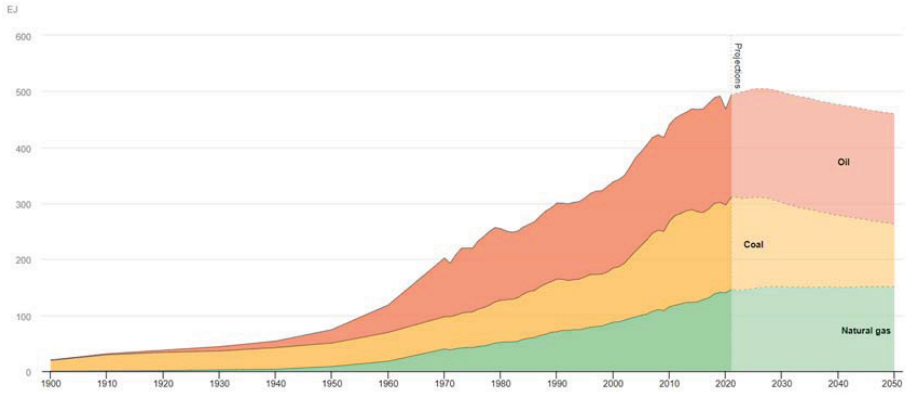


Ilustración 1. Demanda global de combustibles (Fuente: IEA, Fossil fuel demand in the Stated Policies Scenario, 1900-2050[4]) Oil:petróleo, coal: carbón, natural gas: gas natural).

Globalmente, el proceso de transición basado en el gas natural podrá ser distinto en los diferentes países, de acuerdo con su dependencia de dicho combustible, especialmente dada la coyuntura de precios y la incertidumbre ocasionada con las restricciones a la importación de gas ruso. Por otra parte, este combustible y sus redes de distribución a largo plazo está en tela de juicio dada la necesidad de descarbonización y la incertidumbre acerca de si su infraestructura será válida para la introducción masiva de hidrógeno verde.

No obstante, de acuerdo con las mismas fuentes, la guerra de Ucrania, en el caso de la la Unión Europea, ha provocado una aceleración del despliegue de las energías renovables y de las mejoras en la eficiencia, por lo que se espera en Europa una reducción de la demanda de gas natural, y de petróleo, en un 20 % al final de esta década (y de un 50 % de la demanda de carbón).

Actualmente, el uso de recursos de bajas emisiones y la diversificación de fuentes son los criterios básicos de las estrategias que están llevando a cabo tanto muchos Estados como compañías petrolíferas y gasistas. Los inversores cuestionan la rentabilidad a largo plazo de los proyectos fósiles, pese a los potenciales incrementos de precios, debido a las dudas sobre los esfuerzos de la industria en su lucha por reducir sus emisiones y las consecuencias del cambio climático.

Precisamente en lo referente al **cambio climático**, la comunidad científica internacional representada por el **Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático[5] (IPCC, por sus siglas en inglés),** ha identificado los potenciales riesgos de

[4] IEA, Paris https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/fossil-fuel-demand-in-the-stated-policies-scenario-1900-2050, IEA. Licence: CC BY 4.0

[5] El IPCC es el órgano de las Naciones Unidas encargado de evaluar los conocimientos científicos relativos al cambio climático. Fue establecido en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones

BOCM-20240115-10

perpetuar una economía basada en los combustibles fósiles. Esta evidencia, reportada en los sucesivos informes publicados, sumada a una mayor concienciación social por el equilibrio medioambiental, por la calidad del aire y por la integridad de los ecosistemas, está provocando grandes cambios en la forma en la que la sociedad hace frente a la realidad energética y en el debate en torno a la energía. La situación bélica que se desarrolla en Europa no hace más que confirmar la importancia de contar con fuentes alternativas de suministro energético, incluyendo todas las tecnologías que contribuyen a la descarbonización, para asegurar que la necesaria transición energética reafirme la cohesión social y la actividad económica, en un marco de seguridad energética.

Con el fin de plantear una hoja de ruta que sirviera como medio para la colaboración entre países para limitar el aumento de la temperatura mundial y sus consecuencias, en la Cumbre de la Tierra de 1992 se llegó al principal acuerdo internacional sobre acción por el clima: la **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).** La Conferencia de las Partes (COP) firmantes de esta convención marco, ratificada por 197 países, se celebra anualmente, a menos que las Partes decidan lo contrario.

En 1997 la CMNUCC aprobó el **Protocolo de Kioto**, que fue el primer pacto entre países industrializados para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel global. Por ende, y a pesar de que el volumen de emisiones potencialmente afectadas por este protocolo es limitado, se estableció por primera vez un compromiso vinculante para la descarbonización.

El segundo periodo de compromiso del Protocolo de Kioto entró en vigor a comienzos del año 2013 a través de la Enmienda de Doha. Así pues, se ampliaron los objetivos y el alcance temporal de los compromisos resultando en un objetivo de reducción de al menos el 18 % con respecto a los niveles promedios de 1990. La Unión Europea, en su ambición por liderar la transición, fijó su compromiso en una reducción del 20 %.

Más adelante, en 2015, tuvo lugar la XXI Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas en la que se alcanzó el **Acuerdo de París**, con el propósito de involucrar a todos los países en el objetivo de combatir el cambio climático y acelerar las inversiones necesarias para lograr una economía global baja en carbono. Su principal fortaleza con respecto al Protocolo de Kioto es que aspira a involucrar a todos los países del mundo, no limitándose a los países industrializados.

El Acuerdo de París identifica como objetivo principal mantener el aumento de la temperatura del planeta en el año 2100 por debajo de los 2 ºC con respecto a los niveles preindustriales, y fijando 1,5 ºC como el umbral deseable. Este segundo umbral supone una reducción considerable en los potenciales riesgos e impactos del cambio climático sobre los ecosistemas terrestres tal y como los conocemos en la actualidad. El segundo objetivo planteado por el Acuerdo de París se refiere a la capacidad de adaptación al cambio climático como forma de minimizar la vulnerabilidad de los sistemas sociales y

Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) a fin de que facilitase a los responsables de las políticas evaluaciones periódicas de la base científica del cambio climático, sus impactos y sus futuros riesgos, y las opciones de adaptación y mitigación.

BOCM-20240115-10

biológicos ante sus adversos efectos. Por último, el Acuerdo de París establece mecanismos financieros y de desarrollo y de transferencia tecnológica que permiten la consecución de los objetivos marcados. Cabe destacar que, en el marco de este acuerdo, los sumideros de carbono agrícolas y forestales adquieren una especial relevancia gracias a su capacidad para absorber y capturar el dióxido de carbono atmosférico, contribuyendo a una menor concentración de dicho compuesto en el aire.

Acuerdo de París

Evitar que el incremento de la temperatura media global supere los 2ºC respecto a los niveles preindustriales y promover esfuerzos para que el calentamiento global no supere los 1,5ºC

Fruto de los acuerdos derivados de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático celebrada en **Glasgow en 2021** (por su acrónimo inglés, COP 26), confirmados en los Acuerdos COP27 celebrada en Egipto, los países han ratificado el objetivo de limitar el aumento de la temperatura global del planeta a 1,5 ºC y asumen que para 2030 hay que reducir las emisiones de CO_2 un 45 % y, para ello, habrán de revisar sus compromisos de reducción ya desde el año 2022. También se ha cerrado un pacto para reducir las emisiones de metano (gas que contribuye más intensamente que el CO_2 al efecto invernadero) en un 30 % para 2030. Y no menos significativo es el

Acuerdo de Glasgow y Egipto (COP26/COP27)

Cumplimiento del objetivo del 1,5ºC vs 2ºC: Para alcanzar ese 1.5ºC es necesario reducir las emisiones globales en un 45% en 2030 respecto a las del año 2010.

Para ello, son necesarias acciones concretas:

- Reducir el uso del carbón, poner fin a los subsidios de los combustibles fósiles e impulsar a las renovables.
- Reducir las emisiones de metano.
- Seguir la agenda de vulnerabilidad y resiliencia.
- Financiar la adaptación.
- Evaluar las pérdidas y daños asociados a los efectos del cambio climático.
- Realizar acciones en materia de bosques y uso del suelo.

Adicionalmente y en la COP 27 La creación de un fondo específico para pérdidas y daños como principal avance, al añadirse el tema a la agenda oficial y adoptarse por primera vez en la COP27. Aunque se esperaba un apoyo decidido a los objetivos climáticos (1,5% de reducción) no ha sido posible encontrar el consenso. Los países participantes se comprometen a revisar y fortalecer sus contribuciones nacionales para favorecer una mayor reducción de las emisiones, sin un acuerdo global, y con referencias muy débiles en cuanto a la desaparición de los combustibles fósiles.

BOCM-20240115-10

acuerdo alcanzado por treinta países y seis fabricantes de vehículos para dejar de producir turismos y furgonetas que no sean de emisiones cero para 2035 (aunque, en este caso, España, Alemania y Francia no se han sumado) [6].

Se espera que las emisiones de gases de efecto invernadero vuelvan a subir más lentamente que después de la crisis 2008-2009, aunque el mundo está lejos de una recuperación económica sostenible. El papel de las ciudades será clave en dicho proceso, fomentando el aire limpio y el despliegue de plantas de generación urbanas de bajas emisiones, unidades de calor residencial, y soluciones limpias en la industria y el transporte. Evitar nuevas emisiones no es suficiente; si no se actúa sobre las emisiones de las infraestructuras existentes, los objetivos climáticos serán imposibles de alcanzar. El Plan de Recuperación Sostenible de la IEA[7] propone movilizar una inversión de hasta un billón de dólares (2021-2023) en eficiencia energética, electricidad de bajas emisiones, redes eléctricas y combustibles sostenibles.

Los esfuerzos en la reducción de emisiones tienen que trasladarse más allá de la descarbonización de la producción eléctrica, por lo que los sectores altamente emisores como la industria y el transporte han de proponer soluciones adecuadas. La visión de un mundo de emisiones netas nulas (*net zero*) gana peso, incluso en el ámbito empresarial y el alcance de las ambiciones puestas en práctica para la próxima década es crucial. Como ejemplo, se estima que el 75 % de la energía eléctrica generada en 2050 no debería de tener emisiones asociadas y que el 100 % de los vehículos vendidos para ese año deberían ser emisiones netas cero. Ciertas tecnologías como los reactores nucleares modulares o los electrolizadores de hidrógeno probablemente tendrán un importante papel. El rol de los gobiernos a la hora de establecer objetivos a largo plazo y unas planificaciones y políticas orientadas al compromiso y a lograr dichos propósitos serán la clave del éxito.

Por otro lado, con el objetivo de dar continuidad a la agenda de desarrollo que comenzó con los Objetivos de Desarrollo del Milenio, en septiembre de 2015 se aprobaron los **Objetivos de Desarrollo Sostenible** (ODS)[8] en el marco de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas.

Los ODS constan en total de diecisiete objetivos, entre los cuales los siguientes afectan a la cuestión energética/climática.

- Objetivo 7: «Energía asequible y no contaminante» promueve para 2030 la garantía del acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos y el aumento de la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas, así como duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética.
- Objetivo 11: «Ciudades y comunidades sostenibles» pretende lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean más inclusivos, seguros, resilientes

[6] https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_22_6462

[7] https://www.iea.org/reports/sustainable-recovery

[8] https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html

BOCM-20240115-10

y sostenibles. Bajo el principio de no dejar a nadie atrás en el proceso de transición, la pobreza energética adquiere especial relevancia en el marco de este objetivo.

- Objetivo 13: «Acción por el clima» pretende la incorporación de medidas urgentes relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales, incluyendo acciones como la difusión y educación en esta materia. También está enfocado en la creación del Fondo Verde para el Clima, un fondo económico para atender las necesidades de financiación de acciones de mitigación por parte de países en desarrollo.
- Objetivo 17: «Alianzas para lograr los objetivos» busca conseguir asociaciones mundiales sólidas y cooperación entre todos los agentes, algo esencial si queremos transformar la matriz energética mundial y luchar contra los desafíos climáticos.

Además, existen otros objetivos transversales que de forma indirecta afectan al planteamiento de una estrategia energética y climática a medio y largo plazo. Algunos ejemplos son el Objetivo 1: «Fin de la pobreza», el Objetivo 8: «Trabajo decente y crecimiento económico», el Objetivo 9: «Industria, Innovación e Infraestructura», el Objetivo 12: «Producción y consumo responsables» y el Objetivo 15: «Gestionar sostenibilemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad».

Finalmente, en lo relativo a la **calidad del aire**, la Organización Mundial de la Salud (OMS o WHO, por sus siglas en inglés) establece las concentraciones máximas deseables para minimizar los efectos negativos de la contaminación atmosférica.

Este organismo revisó en septiembre de 2021 sus valores guía (WHO[9]), cuya anterior actualización databa de 2005. Estos nuevos valores son mucho más restrictivos que los legalmente preceptivos en España, es decir, los que figuran en el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, y que los establecidos por ese mismo organismo en 2005 (WHO[10]), según se muestra en la siguiente tabla:

Parámetro	NO_2 (µg/m^3)	
	RD 102/2011	OMS 2021 (2005)
Media anual	40	10 (40)
Media 24 h	-	25 (-)

[9] WHO. (2021). *Contaminación del aire ambiente (exterior).* Obtenido de https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health

[10] WHO. (2005). *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitróeno y el dióxido de azufre.* Obtenido de http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=E06BAD67975E8BC1AEC8C4CB190843DF?sequence=1

BOCM-20240115-10

Parámetro	NO_2 (µg/m³)	
	RD 102/2011	OMS 2021 (2005)
Media horaria	200	- (200)
Parámetro	**PM_{10} (µg/m³)**	
	RD 102/2011	OMS 2021 (2005)
Media anual	40	15 (20)
Media 24 h	50	45 (50)
Parámetro	**$PM_{2.5}$ (µg/m³)**	
Media anual	20	5 (10)
Media 24 h	-	15 (25)
Parámetro	**O_3 (µg/m³)**	
Media máx. 8h	120	100 (100)

Tabla 1. Comparativa de valores guía de la OMS de 2005 y 2021 y valores límite del Real Decreto 102/2011 de los principales contaminantes (Fuente: Elaboración propia).

La reducción de emisiones que conlleva la transición energética va a suponer, como ya se ha comentado, una mejora progresiva de la calidad del aire que respiramos, en un proceso paulatino que precisará de monitorización y de la ejecución de otras actuaciones consecuentes con la necesidad de acercarnos a los valores deseables de los índices de calidad del aire.

1.2 Unión Europea

Sector energético

El consumo de energía final en la Unión Europea revela el gran peso que tienen los sectores del transporte (28,40 %), el residencial o doméstico (28,00 %) y la industria (26,10 %), según señalan las estadísticas de *Eurostat* en 2020 (ver Ilustración 2). Además, atendiendo al tipo de combustible, se puede observar el altísimo consumo de energía de origen fósil. Así, los derivados del petróleo supusieron en 2020 el 35,00 % del consumo de energía final, seguidos de la electricidad (23,20 %) y el gas natural (21,90 %)[11]. Como consecuencia, de ese casi 60 % que suman los productos petrolíferos y el gas natural en el consumo de energía final, se puede deducir que el impacto en términos de emisiones de GEI es muy significativo.

[11] https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_statistics_-_an_overview#Final_energy_consumption

BOCM-20240115-10

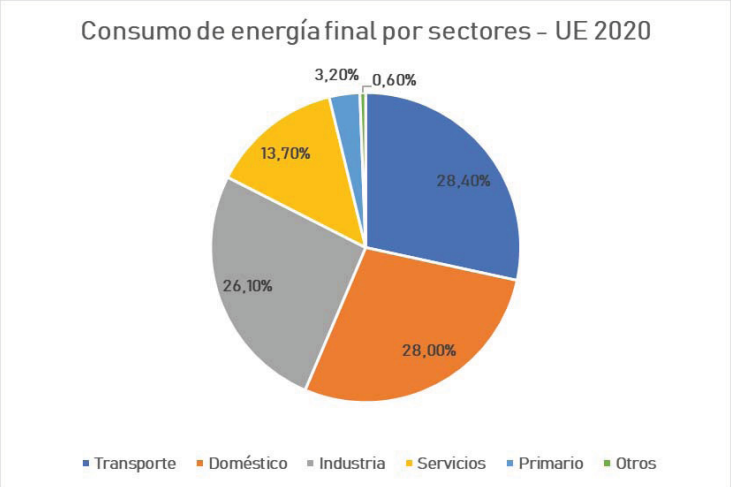


Ilustración 2. Consumo de energía final por sectores en la UE (2020). (Fuente: Eurostat).

Desde un punto de vista energético, es significativo el desigual comportamiento de la intensidad energética (la relación entre la demanda o consumo energético y el producto interior bruto de un país) en los Estados miembros de la Unión Europea. Según *Eurostat* (ver Ilustración 3), se aprecia una cierta homogeneidad en este indicador para los países occidentales, mientras que los países del este y norte de Europa presentan mayores valores, bien por un mayor uso de la energía o por un menor poder adquisitivo.

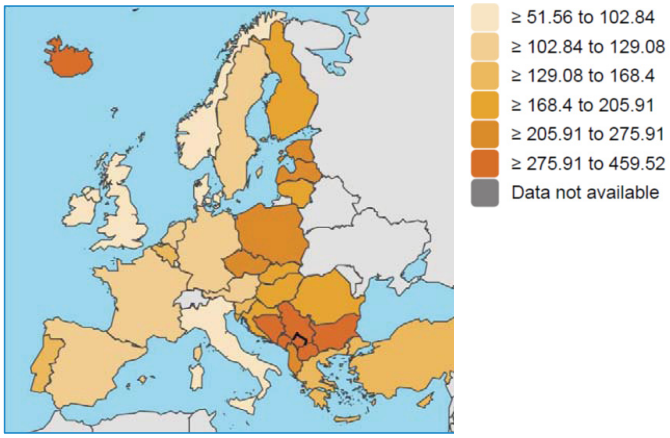


Ilustración 3. Intensidad energética de los países de la UE en 2020 (Kilogramos equivalentes de petróleo (KGOE) por 1000 € de Estándar de Poder Adquisitivo). (Fuente: Eurostat[12])

La Unión Europea tiene una larga trayectoria en materia de lucha contra el cambio climático. Ya en 2008 se adoptó el Paquete de medidas sobre clima y energía hasta 2020, primer conjunto de medidas climáticas y energéticas, comúnmente conocido como «**objetivos 20-20-20**». De esta manera se establecieron los tres principales objetivos a alcanzar en 2020: (1) 20 % de reducción de emisiones de GEI respecto a

[12]https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_ind_ei/default/map?lang=en

BOCM-20240115-10

1990, (2) mejora en un 20 % de la eficiencia energética y (3) una penetración de energías renovables en el consumo de energía final de un 20 %.

Ese mismo año, 2008, el Parlamento Europeo aprobó el primer **Plan Estratégico en Tecnologías Energéticas** o **SET PLAN**[13]. Mediante este documento se plantearon las bases para la transformación de la investigación y la innovación en tecnologías energéticas. De esta manera, se constituye una hoja de ruta para el desarrollo de tecnologías bajas en emisiones de carbono, limpias, a precios asequibles y preparadas para su implantación a gran escala. Desde 2020, **el segundo SET Plan** trata de alinear los esfuerzos estratégicos, en lo que respecta a las tecnologías energéticas, con los objetivos del Pacto Verde Europeo[14].

Cambio climático

Por otro lado, en 2014 el **marco de Actuación de la UE en materia de clima y energía** hasta 2030 fijó los objetivos de energía y clima en un 40 % de reducción de gases de efecto invernadero (respecto a 1990), un 27 % de mejora de la eficiencia energética y un 27 % de contribución renovable [15].

En el año 2015 la Comisión Europea publicó la estrategia de **la Unión de la Energía** (COM/2015/080). Este documento está enfocado en construir una estrategia energética común para garantizar el acceso a la energía de todos los consumidores, la seguridad y sostenibilidad del suministro y una energía competitiva y asequible. Además, establece cinco dimensiones fundamentales: (1) Seguridad, solidaridad y confianza, (2) un mercado energético interior plenamente integrado, (3) la eficiencia energética, (4) acción climática por medio de la descarbonización de la economía y (5) investigación, innovación y competitividad. El elemento regulatorio principal puesto en marcha mediante la unión de la energía implica la creación de un **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC)** por cada uno de los Estados miembros, que contemple el periodo comprendido entre el 2021 y el 2030.

Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) (2021 – 2030)

El PNIEC recoge medidas específicas a nivel de sector para reducir las emisiones de GEI nacionales.

El Plan requerirá una actualización para alinearse a los nuevos objetivos europeos fijados en el Pacto Verde Europeo y en la Ley Europea del Clima.

En el 2016, se realizó una actualización de la política energética común para facilitar el abandono de los combustibles fósiles y adaptarse al Acuerdo de París en materia de emisiones de gases de efecto invernadero. Esta nueva actualización recibe el nombre

[13] https://ec.europa.eu/energy/topics/technology-and-innovation/strategic-energy-technology-plan_en

[14] https://setis.ec.europa.eu/progress-implementation-working-groups-2020_en

[15] https://www.consilium.europa.eu/es/meetings/european-council/2014/10/23-24/

BOCM-20240115-10

de **Paquete de energía limpia**[16] **para todos los europeos,** también conocido como **Paquete de invierno,** e introduce nuevas normas y directivas centradas en el beneficio del consumidor final, el medio ambiente y la economía. Este paquete se actualizó en 2018 con un nuevo paquete de invierno, **«Un planeta limpio para todos»**[17]. En estos paquetes se actualizaron los objetivos para la siguiente década, fijándose en un **32,5 % de mejora de la eficiencia energética, un 32 % de contribución renovable y una reducción de gases de efecto invernadero de un 40 % respecto a los niveles de 1990,** así como una nueva directiva para la eficiencia energética en edificios[18]**.** En este sentido, las estadísticas muestran que la contribución renovable en cuanto a la generación de energía eléctrica en la Unión Europea ha ido creciendo significativamente en los últimos años (ver Ilustración 4).

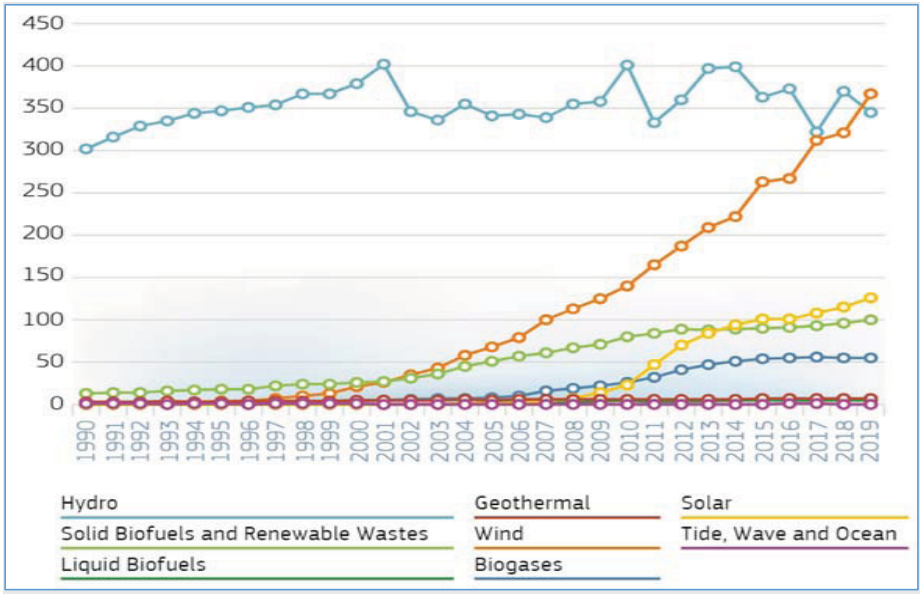


Ilustración 4. Generación eléctrica bruta por origen renovable para toda la UE-28 (GWh) (1990-2019). (Fuente: Eurostat).

Nótese que "Hydro" = hidroeléctrica; "Solid biofuels and renewable waste" = Biocombustibles sólidos y residuos renovables; "iiquid biofuels" = biocombustibles líquidos; "Geothermal" = geotérmica; "Wind" = eólica; "Biogases" = biogases; "Solar" = energía solar; "Tide, Wave and Ocean" = energías marinas.

Por otro lado, el **Pacto Verde Europeo** es la última iniciativa global de la Comisión Europea, aprobada en 2019, para dar respuesta al desafío que supone la mitigación y adaptación al cambio climático, y que pretende transformar la economía y la sociedad

[16] https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans_en

[17] https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0773&from=ES

[18] https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive_en

BOCM-20240115-10

europeas modernizándolas para alcanzar los objetivos de sostenibilidad, competitividad e inclusividad.

Los principales pilares de esta iniciativa son tres: (1) alcanzar un balance de emisiones neto igual a cero para el año 2050, (2) desacoplar el crecimiento económico del uso de los recursos por medio de una economía circular y (3) alcanzar esta transición de una forma justa e inclusiva. De esta manera se aborda el concepto de sostenibilidad desde el punto de vista ambiental, económico y social, buscando garantizar una igualdad de oportunidades tanto para las generaciones presentes como para las futuras. Asimismo, se confirma el compromiso de la Comisión con los objetivos adoptados en el Acuerdo de París de mantener el aumento de la temperatura mundial por debajo de 2 °C y proseguir los esfuerzos para limitarlo a 1,5 °C.

De acuerdo con la Comisión, el Pacto Verde Europeo condicionará también la senda de recuperación económica tras superar la crisis de la COVID-19. Un tercio de los 1,8 billones de euros de inversiones del plan de recuperación **NextGenerationEU** y el presupuesto de siete años de la Unión Europea financiarán el Pacto Verde Europeo.

Pacto Verde Europeo

Reducción de las emisiones de GEI en al menos un 40% en 2030 respecto a las de 1990.
Mejorar la eficiencia energética para alcanzar ahorros energéticos del 32,5% al 2030.
Incremento de energías renovables en un 32% al año 2030.
Fomentar la movilidad limpia.

Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) (2021 – 2030)

Alcanzar las metas del Pacto Verde Europeo: Objetivo vinculante para la Unión de reducción de las emisiones netas* (deducidas las absorciones) de GEIs en al menos un 55 % en 2030 (con respecto a 1990)

En el año 2021, ratificando el compromiso de reducción de lucha contra el cambio climático adquirido en el Acuerdo de París, y bajo el marco del Pacto Verde Europeo, se aprueba el Reglamento «**Ley Europea del Clima**»[19], que transforma en obligación el compromiso político de alcanzar la neutralidad climática en 2050 establecido en dicho Pacto y eleva el objetivo de reducción de los gases de efecto invernadero para 2030 desde el 40 % hasta al menos el 55 % en comparación con 1990.

En este marco, la Comisión Europea determinó que, sin lugar a duda, el objetivo de lograr un continente neutro en 2050 es una oportunidad para crear un nuevo modelo económico.[20] Para lograrlo, y dentro de los objetivos transversales identificados (reducir emisiones, crear empleo y crecimiento, afrontar la pobreza energética, reducir la

[19] Reglamento (UE) 2021/1119 del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de junio de 2021 por el que se establece el marco para lograr la neutralidad climática y se modifican los Reglamentos (CE) n.o 401/2009 y (UE) 2018/1999

[20] https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en

BOCM-20240115-10

dependencia energética del exterior y mejorar la salud y el bienestar de la ciudadanía), la Comisión establece los siguientes pilares de desarrollo:

- Lograr un **transporte sostenible** para todos – Se fijan unos objetivos de reducción de un 55 % de emisiones de los turismos para 2030, de un 50 % para las furgonetas, y que los nuevos vehículos de estas categorías sean emisiones netas cero a partir de 2035. Además, se establece que, a partir de 2026, el transporte por carretera se incluya en el mercado de emisiones de CO_2. Asimismo, se extenderán obligaciones sobre el transporte aéreo y marítimo para ser incluidos en el mercado de derechos de emisión.
- Liderar la **tercera revolución industrial** – Se espera que hasta 35 millones de edificios sean renovados/rehabilitados para 2030, lo que supondría la creación de hasta 160 000 nuevos empleos directamente relacionados con el sector de la construcción. La electrificación, la eficiencia y un mayor uso de las energías renovables se espera que ayuden en la creación de nuevos modelos de negocio y cadenas de valor asociadas a las tecnologías limpias. Además, la Comisión ha propuesto un mecanismo que asegure que los esfuerzos de la industria europea para descarbonizarse no supongan una pérdida de competitividad con terceros países cuyas exigencias ambientales sean menores.
- **Descarbonizar el sistema energético** – Se establece un objetivo vinculante del 40 % de renovables en el *mix* europeo en 2030. Además, se propone aumentar el compromiso de reducción del consumo de energía final en un 36-39 % para 2030. Para lograrlo se anima a desarrollar una fiscalidad verde que favorezca el transporte y la calefacción descarbonizadas.
- **Renovar los edificios** para conseguir estilos de vida más verdes – La Comisión propone renovar al menos un 3 % de todos los edificios públicos al año, establecer un objetivo indicativo del 49 % de renovables en los edificios para 2030, y exigir a los Estados miembros un incremento del 1,1 % anual de la contribución renovable en los consumos finales de calefacción y aire acondicionado. Para avanzar en ello se cuenta con el apoyo económico del Fondo Social para el Clima, que ayudará a financiar proyectos en este sentido, especialmente para cubrir a población vulnerable.
- **Trabajar con la naturaleza** para proteger el planeta y nuestra salud – Se apunta a la restauración y desarrollo de bosques, suelos, humedales y zonas naturales diversas, como medio de avanzar hacia un modelo social y económico sostenible que cree empleos de calidad, favorezca la cohesión territorial, mejorando la calidad de vida. Se asume un aumento de las emisiones de CO_2 absorbidas para 2030 situado en 310 Mt equivalentes.
- **Acelerar la acción climática global** – La Unión Europea quiere continuar siendo líder mundial en materia de lucha contra el cambio climático. Para ello, la coordinación y las alianzas serán más necesarias que nunca.

BOCM-20240115-10

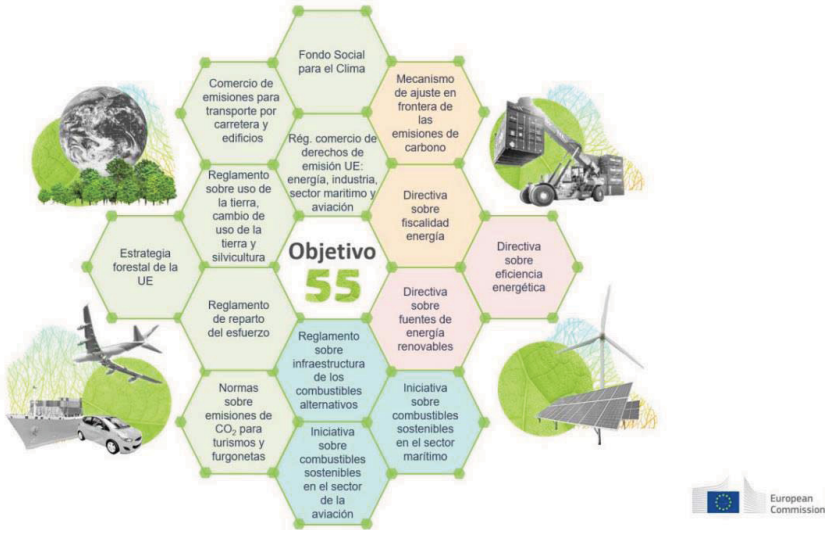


Ilustración 5. Principales mecanismos y desarrollos regulatorios en torno al Objetivo 55 del Pacto Verde Europeo. (Fuente: Comisión Europea).

Objetivo 55

Esta iniciativa europea tiene como objetivo actualizar la normativa de referencia que contribuya a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 55% para 2030 con respecto a 1990.

El paquete de medidas del **Objetivo 55** incluye modificaciones a la regulación actual y algunas nuevas acciones[21]:

- Revisión del Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea (EU-ETS por sus siglas en inglés).
- Revisión de la Directiva 2003/96/CE sobre fiscalidad de la energía.
- Revisión de la Directiva 2014/94/UE sobre el despliegue de infraestructura para los combustibles alternativos.
- Iniciativa *ReFuelEU Aviation* sobre combustibles sostenibles en la aviación.
- Iniciativa *FuelEU Maritime* sobre el uso de combustibles con bajas emisiones de carbono en el transporte marítimo.
- Modificación de la regulación sobre normas de comportamiento en materia de emisiones de CO_2 de los turismos y vehículos comerciales ligeros nuevos. Así, por ejemplo, la Comisión de Medio Ambiente del Parlamento Europeo ha revisado recientemente los objetivos de

[21] https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0550&from=EN

BOCM-20240115-10

reducción de emisiones de CO_2 para camiones y autobuses[22] [23]. Se propone una reducción de emisiones del 45% para el período 2030-2034, del 70% para 2035-2039 y del 90% a partir de 2040, lo que supone un aumento de la reducción respecto de la propuesta original. Por otro lado, también ha sido objeto de debate la entrada en vigor del Euro VII, en el que los límites finalmente fijados se presumen menos restrictivos.

- Mecanismo de ajuste en frontera de las emisiones en carbono.
- Regulación del reparto del esfuerzo entre los Estados miembros para las actividades no incluidas en el régimen de comercio de derechos de emisión.
- Modificación de la Directiva (UE) 2018/2001 sobre fuentes de energía renovables.
- Modificación de la Directiva 2012/27/UE de eficiencia energética, que contemplará el principio de Eficiencia Energética Primero tal y como se recoge en la recomendación de la Comisión COM(2021) 7014 final.
- Revisión del Reglamento (UE) 2018/841 sobre la inclusión de las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero resultantes del uso de la tierra, el cambio de uso de la tierra y la silvicultura (UTCUTS).
- Fondo social para la acción climática de 72.200 millones EUR para el período 2025-2032 destinado a apoyar a los hogares vulnerables, a los usuarios del transporte y a las microempresas afectadas por la introducción del comercio de derechos de emisión.

En respuesta a las dificultades y a las perturbaciones del mercado mundial de la energía causadas por la invasión de Ucrania por parte de Rusia en febrero de 2022, la Comisión Europea presentó el 8 de marzo de 2022 el **Plan REPowerEU**[24], una acción europea conjunta por una energía más asequible, segura y sostenible. Este plan expone también una serie de medidas para responder al aumento de los precios de la energía en la

RePowerEU

Plan europeo para reducir rápidamente la dependencia de los combustibles fósiles rusos y acelerar la transición ecológica. *REPowerEU* mantiene las propuestas de *Fit for 55*, sin modificar la ambición de lograr al menos un -55 % de emisiones netas de GEI para 2030 y la neutralidad climática para 2050, en consonancia con el Pacto Verde Europeo.

[22] https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:4a3b2136-ad3e-11ed-8912-01aa75ed71a1.0024.02/DOC_1&format=PDF

23 Reducing CO_2 emissions from heavy-duty vehicles (europa.eu)

[24] https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_1511

BOCM-20240115-10

Unión Europea y aumentar las reservas de gas. *REPowerEU* busca diversificar el suministro de gas, acelerar el empleo de gases renovables y sustituir el gas en la calefacción y la generación de energía eléctrica, con el fin de lograr reducir la demanda de gas ruso. De hecho, según la Red Europea de Transmisión de Sistemas Operadores de Gas (ENTSOG, en sus siglas en inglés) [25], el objetivo inicial de reducir la demanda de gas ruso de la Unión Europea en dos tercios antes de finales de 2022 se ha logrado con creces.

Según la Comisión Europea, la eliminación progresiva de la dependencia europea de los combustibles fósiles procedentes de Rusia puede conseguirse mucho antes de 2030. Para ello, *REPowerEU* propone que aumente la resiliencia del sistema energético a escala de la Unión Europea sobre dos pilares:

- Diversificar el suministro de gas mediante mayores importaciones de GNL y gasoductos no procedentes de proveedores rusos, y aumentar el volumen de producción e importación de biometano e hidrógeno renovable; y
- Reducir más rápidamente el uso de combustibles fósiles en nuestros hogares, edificios, industrias y sistema energético, impulsando la eficiencia energética, aumentando las energías renovables y la electrificación, y resolviendo los cuellos de botella de las infraestructuras.

La plena aplicación de las propuestas de la Comisión «Objetivo 55» ya reduciría el consumo anual de combustibles fósiles en un 30 %, lo que equivale a 100.000 Mm^3, de aquí a 2030. Gracias a las medidas del plan *REPowerEU,* la cifra anterior se elevaría, por lo que en conjunto se podrían eliminar al menos 155.000 Mm^3 de uso de gases fósiles, lo que equivale al volumen importado de Rusia en 2021. Como se ha señalado, se ha logrado ya tal reducción, por lo que parece factible el poner fin a la excesiva dependencia de la Unión Europea de un único proveedor. La Comisión está colaborando con los Estados miembros con el fin de determinar los proyectos más adecuados para alcanzar estos objetivos, basándose en el amplio trabajo ya realizado con los planes nacionales de recuperación y resiliencia.

Por otro lado, en el ámbito de adaptación climática, en 2013 se publicó la Estrategia Europea de Adaptación al Cambio Climático, cuyo objetivo era orientar actuaciones para reforzar la resiliencia de los sectores más vulnerables. La estrategia se centraba en sectores como la agricultura, la biodiversidad y los ecosistemas naturales, las infraestructuras, la salud o el turismo, orientando las actuaciones hacia la integración en la normativa y en políticas financieras, así como a la mejora del conocimiento.

Con la estrategia de adaptación al cambio climático de la Unión Europea de 2013 se pretendía forjar una Europa resiliente al cambio climático y, para ello, se puso en marcha un observatorio europeo del clima y la salud en el marco de la Plataforma Europea de Adaptación al Clima: Climate-ADAPT.

[25] https://www.entsog.eu/press-releases

BOCM-20240115-10

En febrero de 2021 se ha publicado una nueva estrategia europea de adaptación, "*Forjar una Europa resiliente al cambio climático- La nueva estrategia de adaptación al cambio climático de la UE*", con la que se pretende redoblar la acción en todos los sectores de la economía y la sociedad.

Esta nueva estrategia de adaptación se plantea como un instrumento, que, a nivel europeo, permita mejorar el conocimiento de los impactos climáticos y avanzar en las medidas de adaptación de forma global, con el objetivo de construir una sociedad más resistente y resiliente frente al cambio climático a escala mundial.

Calidad del aire

En el ámbito de emisiones contaminantes, la Directiva de Compromisos Nacionales de Reducción de Emisiones o Directiva de Techos (*Directive NEC, National Emission Ceilings*, en adelante Directiva (UE) 2016/2284), tiene como objetivo reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos a fin de ofrecer niveles de calidad del aire que no perjudiquen la salud humana ni el medio ambiente. El cumplimiento de los compromisos de reducción de emisiones establecidos en esta Directiva es fundamental para alcanzar el objetivo de **Contaminación cero en el marco del Pacto Verde Europeo**. Además, posibilita abordar la contaminación atmosférica en sinergia con los esfuerzos para mitigar los gases de efecto invernadero en el marco de las políticas climáticas y energéticas de la UE.

La Directiva (UE) 2016/2284 obliga a los Estados miembros a presentar un **Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica** (PNCCA) para los contaminantes SO_2, NO_x, COVNM, NH_3 y $PM_{2,5}$. Éste debe incluir las políticas y medidas (PaM) que los Estados miembros seleccionaron como relevantes para cumplir sus compromisos de reducción de emisiones establecidos para el periodo 2020-2029 y a partir de 2030. Para la mayoría de los Estados miembros, las $PM_{2,5}$ y el amoníaco son los contaminantes que requerirán más esfuerzos para 2030. Las nuevas medidas dirigidas a la agricultura y la calefacción doméstica serán especialmente importantes para impulsar la reducción de estos contaminantes. También es necesario reducir otros contaminantes –NO_x, SO_2, COV— pero se espera que dichas reducciones sean impulsadas en gran medida por la aplicación y el cumplimiento de la legislación ya existente.

En el ámbito de calidad del aire, actualmente se está revisando la normativa europea con el objetivo, por un lado, de alinear los estándares de calidad del aire de la Unión Europea con las nuevas recomendaciones de la OMS y, por otro, de fortalecer las disposiciones sobre planificación, monitoreo y modelización para ayudar a las autoridades locales a mejorar la calidad del aire, al tiempo que pondrá a la UE en el camino de lograr una contaminación atmosférica nula de aquí a 2050, en sinergia con los esfuerzos de neutralidad climática.

La propuesta de Directiva se ha publicado pasado 26 de octubre de 2022 (https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_22_6278) y revisa los textos actualmente en vigor (Directivas 2008/50/CE y 2004/107/CE). Deberá ser incorporada

BOCM-20240115-10

a nuestro ordenamiento jurídico tras su aprobación, cuyo texto definitivo se espera que se publique en el segundo semestre de 2023.

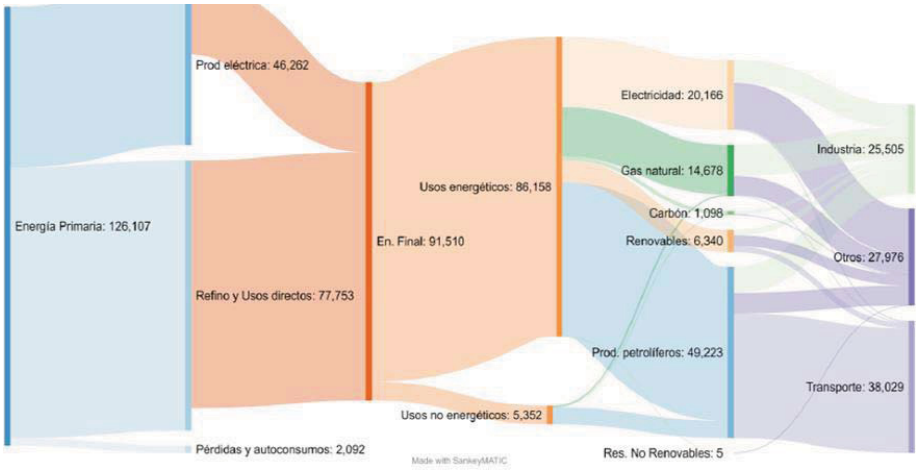
Los valores límite incluidos en la nueva propuesta de Directiva, que deberán aplicarse a partir del 1 de enero de 2030, no llegan a ser tan exigentes como los valores guía de la OMS, pero sí reducen considerablemente los límites que aplican en la actualidad.

Por su parte, la Directiva 2004/107/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, estableció valores objetivo para el arsénico, el cadmio, el níquel y el benzo(a)pireno, en representación de los hidrocarburos aromáticos policíclicos o HAPs (se exceptúa el mercurio), entendidos como la concentración en el aire ambiente fijada para evitar, prevenir o reducir los efectos perjudiciales de dichos contaminantes en la salud humana y el medio ambiente en su conjunto.

La revisión de estas directivas velará por que las personas que sufran problemas de salud como consecuencia de la contaminación atmosférica tengan derecho a ser indemnizadas en caso de infracción de las normas de calidad del aire de la UE. También tendrán derecho a estar representadas por organizaciones no gubernamentales en acciones judiciales colectivas de daños y perjuicios. La propuesta aportará mayor claridad sobre el acceso a la justicia, unas sanciones eficaces y una mejor información pública acerca de la calidad del aire. La nueva legislación apoyará a las autoridades locales al reforzar el control de la calidad del aire, la modelización y unos mejores planes de calidad del aire.

1.3 España

En el caso español, y a modo de sencillo diagnóstico de la realidad energética nacional, se puede observar una situación similar a la anticipada para la Unión Europea. Tenemos una alta presencia de los combustibles fósiles, principalmente productos petrolíferos ligados al transporte y, en menor medida y de forma más transversal a todos los sectores económicos, el gas natural, como se comprueba en la Ilustración 6.



BOCM-20240115-10

Ilustración 6. Diagrama de Sankey de la Energía en España (2019) (ktep). (Fuente: MITERD).

En términos de energía final, los productos petrolíferos supusieron en el año 2019[26] un 51,5 % del total del consumo, seguidos de la electricidad (23,4 %) y el gas natural (16,5 %) (ver

Ilustración 7).

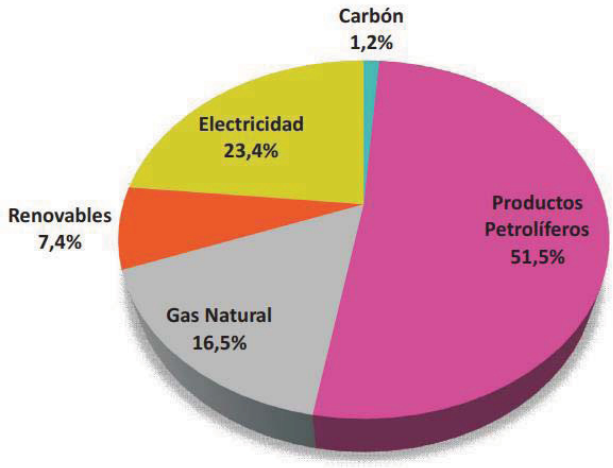


Ilustración 7. Desglose del consumo de energía final en España 2019 por combustibles. (Fuente: MITERD).

Además, cuando se analiza el consumo final por sectores se observa que el peso del transporte supone un 43,9 % del total, lo que convierte a dicho sector en pieza clave a la hora de emprender políticas orientadas a la descarbonización de la economía. No obstante, es relevante el peso de la industria (23,6 %), el sector residencial (16,9 %) y los servicios (11,8 %) (ver Ilustración 8).

[26] Último año con registros en el informe "La energía en España 2019" de MITECO

BOCM-20240115-10

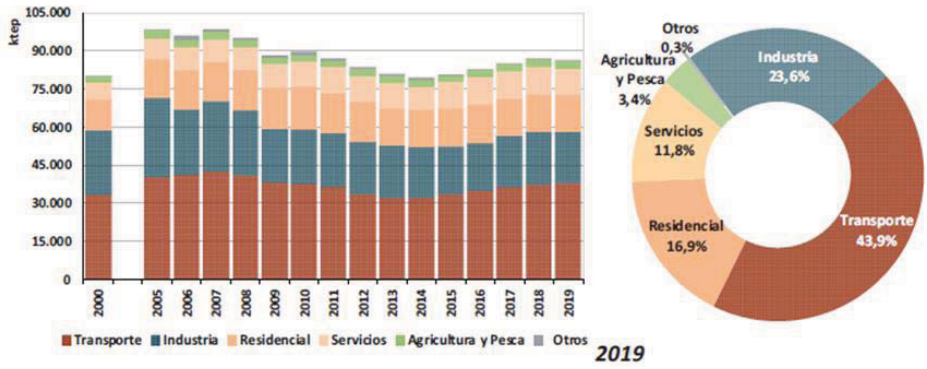


Ilustración 8. Consumo de energía final en España por sectores 1990-2019. (Fuente: IDAE).

Por otro lado, la generación eléctrica renovable en España supone en torno a un 44 % (valores de 2020), siendo cada vez más creciente la participación de la eólica y la solar (ver Ilustración 9).

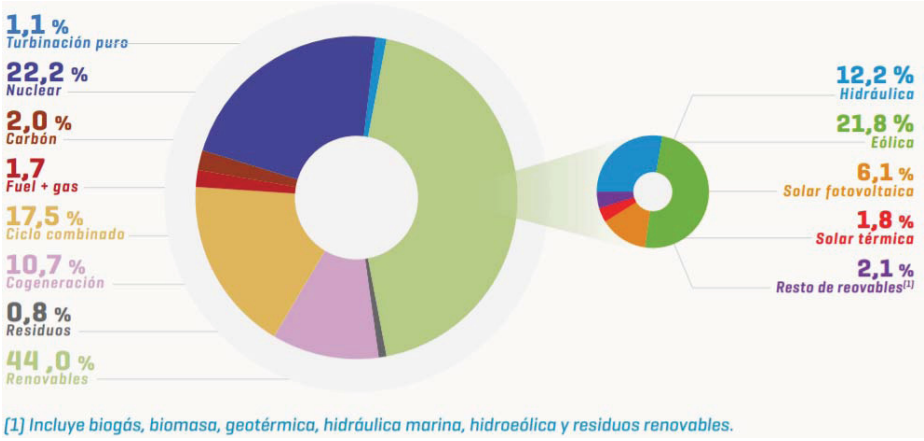


Ilustración 9. Estructura de generación de energía eléctrica en España en 2020. (Fuente: Red Eléctrica de España, "Las energías renovables en el sistema eléctrico español 2020").

En este contexto y respondiendo a los requerimientos marcados por la Unión Europea, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico elaboró el **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC)**[27]. Este documento define los objetivos nacionales de reducción de gases de efecto invernadero (23 % de reducción respecto a 1990), de introducción de energías renovables (42 % de uso final y 74 % de generación eléctrica) y de eficiencia energética (reducción del 39,5 % de consumo de energía primaria). Para la consecución de estos objetivos, determina una

[27] https://www.MITERD.gob.es/es/prensa/pniec.aspx

BOCM-20240115-10

serie de líneas de actuación, buscando maximizar el crecimiento de la economía y el empleo y velando por la salud y el medio ambiente.

De esta forma, el PNIEC prevé que la intensidad energética primaria de la economía española mejore en un 3,5 % anual hasta 2030; y del mismo modo, se estima que la dependencia energética del país (del 74 % en 2017), descienda hasta el 61 % en el año 2030 como consecuencia de la caída de las importaciones de carbón y de petróleo.

En el PNIEC se detallan los procesos, objetivos y las setenta y ocho medidas específicas englobadas en las cinco dimensiones de la Unión de la Energía: descarbonización de la economía, eficiencia energética, seguridad energética, mercado interior de la energía e investigación, innovación y competitividad. Todas las medidas propuestas pretenden reflejar el compromiso y la contribución de España al esfuerzo internacional, enviar las señales de certidumbre y sentido de dirección a todos los inversores y resto de agentes implicados en la transición energética y velar por el bien común y la protección de los colectivos más vulnerables.

A la fecha de cierre del presente documento, se encuentra en información pública el "Borrador de actualización de Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2023-2030", que se fundamenta, como se señala en su "Presentación", en el aumento de ambición climática a nivel europeo, el contexto energético más reciente, el progreso en la implementación de las medidas establecidas en el documento anterior y los avances logrados gracias al Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

El resumen de los nuevos objetivos nacionales que se presentan en el Borrador es el siguiente:

<table>
<tr><th></th><th colspan="2">PNIEC 2021-2030</th><th colspan="2">BORRADOR ACTUALIZACIÓN DEL PNIEC 2023-2030</th></tr>
<tr><td>Reducción GEI respecto a 1990</td><td colspan="2">-23%</td><td colspan="2">-32%</td></tr>
<tr><td>Renovables sobre el uso total de la energía</td><td colspan="2">42%
(fue el 20% en 2020)</td><td colspan="2">48%</td></tr>
<tr><td>Mejora de la eficiencia energética en términos de energía final</td><td colspan="2">39,5%</td><td colspan="2">44%</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Renovables en la generación eléctrica</td><td rowspan="5">74%
(122 GW sobre 161 GW)
En 2022 había 70,5</td><td>PSFV 39 GW</td><td rowspan="5">81%
(160 GW sobre 214 GW)</td><td>PSFV 57 GW</td></tr>
<tr><td>Autoconsumo solar
9-14 GW</td><td>Autoconsumo solar
19 GW</td></tr>
<tr><td>Termosolar
7 GW</td><td>Termosolar
4,8 GW</td></tr>
<tr><td>Hidráulica
16 GW</td><td>Hidráulica
14,5 GW</td></tr>
<tr><td>Eólica 62 GW</td><td>Eólica tierra 62 GW</td></tr>
</table>

BOCM-20240115-10

	PNIEC 2021-2030		BORRADOR ACTUALIZACIÓN DEL PNIEC 2023-2030	
	GW instalados	Eólica offshore -		Eólica offshore 3 GW
		Biogás 10,41 GW		Biogás 20 GW
		H2 verde -		H2 verde 11 GW
Almacenamiento eléctrico	20 GW		22 GW	
No renovables en la generación eléctrica	27 GW ciclos combinados		26,5 GW ciclos combinados	
	3 GW nuclear		3 GW nuclear	
Dependencia energética exterior	59% (fue el 73% en 2019)		51%	
Reducción de emisiones de sectores difusos (respecto a 2005)	-39%		-43%	
Reducción de emisiones de sectores bajo el comercio de derechos de emisión (respecto a 2005)	-61%		-70%	

Si bien el proceso de descarbonización de la economía madrileña que se defiende en el presente documento se encuentra alineado con los nuevos objetivos nacionales, estos deberán ser asumidos por la Comunidad de Madrid una vez se apruebe la actualización del PNIEC y realizado el análisis detallado correspondiente, lo que se incluirá en la primera revisión de la Estrategia. Debe tenerse en cuenta, en este sentido, que el documento de planificación estatal sometido a información pública aún puede sufrir cambios sustanciales, dada su condición de Borrador.

Asimismo, en la misma línea, y como respuesta legislativa a la emergencia climática, el 20 de mayo de 2021 se aprueba la **Ley 7/2021, de 20 de mayo, de Cambio Climático y Transición Energética**[28] . De esta manera los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a 2030 quedan fijados por ley en al menos un 23 % respecto de 1990 y se fija el objetivo de alcanzar la neutralidad climática para el año 2050. Esta ley pretende articular la respuesta al desafío del cambio climático basándose en principios de desarrollo sostenible, justicia social, resiliencia, protección y promoción de la salud pública, mejora de la competitividad de los sectores productivos y cooperación entre administraciones.

Una de las principales novedades introducidas es el proyecto de **reforma del sector eléctrico** para la integración de consumidores en el mercado eléctrico, favoreciendo la inversión en sistemas de generación de **energía renovable,** el almacenamiento de

[28] https://www.boe.es/eli/es/l/2021/05/20/7/con

BOCM-20240115-10

energía, el aprovechamiento de la infraestructura de red, y el acceso a datos e innovación.

En la misma línea innovadora para impulsar fuentes de energías renovables, la Ley 7/2021, de 20 de mayo, promueve el aprovechamiento tanto de los fluyentes de los sistemas de abastecimiento y saneamiento urbanos para la generación eléctrica, como de las energías residuales generadas en las infraestructuras urbanas y su aprovechamiento en las mismas y en edificaciones en superficie como fuentes de energía renovable.

La **rehabilitación de edificios** es otro elemento clave introducido por la ley, tanto en el esfuerzo por reducir el consumo energético como en la lucha contra la pobreza energética y la reactivación económica. Para ello se ha actualizado la **Estrategia a largo plazo para la Rehabilitación Energética en el Sector de la Edificación en España (ERESEE 2020)**[29] y está previsto que el **Fondo Nacional de Eficiencia Energética** (FNEE)[30] permita movilizar más de 1.000 millones de euros en los próximos cinco años.

El sector de la **movilidad** es otro de los ejes principales de transformación propuestos por la ley. El fomento de medios de transporte más respetuosos con el medio ambiente, como la bicicleta o el transporte público, junto con la **descarbonización de los vehículos motorizados** para 2040 son los principales focos de atención del documento. Para afrontar este reto, el Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana plantea la **Estrategia de Movilidad segura, sostenible y conectada 2030**[31], que pretende dar respuesta a los retos de movilidad de la próxima década. Además, esta ley también hace referencia especial a la importancia de los planes de ordenación urbana en municipios de gran tamaño y una estrategia coordinada de despliegue de puntos de recarga para vehículos eléctricos, tanto en la vía pública como en el ámbito residencial.

La Ley 7/2021, de 20 de mayo, regula asimismo la creación de las **Zonas de Bajas Emisiones**, y obliga a todos los municipios de más de 50.000 habitantes, así como los de más de 20.000 habitantes que superen los valores límite de contaminantes regulados, a crear zonas de bajas emisiones (ZBE) antes de 2023. Estas zonas son áreas en las que se limita el acceso a los vehículos más contaminantes para mejorar la calidad del aire.

Adicionalmente, cabe destacar que junto con la desinversión en productos energéticos de origen fósil se prevé una línea de financiación específica dedicada a la subsanación de los costes del sistema eléctrico derivados de un mayor aporte de energía renovable. Asimismo, también se estima necesaria la incorporación de criterios ambientales en todos los procesos de contratación pública y las entidades financieras deberán contar con objetivos específicos de descarbonización en su cartera de préstamo e inversión.

[29] https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/paginabasica/recursos/eresee_2020.pdf

[30] https://www.idae.es/ayudas-y-financiacion/fondo-nacional-de-eficiencia-energetica

[31] https://esmovilidad.mitma.es/ejes-estrategicos

BOCM-20240115-10

Por último, es especialmente relevante el **Plan de desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica. Período 2021-2026**[32] **de REE**. Este documento tiene como objetivos principales (1) mejorar la integración de generación, en particular las energías renovables y resolución de restricciones técnicas (2) eliminación de las limitaciones estructurales de la red, (3) cubrir las necesidades de conexión internacional y con territorios no peninsulares y (4) mejora de la seguridad de suministro.

En concreto, esta planificación se basa en el escenario de estudio y en los objetivos a 2025 y 2030 del PNIEC 2021-2030, que determinan la evolución de la demanda eléctrica, la potencia instalada de generación y los costes de combustible y de emisiones. En los Anexos del Plan de desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica. Período 2021-2026 se pueden encontrar los detalles específicos en cuanto al despliegue de infraestructuras e inversiones.

A su vez, existen varios documentos de especial relevancia en el ámbito estatal que habrán de ser tenidos en cuenta a la hora de llevar a cabo la transición energética y la descarbonización de la Comunidad de Madrid. Algunos de estos documentos son:

- La **Hoja de Ruta del Hidrógeno: una apuesta por el hidrógeno renovable** (publicada en octubre del 2020)[33].
- La **Hoja de Ruta del Biogás**[34] (aprobada en marzo de 2022).
- La **Estrategia de Almacenamiento Energético**[35] (aprobada en febrero del 2021).
- El **Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia**[36]: que establece las líneas prioritarias de intervención de los fondos europeos para afrontar los efectos de la COVID-19. En particular, se han diseñado los siguientes Proyectos Estratégicos para la Recuperación y Transformación Económica (PERTE):
  - El **PERTE para el desarrollo del vehículo eléctrico y conectado** (aprobado el 13 de julio del 2021)[37].
  - El **PERTE de energías renovables, hidrógeno renovable y almacenamiento** (aprobado el 14 de diciembre del 2021)[38].
  - El **PERTE agroalimentario** (aprobado el 8 de febrero del 2022)[39].

[32] https://energia.gob.es/es-es/Participacion/Paginas/DetalleParticipacionPublica.aspx?k=391

[33] https://energia.gob.es/es-es/Novedades/Documents/hoja_de_ruta_del_hidrogeno.pdf

[34] https://www.miteco.gob.es/es/prensa/220318np_cmelgobiernoapruebalahojaderutadelbiogas_tcm30-538431.pdf

[35] https://www.miteco.gob.es/es/prensa/estrategiaalmacenamiento_tcm30-522655.pdf

[36] https://planderecuperacion.gob.es

[37] https://planderecuperacion.gob.es/como-acceder-a-los-fondos/pertes/perte-del-vehiculo-electrico-y-conectado

[38] https://planderecuperacion.gob.es/como-acceder-a-los-fondos/pertes/perte-de-energias-renovables-hidrogeno-renovable-y-almacenamiento

[39] https://planderecuperacion.gob.es/como-acceder-a-los-fondos/pertes/perte-agroalimentario

BOCM-20240115-10

- El **PERTE de economía circular** (aprobado el 8 de marzo del 2022)[40].
- El **PERTE de descarbonización industrial** (aprobado el 27 de diciembre de 2022)[41].

  Cabe destacar que el PERTE de descarbonización industrial tendrá, entre otros, los siguientes objetivos:

- Descarbonización de los procesos de producción.
- Mejora de la eficiencia energética, mediante la incorporación en las industrias de las mejores tecnologías disponibles e implantación de sistemas de gestión energética, así como promover la seguridad energética de España.
- Fomentar el uso de energías renovables y la mejora del medioambiente apoyando la utilización de subproductos y la valorización de residuos para integrarlos en otros procesos y reducir el impacto medioambiental de los productos a lo largo de su ciclo de vida.
- Mejora de la competitividad del sector manufacturero.

En materia de **adaptación al cambio climático**, la Ley 7/2021, de 20 de mayo, recoge en su objeto las políticas de adaptación incluyendo un sistema de indicadores de impactos y adaptación al cambio climático, para facilitar el seguimiento y la evaluación de las políticas públicas. También se recoge la necesidad de elaborar informes de riesgos y se reconoce, por primera vez en un texto normativo, el papel del carbono azul, el capturado por los ecosistemas oceánicos, definido por el IPCC, al que se le adjudica una posición relevante en el secuestro de CO_2.

En lo relativo al denominado efecto «isla de calor», la Ley 7/2021, de 20 de mayo, regula en su artículo 21 que sea considerada la mitigación de dicho efecto en la planificación y gestión territorial y urbanística, así como en las intervenciones en el medio urbano, en la edificación y en las infraestructuras del transporte, evitando la dispersión a la atmósfera de las energías residuales generadas en las infraestructuras urbanas mediante su aprovechamiento en las mismas y en edificaciones en superficie como fuentes de energía renovable.

El PNACC 2021-2030, comentado anteriormente en relación con la energía, constituye la herramienta para promover la acción coordinada frente a los efectos del cambio climático en España, su objetivo en este ámbito pretende evitar o reducir los daños presentes y futuros derivados del cambio climático y construir una economía y una sociedad más resilientes. Para alcanzar esta meta se definen los siguientes objetivos específicos:

[40] https://planderecuperacion.gob.es/como-acceder-a-los-fondos/pertes/perte-de-economia-circular

[41] https://planderecuperacion.gob.es/como-acceder-a-los-fondos/pertes#descarbonizacion

BOCM-20240115-10

1) Reforzar la observación sistemática del clima, la elaboración y actualización de proyecciones regionalizadas de cambio climático para España y el desarrollo de servicios climáticos.

2) Promover un proceso continuo y acumulativo de generación de conocimiento sobre impactos, riesgos y adaptación en España y facilitar su transferencia a la sociedad, reforzando el desarrollo de metodologías y herramientas para analizar los impactos potenciales del cambio climático.

3) Fomentar la adquisición y el fortalecimiento de las capacidades para la adaptación.

4) Identificar los principales riesgos del cambio climático para España, teniendo en cuenta su naturaleza, urgencia y magnitud, así como promover y apoyar la definición y aplicación de las correspondientes medidas de adaptación.

5) Integrar la adaptación en las políticas públicas.

6) Promover la participación de todos los actores interesados.

7) Asegurar la coordinación administrativa y reforzar la gobernanza en materia de adaptación.

8) Dar cumplimiento y desarrollar en España los compromisos adquiridos en el contexto europeo e internacional.

9) Promover el seguimiento y evaluación de las políticas y medidas de adaptación.

El PNACC se desarrollará a través de dos programas quinquenales hasta 2030. En cada uno de éstos se detallarán las actuaciones previstas para concretar las líneas de acción definidas en el propio PNACC, esfuerzo que incluye la evaluación detallada de riesgos, la priorización de medidas, la identificación de agentes involucrados y la propuesta de indicadores de cumplimiento específicos.

En lo relativo a la **calidad del aire y reducción de contaminantes atmosféricos**, la incorporación al ordenamiento jurídico español de las normativas europeas se ha realizado por medio de las siguientes normas:

- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.
- Real Decreto 39/2017, de 27 de enero, por el que se modifica el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.
- Real Decreto 818/2018, del 6 de julio, sobre medidas para la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos.

BOCM-20240115-10

De acuerdo con lo establecido en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, las comunidades autónomas deben aprobar los planes y programas de ámbito autonómico necesarios para la mejora de la calidad del aire y el cumplimiento de los objetivos en su ámbito territorial, así como para minimizar o evitar los impactos negativos de la contaminación atmosférica. Esta normativa es, por tanto, el origen de la elaboración de los planes autonómicos de calidad del aire.

Tal como se ha indicado en el apartado anterior, recientemente se ha publicado la nueva propuesta de Directiva sobre calidad del aire, a fin de ajustar las normas de la UE sobre esta materia a las recomendaciones de la OMS de 2021. Dicha propuesta aumenta la eficacia de los planes de calidad del aire para garantizar el cumplimiento de las normas lo antes posible. Esto se logrará: a) exigiendo que los planes de calidad del aire se elaboren de manera previa a la entrada en vigor de los estándares, cuando se estén incumpliendo los límites antes de 2030; b) especificando que los planes de calidad del aire deben tener como objetivo que el período de superación sea lo más breve posible y, en cualquier caso, no superior a 3 años para los valores límite; y c) obligando a actualizar periódicamente los planes de calidad del aire si no logran el cumplimiento.

Además, se introducen valores límite para todos los contaminantes atmosféricos actualmente sujetos a valores objetivo, excepto el ozono (O_3). La experiencia de las directivas actuales demuestra que esto aumentará la eficacia en la reducción de las concentraciones de contaminantes atmosféricos. El ozono queda exento de este cambio debido a las complejas características de su formación en la atmósfera, que complican la tarea de evaluar la viabilidad del cumplimiento de unos valores límite estrictos. Los valores límite y objetivo revisados entrarán en vigor en 2030, equilibrando la necesidad de una rápida mejora con la de garantizar un plazo suficiente y la coordinación con políticas clave relacionadas que darán resultados en 2030, como el paquete de políticas de mitigación del cambio climático, Objetivo 55, ya descrito. Una vez que se apruebe esta Directiva, su contenido deberá ser traspuesto a nuestro ordenamiento jurídico en el plazo de dos años.

En materia de reducción de emisiones de contaminantes atmosféricos, a partir de la denominada **Directiva de Techos de Emisión**, el Estado aprobó en 2019 el Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica (PNCCA), en el cual se plantearon unos objetivos de reducción más ambiciosos que los propuestos en la Directiva para la mayoría de los contaminantes.

I Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica (PNCCA)

El PNCCA propone actuaciones para la próxima década en campos como la eficiencia energética, el transporte, la edificación, la industria o la agricultura.

BOCM-20240115-10

En la siguiente tabla, se muestran los objetivos fijados por la Directiva de Techos y el primer PNCCA del Estado español:

Contaminante	% reducción de emisiones en 2030 respecto a 2005		
	Directiva de Techos	I PNCCA	
		Escenario 2025	Escenario 2030
SO_2	88%	89%	92%
NO_x	62%	57%	66%
COVNM	39%	28%	30%
NH_3	16%	13%	21%
$PM_{2,5}$	50%	36%	50%

Tabla 2. Objetivos de reducción de emisiones fijadas en la Directiva de Techos y los escenarios previstos el PNCCA (Fuente: Datos del resumen ejecutivo del I-PNCCA).

El PNCCA define objetivos y acciones estratégicas a partir de 2020, prestando especial atención a las zonas en las que la población y los ecosistemas están expuestos a niveles más elevados de contaminación y reforzando las sinergias con los objetivos estratégicos en materia de energía y cambio climático. Para ello, establece una serie de medidas sectoriales y transversales, en consonancia no solo con las políticas nacionales de calidad del aire, sino también con las políticas energéticas y climáticas definidas en el PNIEC.

1.4 Marco de la Comunidad de Madrid

En el contexto madrileño se han venido desarrollando estrategias y planes a nivel general y sectorial relacionados de forma directa o indirecta con el clima, la energía y la calidad del aire.

1.4.1 Plan de Descarbonización de la Comunidad de Madrid

En 2021, en el contexto de cambio climático y necesidad de abordar un nuevo modelo energético que se ha expuesto y tomando como marco y referente las políticas diseñadas a nivel nacional e internacional, la respuesta del Gobierno de la Comunidad de Madrid al reto medioambiental y energético al que se enfrenta nuestra región, originado por una fuerte carbonización de todos los sectores de nuestra economía, lo que se traduce en las consiguientes emisiones atmosféricas y el riesgo para nuestra calidad de vida, es el **Plan de Descarbonización de la Comunidad de Madrid y cuidado del medio ambiente,** que abarca el periodo de 2021 a 2024**.**

La visión que ha guiado la realización de esta hoja de ruta es **descarbonizar para seguir creciendo**. Por ello pretende:

BOCM-20240115-10

- Impulsar la transformación de la Comunidad de Madrid en una región descarbonizada.
- Facilitar que el crecimiento de la producción de bienes y servicios se haga en las regiones más descarbonizadas, como es la Comunidad de Madrid.
- Incrementar la eficiencia de nuestra economía e industria (producir más de forma más eficiente) disminuyendo nuestra huella energética.
- Reducir las emisiones directas en la Comunidad de Madrid.
- Reducir los riesgos asociados a la dependencia energética.
- Mejorar la prevención y la adaptación de las poblaciones de la Comunidad de Madrid frente a eventos meteorológicos extremos.
- Favorecer la investigación e innovación en tecnologías de bajas emisiones.

La ejecución de la hoja de ruta se concreta en cincuenta y ocho medidas agrupadas en cuatro sectores, que reflejan el compromiso inequívoco de la Comunidad de Madrid en afrontar los problemas medioambientales originados por el uso intensivo de fuentes de energías fósiles. En el marco de este mismo compromiso se formula la presente **Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid-2030**.

1.4.2 Plan Azul+ de la Comunidad de Madrid

Cabe destacar el ciclo estratégico gobernado por la Estrategia de Calidad del Aire y el Cambio Climático, el denominado Plan Azul+ 2013-2020[42], así como su documento de Revisión, cuyas medidas siguen en ejecución en la actualidad. Este proyecto tiene como principales líneas de trabajo la mejora de la calidad del aire, la disminución de gases de efecto invernadero y la implantación de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático.

Como principales objetivos propone:

- Proporcionar un marco de referencia para acometer actuaciones coordinadas entre las distintas Administraciones públicas.
- Mejorar el conocimiento disponible sobre calidad del aire y adaptación al cambio climático.
- Reducir la contaminación por sectores.
- Fomentar el uso de combustibles limpios y mejores tecnologías.
- Promover el ahorro y la eficiencia energética.
- Involucrar al sector empresarial en la problemática de calidad del aire y el cambio climático.

[42] https://www.comunidad.madrid/transparencia/sites/default/files/plan/document/577_189_memoria_estrategia_de_calidad_del_aire_de_la_comunidad_de_madrid_2013-2020_0.pdf

BOCM-20240115-10

- Mantener medios y herramientas adecuados de evaluación y control de la calidad del aire.

El Plan Azul+ considera prioritario dar continuidad a la reducción de las emisiones de los últimos años y a la mejora de la calidad del aire, haciendo especial hincapié en objetivos y actuaciones dirigidas a los sectores de transporte (principalmente emisiones de NO_x debidas al transporte por carretera) e industria (principalmente emisiones de COVNM del uso de disolventes y otros productos), sin dejar de lado el establecimiento de objetivos y medidas sobre otras sustancias y/o sectores que presenten algún potencial de actuación.

En cuanto a la mejora de la calidad del aire se establecieron objetivos cuantitativos que se concretan en el cumplimiento de los requisitos establecidos por el Real Decreto 102/2011, 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, en todo el territorio de la Comunidad de Madrid, y en la reducción de las emisiones de GEI.

El Plan Azul+ se componía de cincuenta y ocho medidas agrupadas en cuatro programas sectoriales, dirigidos a disminuir las emisiones de contaminantes de los principales sectores generales de actividad de la Comunidad de Madrid y cuatro programas horizontales, que recogen actuaciones con un alcance transversal y que inciden en dos o más de estos sectores.

ALCANCE	PROGRAMA LÍNEAS DE ACTUACIÓN
SECTORIAL	TRANSPORTE
	Tecnología y combustible menos contaminantes
	Alternativas al tráfico privado motorizado
	Utilización de modos de transporte alternativos
	Transporte de mercancías
	Transporte público
	Aeropuerto
	RESIDENCIAL, COMERCIAL E INSTITUCIONAL
	INDUSTRIA
	AGRICULTURA Y MEDIO RURAL
HORIZONTAL	FORMACIÓN, INFORMACIÓN E INVESTIGACIÓN
	NORMATIVAS, AYUDAS Y FISCALIDAD
	PLANIFICACIÓN
	ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

BOCM-20240115-10

Ilustración 10. Esquema general de estos programas y medidas del Plan Azul+. (Fuente: elaboración propia)

Cabe señalar que en 2016 se iniciaron los trabajos de revisión del Plan Azul+, con la intención de redefinir en lo necesario los objetivos a cumplir y las medidas a adoptar, especialmente en aquellos ámbitos en los que resultaba necesario intensificar los esfuerzos, como es el caso de los óxidos de nitrógeno (NO_x) y el ozono (O_3). Dichos trabajos finalizaron en abril de 2019 con la redacción del documento de Revisión de la Estrategia de Calidad del Aire y Cambio Climático 2013-2020, "Plan Azul+". La Revisión del Plan Azul+ tiene como finalidad la consecución del cumplimiento de los objetivos establecidos en el Plan Azul+ para aquellos contaminantes que, según los datos proporcionados por la Red, superan los valores objetivo y valores límite fijados en la normativa y, además, encamina los esfuerzos hacia la consecución de los objetivos fijados tanto a nivel nacional como en los acuerdos internacionales recientemente adoptados. Se refuerza la acción fundamentalmente en materias como la movilidad eléctrica, la adaptación al cambio climático o la gobernanza sostenible. El resultado de este análisis se tradujo en la propuesta de 40 medidas adicionales, 12 nuevas y 28 complementarias a las ya incluidas en el Plan Azul+, con un periodo de ejecución superior al horizonte temporal del mismo, dando especial prioridad a aquellas actuaciones relacionadas con la reducción de las emisiones procedentes del transporte, así como la mitigación y adaptación al cambio climático.

1.4.3 Plan Energético 2016-2020

A su vez, en lo que respecta a energía, cabe destacar el **Plan Energético de la Comunidad de Madrid 2016-2020,** que contemplaba actuaciones en diferentes sectores socioeconómicos de la región, afectando así a todos los ciudadanos, empresas e instituciones públicas de la Comunidad de Madrid. El Plan tenía los siguientes objetivos:

- Mejora de la eficiencia en el uso de la energía, que permitiera **reducir el consumo en un 10 % respecto del escenario tendencial.**
- **Incremento del 35 % en la producción de energía renovable y por encima del 25 % en la producción energética total**.
- Satisfacción de la demanda energética con altos niveles de seguridad y calidad en el suministro, reforzando para ello las **infraestructuras** existentes.

1.4.4 Plan Estratégico de Canal de Isabel II

En la Comunidad de Madrid la gestión del ciclo integral del agua (de la captación al vertido a cauce) es responsabilidad del Canal de Isabel II. Esto permite ejecutar un plan estratégico integral para la gestión de este recurso en toda la Comunidad de Madrid para mejorar las condiciones de resiliencia en la gestión integral del ciclo del agua en la

BOCM-20240115-10

región, quizás el ámbito más sensible de la Comunidad de Madrid en términos climáticos.

En su **Plan Estratégico 2018-2030**[43] se establecen objetivos, medidas e indicadores concretos en un aspecto clave para la adaptación al cambio climático como es la garantía de suministro mediante el manejo eficiente de los recursos existentes, la extensión y el fomento del uso del agua regenerada y la gestión eficiente de la demanda. También se está actuando desde el Canal de Isabel II frente a otro riesgo climático clave, como es el de las inundaciones, especialmente por medio del **Plan Sanea** (apoyando la elaboración de Planes directores de alcantarillado, teniendo en cuenta la componente climática), así como mediante la gestión preventiva de embalses y el fomento de técnicas de drenaje urbano sostenible.

La Comunidad de Madrid se enmarca en una situación geográfica caracterizada históricamente por la escasez y limitación de sus recursos hídricos. Canal de Isabel II, desde sus orígenes hasta la actualidad, ha desarrollado planes de actuación capaces de garantizar el suministro en escenarios de crecimiento poblacional y de sequía.

Ante los retos de estrés hídrico que se pueden presentar como consecuencia del cambio climático, el objetivo es anticiparse para que, aun con regímenes de precipitación diferentes a los conocidos hasta ahora y un aumento moderado de la población, se pueda mantener o mejorar el nivel de garantía actual. El Plan Estratégico de Canal maneja previsiones que estiman que la Comunidad de Madrid podría alcanzar una población de 8 a 8,5 millones de habitantes en 2030, con una mayor presión de la población estacional, así que para ser capaces de dar respuesta a las demandas de agua define 4 objetivos estratégicos:

Objetivo estratégico 1.- Mantener el nivel de garantía de suministro actual en los escenarios previsibles de cambio climático y con un aumento de población sostenido equivalente a la media de los últimos quince años.

Para conseguir este objetivo establece cuatro planes para asegurar la máxima eficiencia de los recursos existentes, extender y fomentar el consumo de agua regenerada, y asegurar y fomentar una gestión eficaz de la demanda.

- **Plan para asegurar la máxima eficiencia de los recursos existentes**, con el que se pretende hacer frente a los efectos del cambio climático y al incremento de población, con acciones entre las que destacan las encaminadas a continuar con el sistema protocolizado de optimización de las operaciones, el desarrollo de un nuevo sistema de mantenimiento preventivo de las infraestructuras, o la optimización de la gestión de los embalses y el aprovechamiento de las aguas subterráneas.
- **Plan para extender y fomentar el consumo de agua regenerada** llegando al mayor número posible de clientes y usos futuros, para evitar el uso de agua potable.

[43] https://www.canaldeisabelsegunda.es/documents/20143/695160/INFORME_PLAN+ESTRATEGICO.pdf

BOCM-20240115-10

- **Plan para asegurar y fomentar una gestión eficaz de la demanda**, a través de acciones destinadas a reducir el agua no controlada, con tecnologías para la detección, reducción y prevención del fraude y fugas, así como mejoras en la precisión de la lectura en los contadores domiciliarios, desarrollo de campañas que impacten en la conciencia social y que motiven el ahorro, y revisión de la actual estructura tarifaria.
- **Plan –25: Reducir en un 25 % el volumen de agua derivada para consumo por habitante**. Aunque la Comunidad de Madrid ya cuenta con un consumo por habitante bajo en relación con el resto de España, este ambicioso plan pretende liderar todas las tecnologías, tanto por el lado de la oferta como de la demanda, para reducir el consumo global, acercándonos en el 2030 a los 156 litros al día por habitante de agua derivada para todos los usos, lo que representaría uno de los consumos más eficientes de la Unión Europea.

Objetivo estratégico 2.- Garantizar la calidad del agua desde su origen, preservando todas las fuentes de suministro, hasta el punto de consumo.

El Plan estrella de este segundo objetivo es la **sustitución de redes obsoletas para la mejora de la calidad del agua y evitar las pérdidas de red**. Como en el resto de España, algunos de los materiales utilizados en la red de más de 17.000 km de Canal han demostrado tener una calidad inferior a los que se instalan actualmente. Esta actuación, sin parangón en nuestro país, permitirá mantener la mejor calidad del agua, reduciendo aún más las pérdidas de red. El Plan pretende la renovación del 100 % de las conducciones según la norma de Canal en 2030.

Objetivo estratégico 3.- Asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos que afecten a las redes, a la calidad del agua suministrada o a los sistemas de información de Canal.

En esta línea estratégica, mediante los Planes puestos en marcha, se marca el objetivo de que, en el año 2030, el 100 % de los contratos de gestión integral de abastecimiento tengan una alternativa de suministro para restablecer el servicio en menos de doce horas. De los Planes incluidos dentro de este objetivo destaca especialmente el **Plan de resiliencia del suministro a municipios**, que pretende mejorar la configuración y la operación del sistema de abastecimiento para asegurar la continuidad del suministro ante contingencias a nivel municipal. En una primera etapa se han establecido los niveles de resiliencia ante distintas contingencias (periodo 2018-2022), y posteriormente se han empezado a ejecutar las acciones operacionales y estructurales que garanticen el cumplimiento de esos niveles (periodo 2018-2030).

Objetivo estratégico 4.- Fomentar la economía circular y el desarrollo sostenible, abordando los retos asociados al cambio climático mediante los planes de adaptación y mitigación correspondientes.

El Plan estrella dentro de este objetivo es el **Plan de Generación Limpia - 0,0 kWh** que pretende alcanzar el 100 % de autoconsumo de fuentes renovables o de alta eficiencia. El objetivo es ser la primera empresa de su sector en Europa que produzca una cantidad

BOCM-20240115-10

de energía igual o superior a la consumida con fuentes renovables (hidráulicas, solares y de biogás) o de alta eficiencia.

La estrategia en esta línea consiste en mejorar aún más la depuración de las aguas residuales, adaptar la gestión a los efectos del cambio climático, fomentar la economía circular y colaborar proactivamente con todos los colectivos interesados en la protección del medio ambiente. Para ello se han definido cuatro grandes planes estratégicos para el periodo 2018-2030:

- **Plan de excelencia en depuración**, se realizan actuaciones como programas de modelización de las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), programas de mejora en la calidad de los vertidos de estas o un plan de mejora del control de vertidos industriales a la red.
- **Plan de eficiencia energética y cambio climático**, con el que se abordan los retos asociados al cambio climático a través de acciones de adaptación y mitigación, y un plan de ahorro energético y eficiencia para reducir el consumo específico en el ciclo del agua.
- **Plan de fomento de la economía circular**, dentro del cual se establecen acciones encaminadas a alcanzar una gestión y un uso más eficiente de los recursos naturales, con acciones para la gestión y aprovechamiento integral de los subproductos de los procesos y un plan de aprovechamiento agrícola de los lodos de EDAR, previa higienización.
- **Plan para el desarrollo de energías limpias**, en el que se desarrollan acciones dirigidas a impulsar la generación de energías limpias para la reducción de la huella de carbono.

Objetivo estratégico 5.- Plan Sanea: mejorar la red de alcantarillado para convertirla en la más eficiente y moderna de nuestro país, asegurando el saneamiento del agua de forma sostenible y evitando desbordamientos en los sistemas de drenaje.

Se pretende que en todos los municipios madrileños que se adhieran a este reto se disponga de planes directores de alcantarillado, que se mantendrán actualizados implantando las medidas y acciones necesarias. Todas las actuaciones se dirigirán a desarrollar el alcantarillado en la Comunidad de Madrid para conseguir una mejora de su red, cuya consecuencia será la reducción de vertidos incontrolados y, a su vez, una mejora de los cauces receptores y una disminución del riesgo de inundaciones en los municipios gestionados, para lo que se completa este plan con acciones para la desconexión de las aguas limpias a las redes de alcantarillado y la extensión de sistemas sostenibles de drenaje urbano. La disminución de la aportación de aguas limpias a las redes de saneamiento mejorará la calidad del agua en los cauces receptores, disminuirá los vertidos en tiempo seco y conseguirá un uso eficiente de la energía y del proceso de depuración. Asimismo, la aplicación del Plan Sanea permitirá la extensión de técnicas sostenibles de drenaje urbano.

BOCM-20240115-10

1.4.5 Plan de Ahorro y Eficiencia Energética en Edificios Públicos

El **Plan de Ahorro y Eficiencia Energética en Edificios Públicos de la Comunidad de Madrid**, aprobado en 2017 y revisado en 2022, persigue impulsar el ahorro y la eficiencia energética en los edificios propios de la Comunidad de Madrid. Se estima que se trata de 3.812 edificios con utilización y consumos significativos, con una superficie total de casi 10 millones de m^2.

El conjunto de las actuaciones previstas pretende reducir el consumo de energía de los edificios públicos sin merma de sus prestaciones, de manera que se incremente la eficiencia en la gestión de la energía y de los gastos corrientes de la Administración. El Plan asume los siguientes objetivos:

- Rehabilitación energética anual de al menos un 3 % de la superficie total ocupada.
- Reducción del consumo total acumulado de energía en el conjunto de los edificios de un 18 % en 2025.
- Mejora de la calificación energética de un 25 % de los edificios para 2025.
- Aumento del peso de las energías renovables sobre el gasto energético total en los edificios de la Comunidad de Madrid, hasta alcanzar el 25 % para 2025, tanto con sistemas de aprovechamiento térmico como de generación eléctrica.

El último informe de seguimiento muestra que hasta 2021, dentro del marco de este Plan, se ha aprobado la ejecución de 3.017 actuaciones por un importe total de más de 148 millones de euros. Estas actuaciones han supuesto un ahorro energético de 25.895 tep, lo que supone, a su vez, que han dejado de emitirse 82.622 tCO_2.

1.4.6 Otros planes relacionados con el cambio climático

Procede también mencionar que, desde la Comunidad de Madrid, se han realizado en los últimos años otras contribuciones significativas que están relacionadas con las materias o aspectos objeto de la presente Estrategia, especialmente en lo que se refiere a mitigación y adaptación al cambio climático, tales como:

- El **Plan integral de Recuperación y Conservación de los Ríos y Humedales**, aprobado con el propósito de articular la actuación interinstitucional en aspectos clave como la gestión de los recursos, la conservación de los cauces, así como la conservación y la mejora de la biodiversidad. Comprende dos partes con diferente alcance y escala de actuación: el Plan de Actuación sobre Humedales Catalogados y la Estrategia de Recuperación y Conservación de los Ríos de la Comunidad de Madrid.
- El proyecto **Arco Verde**, iniciativa que está conectando veinticinco municipios con los tres grandes Parques Regionales de la Comunidad de Madrid (Cuenca Alta del río Manzanares, Curso Medio del río Guadarrama y Sureste) y los extensos parques periurbanos de Valdebenardo, Bosque Sur y Polvoranca, para

BOCM-20240115-10

crear un gran Corredor Verde que provea de servicios ecosistémicos al Área Metropolitana de la capital.

- El **Programa de Desarrollo Rural de la Comunidad de Madrid 2014-2020**, que contenía medidas para fomentar el desarrollo económico en las zonas rurales, restaurar y preservar los ecosistemas relacionados con la agricultura y la silvicultura y mejorar la viabilidad de las explotaciones agrarias, entre otros.
- El **Plan Terra** (Plan de Acción para la Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural), que tiene una componente relevante de sostenibilidad y resiliencia.

Adicionalmente, con objeto de gestionar los fondos europeos dirigidos a la recuperación de la crisis económica originada por la COVID-19 y canalizados a través de la Administración General del Estado, se publica la **Estrategia para la Recuperación y Resiliencia de la Comunidad de Madrid**. La Estrategia compila las transformaciones futuras de todos los sectores económicos de la Región, que debe consolidarla como territorio inteligente y sostenible, para fortalecer la economía verde, luchar contra el cambio climático, así como proteger y cuidar de la biodiversidad como claves del bienestar futuro. En este sentido, cabe destacar las inversiones previstas para los siguientes fines:

- Promoción de la descarbonización y el uso de las energías renovables y el hidrógeno verde (212 M€).
- Fomento de la eficiencia energética y el aprovechamiento de recursos (1.601 M€).
- Promoción de la regeneración rural y urbana para la implementación de la Agenda Urbana 2030 (51 M€).
- Fomento de la gestión hídrica para garantizar la eficiencia en la gestión de los procesos del ciclo del agua, alineado con los actuales planes en funcionamiento de la Fundación Canal de Isabel II -Plan Sanea y Plan RED - (2.537 M€).
- Preservación de la biodiversidad y mejora de la resiliencia medioambiental mediante la creación de Corredores ecológicos previstos en el Plan Recorre y Arco Verde (57 M€).

Por último, se deben también incluir los planes para la prevención y gestión del riesgo de desastres, y en concreto los Planes Territoriales y los Planes Especiales de Protección Civil, entre los que procede destacar los relativos a incendios forestales, inclemencias invernales e inundaciones.

De forma genérica, el instrumento organizativo general que da respuesta a situaciones de grave riesgo colectivo o catástrofe en la Comunidad de Madrid es el **Plan Territorial de Protección Civil de la Comunidad de Madrid** (PLATERCAM) aprobado en 2019 con carácter de Plan Director. En el caso concreto de los incendios forestales, el plan de actuación más reciente es el Plan Especial de Emergencias por Incendios Forestales de la Comunidad de Madrid (INFOMA) aprobado en 2017, En cuanto al riesgo de

BOCM-20240115-10

inundaciones, el marco de actuación en caso de eventos catastróficos se recoge en el Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones en la Comunidad de Madrid (INUNCAM), aprobado en 2020. En el caso de la actuación frente a inclemencias climáticas se dispone de un plan específico, el Plan de Protección Civil ante Inclemencias Invernales en la Comunidad de Madrid.

Cabe también citar la **Estrategia de Gestión Sostenible de los Residuos de la Comunidad de Madrid** (2017-2024), compuesta por un Programa de Prevención de Residuos y diez Planes de Gestión de distintas clases de residuos y que persigue, entre otros objetivos, prevenir la generación de residuos en la Comunidad de Madrid, maximizar la transformación de los residuos en recursos, en aplicación de los principios de la economía circular, reducir el impacto ambiental asociado con carácter general a la gestión de los residuos y, en particular, los impactos vinculados al calentamiento global y fomentar la utilización de las Mejores Técnicas Disponibles en el tratamiento de los residuos.

BOCM-20240115-10

2. DIAGNÓSTICO DE LA COMUNIDAD DE MADRID

La crisis desencadenada por la COVID-19 ha alterado por completo el escenario global en el que se desarrollan las políticas y las relaciones a nivel mundial y los aspectos relacionados con la energía y el clima no escapan al impacto de esta crisis. A nivel económico y social, la COVID-19 ha provocado una crisis sin precedentes cuya evolución futura está marcada por una gran incertidumbre.

En el ámbito energético, y como efecto más inmediato, la crisis originada por el coronavirus y agravada por el conflicto bélico entre Rusia y Ucrania, ha alterado drásticamente, no sólo las previsiones de precios, producción y suministros de petróleo y gas natural, sino también las relaciones diplomáticas a nivel mundial que rigen el mercado global.

Esta incertidumbre sobre el futuro hace difícil prever cómo puede afectar este escenario actual a los retos en materia de transición energética y a la lucha contra el cambio climático.

Ante esta situación de incertidumbre, conocer el estado actual del sistema energético, el clima y la calidad del aire de la Comunidad de Madrid, así como las fortalezas y debilidades de estos ámbitos en su conjunto, es un ejercicio fundamental para poder reaccionar a cambios inesperados, garantizar la *resiliencia climática* y el buen funcionamiento del sistema energético en el futuro y cumplir los compromisos y obligaciones exigidas en la normativa, tanto de clima como de calidad del aire.

2.1. Situación actual de la Comunidad de Madrid

2.1.1 Marco socioeconómico y geográfico

La Comunidad de Madrid está situada en la submeseta sur de la meseta central, en el centro de la Península Ibérica. La región cuenta con una superficie de 8.028,5 km^2 y está delimitada por el sistema central en su parte septentrional y el río Tajo en su parte meridional. Al norte y al oeste la Comunidad Autónoma limita con Castilla y León, y al sur y este con Castilla-La Mancha.

Debido a las características del relieve de la Comunidad, en la región se pueden reconocer cuatro clasificaciones climáticas diferenciadas (entre paréntesis se incluye la

BOCM-20240115-10

clasificación Köppen-Geiger correspondiente): clima mediterráneo de verano (Csa), clima mediterráneo de verano cálido (Csb), clima frío y semiárido (BSk) y clima oceánico (Cfb).

La mayoría de la población se concentra en el centro y sur de la región (ver Ilustración 11), zonas que pertenecen a las clasificaciones Csa y Csb y, por lo tanto, con veranos calurosos e inviernos fríos, con una temperatura media anual de 13,7 ºC y una precipitación cercana a los 450 mm anuales. Estas condiciones climáticas afectan profundamente a las necesidades de climatización, provocando grandes consumos de energía para calefacción en invierno y refrigeración en verano.

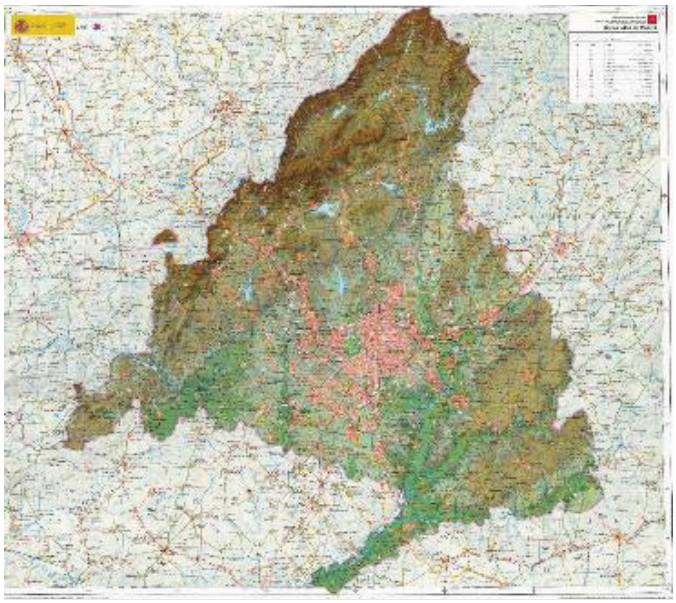


Ilustración 11. Mapa físico de la Comunidad de Madrid (Fuente: IGN)

La Comunidad de Madrid es la tercera Comunidad Autónoma en términos de población y la más densamente poblada del ámbito nacional. Desde 1998 la Comunidad ha experimentado un proceso de crecimiento continuo, con la excepción del periodo comprendido entre el año 2013 y 2015, periodo en el cual experimentó un ligero decrecimiento. La variación de la población, de acuerdo con el padrón por Comunidades Autónomas (publicado por el INE) alcanza su máximo en el año 2003 y su mínimo en el 2014. Desde este año el porcentaje de variación anual de la población ha experimentado un aumento progresivo resultando en un crecimiento cada vez más acelerado. En el futuro, el INE espera que la tendencia creciente de la población se mantenga y supere los 7.360.000 habitantes en 2035.

BOCM-20240115-10

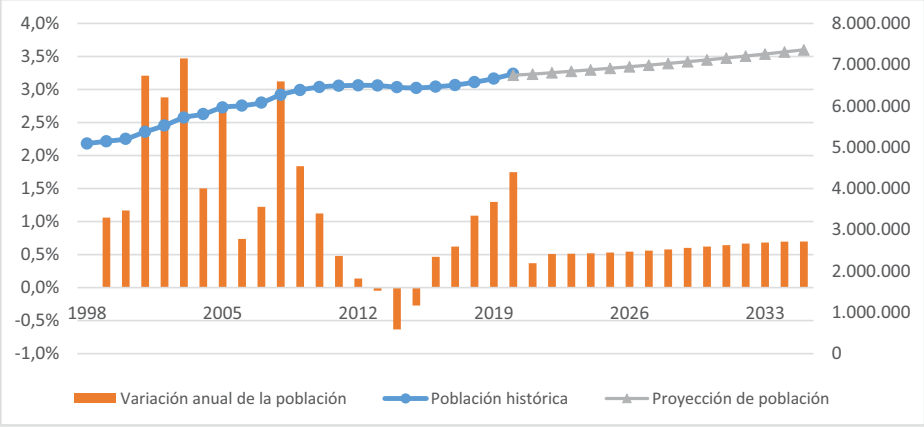


Ilustración 12. Población histórica y proyectada de la Comunidad de Madrid (número de habitantes). (Fuente: Elaboración propia basada en INE (proyección de la población 2022-2072, publicado el 13/10/2022) y el Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid (padrón continuo, series anuales desde 1998)).

En lo referente a la estructura demográfica de la región, la Comunidad de Madrid actualmente cuenta con un grueso poblacional en torno a los 45 años, lo que supone un gran peso de la población activa. De acuerdo con las proyecciones de evolución de la población del INE para 2035 se espera un envejecimiento de la población y una reducción del porcentaje de población activa en favor de la tercera edad. Además, también se espera una reducción del número de menores de 18 años.

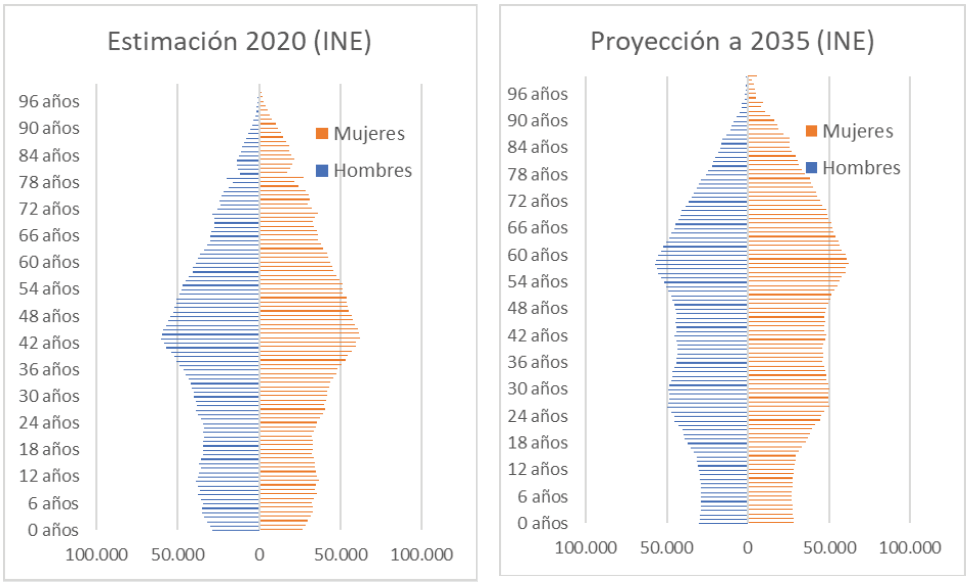


Ilustración 13. (a) Pirámide poblacional de la Comunidad de Madrid para el año 2020 (estimación del INE). (b) Pirámide poblacional de la Comunidad de Madrid para el año 2035 (Fuente: Proyección del INE).

BOCM-20240115-10

Respecto al contexto macroeconómico, tomando como referencia 2019, dados los efectos distorsionadores de la pandemia, la Comunidad de Madrid fue la región con mayor PIB *per cápita* del Estado, y la que mayor tasa de crecimiento anual experimentó ese año (4,6 %), alcanzando los 35.913 €/hab[44]. Tanto el PIB como el PIB *per cápita* de la región siguen una tendencia alcista desde el año 2014, tras el periodo de recesión asociado a la crisis económica del 2007.

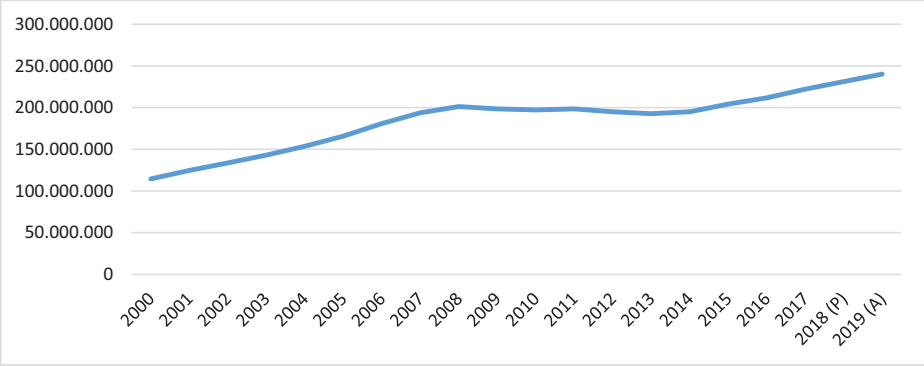


Ilustración 14. PIB de la Comunidad de Madrid a precios de mercado (miles de euros). (Fuente: INE)

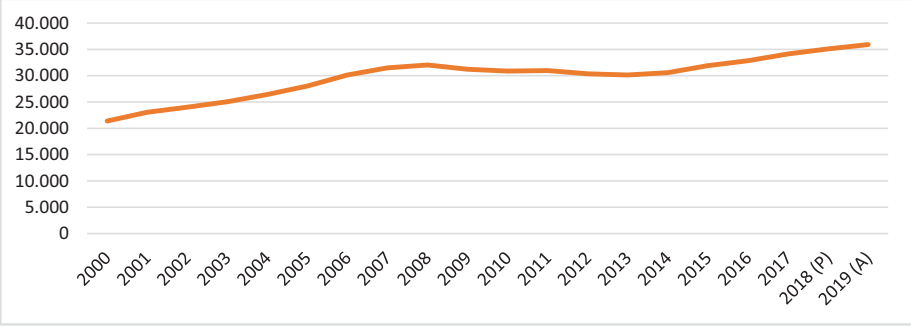


Ilustración 15. PIB per cápita a precios de mercado de la Comunidad de Madrid (Euros por habitante). (Fuente: INE)

El sector económico principal de la región es el sector terciario, destacando especialmente las ramas de actividad del comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos de motor y motocicletas, transporte y almacenamiento, hostelería (códigos NACE[45]: G, H e I) y seguidos de cerca por actividades profesionales, científicas y técnicas, actividades administrativas y servicios auxiliares (códigos NACE: M y N) y administración pública y defensa, seguridad social obligatoria, educación, actividades sanitarias y de servicios sociales (códigos NACE: O, P y Q) de acuerdo con los datos de contabilidad regional de España publicados por el INE.

[44] Fuente: Instituto Nacional de Estadística. Contabilidad Regional de España. Revisión Estadística 2019.

[45] Nomenclatura estadística de actividades económicas de la Comunidad Europea (NACE)

BOCM-20240115-10

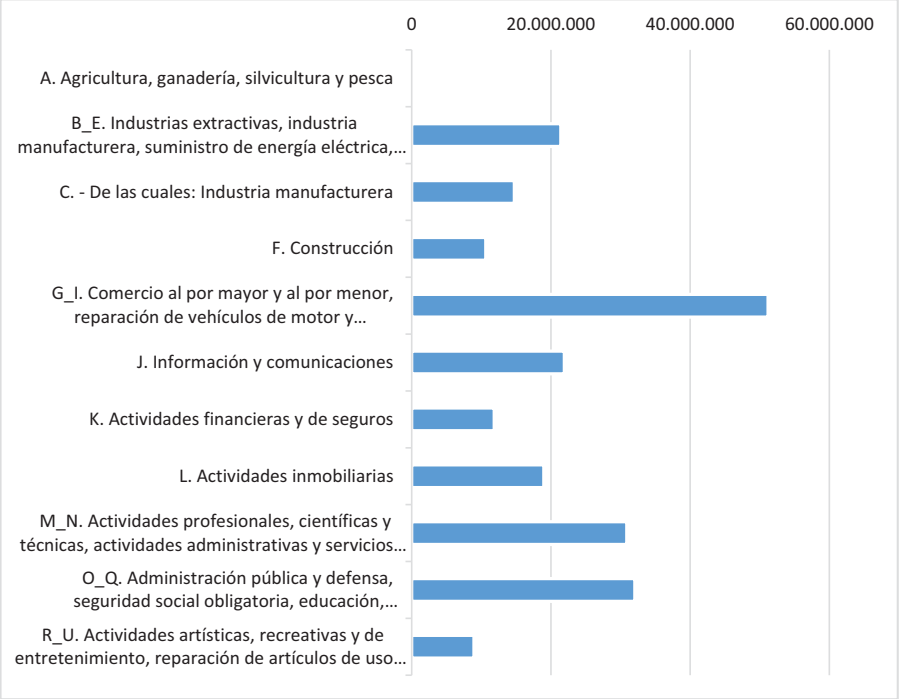


Ilustración 16. Valor añadido bruto a precios básicos por ramas de actividad (2018): Precios corrientes para el periodo. Unidades: miles de euros (Fuente: INE)

En definitiva, la Comunidad de Madrid es una región muy dinámica por varias razones. Primero, la capital de España, Madrid, se encuentra en nuestra comunidad y es un importante centro de negocios y turismo. Además, la Comunidad de Madrid tiene una economía fuerte y diversificada, con una gran cantidad de empresas y sectores en crecimiento. También cuenta con una población joven (con respecto a las Comunidades de su entorno) y altamente educada, lo que contribuye a su dinamismo.

Por otra parte, la Comunidad de Madrid invirtió en 2020 un total de 4.252 millones de euros en I+D, ocupando la primera posición entre las comunidades autónomas en cuanto al gasto total interno dedicado a actividades I+D[46].

2.1.2 Diagnóstico energético

Consumo energético por fuentes

El consumo total de energía final de la Comunidad de Madrid en el año 2020 alcanzó las 8.219 kilotoneladas equivalentes de petróleo (ktep), con una acusada reducción frente al año anterior como consecuencia de la pandemia, si bien en 2019, último año

[46] Indicadores I+D+i de la Comunidad de Madrid. Obtenido de: https://www.comunidad.madrid/servicios/educacion/indicadores-idi-comunidad-madrid#:~:text=INDICADORES%20REGIONALES,nacional%20(1%2C41%25).

BOCM-20240115-10

considerado con consumo normal, se llegó a los 10.877 ktep, cifra cercana a la registrada en 2005.

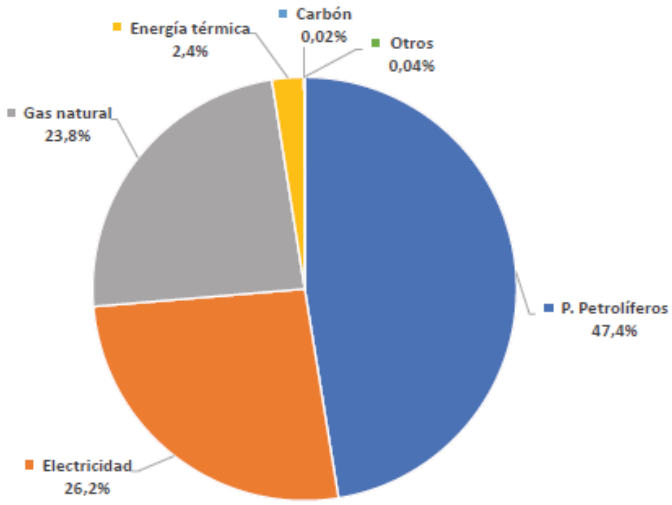


Ilustración 17. Consumo energético en la Comunidad de Madrid por combustible de uso final (2020). *(Fuente: Balance Energético de la Comunidad de Madrid. Fenercom)*

	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
P. Petrolíferos	5.398	6.520	6.111	5.564	5.766	5.873	6.183	6.309	3.900
Electricidad	1.871	2.401	2.542	2.310	2.320	2.297	2.492	2.298	2.156
Gas natural	1.205	1.847	2.126	1.792	1.852	1.836	2.057	2.061	1.959
Energía térmica	134	204	207	184	188	195	203	200	200
Carbón	26	20	9	8	8	8	7	6	1
Otros	0	0	48	0	0	0	595	4	3
Total	**9.174**	**10.992**	**11.045**	**9.860**	**10.135**	**10.210**	**11.537**	**10.878**	**8.219**

Tabla 3 Consumo energético en la Comunidad de Madrid por combustible de uso final (ktep). (Fuente: Balance Energético de la Comunidad de Madrid. Fenercom)

Intensidad energética

Atendiendo a la intensidad energética (tep/M€), el consumo por unidad de producto interior bruto generado en la Comunidad de Madrid ha seguido una tendencia descendente en la última década. En este caso, la intensidad energética con respecto al año 2000 se ha visto reducida en 20 tep/M€$_{2015}$ Esta reducción en la intensidad energética refleja los esfuerzos realizados en materia de eficiencia y ahorro de energía.

BOCM-20240115-10

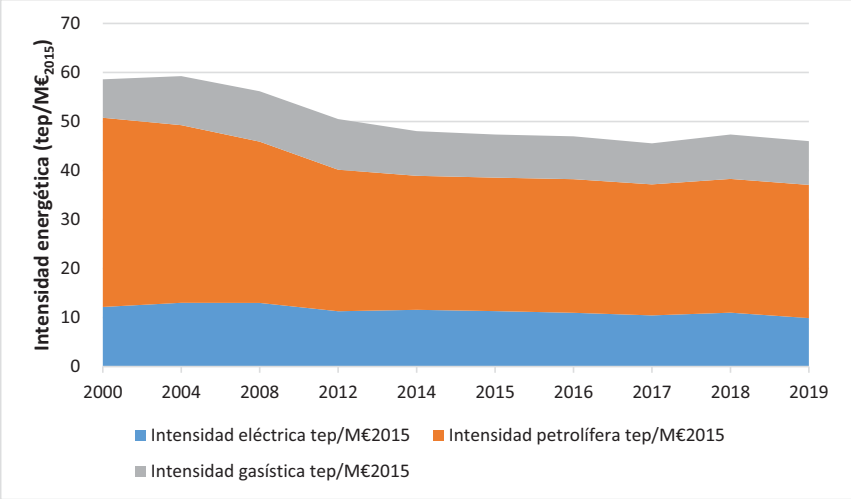


Ilustración 18. Intensidad energética de la Comunidad de Madrid. Unidades: tep/M€$_{2015}$. (Fuente: Fenercom)

	2000	2004	2008	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Intensidad eléctrica tep/M€$_{2015}$	12,2	13,0	13,0	11,3	11,6	11,3	11,0	10,5	11,0	9,9	10
Intensidad petrolífera tep/M€$_{2015}$	38,6	36,2	32,9	28,9	27,3	27,2	27,3	26,7	27,3	27,2	19
Intensidad gasística tep/M€$_{2015}$	7,8	10,0	10,3	10,3	9,1	8,8	8,8	8,4	9,1	8,9	9
Intensidad energética tep/M€$_{2015}$	59,6	60,4	57,3	51,9	49,1	48,3	47,9	46,4	48,2	46,8	40

Tabla 4. Intensidad energética de la Comunidad de Madrid. Unidades: tep/M€$_{2015}$. (Fuente: Fenercom)

A continuación, se presentan los valores de intensidad energética de la Comunidad de Madrid en relación con la población desde el año 2000 hasta el 2019. En 2020 y como consecuencia de la pandemia la intensidad energética fue la menor de los últimos veinte años, al haberse limitado los desplazamientos y las actividades económicas de todo tipo y, por tanto, el consumo de productos petrolíferos.

BOCM-20240115-10

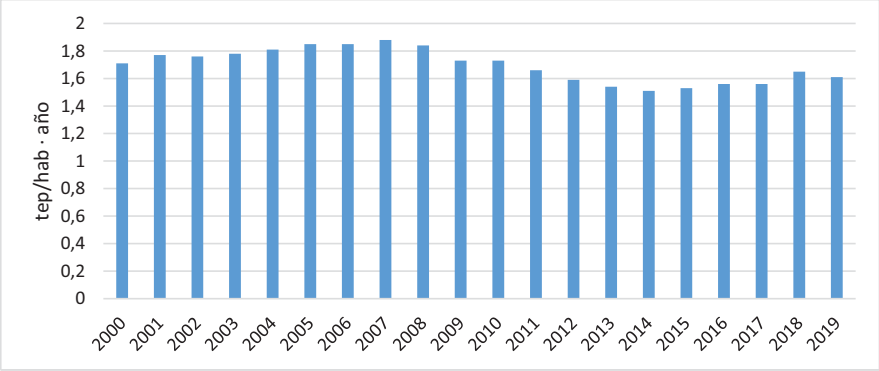


Ilustración 19. Evolución del consumo de energía final en la Comunidad de Madrid por habitante y año. (Fuente: Fenercom)

Dentro del contexto nacional, **la Comunidad de Madrid es la región de España con una menor intensidad energética**, de acuerdo con los datos de Fenercom. El protagonismo del sector servicios frente a otros sectores más intensivos en el consumo energético posiciona a Madrid claramente como la comunidad de mayor eficiencia en la generación de valor por unidad de consumo energético.

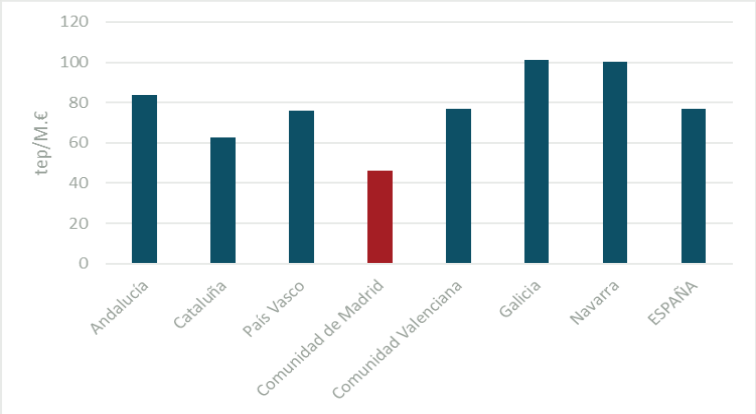


Ilustración 20. Intensidad energética de energía final para varias CC.AA. y el conjunto nacional. Año 2017. (Fuentes: Agencia Andaluza de la Energía, Instituto Catalán de Energía, Eustat, Fenercom, Portal Estadístico de la Generalitat Valenciana, INEGA, Gobierno de Navarra, MITERD)

Consumo energético por sectores

El consumo de energía final en la Comunidad de Madrid está protagonizado por el sector del transporte, que supuso, en 2019, un 54,7 % del consumo total de energía final. Le siguen, siempre con datos de 2019, el sector residencial y doméstico con un consumo del 22,4 % y el sector servicios e industrial con un 12,9 % y un 7,8 %, respectivamente.

BOCM-20240115-10

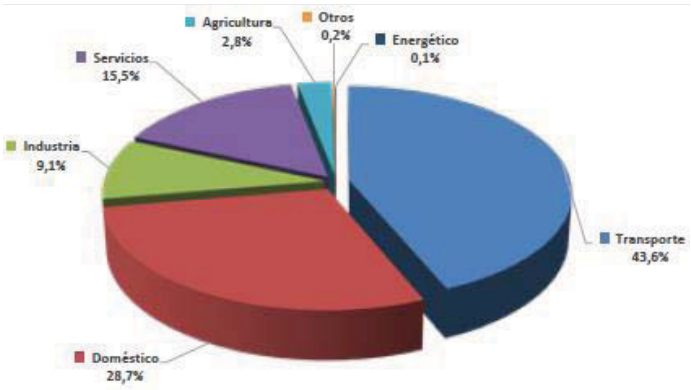


Ilustración 21. Estructura sectorial de consumo de energía final en la Comunidad de Madrid para el año 2020. (Fuente: Balance Energético de la Comunidad de Madrid. Fenercom)

Doméstico

El sector doméstico en la Comunidad de Madrid se caracteriza por hacer un gran uso del gas natural y de la energía eléctrica para satisfacer sus necesidades energéticas. Se aprecia una tendencia de reducción del uso de derivados del petróleo en este sector y su sustitución por gas natural. En cuanto al consumo total de energía se mantiene relativamente estable en el tiempo, mostrando un máximo de consumo en 2008, previo a los efectos de la crisis económica y un mínimo en 2014. En la actualidad, el consumo muestra un comportamiento próximo a la estabilización.

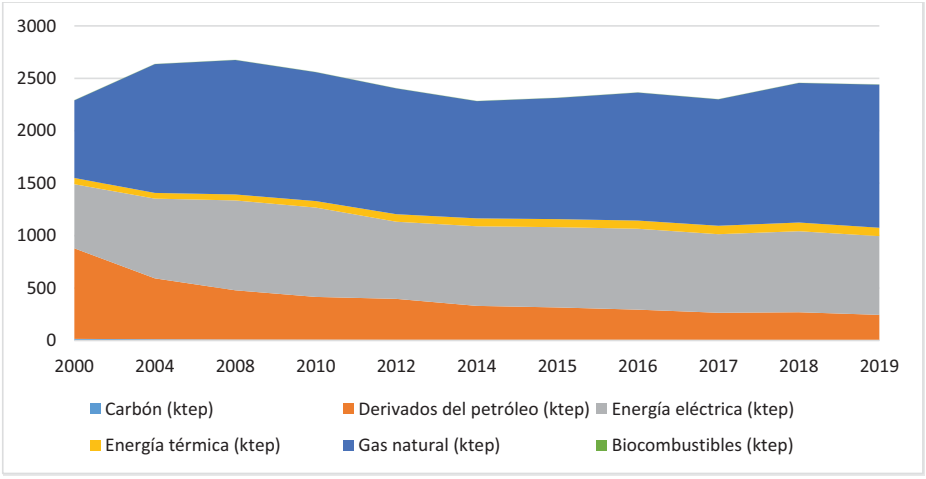


Ilustración 22. Consumo energético del sector doméstico por combustible de uso final (ktep). (Fuente: Balance Energético de la Comunidad de Madrid. Fenercom)

Servicios

El sector servicios en la Comunidad de Madrid sufrió un aumento muy relevante de su consumo energético entre los años 2000 y 2008. En los últimos años su consumo energético mantiene un comportamiento relativamente estable, con un total inferior a los

BOCM-20240115-10

1.400 ktep anuales. La fuente energética más consumida en este sector es la energía eléctrica, que supone el 73,4 % del consumo de energía final, mientras el resto del consumo se debe, prácticamente en su totalidad, al gas natural, que supone un 24,7 % del total.

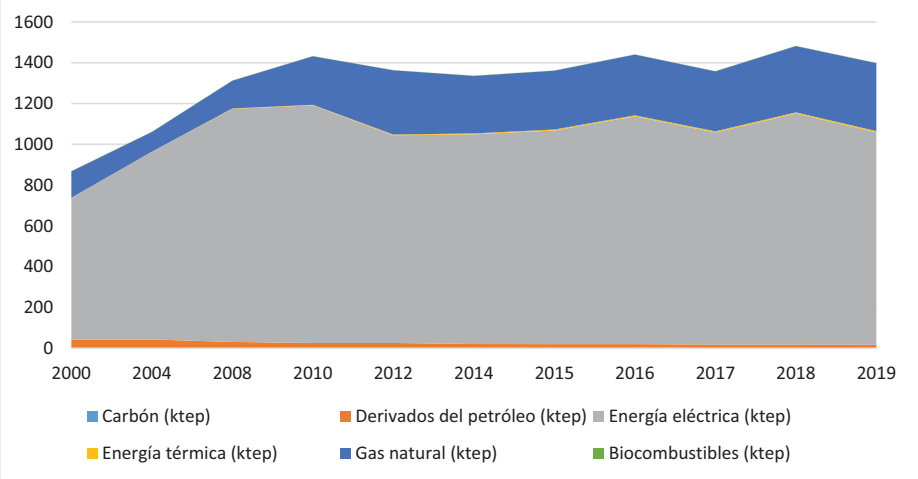


Ilustración 23. Consumo energético del sector servicios por combustible de uso final (ktep). (Fuente: Balance Energético de la Comunidad de Madrid. Fenercom)

Transporte

De forma similar al sector servicios, el consumo en el sector transporte en la Comunidad de Madrid muestra un comportamiento ascendente hasta el año 2008, tras el cual experimenta una ligera recesión. En la actualidad el comportamiento del consumo de este sector se encuentra en tendencia ascendente. Debido a la dificultad para introducir combustibles alternativos el 96,3 % de la energía final consumida en este sector proviene del petróleo y sus derivados. Sin embargo, se puede apreciar un crecimiento de la contribución de la energía eléctrica, que ha pasado de suponer un 1,6 % del consumo de energía final en el 2008 a un 4,2 % en 2020.

BOCM-20240115-10

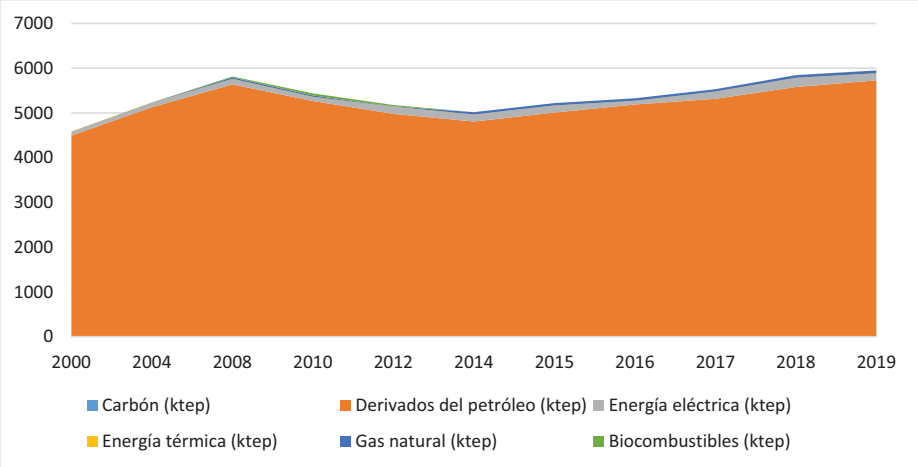


Ilustración 24. Consumo energético del sector transporte por combustible de uso final (ktep). (Fuente: Fenercom)

La red de transporte de la Comunidad de Madrid es amplia y compleja. El transporte público es el gran protagonista en los esquemas de movilidad de la Comunidad, ya que dos de cada tres desplazamientos se realizan por tal medio o a pie[47]. El sistema de transporte público de la Comunidad de Madrid cuenta con una amplia oferta de servicios. En 2019 la producción de servicios para el conjunto de los modos de transporte se situó en 349,5 millones de coches-km ferroviarios y 273,8 millones de coches-km por carretera, sobre una red de 11.249 km que atiende a todos los municipios de la región. Todo este sistema ha facilitado los más de 1.600 millones de desplazamientos de viajeros, el 78,1 % de los cuales se realizan con el Abono Transporte. Esto supone más de 4,3 millones de Tarjetas Transporte Público personales activas, es decir, más de un 50 % de la población de la Comunidad comprendida entre los 4 y los 85 años de edad, a las que hay que añadir 12,3 millones de Tarjetas Multi (Tarjeta Transporte Público no personal).[48]

El consumo de energía para transporte en la Comunidad de Madrid es un reflejo directo de la distribución modal de los desplazamientos mecanizados de la región. El transporte público cuenta con una intensidad energética mucho menor que el transporte privado, lo que supone que se necesita menor cantidad de energía para que una persona realice el mismo desplazamiento. La Encuesta de Movilidad de la Comunidad de Madrid 2018[49] compara el reparto público/privado en los viajes entre coronas (divisiones territoriales para el análisis que toman como centro el municipio de Madrid y se delimitan mediante un radio interior y otro exterior). El mayor uso del transporte público en la ciudad se da para viajes realizados en el interior de la corona central y alcanza el 56 % de los desplazamientos en dicha zona. También destaca un alto porcentaje de uso del transporte público para la movilidad entre las zonas más periféricas al centro. Los

[47] https://www.crtm.es/media/828114/informe_anual.pdf

[48] https://www.comunidad.madrid/inversion/madrid/transporte-publico-excelencia

[49] https://www.crtm.es/media/712934/edm18_sintesis.pdf

BOCM-20240115-10

trayectos realizados entre zonas periféricas tienen al transporte privado como gran protagonista, ya que se utiliza entre el 83 % y el 87 % de los desplazamientos exteriores a la corona central.

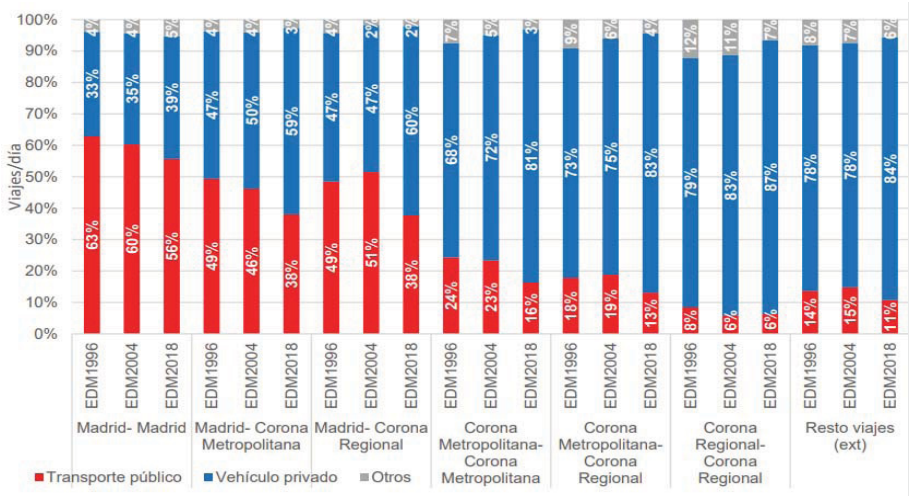


Ilustración 25. Distribución del reparto público y privado del transporte mecanizado en la Comunidad de Madrid (Fuente: CRTM – Encuesta de Movilidad 2018).

En lo referente al parque de vehículos de la Comunidad de Madrid es posible destacar que el porcentaje de turismos con respecto al parque total (77 %) es superior a la media nacional (69 %) (según datos de DGT y presentados en la siguiente tabla).

	2008	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Parque de vehículos	4.410.056	4.248.662	4.200.832	4.308.908	4.442.952	4.667.024	4.856.325	5.012.028
CAMIONES Y FURGONETAS								
GASOLINA	70.578	61.631	55.875	54.311	53.671	53.553	54.710	57.368
GASÓLEO	598.124	534.396	516.636	531.362	539.243	567.131	594.295	608.883
OTROS	190	442	848	1.241	1.880	3.318	5.934	11.443
TOTAL	668.892	596.469	573.359	586.914	594.794	624.002	654.939	677.694
AUTOBUSES								
GASOLINA	164	138	43	46	41	40	41	38
GASÓLEO	11.002	9.859	9.477	9.457	9.459	9.614	9.327	9.061
OTROS	166	626	712	776	995	1.273	1.672	1.901
TOTAL	11.332	10.623	10.232	10.279	10.495	10.927	11.040	11.000
TURISMOS								
GASOLINA	1.606.811	1.433.210	1.343.478	1.352.435	1.394.487	1.470.878	1.579.260	1.703.888
GASÓLEO	1.768.850	1.856.978	1.910.402	1.979.738	2.040.981	2.138.118	2.150.688	2.110.664
OTROS	263	849	2.385	4.791	6.894	13.093	29.954	51.510
TOTAL	3.375.924	3.291.037	3.256.265	3.336.964	3.442.362	3.622.089	3.759.902	3.866.062
MOTOCICLETAS								
GASOLINA	258.339	293.521	306.600	318.780	334.049	345.911	360.886	377.410
GASÓLEO	216	227	164	265	336	433	527	628
OTROS	108	785	958	1.124	1.324	1.599	3.024	8.129

BOCM-20240115-10

	2008	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019
TOTAL	258.663	294.533	307.722	320.169	335.709	347.943	364.437	386.167
TRACTORES INDUSTRIALES								
GASOLINA	168	126	0	0	0	0	0	0
GASÓLEO	17.070	15.892	17.476	19.548	23.142	25.126	27.669	30.897
OTROS	2	3	0	0	0	0	0	0
TOTAL	17.240	16.021	17.476	19.548	23.142	25.126	27.669	30.897
OTROS VEHÍCULOS								
GASOLINA	13.344	12.195	11.476	11.231	11.026	10.879	10.748	10.652
GASÓLEO	32.127	25.866	22.241	21.835	23.372	23.888	25.287	27.103
OTROS	32.534	1.918	2.061	1.968	2.052	2.170	2.303	2.453
TOTAL	78.005	39.979	35.778	35.034	36.450	36.937	38.338	40.208
TOTAL - GENERAL								
GASOLINA	1.949.404	1.800.821	1.717.472	1.736.803	1.793.274	1.881.261	2.005.645	2.149.356
GASÓLEO	2.427.389	2.443.218	2.476.396	2.562.205	2.636.533	2.764.310	2.807.793	2.787.236
OTROS	33.263	4.623	6.964	9.900	13.145	21.453	42.887	75.436
TOTAL	4.410.056	4.248.662	4.200.832	4.308.908	4.442.952	4.667.024	4.856.325	5.012.028

Tabla 5. Parque de vehículos registrados de la Comunidad de Madrid (Fuente: Fenercom, DGT). Otros indican vehículos movidos por GLP, GNC, vehículos híbridos y eléctricos, etc.

	Butano	Eléctrico	GLP	GNC	Hidrógeno	GNL	Biometano	Solar	Biodiesel	Etanol
AUTOBUSES	6	128	7	1.665	1					
CAMIONES HASTA 3.500 kg	4	577	915	443		1				
CAMIONES MÁS DE 3.500 kg	1	23	52	851		34				
CICLOMOTORES		3.659	2							
FURGONETAS	11	2.525	4.130	1.858		1	1			
MOTOCICLETAS	5	8.079	27	2						
OTROS VEHÍCULOS	2	1.227	68	4		1		1		
REMOLQUES										
SEMIRREMOLQUES										
TRACTORES INDUSTRIALES										
TURISMOS	191	19.162	25.128	6.881	19	9	1		9	14
TOTAL	**220**	**35.380**	**30.329**	**11704**	**20**	**46**	**2**	**1**	**9**	**14**

Tabla 6. Detalle del parque de vehículos de combustibles alternativos de la Comunidad de Madrid para el año 2019. *(Fuente: Fenercom)*

El protagonismo de los turismos en el parque de vehículos junto con el hecho de que el transporte sea el mayor consumidor de energía en la región otorga una especial relevancia a la promoción de la movilidad sostenible. Para ello es importante conocer la tipología de turismos en circulación en la región de acuerdo con su distintivo medioambiental. Como se puede ver en la siguiente ilustración, elaborada a partir de datos de la DGT (2021), alrededor de un 7 % de los vehículos cuentan con el distintivo ECO y menos del 2 % son vehículos cero emisiones. Aun pudiendo parecer porcentajes que indican una adopción poco significativa de vehículos de bajas emisiones, el nivel de penetración de estos es superior al doble que la media nacional.

BOCM-20240115-10

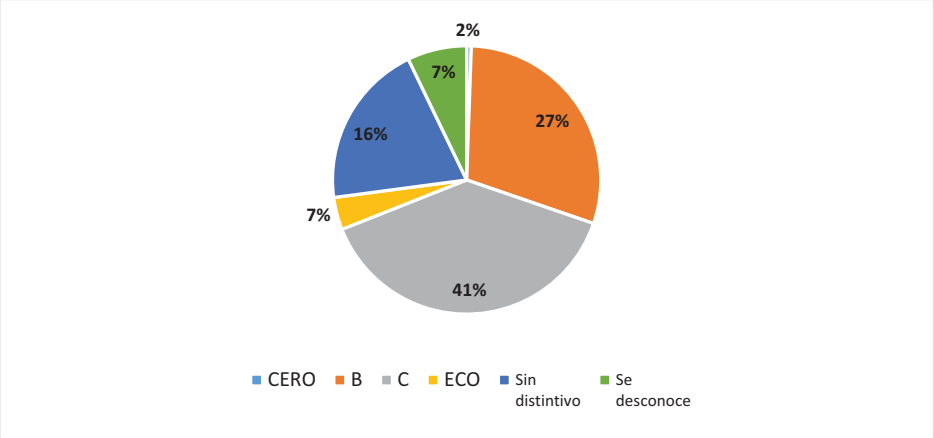


Ilustración 26. Parque de turismos por distintivo medioambiental en la Comunidad de Madrid. Año 2021. (Fuente: DGT)

De hecho, en 2021 en la Comunidad de Madrid se matricularon el 40 % del total de los matriculados en España y un 33,3 % de ellos ECO o Cero emisiones.

Industria

La industria es uno de los sectores de la Comunidad de Madrid que más cambios ha experimentado en las últimas dos décadas. Desde el año 2000 y hasta 2008 experimentó un aumento del consumo de energía, de hecho, el consumo del gas natural casi llegó a duplicarse. Con la llegada de la crisis económica de 2008 el consumo asociado a la industria se vio reducido fuertemente y en la actualidad mantiene un comportamiento estable, a pesar de la recuperación progresiva del Valor Añadido Bruto (VAB) tras la pandemia. En el año 2019, el consumo de energía final en la industria madrileña fue de 844 ktep. En 2020, debido a la crisis de la COVID-19, el consumo bajó a 750 ktep. La energía más utilizada en este sector en la actualidad es el gas natural (39,3 %), seguida muy de cerca por la energía eléctrica (37,3 %).

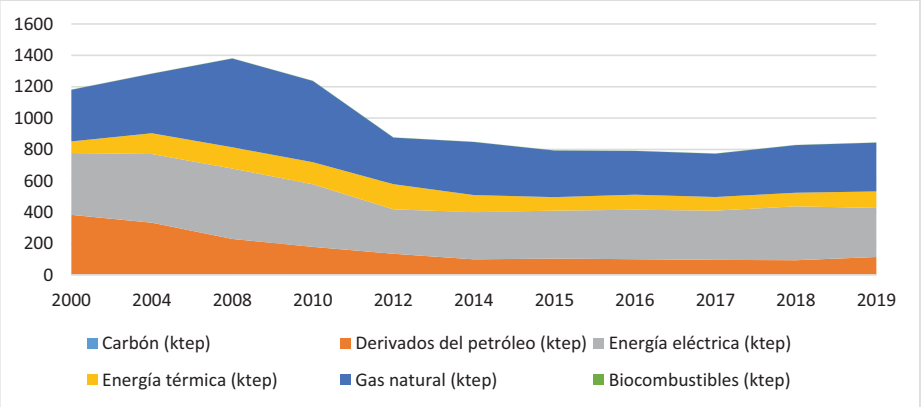


Ilustración 27. Consumo energético del sector industrial por combustible de uso final. Unidades: ktep. (Fuente: Fenercom)

BOCM-20240115-10

Estructura del consumo de energía final

El consumo de energía final de la Comunidad de Madrid en 2020[50] está protagonizado por los productos petrolíferos y sus derivados, que suponen un 47,4 % (58,0 % en 2019) del total y son empleados principalmente en el sector del transporte. La energía eléctrica es la segunda más consumida con un 26,2 % (21,1 % en 2019) del consumo final, seguida muy de cerca por el gas natural, que representa el 23,8 % (19,0 % en 2019). El resto del consumo energético es abastecido por fuentes de energía minoritarias como el carbón (< 0,1 %) los biocombustibles (> 0,1 %) y otras fuentes de energía térmica (2,4 %, 1,8 % en 2019).

El transporte supone la mayor parte del consumo energético de la región, ya que alcanza un 43,8 % (54,7 % en 2019) del consumo de energía final.

Generación energética

La energía generada en la Comunidad de Madrid cuenta con instalaciones dedicadas a la generación de energía, tanto eléctrica como térmica. Una parte de las instalaciones de generación aprovechan fuentes de energía autóctonas, como la energía solar térmica y fotovoltaica, la biomasa, la hidráulica o la valorización energética de residuos. Por otra parte, las instalaciones de cogeneración hacen uso de fuentes energéticas importadas como son el gas natural y el fuelóleo para la generación de electricidad y energía térmica. En 2020, se generaron en la región 160 ktep de energía eléctrica, lo que equivale a un 7,4 % de la electricidad consumida en la región.

	2000	2004	2008	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Hidráulica	16	22	9	7	20	13	15	14	13	10	12
RSU	20	20	19	16	12	15	16	17	19	20	19
Tratamiento de residuos	4	25	23	23	23	22	21	22	22	23	23
Cogeneración	49	79	114	138	94	68	69	67	68	82	80
Solar fotovoltaica	0	0	2	7	8	9	8	8	8	8	8
Biomasa	6	14	14	16	17	17	18	18	18	18	18
Total	**97**	**159**	**181**	**206**	**175**	**145**	**147**	**146**	**148**	**161**	**160**

Tabla 7. Generación eléctrica en la Comunidad de Madrid (ktep). (Fuente: Fenercom)

Los sistemas de generación de energía térmica de la región consisten en instalaciones solares térmicas, geotérmicas, biomasa y cogeneración. En el año 2020 la generación térmica en el territorio alcanzó los 212 ktep.

[50] Estudio del consumo basado en datos del "Balance energético de la Comunidad de Madrid 2020" (Fenercom 2021).

BOCM-20240115-10

	2000	2004	2008	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Cogeneración	58	117	121	145	94	79	79	77	78	95	91
Solar térmica	3	3	7	15	16	17	18	19	20	22	25
Biomasa	74	66	66	76	81	81	83	83	83	83	84
Geotermia	0	0	0	3	4	5	5	7	9	10	12
Total	**134**	**187**	**195**	**239**	**196**	**182**	**185**	**186**	**190**	**210**	**212**

Tabla 8. Generación de energía térmica en la Comunidad de Madrid (ktep). (Fuente: Fenercom)

Excluyendo la cogeneración del balance energético, debido a que el combustible empleado representaría una fuente energética importada, 201 ktep de consumo de energía final serían abastecidos mediante recursos autóctonos de la Comunidad de Madrid. Esto significa que **la generación autóctona supone un 2,4 % del consumo de energía final total regional**. **Si se contempla la cogeneración como fuente de autoabastecimiento este porcentaje alcanzaría el 4,5 %.**

En lo referente al aprovechamiento de recurso autóctono, la biomasa se presenta como el principal recurso generador de energía en la región, ya que representa un 50,5 % de la energía total generada (este cálculo excluye la cogeneración al utilizar gas natural importado). El tratamiento de residuos (21,1 %) y la solar térmica (12,4 %) son las siguientes tecnologías con una mayor producción.

Hidráulica

La Comunidad de Madrid cuenta en la actualidad con una potencia instalada de energía hidráulica de 110,5 MW, lo que supuso una producción total de energía en bornas de central de 144,2 GWh en el año 2020. Debido a la variabilidad del recurso hídrico, la producción de las centrales hidráulicas de la Comunidad de Madrid en la última década ha oscilado entre los 78 y los 226 GWh anuales.

	2000	2004	2008	2010	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Buenamesón	2.463	2.442	889	456	0	471	742	616	0	0	0	23
Picadas	34.200	48.698	11.581	20.651	8.123	52.835	30.618	30.588	37.614	22.099	13.037	17.259
San Juan	37.511	54.046	24.016	31.208	15.391	58.747	35.376	39.550	47.021	28.271	16.655	25.347
La Pinilla	5.464	6.890	3.940	5.228	3.103	7.148	4.920	6.120	3.213	6.628	4.701	7.172
Riosequillo	14.880	19.412	6.861	9.463	6.470	16.811	13.433	16.243	7.083	1.355	10.173	17.265
Puentes Viejas	20.420	27.108	10.671	17.334	10.691	22.078	6.449	22.790	13.294	22.009	15.553	25.478
El Villar	14.481	17.729	7.396	13.147	6.726	16.862	14.345	14.898	9.354	15.813	10.015	8.209
El Atazar	32.154	40.942	23.807	34.359	19.939	37.680	32.501	34.311	25.550	30.934	29.369	31.151
Torrelaguna	10.034	13.926	3.729	1	0	0	2.771	490	5.973	5.910	7.183	2.497
Navallar	13.069	10.853	3.528	4.514	1	3.871	6.488	2.869	4.622	6.344	3.540	935
Resto de centrales	6.200	8.614	6.331	6.998	7.662	10.352	7.644	9.583	8.317	9.005	9.476	8.887
TOTAL (MWh)	190.876	250.659	102.748	143.359	78.106	226.855	155.287	178.058	162.042	148.367	119.701	144.223

Tabla 9. Generación energética de centrales hidráulicas en Comunidad Madrid (MWh). (Fuente: Fenercom)

BOCM-20240115-10

Residuos energéticamente valorizables

Los residuos sólidos urbanos, residuos industriales y lodos provenientes de aguas residuales representan una oportunidad de aprovechamiento energético viable para obtener un valor añadido, ya sea mediante la generación de energía eléctrica, de energía térmica o de combustibles renovables líquidos y gaseosos, por medio de diferentes procesos.

Metanización de residuos

El proceso de metanización permite la obtención de fertilizantes y biogás a partir de residuos biodegradables. Una vez obtenido el biogás es posible hacer un aprovechamiento energético del recurso obtenido, tanto para la generación de energía eléctrica como térmica. Asimismo, su upgrading a biometano e inyección en la red gasista permite ampliar su aprovechamiento energético en el transporte, en el sector doméstico y en el industrial.

En la Comunidad de Madrid están emplazadas las plantas de Pinto, Las Dehesas y La Paloma (estas dos últimas en el municipio de Madrid). La planta de Pinto, puesta en funcionamiento en 2003, cuenta con una potencia instalada de 15,5 MW y una capacidad de tratamiento de 140.000 t/año de residuos. En 2019, la planta generó 68,7 GWh de energía eléctrica. La planta de Las Dehesas cuenta con una planta de separación y recuperación, planta de biometanización, compostaje, tratamiento de plásticos, restos de animales, voluminosos, trasferencia de rechazos, tratamiento de lixiviados y vertedero controlado. La planta de la Paloma consta de una planta de separación y recuperación, biometanización, compostaje, tratamiento de biogás, tratamiento de lixiviados y transferencia de rechazos. En 2019, las dos plantas del municipio de Madrid generaron conjuntamente más de 100 GWh de energía eléctrica

Digestión anaeróbica de Lodos

En la Comunidad de Madrid, Canal de Isabel II gestiona más de ciento cincuenta instalaciones de depuración de aguas residuales que generan fangos o lodos que pueden ser sometidos a un proceso de estabilización anaeróbica o metanización.

Actualmente, de media, el 46,6 % de la energía consumida en todas las depuradoras es abastecida mediante biogás producido en las plantas Viveros, China, Butarque, Sur, Suroriental, Valdebebas, Rejas y La Gavia. El aprovechamiento energético del biogás se produce mediante un proceso de cogeneración. En el año 2019, la energía producida en la Comunidad de Madrid por este tipo de instalaciones fue de 83,99 GWh. Como se ve en la siguiente gráfica el consumo de biogás es relativamente constante.

La producción de todas las instalaciones de Canal de Isabel II en 2021 fue de más de 400 GWh los que supuso una autoproducción de más del 85 % de su consumo anual.

BOCM-20240115-10

Este nivel de autoproducción es el mayor en todo el sector del agua en España y configura un modelo de gestión eficiente reconocido por Naciones Unidas[51].

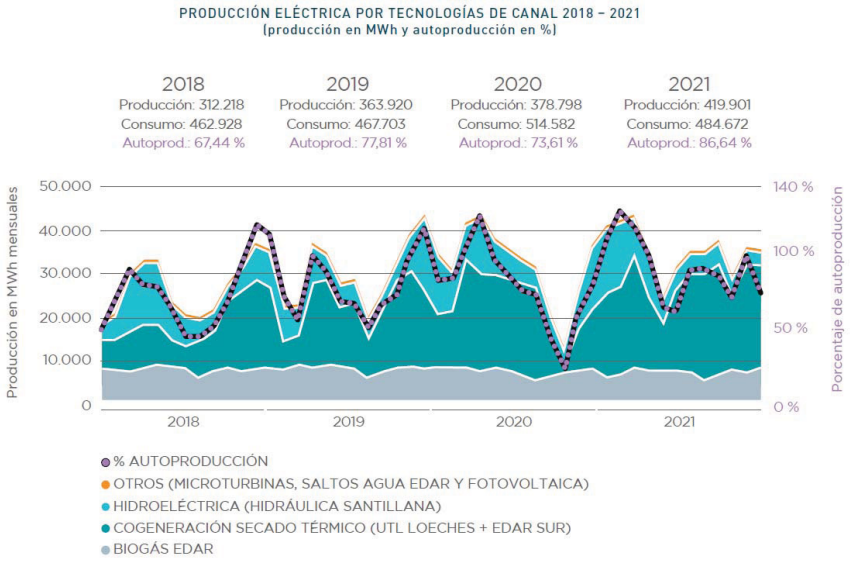


Ilustración 28. Producción eléctrica por tecnologías de Canal 2018-2021. (Fuente: Canal de Isabel II)

Incineración de residuos urbanos

La central de Las Lomas, en funcionamiento desde 1997 en el parque tecnológico de Valdemingómez, posee tres líneas de 200 t/d cada una para la incineración de «combustible derivado de residuos» con una potencia total de 29,8 MW, lo que supuso una generación de 226,7 GWh en el año 2020. El proceso consiste principalmente en la combustión del residuo para la generación de vapor y transformación en energía eléctrica por medio de una turbina acoplada a un generador.

Desgasificación de vertederos

Los vertederos son los lugares de almacenamiento o eliminación de residuos mediante depósito subterráneo o en superficie. La descomposición de la materia orgánica almacenada da lugar a dos subproductos, lixiviados y biogás. Este último es potencialmente recuperable mediante pozos de captación, por medio de un proceso denominado desgasificación.

En el vertedero de Valdemingómez, que estuvo en funcionamiento de 1978 al año 2000, es posible aplicar estas técnicas para la valorización energética de los residuos enterrados. Mediante doscientos ochenta pozos de captación y ocho motores

[51].https://www.canaldeisabelsegunda.es/documents/20143/12257471/20220511_Acuerdo+cooperacion+UNDESA.pdf/c47ac78c-4fea-7eed-2ca1-ac422453fd39?t=1652269447808

BOCM-20240115-10

generadores con una potencia total de 18,7 MW, a lo largo del año 2020 la planta suministró 67,8 GWh en bornas del alternador.

El vertedero de Las Dehesas, actualmente en periodo de explotación mediante el método de celdas, presenta un potencial futuro de aprovechamiento a medida que las celdas se vayan clausurando, estimando la duración de cada una de las celdas entre tres y cinco años. La potencia instalada proyectada para esta instalación se estima en 3,8 MW con un potencial de producción alrededor de los 28 GWh anuales.

El vertedero de Alcalá de Henares, que recogía los residuos urbanos correspondientes a la zona este de la Comunidad de Madrid y actualmente está clausurado, cuenta actualmente con una potencia de generación eléctrica de 2,3 MW. Asimismo, también existen prácticas de desgasificación en los vertederos de Nueva Rendija (1,55 MW), Pinto (contabilizado en la planta de metanización), Colmenar de Oreja (cuarenta y cuatro pozos con una potencia global de 1,55 MW) y Colmenar Viejo (potencial aprovechamiento futuro de 4,3 MW) que asimila los residuos de la zona norte y oeste de la comunidad.

		Energía producida (MWh)
Metanización de residuos		
	Pinto (Incluye vertedero)	67.806
Digestión anaeróbica de lodos		
	Viveros	9.338
	China	9.670
	Butarque	12.138
	Sur	23.951
	Suroriental	2.055
	Valdebebas	2.874
	Rejas	6.153
	La Gavia	7.258
	EDAR Arroyo del Soto	8.332
	Depuradora Arroyo Culebro	2.219
Incineración de residuos sólidos urbanos		190.876
	Las Lomas	226.721
Vertido de residuos sólidos urbanos		
	Valdemingómez	67.783
	Alcalá de Henares	16.544
	Nueva Rendija	4.175
	Colmenar Viejo	28.292
TOTAL		**495.309**

Tabla 10. Generación energética a partir de residuos valorizables energéticamente en la Comunidad de Madrid (MWh). Año 2020 (Fuente: Fenercom)

BOCM-20240115-10

Energía solar térmica

La energía solar térmica de baja temperatura consiste en el aprovechamiento de la energía solar para calentar agua, lo que permite abastecer parte de la demanda de Agua Caliente Sanitaria (ACS) y calefacción mediante captadores solares instalados en las cubiertas de los edificios en los que se realiza el consumo.

Este tipo de fuente de generación de energía se ha visto fuertemente beneficiado en los últimos años por el régimen de obligatoriedad para el abastecimiento de parte de la demanda de ACS mediante fuentes renovables, reflejado en el Código Técnico de la Edificación (CTE) y dirigido a los edificios de nueva planta.

En la Comunidad de Madrid existen más de 360.315 m^2 de captadores solares que, en el año 2020, proporcionaron 25 ktep de energía térmica.

Si bien el anterior CTE ofrecía como recurso la posibilidad de sustituir la instalación solar térmica por otra fuente renovable, en caso de que el potencial solar no fuera el adecuado, tras la última modificación de este documento, cualquier fuente de energía renovable o sistema urbano de calefacción se considera, para la aportación de energía, equivalente al 70 % de la demanda de ACS. Se espera que este cambio en el requerimiento, sumado a un desarrollo tecnológico muy superior a otras tecnologías que compiten en espacio, como la solar fotovoltaica, reste protagonismo a la energía solar térmica en los próximos años.

	2000	2004	2008	2010	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
m^2 captadores	41.504	53.316	114.388	179.021	240.492	271.199	286.957	298.818	313.340	328.812	360.315	410.588
Energía (ktep)	2,5	3,2	7,0	10,9	14,6	16,5	17,4	18,2	19,1	20,0	21,9	25

Tabla 11. Evolución de sistemas solares térmicos en la comunidad de Madrid. (Fuente: Fenercom)

Energía solar fotovoltaica

Sin duda esta es la fuente de energía renovable con mayor desarrollo tecnológico en los últimos años. La Comunidad de Madrid cuenta con 66,4 MWp instalados en el año 2020, generando 88.004 MWh anuales. La bajada de precios de las instalaciones y el excepcional potencial solar de Madrid (de acuerdo con el "Atlas de Radiación Solar en España", publicado por AEMET, Madrid es la capital europea que recibe la mayor cantidad de radiación directa y es la segunda capital después de Atenas en irradiancia global), posicionan a ciudad como una de las capitales europeas más adecuadas para la integración de la producción solar en el punto de consumo. Además, la entrada en vigor del Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica introduce la posibilidad de realizar autoconsumo compartido, lo que supone un impulso sustancial a la adopción de esta tecnología.

BOCM-20240115-10

	2000	2004	2008	2010	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Potencia instalada (MWp)	0,1	2,9	23,8	35,1	62,1	65,5	66	66	66,5	66,8	66,5	66,4
Energía generada (MWh)	7	2.483	22.716	41.452	77.632	98.701	99.662	94.397	98.545	91.410	97.888	88.004
.Energía generada (ktep)	0	0,2	2	3,6	6,7	8,5	8,6	8,1	8,5	7,9	8,4	7,6

Tabla 12. Evolución de sistemas solares fotovoltaicos en la comunidad de Madrid. (Fuente: Fenercom)

La evolución del sector de autoconsumo renovable está siendo espectacular. A cierre del tercer trimestre de 2022 se habían dado de alta 33.245 instalaciones, con algo más de 225 MW de potencia instalada. A finales de 2022 se están registrando instalaciones a un ritmo de 4.500 – 5.000 instalaciones por trimestre, con una potencia instalada de unos 40 MW por trimestre. Con los incentivos en curso se espera que se instalen entre 200 y 300 MW solares en 2023 y que la tendencia continúe al alza los próximos años.

Energía geotérmica

La geotermia de baja temperatura, basada en el aprovechamiento de la energía térmica presente en el subsuelo mediante el uso de bombas de calor, es una fuente de energía poco desarrollada aún en el ámbito de la Comunidad de Madrid. Sin embargo, está experimentando un crecimiento importante en términos relativos, habiéndose visto incrementada la potencia instalada en más de seis veces a lo largo de la última década.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Potencia instalada (kW)	5.386	7.277	9.675	12.425	13.821	15.677	18.305	24.710	29.572	33.100	41.881
Instalaciones	107	162	230	289	334	372	405	476	633	894	109
ERES[52] (tep)	1,6	2,1	2,8	3,6	4,0	4,5	5,3	7,1	8,5	9,5	12,1

Tabla 13. Evolución de instalaciones geotérmicas en la comunidad de Madrid. (Fuente: Fenercom)

Biomasa

La biomasa en la Comunidad de Madrid representa una fracción significativa de la energía producida para uso térmico ya que supuso 101,5 ktep en el año 2020. Las características intrínsecas de este combustible, con necesidades logísticas complejas y posibles problemáticas relacionadas con la calidad del aire, lo convierten en una solución poco práctica para entornos urbanos altamente densificados. Aun así, entornos de carácter más rural de la región, más cercanos al punto de producción, podrían beneficiarse de las características de este combustible tanto en astillas como pellets para su uso en calefacción.

[52] Energía procedente de fuentes renovables

BOCM-20240115-10

Cogeneración

La cogeneración, que consiste en obtener dos o más formas de energía (generalmente calor y electricidad) a partir de una única fuente, cuenta con un total de 244 MW de potencia instalada en la región, suponiendo una producción de 823 GWh en 2020.

	2000	2004	2008	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Energía (ktep)	49	79	114	138	94	68	69	67	68	76	71

Tabla 14. Evolución de energía eléctrica generada por cogeneración en la Comunidad de Madrid. (Fuente: Fenercom)

La cogeneración en los sectores industrial y terciario es muy dependiente del marco regulatorio y de las primas, por lo que su evolución en un futuro estará muy condicionada a la evolución de tales factores.

Energías residuales de infraestructuras urbanas

Si bien hasta la fecha el aprovechamiento de estas energías renovables está en una fase muy incipiente, dado su elevado potencial en la Comunidad de Madrid se están impulsando proyectos pioneros que además de favorecer la descarbonización energética contribuyen a mitigar el efecto “isla de calor”, evitando que se viertan a la atmósfera las energías residuales caloríficas.

BOCM-20240115-10

Diagrama de Sankey – Comunidad de Madrid en 2019

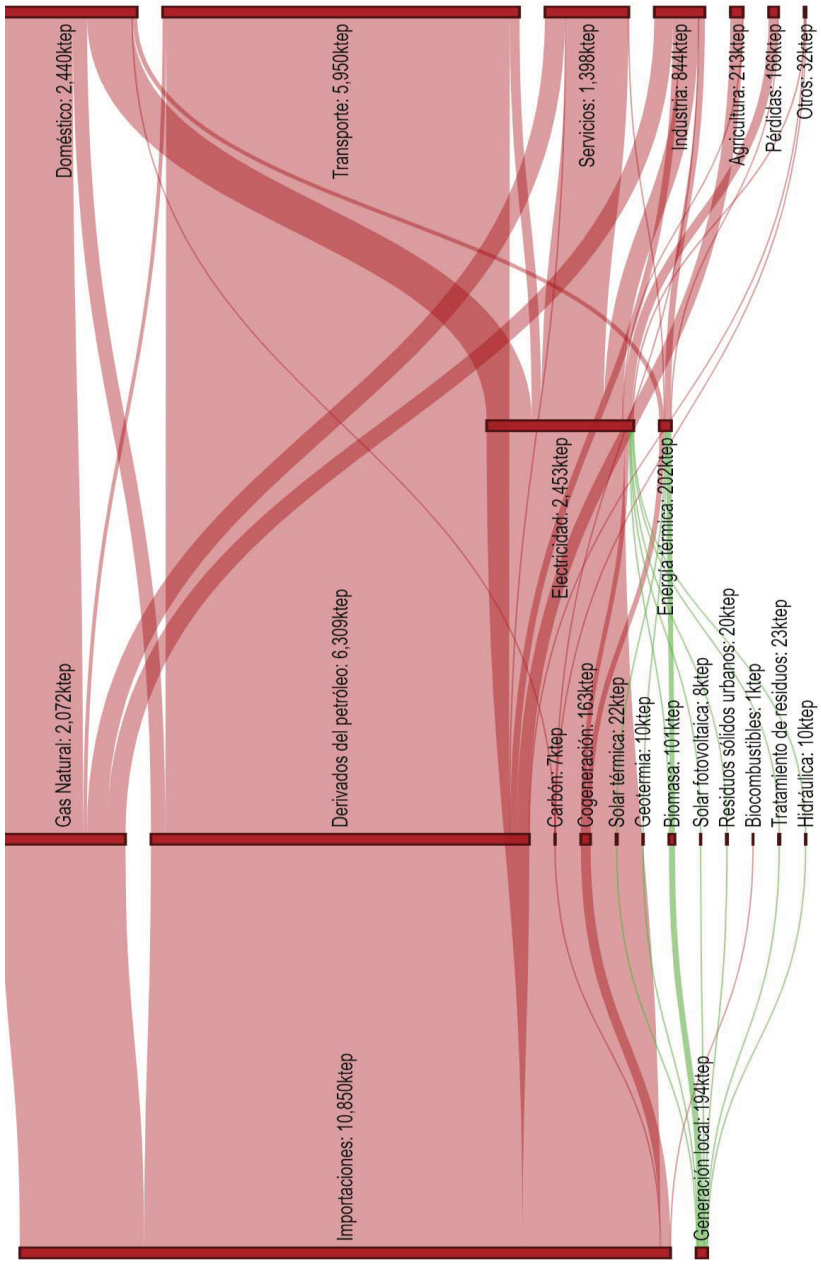


Ilustración 29. Diagrama de Sankey del sistema energético (ktep) de la Comunidad de Madrid en 2019. (Fuente: Elaboración propia). Nota: las "importaciones" hacen referencia a los flujos energéticos producidos fuera de la Comunidad de Madrid.

BOCM-20240115-10

Infraestructuras Energéticas Existentes

Derivados del petróleo

A pesar de la tendencia hacia la descarbonización del sistema energético, los derivados del petróleo todavía representan un papel clave para la seguridad de suministro y el abastecimiento de la demanda energética, fundamentalmente en sectores especialmente dependientes de estos combustibles como es el caso del transporte. Además, el despliegue de oleoductos para su distribución resulta en una disminución de los desplazamientos de camiones y buques en este proceso, disminuyendo las emisiones asociadas.

El sistema logístico de petróleo y derivados en España se gestiona principalmente por Exolum (anteriormente conocido como CLH - Compañía Logística de Hidrocarburos) y está formado por una red de oleoductos de 4.000 km de extensión, treinta y nueve instalaciones de almacenamiento que suman una capacidad total de 8 millones de m^3, trece instalaciones portuarias, treinta y siete instalaciones aeroportuarias y seis redes de hidrante.

Ilustración 30. Mapa de red de distribución de hidrocarburos en España. (Fuente: Exolum)

BOCM-20240115-10

La infraestructura básica de la Comunidad de Madrid se compone del oleoducto Rota-Zaragoza, que conecta la Comunidad de Madrid con las refinerías de Puertollano, Tarragona, Algeciras, Huelva y Bilbao, además de con los puertos de Barcelona, Málaga y Bilbao. Por estos oleoductos se reciben gasolinas, querosenos y gasóleos. Además del oleoducto principal, existen ramificaciones dentro de la Comunidad para poder atender a la demanda de distribución, bien de carácter general, bien de instalaciones singulares, como las de los aeropuertos Adolfo Suárez-Madrid Barajas y Torrejón de Ardoz. La red de oleoductos de Exolum en la Comunidad de Madrid tiene más de 238 km de longitud y conecta todas las instalaciones de almacenamiento entre sí, además de enlazar con la red nacional de oleoductos en Loeches. En este municipio la compañía tiene una estación de bombeo y cuenta con otra en Torrejón en Ardoz.

Por otro lado, en la Comunidad de Madrid existen instalaciones de almacenamiento de combustibles líquidos, propiedad de Exolum, en Villaverde, San Fernando de Henares y Loeches, además de las existentes en los aeropuertos Adolfo Suárez-Madrid Barajas, Torrejón de Ardoz y Cuatro Vientos, específicamente para queroseno. Las capacidades de almacenamiento principales se encuentran en Torrejón de Ardoz, seguido del almacenamiento de Villaverde, y con bastante menor capacidad, el de Loeches. Por otro lado, en la Comunidad existen dos plantas de almacenamiento y envasado de GLP, ubicadas en Pinto (Repsol-Butano) y Vicálvaro (Cepsa), además de la de San Fernando de Henares (Repsol-Butano) para almacenamiento, que abastecen tanto a la propia Comunidad de Madrid como a las provincias limítrofes.

Ilustración 31 Mapa de red de distribución de hidrocarburos en la Comunidad de Madrid. (Fuente: CLH)

En lo relativo a las estaciones de servicio, en 2020 se contaba con 774 en la Comunidad de Madrid, número en constante crecimiento desde el año 2008.

	2008	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Estaciones de servicio	596	611	638	648	680	702	724	750	774
Habitantes	6.327.594	6.414.709	6.385.298	6.424.275	6.476.705	6.549.519	6.641.648	6.747.068	6.755.828
Hab/EESS	10.617	10.499	10.008	9.914	9.525	9.330	9.174	8.996	8.728

Tabla 15. Estaciones de servicio en la Comunidad de Madrid (Fuente: Fenercom)

BOCM-20240115-10

Energía eléctrica

En el caso de la red de energía eléctrica, Red Eléctrica de España gestiona la red de transporte y las compañías distribuidoras son, a su vez, las encargadas de la operación de las redes de distribución. El informe de cierre del año 2020 de esta entidad, cifra en la longitud de la red de transporte en 42.541 km de red aérea, 835 km de cable submarino y 1.077 km de cable subterráneo a nivel nacional. Asimismo, con el fin de impulsar la transición energética mediante una mayor integración de generación renovable en el sistema, también la capacidad de transformación a nivel nacional se ha elevado a los 93.735 MVA.

Ilustración 32 Mapa de red de transporte y distribución de la electricidad en España. (Fuente: ENTSOE)

En el contexto de la Comunidad de Madrid, la red eléctrica de alta tensión forma una red en anillo con 870 km de red de 400 kV en el que están emplazadas siete grandes subestaciones (Galapagar, Fuencarral, San Sebastián de los Reyes, Loeches, Morata de Tajuña, Moraleja de Enmedio y Villaviciosa de Odón). A su vez, la línea de 220 kV cuenta con una longitud de 1.200 km que alimentan la red de distribución. Las conexiones de la red están estructuradas de la siguiente manera:

- Eje Noroeste-Madrid: permite el transporte de energía eléctrica proveniente de la Castilla y León.
- Eje Extremadura-Madrid: permite el transporte de energía eléctrica proveniente de Extremadura, que destaca por el aporte de grandes

BOCM-20240115-10

cantidades de electricidad procedente de los reactores nucleares Almaraz I y II.

- Eje Levante-Madrid: Conexión con que permite el transporte de energía eléctrica proveniente de Castilla La-Mancha.
- Anillo de Madrid: anillo de 870 km de longitud alrededor de las zonas de mayor densidad de población de la región.
- Líneas de conexión con centrales: líneas de conexión directas con centrales de producción especialmente relevantes, como la central nuclear de Trillo.

El sistema de distribución está compuesto por ciento ochenta y siete subestaciones y más de 25.000 centros de transformación. En su conjunto, la red eléctrica de la Comunidad de Madrid cuenta con un gran nivel de mallado, lo que le otorga una muy buena garantía de suministro, con un TIEPI (tiempo de interrupción equivalente de la potencia instalada en media tensión) y un NIEPI (número de interrupciones equivalente de la potencia instalada en media tensión) entre los mejores de España (según datos del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo[53]).

Ilustración 33 Mapa de red de transporte y distribución de la electricidad en la Comunidad de Madrid. (Fuente: ENTSOE)

Gas natural

La evolución de la infraestructura para el transporte de gas natural en España ha estado estrechamente ligada a la evolución de la demanda de dicho combustible[54] Desde el comienzo de siglo hasta el año 2008, la demanda de gas natural siguió una tendencia alcista muy fuerte, momento en el que se elaboró la planificación de los sectores de electricidad y gas natural 2008-2016, por lo que se establecieron unos objetivos de

[53] https://energia.serviciosmin.gob.es/Gecos/DatosPublicos/CalidadServicio

[54] http://www.energiaysociedad.es/manenergia/3-1-la-cadena-de-valor-del-gas-natural/

BOCM-20240115-10

expansión de la infraestructura de red muy ambiciosos, incluyendo, entre otros, numerosas ampliaciones de capacidad de las plantas existentes, nuevas instalaciones de almacenamiento y nuevas interconexiones internacionales (aún en desarrollo)[55]. Resultado de esta planificación, la red de transporte de gas continuó su tendencia expansionista a pesar de la reducción de la demanda, principalmente asociada a una disminución de del consumo de gas para la generación eléctrica. Alcanzando un mínimo en 2014, la demanda de gas natural ha retomado la tendencia alcista estrechamente ligada a la evolución de la demanda de energía eléctrica[56].

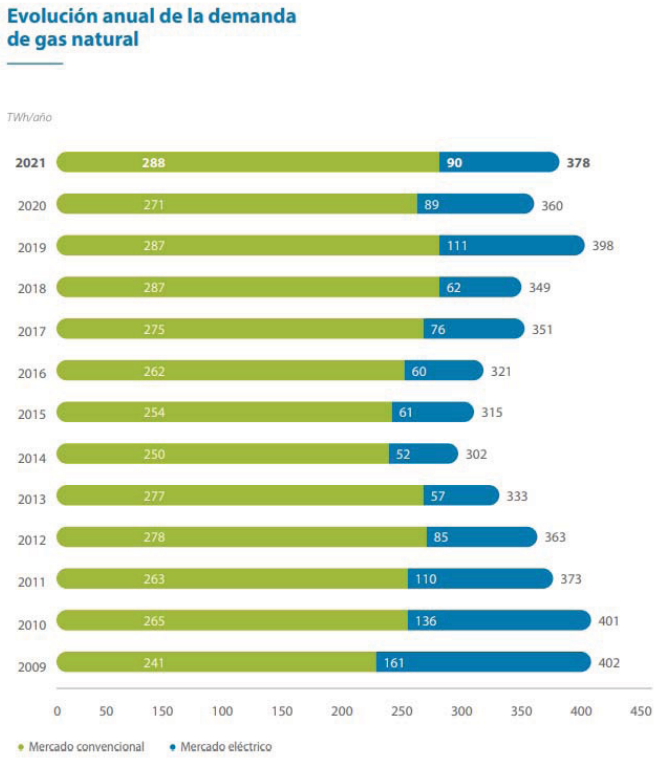


Ilustración 34 Evolución de la demanda de gas natural en España. (Fuente: Enagás

La red de transporte de gas natural en España es gestionada principalmente por Enagás, propietario de la infraestructura que se muestra a continuación.

[55] https://www.enagas.es/enagas/es/Transporte_de_gas/ProyectosYUltimasInfraestructuras

[56] https://www.cnmc.es/sites/default/files/3085923.pdf

BOCM-20240115-10

Ilustración 35. Red de transporte de gas natural en España. (Fuente: Enagás)

Ilustración 36. Red de transporte de gas natural en la Comunidad de Madrid y alrededores (Fuente: Enagás)

Asimismo, cabe destacar la existencia de diversas empresas distribuidoras en la región tal y como se indica en el siguiente mapa por municipios.

BOCM-20240115-10

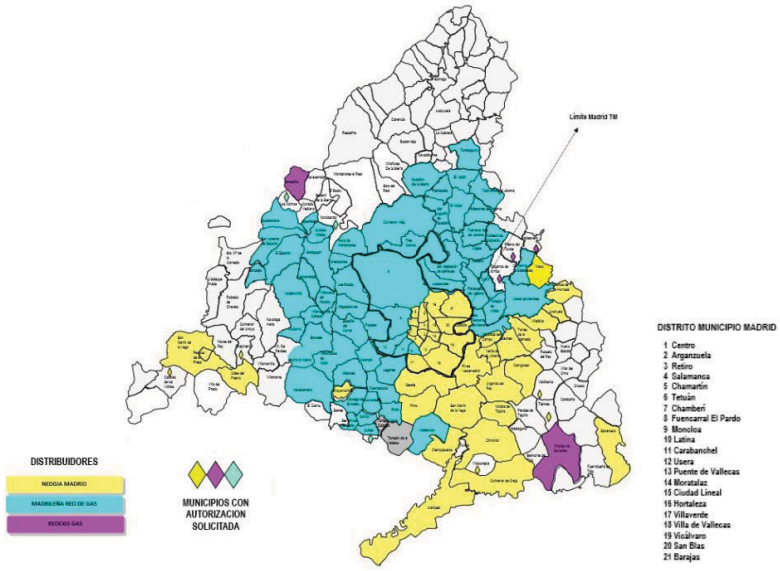


Ilustración 37. Empresas distribuidoras de gas natural en la Comunidad de Madrid por municipios. (Fuente: DG Transición Energética y Economía Circular).

2.1.3 Diagnóstico de la Calidad del Aire

El diagnóstico de la calidad del aire en la Comunidad de Madrid se analiza en términos de **emisión**, es decir, en relación con la cantidad de contaminantes vertidos a la atmósfera desde las diferentes fuentes o focos, y de **inmisión o calidad del aire**, es decir, de la concentración de cada uno de los contaminantes en el aire ambiente o su depósito en superficies en un momento y una zona previamente determinados.

En general, la calidad del aire y el cambio climático están íntimamente relacionados debido a que los gases de efecto invernadero y los contaminantes atmosféricos proceden de fuentes normalmente comunes, si bien el deterioro de la calidad del aire se debe a la emisión de una serie de contaminantes distintos a los causantes del cambio climático (Ilustración 38). Por ejemplo, el aumento de temperatura se relaciona directamente con el incremento en las concentraciones de ozono, es decir, el calentamiento atmosférico tiene el potencial de aumentar el ozono a nivel del suelo en muchas regiones, lo que puede presentar desafíos para el cumplimiento de los estándares de este contaminante en el futuro (*United States European Protection Agency, EPA*, s.f.). Asimismo, una mayor frecuencia de fenómenos anticiclónicos puede hacer disminuir la dispersión de los contaminantes.

Por tanto, las políticas para reducir los gases de efecto invernadero pueden tener beneficios colaterales para la salud pública y la calidad del aire, especialmente en las zonas urbanas, que pueden compensar los costes de la mitigación de los gases de efecto invernadero, por ahorro de costes en el sistema de salud. Esta interrelación evidencia la necesidad de seguir trabajando de manera conjunta para reducir las

BOCM-20240115-10

emisiones de contaminantes atmosféricos y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). No obstante, si bien es cierto que las medidas de mitigación del cambio climático suelen conllevar una mejora de la calidad del aire, en algunas ocasiones no implican un impacto positivo en la reducción de las emisiones de contaminantes atmosféricos. Es el caso de las calderas de biomasa, cuyo uso, si bien puede suponer una reducción de emisiones de GEI, implica un aumento en las emisiones de $PM_{2,5}$.

Es preciso señalar que no tendría sentido adoptar medidas en un ámbito que impidiese la consecución de los objetivos definidos en el otro. Por ello, tal y como puntualiza el I Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica (PNCCA) «resulta fundamental garantizar la coherencia y maximizar las sinergias entre las políticas de cambio climático y de control de la contaminación atmosférica y, más concretamente, la coordinación en el desarrollo de los instrumentos de planificación en sendos ámbitos»[57].

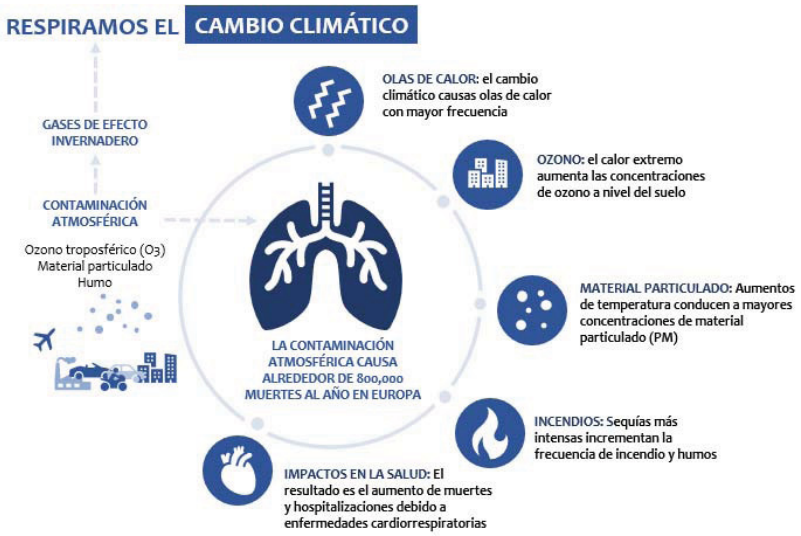


Ilustración 38. Relación entre cambio climático y los efectos en la salud de la contaminación atmosférica. (Fuente: Adaptado de Gunnelle E. Sandanger[58].)

Evaluación de la calidad del aire

Para la evaluación de la calidad del aire, la Comunidad de Madrid dispone de su propia Red de estaciones de medición (en adelante la Red). La finalidad principal de esta Red es medir los niveles de concentración de los principales contaminantes atmosféricos. La información proporcionada por la Red permite informar a los ciudadanos del estado de la calidad del aire, localizar las zonas con mayores problemas de contaminación, evaluar el grado de cumplimiento de los requerimientos normativos, así como obtener la

[57] I Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica. Obtenido de: https://recs.es/wp-content/uploads/2020/01/I-PNCCA.pdf

[58] https://www.exhaustion.eu/resources/we-breathe-climate-change

BOCM-20240115-10

información necesaria para recomendar o adoptar, en su caso, las actuaciones necesarias encaminadas a la protección de la salud de las personas y el medio ambiente.

Hasta diciembre de 2018, la Red estaba constituida por veintitrés estaciones automáticas fijas y dos laboratorios de referencia móvil (unidades móviles). El 1 de enero de 2019 entró en funcionamiento una nueva estación fija de medida en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama, denominada "Puerto de Cotos", con los objetivos de reforzar y consolidar los datos que se obtienen en la Red, así como obtener información de las concentraciones de ozono en zonas alejadas de sus precursores y de sus variaciones con la altura. Los datos obtenidos por la Red son puestos a disposición del público en general, con especial atención a los centros de investigación y a la comunidad científica en su conjunto, de forma que se faciliten los estudios que se están realizando para la reducción de contaminantes.

El reparto territorial de las veinticuatro estaciones fijas de medida de la Red autonómica, a las que hay que añadir otras veinticuatro estaciones de medida correspondientes a la ciudad de Madrid, se concreta en siete zonas, delimitadas por su comportamiento homogéneo en lo que a calidad del aire se refiere:

- Zona 1, la Aglomeración Madrid-ciudad, con un área de 604 km^2, que tiene su propia red de medición, gestionada por el Ayuntamiento de Madrid, y que está constituida, como se ha indicado, por veinticuatro estaciones. Esta Red municipal se describe con mayor detalle en el siguiente apartado.
- Zonas urbanas o aglomeraciones 2, 3 y 4: Aglomeración Corredor del Henares (zona 2 con un área de 915 km^2), Aglomeración Urbana Sur (zona 3 con un área de 1.413 km^2) y Aglomeración Urbana Noroeste (zona 4 con un área de 1.016 km^2).
- Zonas rurales 5, 6 y 7: Sierra Norte (zona 5 con un área de 1.951 km^2), Cuenca del Alberche (zona 6 con un área de 1.181 km^2) y Cuenca del Tajuña (zona 7 con un área de 942 km^2).

La caracterización de las estaciones fijas de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid, en función de los contaminantes, es la siguiente:

- Zonificación para monóxido de carbono, dióxido de azufre, benceno, metales y benzo(a)pireno.
- Zonificación para partículas PM_{10}, partículas $PM_{2,5}$ y dióxido de nitrógeno.
- Zonificación para óxidos de nitrógeno (protección de la vegetación y los ecosistemas).
- Zonificación para ozono.

En relación con las tres primeras zonificaciones, de las veinticuatro estaciones de la Red, ocho de ellas son de tráfico, dos industriales y catorce de fondo. Atendiendo al tipo de área en relación con el ozono, diez estaciones son urbanas, ocho suburbanas y seis rurales, de cuales tres son remotas y tres regionales.

BOCM-20240115-10

La siguiente figura muestra la localización de las estaciones, donde se puede observar la zona a la que pertenece cada una y el tipo de estación de acuerdo con los criterios legales de clasificación (tráfico, industrial, de fondo rural o de fondo urbano).

Ilustración 39. Zonificación y Red de calidad del aire de la Comunidad de Madrid. (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Dirección General de Medio Ambiente y Sostenibilidad)

Diariamente se reciben en la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid datos de concentración de los principales contaminantes procedentes de estaciones fijas de medida, que permiten realizar un seguimiento y control de la calidad del aire. Estos datos, así como los informes diarios, mensuales, trimestrales y anuales, elaborados en base a los datos registrados, son accesibles al público a través de la dirección url: http://www.madrid.org/calidaddelaire.

En dicho enlace se puede consultar, además del Índice de Calidad del Aire de cada estación, los datos en tiempo real de todas las estaciones, datos históricos, avisos de superaciones de umbrales, documentación, legislación, etc., Todos los datos se pueden descargar de una manera cómoda y sencilla. También están disponibles, en el Portal de Datos Abiertos de la Comunidad de Madrid, los datos horarios, en un formato adecuado para los usuarios que de forma reiterativa utilizan esta información, tales como investigadores, divulgadores y gestores de aplicaciones de calidad del aire.

Por su parte, el Ayuntamiento de Madrid dispone del denominado Sistema Integral de la Calidad del Aire, que permite conocer en cada momento los niveles de contaminación atmosférica en el municipio. Dicho Sistema está compuesto por tres subsistemas que hacen referencia a funciones distintas: Vigilancia, Predicción e Información.

BOCM-20240115-10

En lo que se refiere al subsistema de vigilancia, la Red del Ayuntamiento de Madrid está conformada, como se ha indicado, por veinticuatro estaciones fijas automáticas, de las cuales, nueve son estaciones de tráfico (situadas próximas al viario), doce estaciones de fondo urbano (más alejadas del tráfico, generalmente en parques o calles y plazas con tráfico reducido) y tres estaciones suburbanas (situadas fuera del núcleo urbano consolidado). Por otro lado, el Ayuntamiento de Madrid ha establecido una zonificación de la ciudad de Madrid orientada a la gestión de situaciones de altos niveles de contaminación, como los picos de contaminación por NO_2, cuando se pone en marcha la aplicación del protocolo de actuación, aprobado por el propio Ayuntamiento, a tal fin. En la siguiente figura se recoge con más detalle la ubicación de las estaciones.

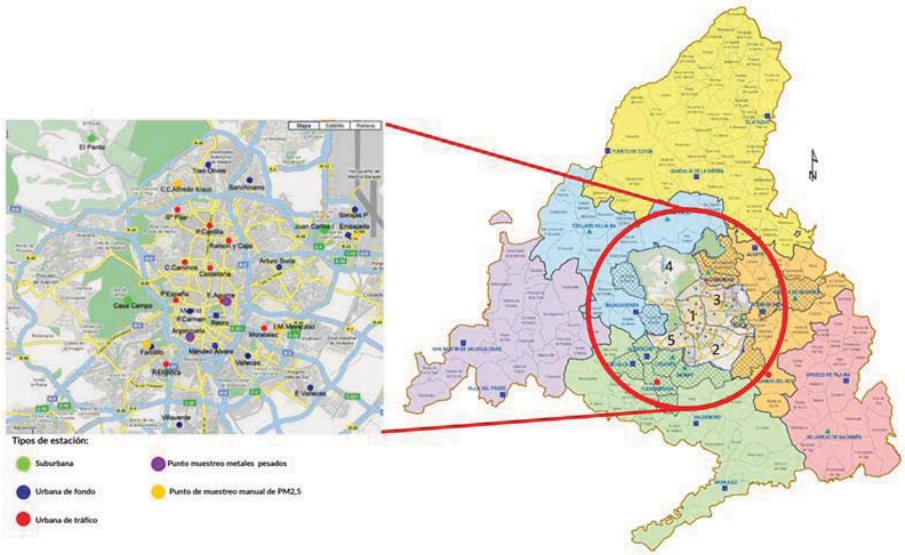


Ilustración 40. Red de estaciones fijas de control de la calidad del aire del Ayuntamiento de Madrid (Fuente: Ayuntamiento de Madrid y Área de Calidad Atmosférica, Dirección General de Medio Ambiente y Sostenibilidad)

La evaluación de la calidad del aire, junto con el inventario de emisiones y el análisis de contribución de fuentes realizado en el marco del Convenio de investigación firmado con la Universidad Complutense de Madrid (UPM), denominado «Modelización de la calidad del aire de la Comunidad de Madrid», constituye una referencia esencial en el diseño de la presente Estrategia y del Plan de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid, anexo a este documento. La realización de este diagnóstico permite, a su vez, identificar las zonas con mayores niveles de contaminación, los contaminantes críticos y las fuentes de emisión más relevantes con el fin último de establecer las áreas de actuación en las que se van a centrar los esfuerzos de esta Estrategia.

En el presente apartado, se resumen tanto los resultados específicos, obtenidos del último informe anual disponible, del año 2021, como los resultados históricos desde el año 2015. Es importante mencionar en este punto, en el que se van a interpretar los

BOCM-20240115-10

datos recogidos en las distintas estaciones, la repercusión de la situación vivida por la pandemia mundial causada por la COVID-19, cuyo impacto comenzó a partir del mes de marzo del año 2020. Por este motivo, los datos medidos durante el año 2020 podrían no ser representativos y tener diferencias significativas respecto a los recogidos en años anteriores. Ese efecto se ve reflejado, en muchos casos, en las gráficas donde se muestra la evolución de la situación durante el periodo de estudio. A continuación, se presentan los resultados para los contaminantes más problemáticos en la región, como son NO_2, Partículas (PM_{10}, $PM_{2,5}$) y O_3.

En este sentido, durante el año 2021 los datos registrados por las estaciones de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad del Madrid ponen de manifiesto que:

- Las partículas en suspensión (PM_{10} y $PM_{2,5}$), dióxido de nitrógeno (NO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxido de azufre (SO_2), monóxido de carbono (CO), benceno (C_6H_6), plomo (Pb), arsénico (As), cadmio (Cd), níquel (Ni) y benzo(a)pireno (B(a)P), presentan concentraciones que se encuentran por debajo de los valores límite y valores objetivo establecidos por la normativa de aplicación, alejadas de dichos valores.
- El Ozono (O_3) supera los valores objetivo en algunas de las estaciones.

A continuación, se muestran los gráficos y un resumen de los datos correspondientes a los principales parámetros medidos en las estaciones de la Red. El Diagnóstico completo puede consultarse en el documento del Plan de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid.

Dióxido de nitrógeno (NO_2)

Los **óxidos de nitrógeno (NO_x)** son contaminantes primarios de mucha trascendencia en los problemas de contaminación. Se trata, básicamente, del óxido nítrico (NO) y del dióxido de nitrógeno (NO_2).

El **dióxido de nitrógeno (NO_2)** es un gas tóxico, irritante y precursor del ozono troposférico (O_3), que también interviene en la formación de gases acidificantes y eutrofizantes. La fuente principal de este contaminante, en la Comunidad de Madrid, son los vehículos a motor.

Para el NO_2, la legislación establece un **umbral de alerta de 400 µg/m³** durante tres horas consecutivas. Además, se establecen valores límites para la protección de la salud: uno sobre la **media anual** (**límite de concentración anual de 40 µg/m³**) y otro sobre la **media horaria** (**límite de concentración de 200 µg/m³ que no puede superarse en más de dieciocho ocasiones al año**).

BOCM-20240115-10

Las figuras siguientes muestran la situación de la calidad del aire respecto al NO_2 en las estaciones de la Comunidad de Madrid y del Ayuntamiento de Madrid durante el periodo de estudio, con la representación de los valores límite establecidos por la normativa de referencia (Real Decreto 102/2011, de 28 de enero).

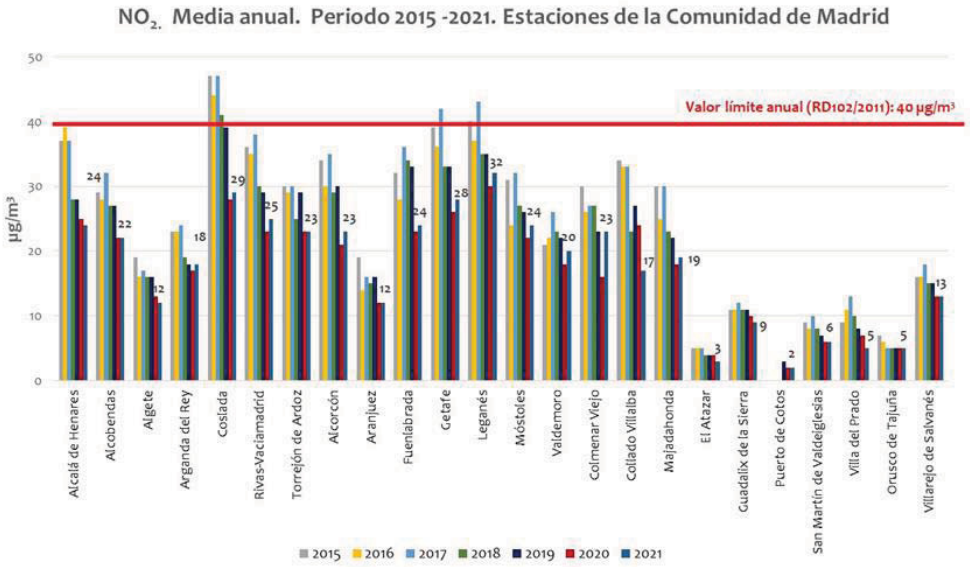


Ilustración 41. Evolución del valor límite anual de NO_2 en µg/m³ en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015 – 2021. (Fuente: Elaboración propia)

Como se puede observar, tres estaciones de la Comunidad han superado el valor límite anual durante el periodo de estudio. En concreto, las superaciones han sido las siguientes:

Zona Corredor del Henares:

- Coslada (tráfico): en esta estación se superó el valor límite anual para la protección de la salud en 2015, 2016, 2017 y 2018, con un valor medio anual de 47, 44, 47 y 41 µg/m³ respectivamente.

Zona Urbana Sur:

- Getafe: en el año 2017 se superó el valor límite anual, registrándose un valor de 42 µg/m³ de media anual.
- Leganés: en el año 2017 se superó el valor límite anual, registrándose un valor de 43 µg/m³ de media anual.

En cuanto a la zona Municipio de Madrid, como se observa en la siguiente figura y según se indica en los correspondientes informes de calidad del aire del Ayuntamiento de Madrid, se produjeron varias superaciones del valor límite anual de este contaminante en diversas estaciones de la aglomeración desde 2015 hasta 2021, la última fecha que

BOCM-20240115-10

dispone de informes validados (Dirección General de Sostenibilidad y Control Ambiental, Ayuntamiento de Madrid, 2021).

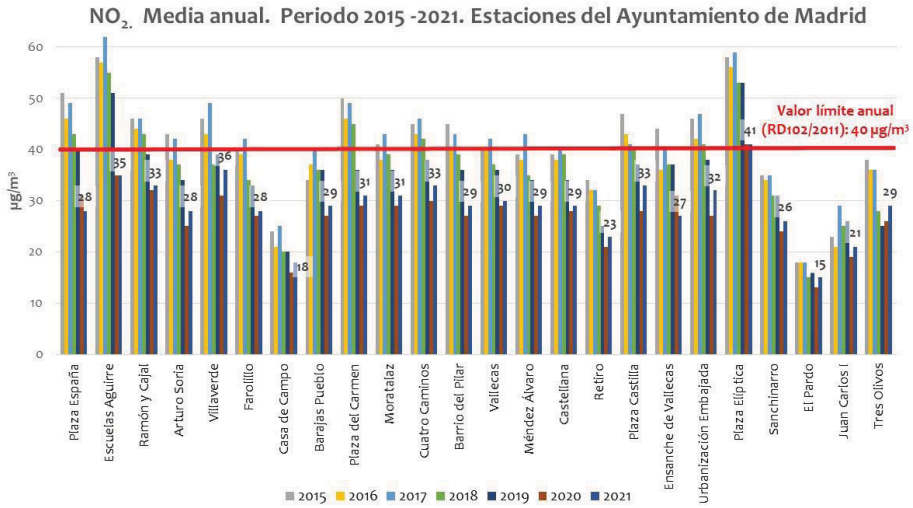


Ilustración 42. Valor límite anual de NO_2 en µg/m³ en las estaciones del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015 – 2021 (Fuente: Elaboración propia en base a los informes de calidad del aire del Ayuntamiento Madrid)

Con respecto al valor límite horario, solamente una estación, la de Getafe en la zona Urbana Sur, incumplió este parámetro en el año 2015, registrando 21 superaciones. En el período 2016-2021 (los datos de 2022 no se encontraban aún disponibles, una vez validados, a la fecha de publicación de la presente Estrategia), ninguna de las estaciones de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid ha superado el valor límite horario (más de 18 h por encima de 200 µg/m³).

Estaciones	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Alcalá de Henares	8	0	0	0	0	0	0
Alcobendas	9	0	1	0	0	0	0
Algete	0	0	0	0	0	0	0
Arganda del Rey	0	0	0	0	0	0	0
Coslada	18	0	4	0	1	0	0
Rivas-Vaciamadrid	4	0	0	0	0	0	0
Torrejón de Ardoz	3	0	0	0	0	0	0
Alcorcón	1	0	0	0	0	0	0
Aranjuez	0	0	0	0	0	0	0
Fuenlabrada	0	0	0	0	0	0	0
Getafe	21	2	15	0	2	0	0
Leganés	1	0	0	0	0	0	0

BOCM-20240115-10

Estaciones	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Móstoles	2	0	0	0	0	0	0
Valdemoro	0	0	0	0	0	0	0
Colmenar Viejo	3	0	0	0	0	0	0
Collado Villalba	2	2	2	0	0	0	0
Majadahonda	4	2	0	0	0	0	0
El Atazar	0	0	0	0	0	0	0
Guadalix de la Sierra	0	0	0	0	0	0	0
Puerto de Cotos	-	-	-	-	0	0	0
San Martín de Valdeiglesias	0	0	0	0	0	0	0
Villa del Prado	0	0	0	0	0	0	0
Orusco de Tajuña	0	0	0	0	0	0	0
Villarejo de Salvanés	0	0	0	0	0	0	0
*Nº de superaciones del valor límite horario (200 µg/m^3) > 18 (RD102/2011)							

Tabla 16. Evolución de la situación de la calidad del aire para el compuesto NO_2 en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015-2021, según el número de superaciones del valor límite horario (Fuente: Elaboración propia).

Es notable resaltar la mejora generalizada de los valores medios anuales que se viene observando con el paso de los años.

En cuanto a la zona Municipio de Madrid, tal y como se observa en la siguiente tabla, se han producido superaciones del valor límite horario de este contaminante en diversas estaciones durante el periodo de estudio[59].

Estaciones de medición	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Plaza España	12	6	7	2	1	0	0
Escuelas Aguirre	39	36	41	5	7	0	0
Ramón y Cajal	65	39	49	24	15	6	2
Arturo Soria	18	0	12	1	4	0	0
Villaverde	62	13	19	0	0	0	2
Farolillo	6	1	1	0	0	0	0
Casa de Campo	0	0	0	0	0	0	0
Barajas Pueblo	3	0	3	1	0	1	0
Plaza del Carmen	0	0	0	0	0	0	0
Moratalaz	6	0	0	0	0	0	0
Cuatro Caminos	28	15	20	11	1	1	5
Barrio del Pilar	95	29	23	13	6	0	0
Vallecas	4	0	0	0	0	0	0
Méndez Álvaro	10	3	11	0	0	0	0
Castellana	4	2	5	1	0	0	0

[59]Dirección General de Sostenibilidad y Control Ambiental, Ayuntamiento de Madrid. Informes anuales de calidad del aire. Obtenido de: https://airedemadrid.madrid.es/portales/calidadaire/es/Bases-de-datos-y-publicaciones/Boletines-memorias-e-informes/Memorias-anuales/?vgnextfmt=default&vgnextchannel=c3ce471c5c503710VgnVCM1000008a4a900aRCRD

BOCM-20240115-10

Estaciones de medición	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Retiro	2	0	0	0	0	0	0
Plaza Castilla	6	4	2	2	0	0	0
Ensanche de Vallecas	71	13	22	4	8	0	1
Urbanización Embajada	6	0	8	1	2	0	0
Plaza Elíptica	63	46	88	33	47	5	1
Sanchinarro	48	15	15	3	5	0	0
El Pardo	0	0	0	0	0	0	0
Juan Carlos I	1	0	0	1	0	0	0
Tres Olivos	0	0	0	0	0	0	0

*Nº de superaciones del valor límite horario (200 µg/m^3) > 18 (RD102/2011)

Tabla 17. Evolución de la calidad del aire para el NO_2 en la Red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015-2021 según el número de superaciones del valor límite horario (Fuente: Elaboración propia)

Como se ha indicado, la principal fuente emisora de NO_2 en la Comunidad de Madrid es el tráfico rodado. El motivo por el que la ciudad de Madrid ha superado casi todos los años el valor límite anual y el valor límite horario para NO_2 es debido a las especiales circunstancias que coinciden en este municipio, que por su condición de capital del Estado y sus características geográficas, económicas y sociales, es un gran núcleo generador de actividad y, por tanto, de tráfico rodado.

Asimismo, es notable mencionar que no se ha registrado ninguna superación del umbral de alerta a la población para el NO_2 (400 µg/m^3 de media horaria, registrados durante más de tres horas consecutivas) en ninguna de las estaciones de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid durante el citado periodo[60].

Partículas (PM_{10} y $PM_{2,5}$)

El Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, establece para las emisiones de partículas PM_{10} dos límites para la protección de la salud, uno sobre la **media anual (40 µg/m^3)** y otro sobre la **media diaria** (**50 µg/m^3**que no puede superase en más de **treinta y cinco ocasiones a lo largo del año**).

En el caso del material particulado, se realiza una distinción entre las emisiones debidas a procesos naturales, como pueden ser las intrusiones de polvo del Sahara, y las emisiones antropogénicas, como pueden ser las generadas a través de la quema de biomasa.

En las siguientes figuras se refleja la evolución de este contaminante observada en el periodo 2015-2021 sin descontar el aporte de polvo sahariano, tanto en las estaciones

[60]Listado de superaciones de umbrales. Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior. Obtenido de:
http://gestiona.madrid.org/azul_internet/run/j/InformHistoAlertasAccion.icm?ESTADO_MENU=10_1

BOCM-20240115-10

de la Comunidad de Madrid como en las del Ayuntamiento, ya que el Ayuntamiento de Madrid no ofrece la información con el descuento de dichos aportes:

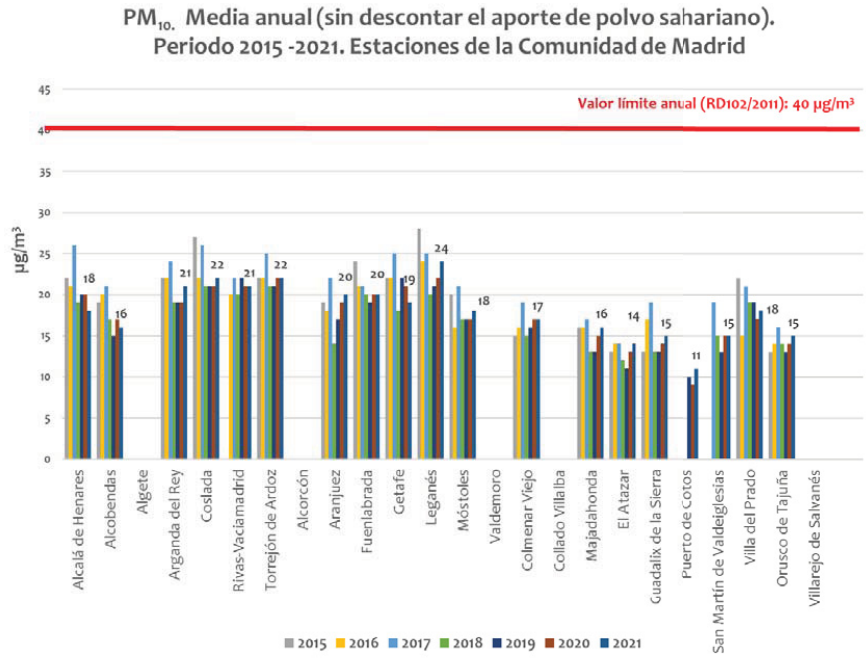
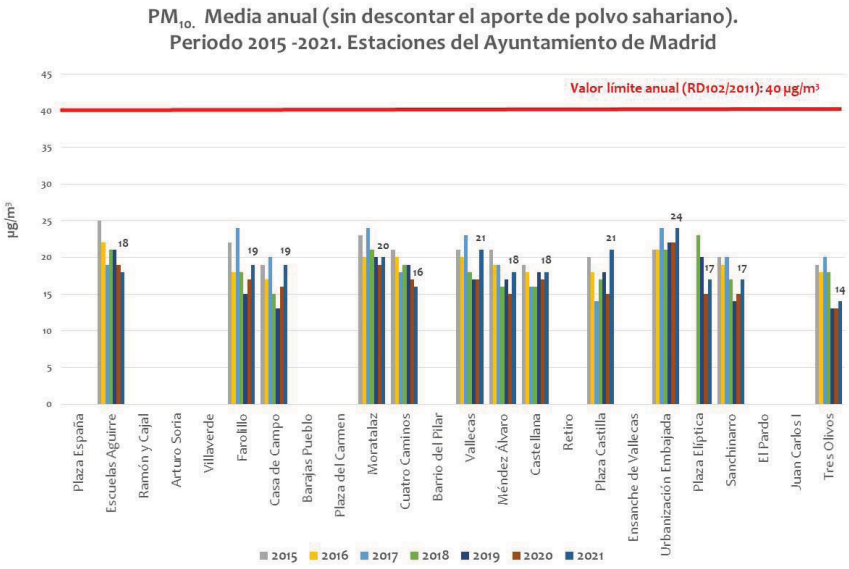


Ilustración 43. Evolución de la calidad del aire de PM_{10} (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual (Fuente: Elaboración propia)



BOCM-20240115-10

Ilustración 44. Evolución de la calidad del aire de PM_{10} (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual (Fuente: Elaboración propia en base a los informes de calidad del aire del Ayuntamiento Madrid)

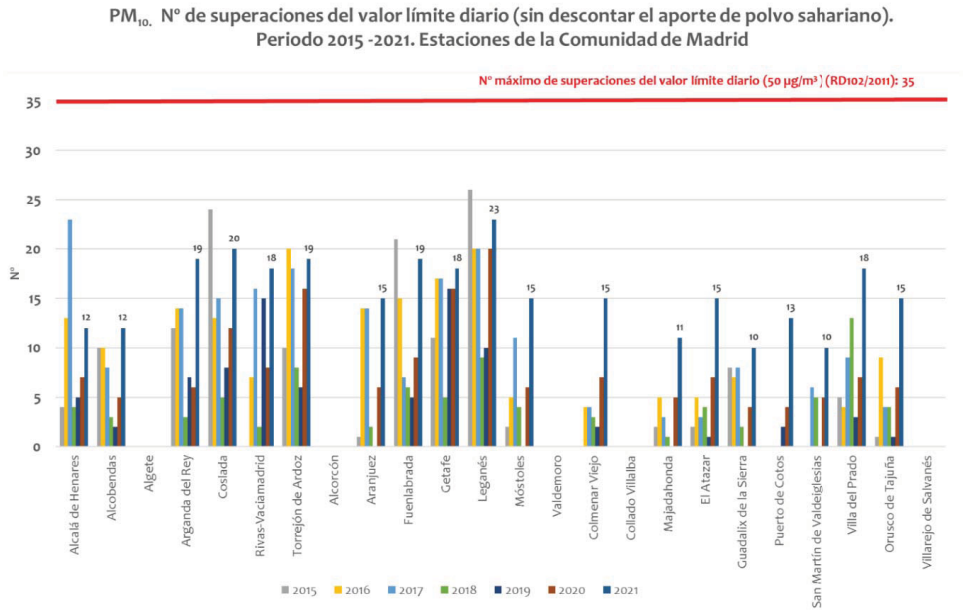
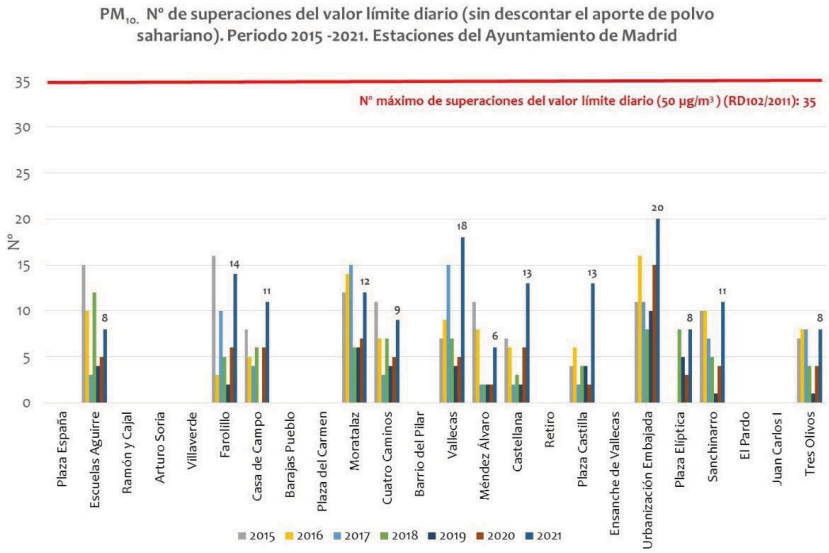


Ilustración 45. Evolución de la situación de la calidad del aire para PM_{10} en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015-2021 según el número de superaciones del valor límite diario sin descontar el aporte de polvo sahariano (Fuente: Elaboración propia).



BOCM-20240115-10

Ilustración 46. Evolución de la calidad del aire de PM_{10} (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual (Fuente: Elaboración propia en base a los informes de calidad del aire del Ayuntamiento Madrid)

En cuanto a las partículas $PM_{2,5}$, el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, establece un límite para la protección de la salud sobre la media anual de 25 µg/m^3 hasta 2015 y de 20 µg/m^3 a partir de 2020. Al analizar la evolución de ese contaminante a lo largo del periodo de estudio mostrado en las gráficas siguientes, donde se muestran los registros sin descontar las intrusiones de polvo sahariano, la situación no es nada concluyente, aunque sí se observa que se encuentran muy por debajo del valor límite anual actual.

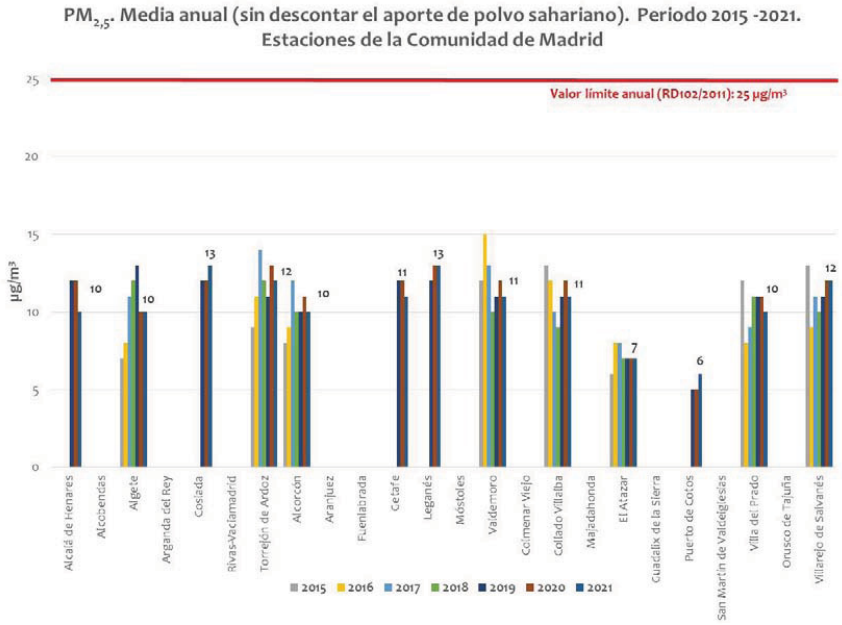


Ilustración 47. Evolución de la calidad del aire de $PM_{2,5}$ (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual. (Fuente: Elaboración propia)

BOCM-20240115-10

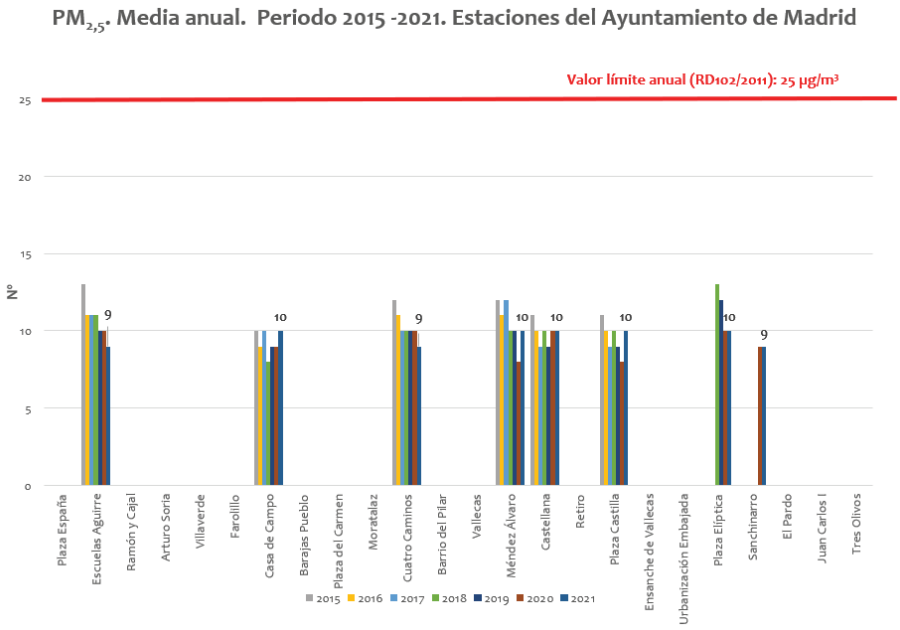


Ilustración 48. Evolución de la calidad del aire de $PM_{2,5}$ (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la Red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual. (Fuente: Elaboración propia en base a los informes de calidad del aire del Ayuntamiento Madrid)

Como cabría esperar, las concentraciones de PM_{10} y $PM_{2,5}$ registradas en las estaciones clasificadas como «rurales» son las más bajas, ya que se encuentran en zonas con poca exposición a fuentes de contaminación. En el otro extremo, las estaciones clasificadas como «tráfico» son las que obtienen los valores más altos, ya que se encuentran en puntos donde la calidad del aire está directamente influenciada por las emisiones del transporte por carretera, principal fuente de emisión de partículas, junto al sector residencial, en la Comunidad de Madrid. En el caso de las estaciones clasificadas como «fondo urbano» e «industrial» se observa mucha más variabilidad entre las diferentes estaciones.

Ozono (O_3)

El Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, establece para el ozono un **valor objetivo** para la **protección de la salud** de **120 µg/m³** (máxima diaria de las medias móviles octohorarias) que **no deberá superarse más de veinticinco días por cada año civil de promedio en un periodo de tres años**.

Respecto a la evolución de la concentración de este contaminante, tal y como se observa en las siguientes ilustraciones (ver Ilustración 49 e Ilustración 50), durante el periodo 2015-2021 se han registrado de forma generalizada niveles por encima del **valor objetivo** para la protección de la salud en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid y también en las del municipio de Madrid, según se indica en los

BOCM-20240115-10

informes anuales de calidad del aire de la ciudad de Madrid de los años 2015 a 2021 (Dirección General de Sostenibilidad y Control Ambiental, Ayuntamiento de Madrid, 2021). Al contrario que el NO_2, los valores máximos se registran típicamente en verano. Debe señalarse que el ozono, como contaminante secundario, presenta unas características muy especiales en cuanto a su forma de generación y dispersión, que hacen muy complejo su control, como se explica con detalle en el Plan de Calidad del Aire que acompaña a la presente Estrategia.

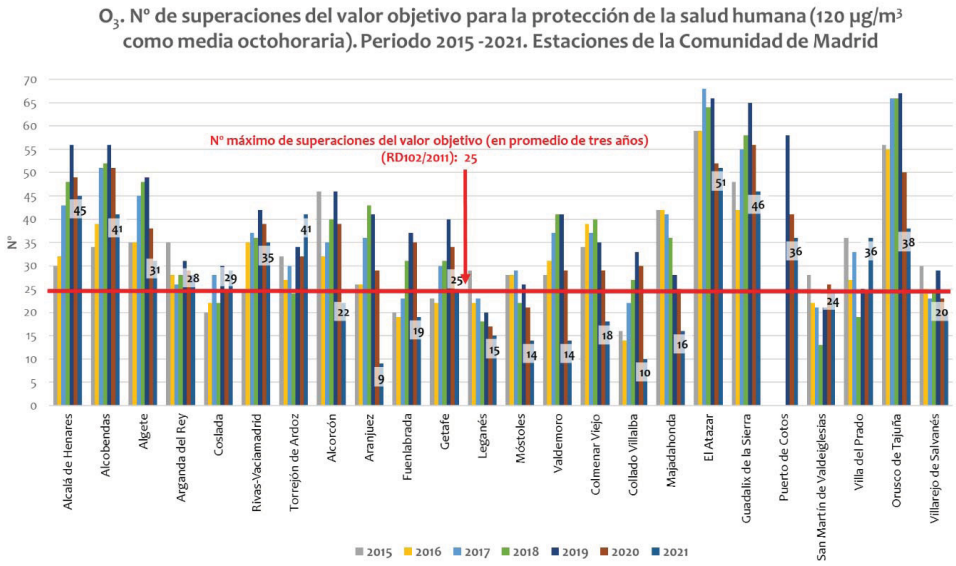


Ilustración 49. Número de superaciones en el periodo 2015-2021 del valor objetivo de O_3 para la protección de la salud en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia)

BOCM-20240115-10

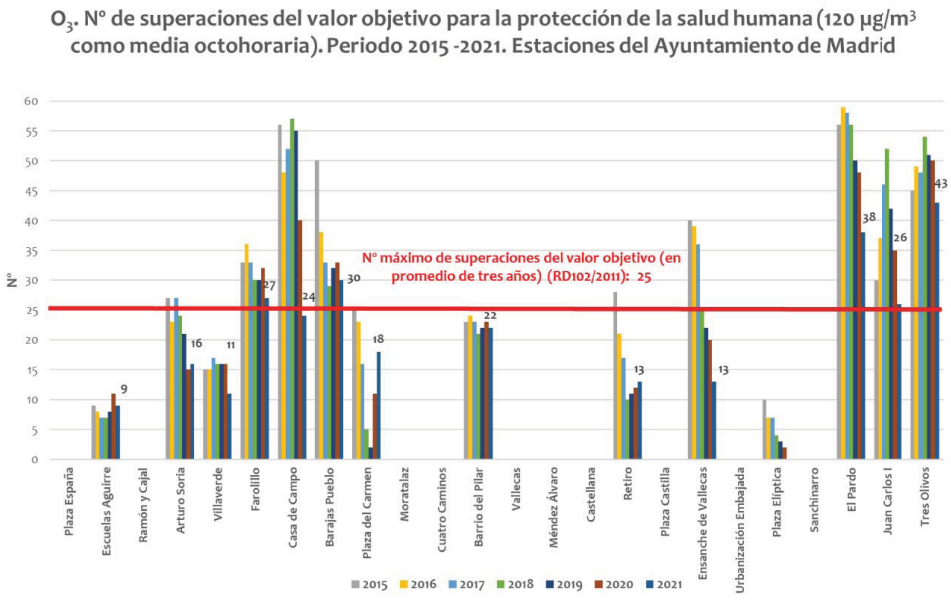


Ilustración 50. Número de superaciones en el periodo 2015-2021 del valor objetivo de O_3 para la protección de la salud en las estaciones de la Red del Ayuntamiento de Madrid. (Fuente: Elaboración propia en base a los informes de calidad del aire del Ayuntamiento Madrid).

Por otra parte, en el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, se establece un **umbral de Información (180 µg/m³)** y un **umbral de alerta (240 µg/m³ durante tres horas consecutivas)** ambos con base en una concentración media horaria. El umbral de alerta no se ha superado nunca en la Comunidad de Madrid, pero el umbral de información sí ha sido superado en varias estaciones de la Red durante el periodo de estudio[61].

Además, dicho real decreto establece como valor objetivo para la **protección de la vegetación** un **AOT40,** acrónimo de «*Accumulated Ozone Exposure over a threshold of 40 Parts Per Billion*», **de 18 000 µg/m³ x h de promedio en un periodo de cinco años**, calculado a partir de medias horarias entre mayo y julio. El valor AOT40 es la suma de la diferencia entre las concentraciones horarias superiores a los 80 µg/m³, equivalente a 40 nmol/mol o 40 partes por mil millones en volumen, y 80 µg/m³ a lo largo de un período dado utilizando únicamente los valores horarios medidos entre las 8:00 y las 20:00 horas, HEC, cada día, o la correspondiente para las regiones ultraperiféricas. El citado real decreto establecía como fecha límite de cumplimiento para ambos valores el 1 de enero de 2010. Las superaciones del valor objetivo para la protección de la vegetación presentan un patrón similar al ya descrito, superándose los valores de forma generalizada en las estaciones de medida.

[61]Listado de superaciones de umbrales. Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior. Obtenido de:
http://gestiona.madrid.org/azul_internet/run/j/InformHistoAlertasAccion.icm?ESTADO_MENU=10_1

BOCM-20240115-10

Otros contaminantes

Los valores registrados en las estaciones de las distintas zonas de calidad del aire para el resto de los contaminantes (dióxido de azufre, benceno, monóxido de carbono, metales pesados y benzo(a)pireno), han permanecido alejados de los valores establecidos por la legislación vigente.

A continuación, se resume la evolución de cada contaminante y se ofrece la evaluación del cumplimiento de límites:

- Con relación al **SO_2**, los niveles de concentración media anual para las diferentes zonas de calidad del aire muestran una tendencia de reducción, a pesar del ligero aumento registrado en 2017. Asimismo, en todo el periodo 2015-2021 en ninguna estación de la Red se han registrado superaciones de los valores límite horario (350 µg/m^3) y diario (125 µg/m^3) para la protección de la salud, ni del nivel crítico para la protección de los ecosistemas y la vegetación relativo al año civil e invierno (20 µg/m^3). De igual modo, el umbral de alerta (500 µg/m^3) no ha sido superado nunca en ningún municipio de la Comunidad de Madrid, incluido el de Madrid.
- Para el **resto de los contaminantes** regulados: benceno, monóxido de carbono, metales pesados (plomo (Pb), arsénico (As), cadmio (Cd) y níquel (Ni)) y benzo(a)pireno, los valores registrados en todas las estaciones de la Red han permanecido muy alejados de los valores límite y valores objetivo establecidos en la legislación vigente.

Conclusiones

Del estudio relativo a la evolución de la calidad del aire durante el periodo 2015-2021 se desprenden los siguientes aspectos:

- Con respecto al **NO_2**, ninguna de las estaciones de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid ha superado el **valor límite horario** (**más de 18 h por encima de 200 µg/m^3**). El número de superaciones de este valor límite ha ido disminuyendo de forma progresiva en los últimos años, no registrándose ningún valor horario por encima de 200 µg/m^3 en los años 2020 y 2021. Con respecto al **valor límite anual** (40 µg/m^3), entre el 2016 y el 2018 varias estaciones de la Red (Coslada, Getafe y Leganés) registraron valores por encima de este valor límite, sin bien en los restantes años de la serie no se ha superado este valor límite en ninguna estación, manteniéndose los registros en valores más bajos respecto a años anteriores.

  En lo que respecta a las estaciones pertenecientes a la red del Ayuntamiento de Madrid, se registran superaciones del valor límite anual y el valor límite horario en varias estaciones a lo largo del periodo estudiado. No obstante, se observa una mejoría en los valores registrados en los últimos años, pasando de incumplir el valor límite anual en 13 estaciones en 2015 a solo una estación en 2021 (Plaza Elíptica). A su vez, para el valor límite horario, se pasa de registrar incumplimientos en 8 estaciones en 2015 a ninguna en 2021.

BOCM-20240115-10

- Los valores de partículas (PM_{10} y $PM_{2,5}$) registrados en las estaciones de la Red se han mantenido en todo momento por debajo del valor límite anual durante todo el periodo 2015-2021. Tampoco se registran incumplimientos de los parámetros regulados para las partículas durante el periodo estudiado para las estaciones del Ayuntamiento de Madrid.
- En cuanto al ozono, se han registrado de forma generalizada niveles por encima del valor objetivo para la protección de la salud y para la protección de la vegetación en todas las estaciones de la Red de la Comunidad y del Municipio de Madrid. El umbral de alerta a la población (240 µg/m^3 de media horaria) no se ha superado nunca en la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid. En lo relativo al Ayuntamiento de Madrid, también se registran incumplimientos del valor objetivo para la protección de la salud a lo largo del periodo, si bien no en todas las estaciones.
- Para el resto de los contaminantes analizados, las concentraciones se han mantenido similares respecto a años anteriores, con ligeras variaciones dependiendo del contaminante o de la zona estudiada, pero en cualquier caso por debajo de los valores límite u objetivo establecidos en la normativa de aplicación en la totalidad de la Comunidad de Madrid.

Emisiones de contaminantes atmosféricos

La Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior de la Comunidad de Madrid ha venido desarrollando inventarios anuales que analizan de manera individualizada las emisiones generadas durante los años 1990-2020. Estos inventarios tienen por objetivo cuantificar las emisiones a la atmósfera que se generan en la región madrileña desde todos los focos emisores significativos, lo cual permite contar con la información necesaria para plantear medidas que contribuyan a alcanzar una calidad de aire adecuada.

En concreto, los inventarios permiten analizar aspectos como: la concentración de contaminantes primarios en la atmósfera, la oxidación de origen fotoquímico, los flujos transfronterizos y la contaminación a larga distancia de contaminantes, la acidificación, la contribución al calentamiento general de la atmósfera, entre otros.

En el presente apartado se incluye un análisis de los inventarios realizados para la serie temporal 1990-2020, que proporciona la información necesaria para tener un conocimiento de las principales fuentes emisoras de contaminantes agrupadas por sectores, tales como industrias, actividades agropecuarias, tráfico, consumos energéticos, etc.; así como la evolución de estas emisiones en el tiempo. Por tanto, constituye una información esencial, junto con los datos de inmisión proporcionados por la Red de Calidad del Aire y el estudio de contribución de fuentes derivado de la modelización de la emisión-inmisión, que se analiza a continuación, para la identificación de las áreas de actuación y el diseño y elaboración de programas de actuación.

La estructura por sectores de los inventarios se ha basado en la nomenclatura NFR (*Nomenclature For Reporting*), establecida por el Convenio LRTAP (Convenio de la

BOCM-20240115-10

Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE/ONU) de 1979 sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia). Esta nomenclatura establece cinco sectores [energía, IPPU (*Industrial Processes and Product Use* – Procesos Industriales y Uso de Productos), agricultura, residuos y emisiones naturales]. Es preciso destacar que no se hace referencia a la nomenclatura SNAP (*Selected Nomenclature for Air Pollution*, SNAP-97), a diferencia de ediciones anteriores (Plan Azul y Plan Azul+), dado que NFR es la nomenclatura oficial que emplea España para el reporte de contaminantes atmosféricos y con la que se establecieron los objetivos de reducción de emisiones en la Directiva de Techos.

A partir de la edición del año 2020 del Inventario de emisiones de la Comunidad de Madrid (serie 1990-2018), la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior llevó a cabo un cambio significativo respecto a ediciones anteriores, al alinearlo metodológicamente con el Inventario Nacional de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero y de contaminantes atmosféricos. Este cambio afecta a las emisiones de toda la serie inventariada y ha supuesto una modificación en las estimaciones realizadas respecto a los inventarios elaborados hasta la fecha. De esta manera, actualmente, los datos obtenidos en la región de Madrid son completamente homogéneos con los del Inventario Nacional, cuyas emisiones son reportadas anualmente a la Unión Europea y a Naciones Unidas.

Si bien con este cambio se produjo una discontinuidad respecto a la serie de datos obtenida en años anteriores, el inventario ganó en consistencia metodológica, dado que las estimaciones de las emisiones y proyecciones por el Sistema Español de Inventario (SEI) se realizan de acuerdo con las directrices y criterios validados por las instancias internacionales y europeas implicadas y son sometidas periódicamente a revisiones y control de calidad por dichos organismos.

A continuación, se muestra la evolución de las emisiones totales de los contaminantes contemplados en la Directiva de Techos Nacionales para el periodo 1990-2020 (Figura 48), obtenidos a partir de la desagregación por comunidades autónomas de la edición del año 2022 del Inventario Nacional:

BOCM-20240115-10

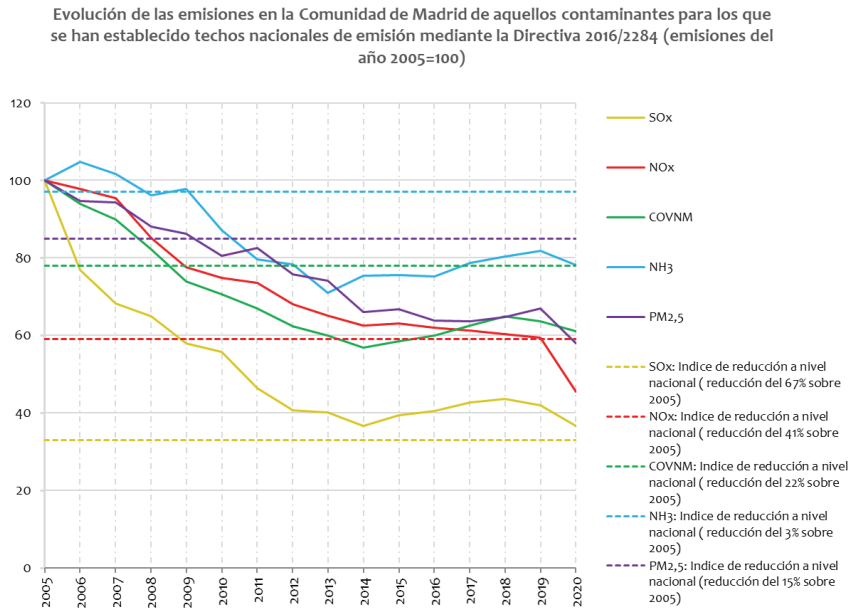


Ilustración 51. Evolución de las emisiones de los principales contaminantes atmosféricos en la Comunidad de Madrid. Evolución de las emisiones en la Comunidad de Madrid de aquellos contaminantes para los que existen techos nacionales de emisión (Fuente: Elaboración propia en base a datos del inventario de emisiones de la Comunidad de Madrid).

Como puede observarse, en 2020 tan solo las emisiones de SO_x en la Comunidad de Madrid no alcanzaban aún los objetivos establecidos a nivel estatal para ese año, mientras que las emisiones de NO_x, COVNM, NH_3 y $PM_{2,5}$ son ya inferiores a los objetivos fijados. Las emisiones de SO_x han sufrido una notable tendencia decreciente hasta 2014, debido a las medidas que se plantearon, predominantemente en el sector industrial. En el año 2005 la Comunidad de Madrid ya partía de unos niveles de concentración de este contaminante muy bajos, por lo que resulta difícil disminuir más esos porcentajes. Además, como se ha visto en el apartado de calidad del aire, el SO_2 no es un contaminante problemático en la región ya que las concentraciones medidas en las estaciones de la Red son inferiores en todos los casos a los valores límite establecidos en la normativa de referencia.

En los siguientes gráficos se muestra la evolución de las emisiones y sus sectores de contribución para cada uno de los contaminantes anteriormente mencionados.

BOCM-20240115-10

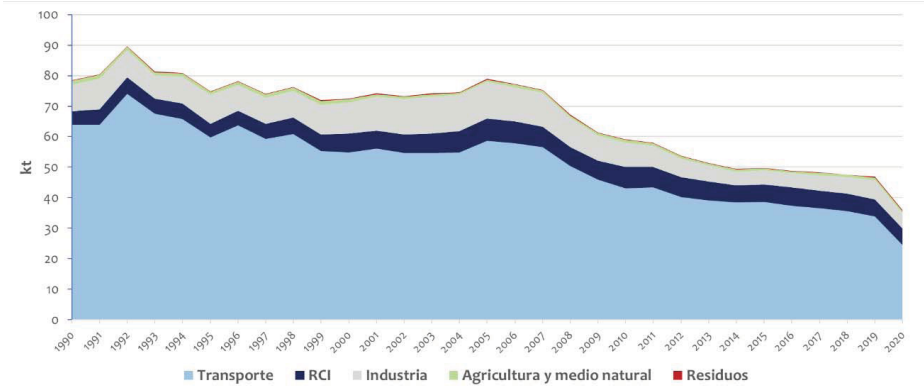


Ilustración 52. Evolución de las emisiones de NO_x en la Comunidad de Madrid en el periodo 1990-2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior).

De la Figura 49 se desprende que el principal responsable de las emisiones de NO_x en la Comunidad de Madrid es el sector del transporte, seguido del residencial, comercial e institucional (RCI) y la industria. En cuanto a la evolución observada, se aprecia un descenso en las emisiones a partir de 2005. Así, mientras en 2005, año de referencia para los objetivos de reducción de emisiones, se emitieron 78,9 kt, en 2019 y 2020 fueron 46,8 y 35,9 kt, respectivamente.

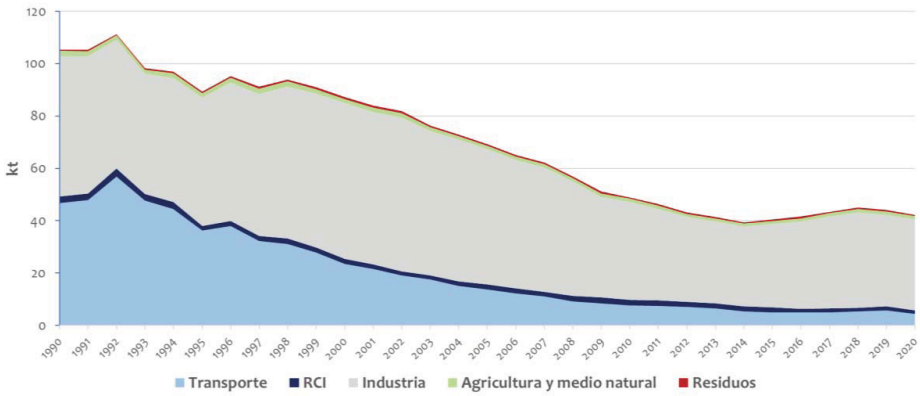


Ilustración 53. Evolución de las emisiones de COVNM en la Comunidad de Madrid en el periodo 1990-2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior).

En el caso de los COVNM, predominan las emisiones de la industria debido principalmente al uso de disolventes, suponiendo el 82 % de las emisiones en 2020. Destaca la reducción desde 1990 del transporte. Además, se observa una disminución de las emisiones a partir del año 2000, aumentando de nuevo a partir de 2010. No obstante, en 2005, año de referencia para los objetivos de reducción de emisiones, se emitieron 69,2 kt, mientras que las emisiones de los años 2019 y 2020 son de 44,0 y 42,2 kt respectivamente.

BOCM-20240115-10

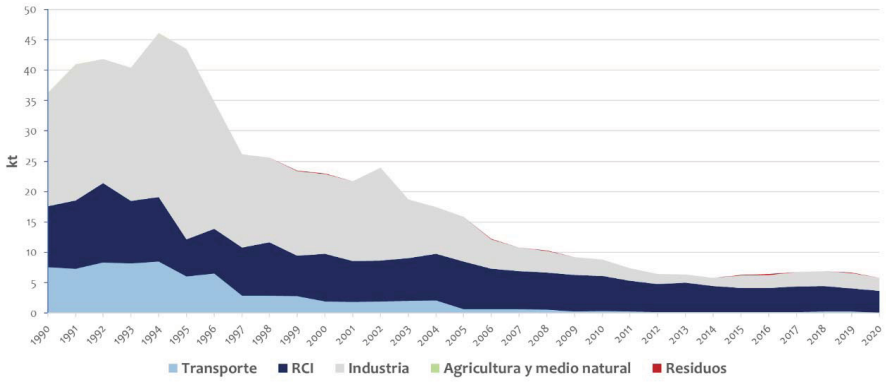


Ilustración 54. Evolución de las emisiones de SO_x en la Comunidad de Madrid en el periodo 1990-2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior).

Las emisiones de SO_x han experimentado una reducción importante a lo largo del periodo considerado. Así, en 2020 se emitieron 5,8 kt, mientras que en el año 2005 fueron de 15,9 kt, y en 1990 de 36,3 kt. En lo relativo a los principales sectores responsables, destacan el sector industrial y el RCI, a los que se debe la mayor parte de las emisiones. No obstante, la industria muestra una importante reducción de sus emisiones de SO_x entre 1990 y 2005, debido a las anteriores políticas aplicadas de control de emisiones a este sector.

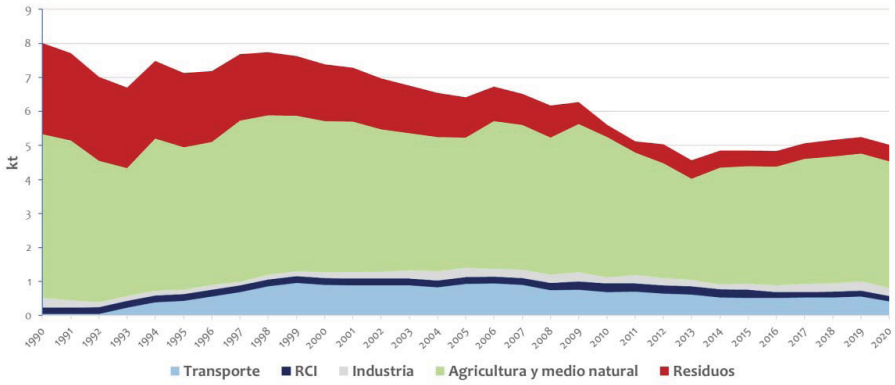


Ilustración 55. Evolución de las emisiones de NH_3 en la Comunidad de Madrid en el periodo 1990-2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior).

En lo relativo al NH_3 (Ilustración 55), las emisiones se deben fundamentalmente a la agricultura, principal sector emisor. Si bien la evolución de sus emisiones no presenta una tendencia constante constante durante el periodo, el registro de emisiones del año 2020 es de 5,0 kt, frente a las 6,4 kt de 2005 y las 8,0 kt de 1990. El sector residuos

BOCM-20240115-10

presenta una disminución de 1990 a 2005, manteniéndose aproximadamente constante a partir de ese año.

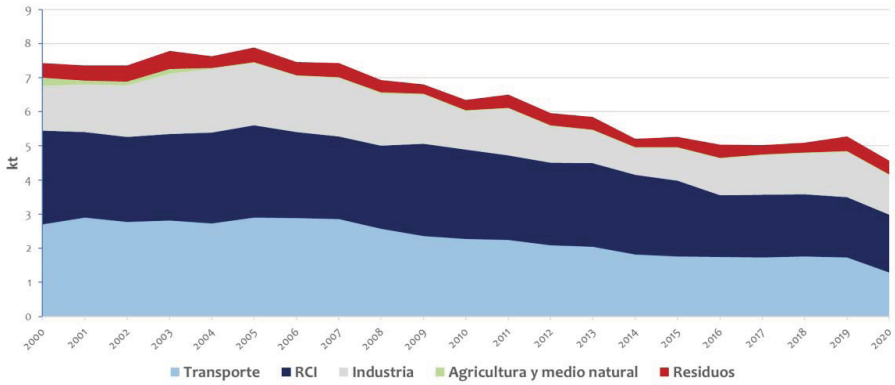
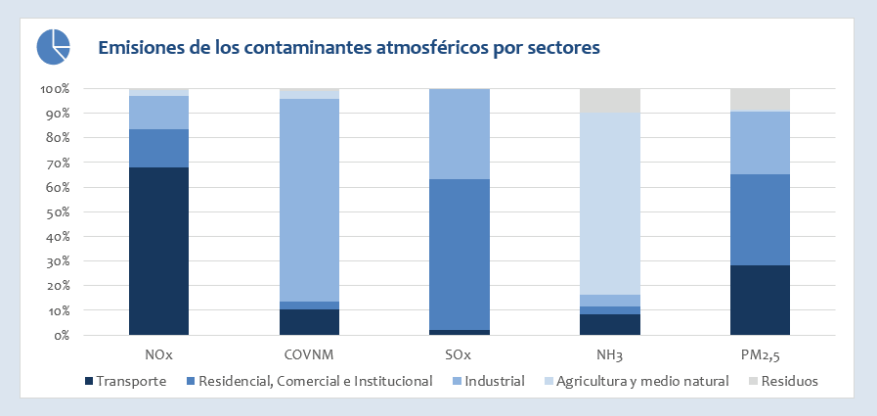


Ilustración 56. Evolución de las emisiones de $PM_{2,5}$ en la Comunidad de Madrid en el periodo 1990-2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior).

Por último, en cuanto al $PM_{2,5}$ (Ilustración 56), las emisiones se encuentran más repartidas entre el transporte, el RCI y la industria. También se observa una disminución más o menos constante a partir de 2005, registrando en 2020 4,5 kt frente a las 7,9 kt de 2005.

En cuanto a la contribución por sectores en el año 2020 de los contaminantes incluidos en la Directiva de Techos (Ilustración 57), para el NO_x el principal sector emisor es el transporte, con una contribución del 68 % en 2020, mientras que, para los COVNM, la industria es el principal emisor con un 82 % sobre el total. El SO_x, por el contrario, tiene como principal emisor al sector residencial, comercial e institucional (RCI) con un 61 %, siendo para el NH_3 la agricultura la principal, actividad emisora, representando un 74 % del total de emisiones en la Comunidad. Finalmente, el material particulado fino ($PM_{2,5}$) presenta unas fuentes de emisión más repartidas, destacando el transporte y el sector RCI, con un 37 % y 28 % respectivamente.



BOCM-20240115-10

Ilustración 57. Emisiones de los principales contaminantes atmosféricos por sectores en el año 2020
(Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior).

2.1.4. Diagnóstico climático

El diagnóstico del cambio climático se aborda desde una doble perspectiva: en primer lugar, a través del análisis de las emisiones de GEI en la Comunidad de Madrid a fin de establecer las estrategias para su reducción, es decir, para la mitigación del cambio climático, y, en segundo lugar, mediante la evaluación de los indicadores de cambio climático, que condicionan posteriormente las estrategias de actuación para la adaptación de la Comunidad de Madrid a los efectos del cambio climático.

Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero

Las emisiones de GEI de la Comunidad de Madrid en el año 2020 fueron de 20,41 Mt CO_2 equivalente, lo que representa una disminución del 15,5 % respecto a las emisiones del año anterior y un incremento del 25,5 % respecto a las emisiones del año base 1990, así como una disminución del 33 % respecto a 2007, año en el que se produce el máximo de emisiones. Esto se debe a la particular situación derivada de la COVID-19 producida durante el año 2020, por lo que los datos de este año no son representativos de las tendencias acumuladas en años anteriores. Así, en el año 2019 se emitieron un total de 24,16 Mt CO_2 equivalente, lo que supuso un incremento del 0,4 % respecto al año anterior y un incremento del 49 % respecto a las emisiones de 1990.

En general, como se puede apreciar en el siguiente gráfico (Ilustración 58), la evolución presentada por el total de las emisiones de GEI a lo largo de la serie histórica inventariada está fuertemente marcada por el comportamiento del sector de procesado de la energía (sector energético), que incluye el transporte, pues es éste el que más emisiones reporta. Sus emisiones están directamente ligadas al consumo de sus fuentes energéticas y presenta, con carácter general, una evolución paralela a la de la economía nacional con un perfil diferenciado en cuatro fases a lo largo de la serie, una de leve crecimiento fluctuante hasta 1995, seguida de un marcado aumento en el consumo hasta 2007, después de una disminución en los años de la crisis económica y un ligero repunte a partir de 2014.

Cabe destacar la reducción notable de emisiones en el año 2020, debido a las circunstancias excepcionales que se dieron, como se ha comentado anteriormente.

BOCM-20240115-10

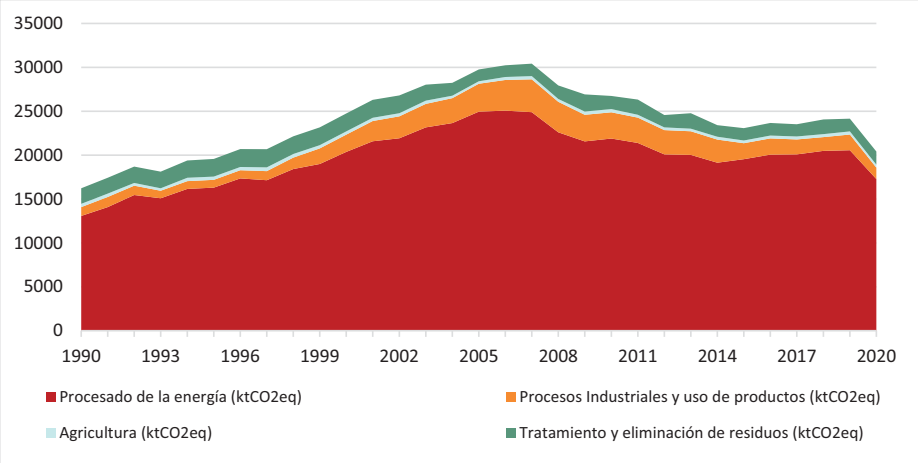


Ilustración 58. Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero por sectores desde año base hasta 2020. (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior).

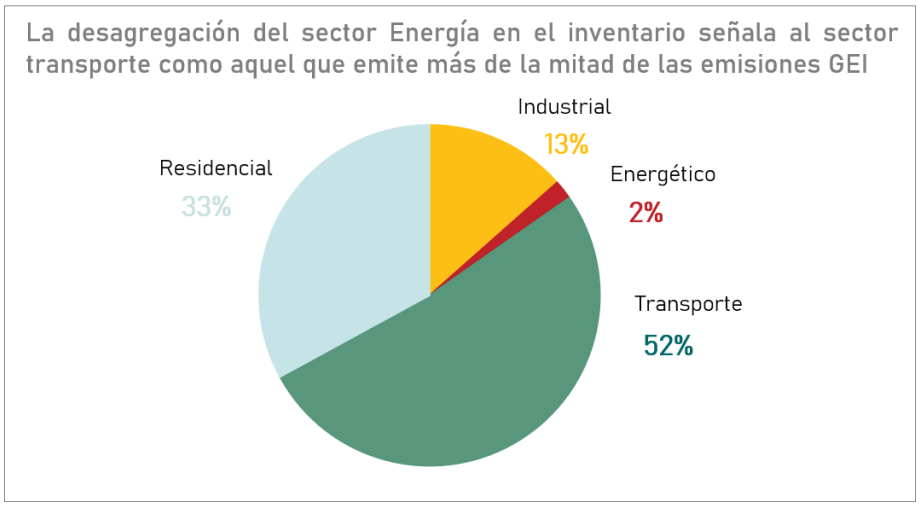


Ilustración 59. Peso de las emisiones de GEI del sector energía desagregado en la Comunidad de Madrid en 2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior)

El CO_2 (Ilustración 60) mantiene su contribución al total de las emisiones más o menos constante desde 1990, en torno al 85 %, respecto al resto de gases de efecto invernadero. Presenta una evolución creciente hasta el año 2007, momento a partir del cual comienza a disminuir, posiblemente como consecuencia de la crisis económica. Por último, en el final del periodo se aprecia un ligero repunte de las emisiones. Análogamente, el CH_4 tiene una participación estable a lo largo de todo el periodo, en torno al 8 %, con un comportamiento muy similar al del CO_2. El N_2O, aunque presenta más fluctuaciones a lo largo de la serie temporal, mantiene una participación en torno al 2 %.

BOCM-20240115-10

Los gases fluorados comenzaron a usarse a principios de los años 90 para sustituir a las sustancias que agotan la capa de ozono y sus emisiones empezaron a reportarse en el año 1995. Desde entonces las emisiones de estos gases, principalmente representados por los HFC (Hidrofluorocarburos), experimentan un aumento notable, que entre los años 2007 y 2014 alcanzan su máximo nivel de contribución y, a partir de entonces, se produce una reducción notable de sus emisiones como consecuencia de la entrada en vigor de la normativa nacional e internacional para la sustitución de estos gases por otros con menor potencial de calentamiento atmosférico.

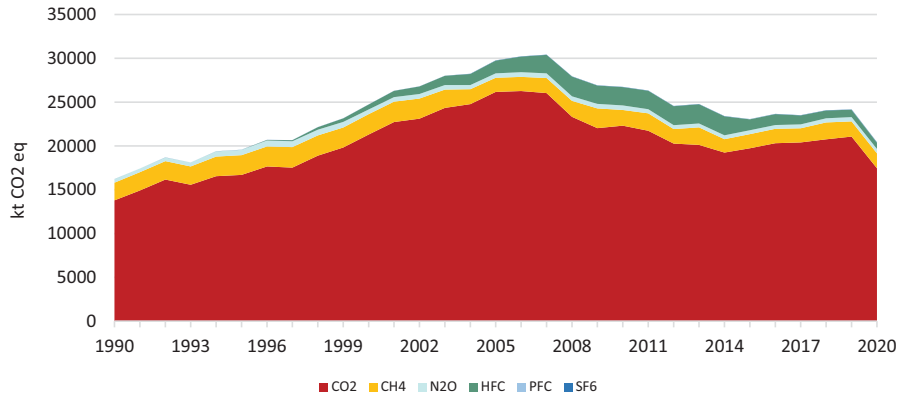


Ilustración 60. Evolución de los distintos gases de efecto invernadero desde año base hasta 2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior).

Evidencias del cambio climático

El clima de la Comunidad de Madrid se define en general como mediterráneo y se caracteriza por la existencia de parámetros que presentan grandes contrastes, con una estación estival de altas temperaturas y bajas precipitaciones. Además, el clima de la Región está fuertemente condicionado por su orografía; variables climáticas como la circulación de los vientos, la temperatura y las precipitaciones están estrechamente influenciadas por barreras naturales como la Sierra de Guadarrama y Somosierra en el noroeste de Madrid. Estas formaciones geológicas impiden el paso hacia el interior de los vientos que provienen del norte y noroeste, lo que provoca que se formen frentes nubosos en la vertiente norte de ambas sierras.

Como consecuencia, existe un claro gradiente noroeste-sureste (Ilustración 61) en lo que a la pluviometría se refiere, que oscila desde una precipitación media de 700-1100 mm/año en la Sierra hasta los 400-500 mm/año en las zonas más bajas de la Comunidad. Este mismo gradiente se repite para el caso de la temperatura, pasando de

BOCM-20240115-10

una media anual de 7-8 °C en la Sierra de Guadarrama a otra de 14-15 °C en el Valle del Tajo (AEMET[62]).

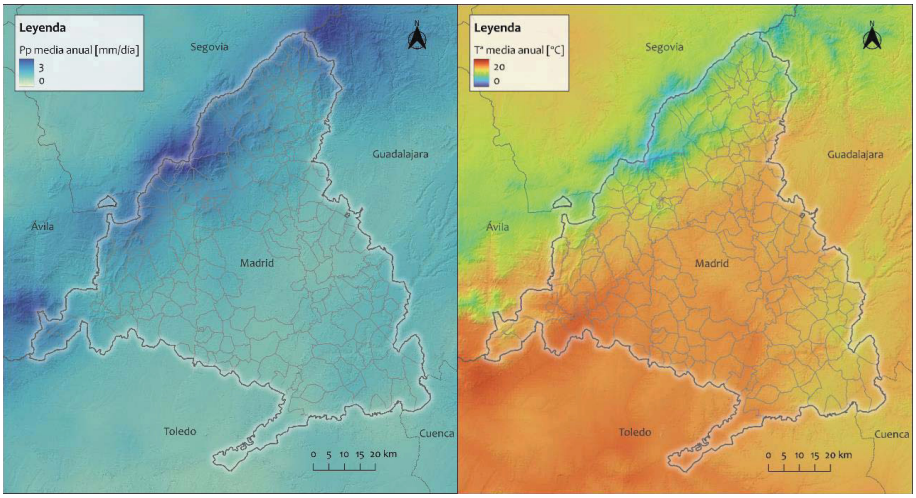


Ilustración 61. Gradientes de precipitación *(izq.) y de temperatura (drcha.) media anual. (Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Atlas Climático Ibérico (1971-2000), AEMET).*

Para identificar los cambios del clima a los que se ha visto y se verá sometida la región en el futuro, se ha realizado un análisis de su evolución histórica y sus posibles tendencias bajo escenarios de cambio climático.

Los resultados que se presentan se han obtenido a partir de un estudio de adaptación, realizado en el contexto de la presente Estrategia y recogido en el denominado *Análisis de vulnerabilidad y riesgo climático de los municipios madrileños ante el cambio climático*. En este estudio se analiza el riesgo de los municipios frente a las principales amenazas para la región: olas de calor, inundaciones fluviales, inclemencias invernales, sequías e incendios forestales. Con objeto de contextualizar la componente climática de esta Estrategia, en este apartado se presentan los resultados más significativos del análisis. Así mismo, el análisis de las proyecciones climáticas se realiza en el apartado 2.2.3. del presente documento.

Para realizar dicho análisis se han utilizado las proyecciones de precipitación y temperatura, así como una serie de indicadores asociados a las diferentes amenazas climáticas, del conjunto de datos Euro-CORDEX, disponibles en el Visor de Escenarios de Cambio Climático de AdapteCCa[63].

[62] AEMET. (2021). *Atlas climáticos*. Obtenido de http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/atlas_climatico

[63] AdapteCCa, resultado de los trabajos del MITERD en desarrollo del PNACC, es una plataforma que tiene como objetivo facilitar el intercambio y la consulta de información y promover la comunicación y el trabajo conjunto entre

BOCM-20240115-10

Las proyecciones utilizadas contemplan dos escenarios de emisión de uso habitual, denominados "Trayectorias de Concentración Representativas" (RCP, por sus siglas en inglés):

- ✓ **Moderado**: en cuanto a la producción de emisiones (denominado RCP 4,5), estabilizándose hacia final de siglo, con un forzamiento radiativo estable y unas emisiones de CO_2 equivalentes a nivel mundial de 538 ppm a 2100;
- ✓ **Pesimista** o de alta producción de emisiones hacia final de siglo (denominado RCP 8,5), con un forzamiento radiativo creciente y unas emisiones de CO2 equivalentes a nivel mundial de 936 ppm.

En conjunto, se han seleccionado los siguientes horizontes temporales de análisis:

- Histórico [1971-2000].
- Futuro cercano, horizonte 2030 [2011-2040].
- Futuro intermedio, horizonte 2060 [2041-2070].

Los resultados promedio obtenidos, tanto para el periodo histórico (retroproyecciones) como para los horizontes temporales futuros, permiten observar los datos históricos y contrastarlo con la evolución estimada de los parámetros analizados:

Indicadores	HISTÓRICO	RCP4,5		RCP8,5	
		Horizonte 2030	Horizonte 2060	Horizonte 2030	Horizonte 2060
	1971-2000	2011-2040	2041-2070	2011-2040	2041-2070
Precipitación (mm/día)	1,38	1,36	1,31	1,36	1,27
Temperatura mínima (ºC)	6,59	7,58	8,36	7,73	9,00
Temperatura máxima (ºC)	18,62	19,84	20,78	19,98	21,53

Tabla 18. Valores promedio de las variables climáticas precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima en la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AdapteCCa).

La precipitación media diaria para el histórico se observa en 1,38 mm/d, con un ligero descenso en todos los horizontes temporales futuros, especialmente en el horizonte 2060 del RCP 8,5, donde la precipitación llega a 1,27 mm/d.

La temperatura mínima refleja un promedio de 6,59 ºC en el histórico, con un aumento en los horizontes temporales futuros, superando los 7,5 ºC en los horizontes 2030 de ambos escenarios de cambio climático, y llegando a un máximo de 9 ºC en el horizonte 2060 del RCP 8,5.

los principales agentes implicados en la adaptación. Proporciona una herramienta de gran valor para conocer los distintos marcos y acciones que se desarrollan a diferentes niveles de gestión competencial. Ver sitio web: https://adaptecca.es/en

BOCM-20240115-10

A su vez, la temperatura máxima observa un promedio de 18,62 ºC en el histórico, con un aumento en los horizontes temporales futuros que alcanza los 21,53 ºC en el horizonte 2060 del RCP 8,5.

Algunos de los municipios que reflejan un mayor descenso de la precipitación, con respecto al periodo histórico, son Guadarrama, Los Molinos, Cercedilla, Collado Mediano y San Lorenzo de El Escorial, Navacerrada o Rascafría. Se observa que el descenso de las precipitaciones será algo más acentuado en la zona de sierra de la Comunidad (ver Ilustración 62). No obstante, el análisis de la serie histórica muestra cómo no existe una tendencia significativa en el periodo histórico ni en el escenario RCP 4,5, por lo que no se puede afirmar que haya un claro descenso en las precipitaciones en ambos periodos.

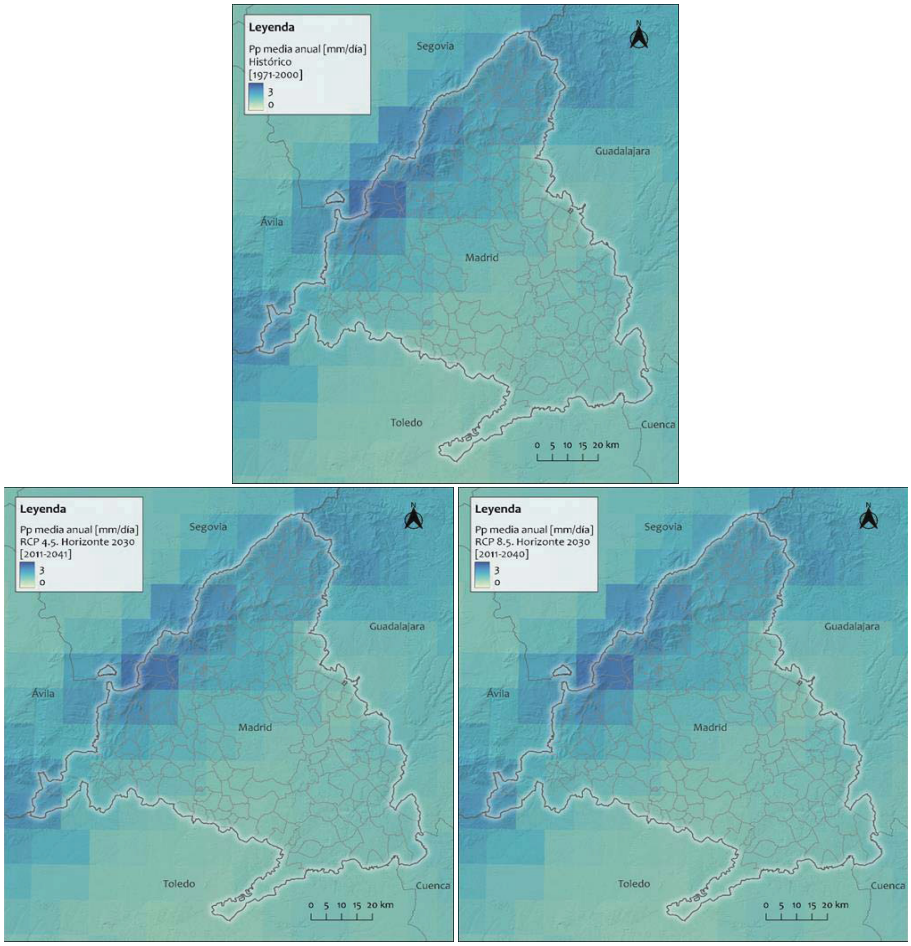


*Ilustración 62. Precipitación media anual del histórico (1971-2000) y de los escenarios RCP 4,5 y 8,5 (horizonte 2030). (*Fuente: *Elaboración propia*).

Las temperaturas muestran un incremento, tanto de la mínima media anual como de la máxima media anual, tanto en el periodo histórico como en los horizontes 2030 y 2060 en los dos escenarios analizados (RCP 4,5 y RCP 8,5).

BOCM-20240115-10

Se observa (ver Ilustración 63) que los municipios que reflejan un mayor aumento de la temperatura mínima media anual, con respecto al periodo histórico, son Rozas de Puerto Real, Cenicientos, Cadalso de los Vidrios, Valdemaqueda y San Martín de Valdeiglesias. Se concluye, entonces, que el ascenso de las temperaturas mínimas será más acentuado al sur de la Comunidad.

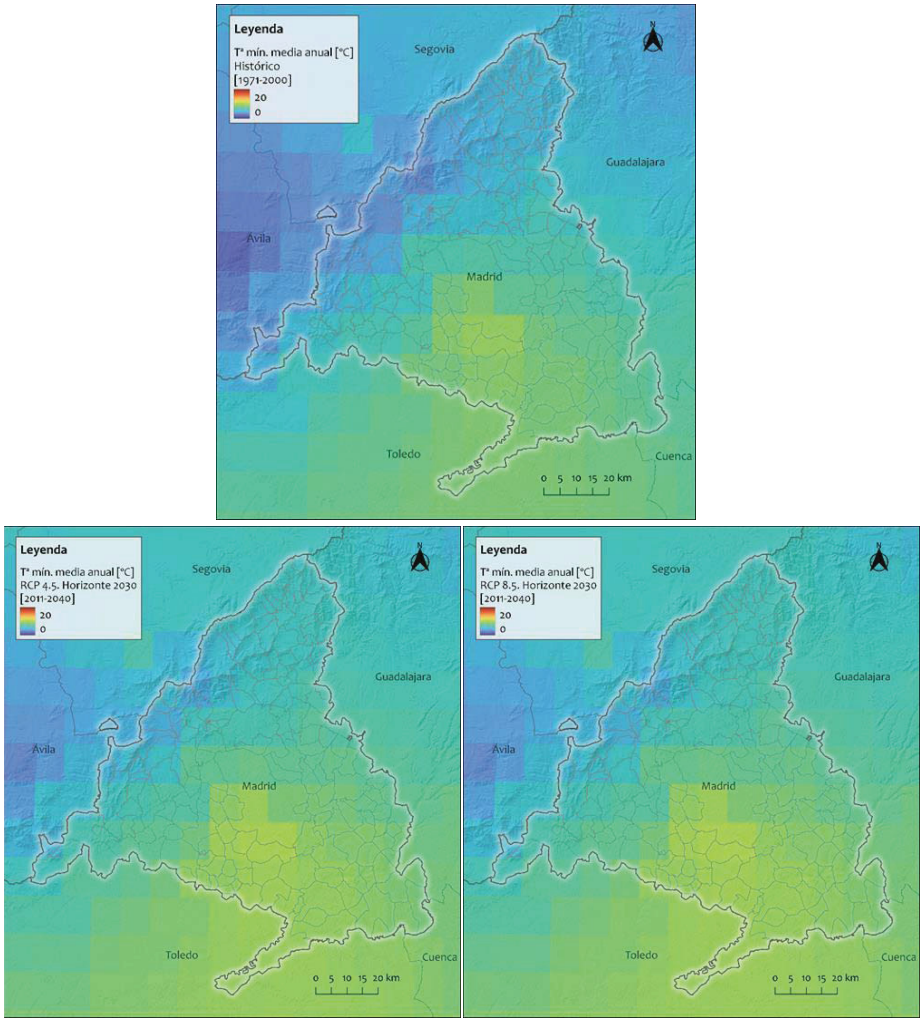


Ilustración 63. Temperatura mínima media anual del histórico (1971-2000) y de los escenarios RCP 4,5 y 8,5 (horizonte 2030). (Fuente: Elaboración propia)

En cuanto a la temperatura máxima media anual, se observa como los municipios que reflejan un mayor aumento con respecto al periodo histórico son Navacerrada, Guadarrama, Manzanares el Real, Collado Mediano y Rascafría. Por tanto, puede

BOCM-20240115-10

decirse que el aumento de las temperaturas máximas tendrá un mayor impacto sobre los municipios de la zona de la sierra de la Comunidad.

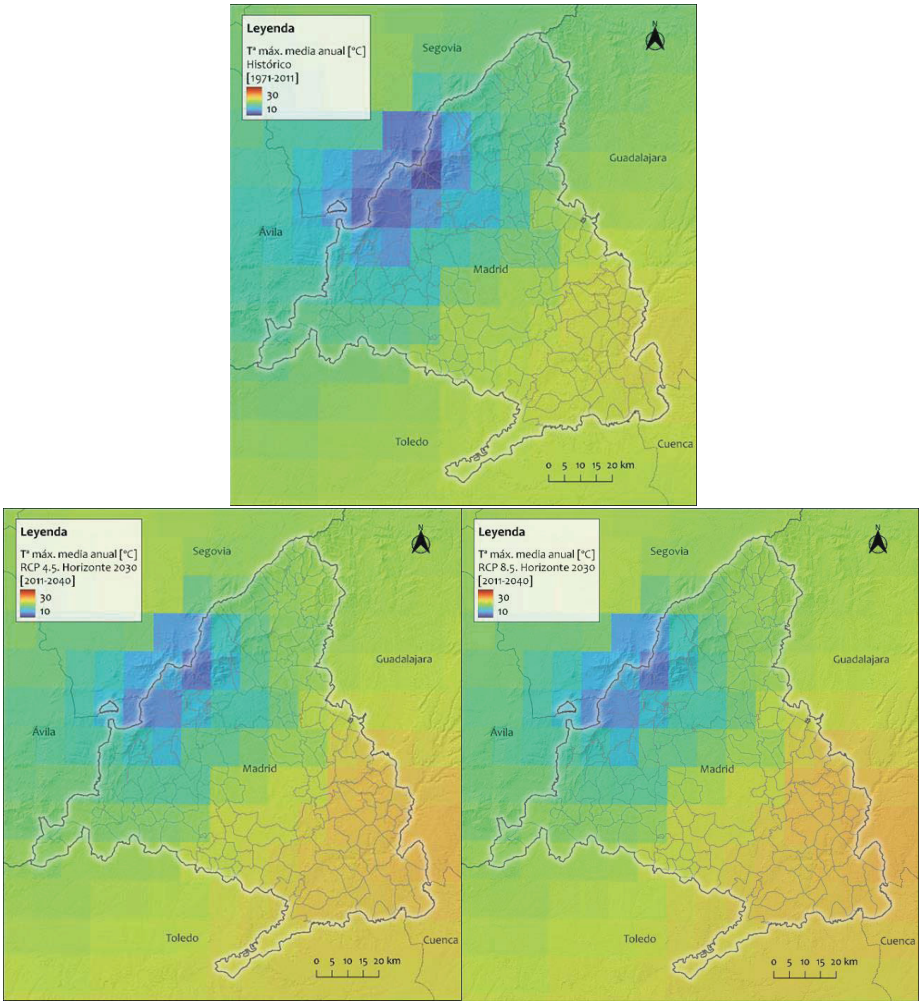


Ilustración 64. Temperatura máxima media anual del histórico (1971-2000) y de los escenarios RCP 4,5 y 8,5 (horizonte 2030). (Fuente: Elaboración propia).

En resumen, las proyecciones analizadas indican un ligero descenso de las precipitaciones, así como un considerable aumento de las temperaturas a lo largo de todo el siglo XXI, acentuándose más hacia la segunda mitad de siglo. Sin embargo, y a pesar de la variación en las magnitudes de las variables analizadas, no se observa un cambio en los patrones de distribución o gradientes termopluviométricos a lo largo del territorio de la Comunidad de Madrid.

BOCM-20240115-10

El estudio contenido en el documento de *Análisis de vulnerabilidad y riesgo climático de los municipios madrileños ante el cambio climático* muestra un análisis detallado sobre la caracterización de los principales eventos extremos vinculados al clima de la región, destacando el crecimiento de las siguientes amenazas climáticas: olas de calor, inundaciones, inclemencias invernales, sequías e incendios.

Para su estudio se han analizado, al igual que las variables termopluviométricas, una serie de **indicadores climáticos**, normalmente vinculados a este tipo de eventos. La Tabla 19 recoge los resultados promedio de estos indicadores, obtenidos tanto para el periodo histórico (retroproyecciones) como para los horizontes temporales futuros.

Olas de calor

Para el estudio de las **olas de calor** se han empleado tres indicadores: duración máxima de las olas de calor, número de días cálidos y número de noches cálidas.

En cuanto a la duración máxima de las olas de calor, se observan valores crecientes a lo largo de los horizontes temporales de estudio, en comparación con el periodo histórico. Si la duración promedio en la Comunidad de Madrid en el periodo histórico se cifra en 11,72 días, el escenario de estabilización de emisiones RCP 4,5 prevé que la duración de las olas de calor se prolongue durante 16,73 días y 23,35 días en los horizontes 2030 y 2060, respectivamente. El escenario más pesimista, RCP 8,5, prevé que para el horizonte 2030 dicha duración aumente a un promedio de 17,6 días, alcanzando casi el triple, 27,14 días, para el horizonte 2060.

Por otra parte, el número de días cálidos muestra un ascenso considerable en los escenarios climáticos previstos, desde 36,4 días promedio en el periodo histórico, aumentando en casi 20 días en el horizonte temporal 2030 de ambos RCPs, y alcanzando valores de 66,20 días o de más del doble, 82,64 días, en el horizonte 2060 del RCP 4,5 y RCP 8,5, respectivamente.

Finalmente, el número de noches cálidas presenta un comportamiento similar al anterior indicador, aunque la diferencia entre el periodo histórico y la proyección para el escenario climático 8,5 en su horizonte 2060 es aún más acusada, representando un aumento de 46 días. Entre la serie histórica y el escenario 4,5, horizonte 2030, hay un aumento de 16 días, mientras que la diferencia con el escenario 8,5 y horizonte 2060 es de 46 días.

Inundaciones

En el caso de las **inundaciones,** se utilizan como parámetros de análisis la precipitación máxima en 24 h y el percentil 95 de la precipitación diaria, que es el indicador comúnmente utilizado para la definición de evento intenso (así, evento intenso es aquel en el que la precipitación registrada supera o iguala ese umbral).

El percentil 95 de la precipitación diaria tiene un promedio de 18,56 días para la serie histórica, manteniendo los valores de proyecciones futuras más o menos constantes, con un ligero aumento de entre uno y dos días para los escenarios RCP 4,5 y 8,5 en ambos horizontes. El máximo se alcanza en el escenario RCP 8,5 en su horizonte 2060, con un valor de 20,48.

BOCM-20240115-10

De igual manera, para la precipitación máxima en 24 h se prevé un incremento, tanto para el horizonte 2030 como para el 2060 y los dos escenarios de cambio climático analizados. El indicador tiene un valor inicial de 33,3 mm/d en el periodo histórico, aumentando entre 1 y 2 mm para el escenario RCP 4,5, así como en el escenario RCP 8,5, en el que la diferencia máxima es de 2 mm para el horizonte 2060, respecto a la serie histórica.

Inclemencias invernales

Para caracterizar las inclemencias invernales se han utilizado dos indicadores: número días con temperatura mínima menor de 0 ºC y temperatura mínima extrema.

El número días con temperatura mínima menor de 0 ºC experimenta un descenso, desde el promedio de 61,98 días en el periodo histórico hasta 48,63 días en el primer escenario RCP 4,5 y horizonte 2030, valor que sigue disminuyendo para el horizonte 2060. En el escenario más pesimista, RCP 8,5, el horizonte 2060 pronostica un descenso de hasta 32,02 días promedio, lo que supone una reducción de casi el 50 % para el indicador.

Por otra parte, los datos para la temperatura mínima extrema reportan un descenso desde el periodo histórico, con un promedio de - 6,94 ºC, hasta los - 4,93 ºC para el horizonte 2060 en el escenario RCP 8,5. Por el contrario, los datos arrojados por el RCP 4,5, si bien coinciden en la disminución de la temperatura mínima extrema, pronostican un descenso más contenido. Así, el horizonte 2030 prevé un promedio de - 6,08 ºC, y de - 5,50 ºC para el siguiente horizonte 2060.

Sequías

Las **sequías** se han evaluado mediante el indicador del máximo número de días consecutivos con precipitación menor de 1 mm. En este caso, los valores van en aumento, con una variabilidad más moderada. Con un valor inicial de 42,07 días consecutivos en la serie histórica, se produce un aumento de cuatro días para el horizonte 2030 en el escenario RCP 4,5 y de cinco días para el horizonte 2060. Para el escenario RCP 8,5 y horizonte 2030, el valor promedio es menor que en el mismo horizonte del escenario anterior; sin embargo, el horizonte 2060 de este escenario vuelve a superar todos los datos anteriores, alcanzando el máximo de 50,07 días.

Incendios

En cuanto a los **incendios**, caracterizados por los días con nivel de peligro de incendio muy alto, muestran un aumento en los diferentes horizontes temporales con respecto a los 15,12 días del periodo histórico. Así, en el horizonte temporal 2030 de ambos RCPs se observan incrementos de 4,5 y 8,5 (20,76 y 20,09 días, respectivamente), llegando casi a duplicarse en el horizonte temporal 2060 (27,06 y 28,30 días, respectivamente).

BOCM-20240115-10

Evento Extremo	Indicador	Unidad	HISTÓRICO	RCP4,5		RCP8,5	
				Horizonte 2030	Horizonte 2060	Horizonte 2030	Horizonte 2060
			1971-2000	2011-2040	2041-2070	2011-2040	2041-2070
Olas de calor	Duración máxima de olas de calor	Días	11,72	16,73	22,35	17,60	27,14
	Nº días cálidos	Días	36,40	52,35	66,20	54,89	74,76
	Nº de noches cálidas	Días	36,40	56,12	72,68	58,72	82,64
Inundaciones	Percentil 95 de la precipitación diaria	mm/ día	18,56	19,76	20,20	19,77	20,48
	Precipitación máxima en 24h	mm/ día	33,30	34,90	35,31	35,01	35,59
Inclemencias invernales	Nº de días con temperatura mínima < 0ºC	Días	61,98	48,63	39,81	46,50	32,02
	Temperatura mínima extrema	ºC	-6,94	-6,08	-5,50	-5,97	-4,93
Sequías	Máximo Nº de días consecutivos con precipitación < 1mm	Días	42,07	46,03	47,95	45,94	50,07
Incendios	Días con nivel de peligro de incendio muy alto	Días	15,12	20,76	27,06	20,09	28,30

Tabla 19. Valores promedio de indicadores climáticos asociados a las principales amenazas climáticas de la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia).

2.2. Escenarios tendenciales de Energía, Clima y Calidad del Aire

2.2.1 Escenario Tendencial de Energía - 2030

A la hora de llevar a cabo un análisis del futuro de un sistema como es el caso del sistema energético de la Comunidad de Madrid es necesario establecer una base de comparación respecto de la cual observar el efecto de los cambios que se lleven a cabo sobre dicho sistema. Esta base de comparación es el llamado «escenario tendencial» que, en el caso de la presente Estrategia, alcanza a vislumbrar hasta el año 2030. Dicho escenario tendencial semeja el comportamiento inercial del sistema energético (especialmente en el lado de la demanda) de la Comunidad de Madrid si no se llevasen a cabo nuevas políticas o medidas. La metodología para la definición del escenario tendencial y del resto de escenarios que, previsiblemente, se pueden derivar de la aplicación de la Estrategia se explica con detalle en el capítulo 7.

BOCM-20240115-10

El diseño del escenario tendencial pivota en torno a la proyección del comportamiento histórico de los principales factores que influyen en el sistema energético. En términos puramente cuantitativos, es decir, sin tener en cuenta el reparto de los consumos y sus efectos en la emisión de GEI y contaminantes atmosféricos, la intensidad energética (definida como la ratio entre el consumo de energía final y el PIB) es un indicador básico para definir la eficacia del sistema energético y su desarrollo futuro. Desde la crisis económica mundial de 2008, la tendencia decreciente en dicho indicador da una idea de la transformación del sistema energético nacional, que muestra un desacople entre el crecimiento económico y el consumo de energía que toda actividad conlleva. El PNIEC profundiza en esa tendencia y pretende un ambicioso objetivo de reducción de la intensidad energética para el conjunto del Estado, como se describe en el capítulo 7, lo que se ha asumido en esta Estrategia para, dada una proyección de PIB, determinar el consumo final deseable del sistema energético de la Comunidad de Madrid.

Una vez se determina el nivel de esfuerzo general para todo el sistema en su conjunto, se ha de evaluar el comportamiento del consumo de energía final de los sectores. Los datos de consumo sectorial por combustible permiten comprender la necesidad de su transformación a fin de lograr su descarbonización y la reducción de las emisiones de contaminantes atmosféricos, mediante estrategias tales como el aumento de la electrificación, las mejoras en la eficiencia o los cambios en el comportamiento de los agentes, por citar los más significativos.

Si bien existen datos desde 2000 hasta 2020, como ya se indica al principio de este documento, se toma como base el año 2019, debido a la anormalidad ya comentada que suponen los datos de 2020 por motivo de la COVID-19.

En las siguientes secciones se expresan las proyecciones de la intensidad energética y los consumos de energía final por sectores (y por combustibles) que determinan el escenario tendencial.

Intensidad energética

La Comunidad de Madrid se encuentra en un proceso de mejora de su intensidad energética. Tras la crisis económica de 2008 se vio una abrupta bajada tanto en el consumo energético como en el PIB. La recuperación económica posterior ha venido de la mano de una mejora de la eficiencia energética ya que se puede apreciar cómo el PIB de la región ha superado ampliamente los valores precrisis mientras que el consumo energético aún no ha alcanzado los niveles de 2007. Esto ha desembocado en una bajada continuada de la intensidad energética, con un ligero incremento en los años 2017 y 2018.

Asimismo, en la siguiente ilustración también se muestra la evolución esperada de la intensidad energética de España en el escenario objetivo del PNIEC[64] y la proyección

[64] Plan Nacional Integrado de Energía y Clima. Escenario objetivo. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/planes-estrategias/plan-nacional-integrado-energia-clima/plannacionalintegradodeenergiayclima2021-2030_tcm30-546623.pdf

BOCM-20240115-10

de la intensidad energética de la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial de la presente Estrategia.

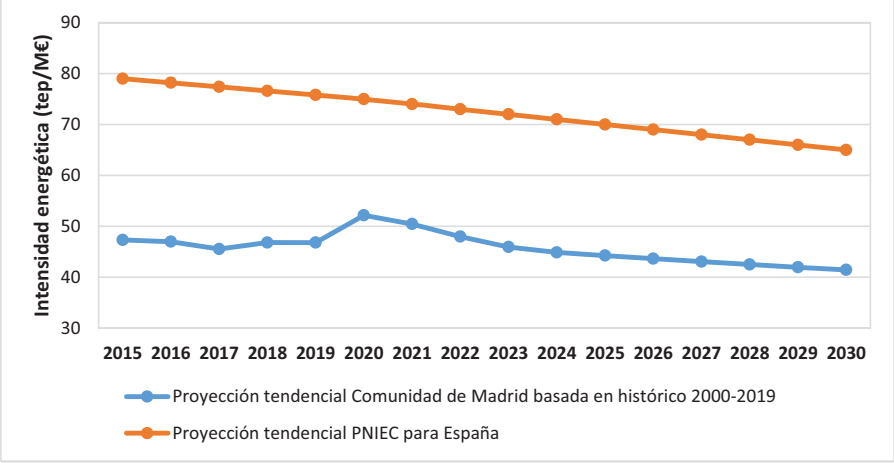


Ilustración 65. Evolución histórica y proyectada de la intensidad energética en España y la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y MITERD)

Intensidad energética final (tep/M€)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Proyección tendencial PNIEC España	76,6	75,8	75,0	74,0	73,0	72,0	71,0	70,0	69,0	68,0	67,0	66,0	65,0
Proyección tendencial Comunidad de Madrid basada en histórico 2000-2019	46,8	46,8	52,1	50,4	47,9	45,9	44,8	44,2	43,6	43,0	42,5	41,9	41,4

Tabla 20. Evolución histórica y proyectada de la intensidad energética en España y la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y MITERD).

La proyección de la intensidad energética de la Comunidad de Madrid que se presenta en la ilustración anterior incluye valores reales (históricos) hasta 2019, calculados con base en datos de Fenercom y el Instituto Nacional de Estadística (INE). De 2020 en adelante, los valores son los calculados a partir de tomar la proyección de PIB asumida hasta 2030 y la proyección del consumo de energía final de la Comunidad de Madrid basada en los datos históricos (ver Tabla 20). Dicha proyección del consumo de energía final regional se ha calculado utilizando los datos históricos de los consumos de energía final de los balances de Fenercom de 2000 a 2019 utilizando como método de

BOCM-20240115-10

proyección un algoritmo de pronóstico de suavizado exponencial triple (tipo Holt-Winters).

Consumo energético

A diferencia de la intensidad energética, el consumo de energía final en la Comunidad de Madrid muestra una tendencia ascendente, principalmente asociada al aumento de población y al incremento esperado del consumo de energía por los sectores transporte y servicios, y una estabilización del consumo en los demás sectores. En este sentido, los nuevos desarrollos urbanísticos, que supondrán un incremento potencial de más de 150.000 viviendas en Valdecarros (Madrid), Madrid Nuevo Norte (Madrid), Los Berrocales (Madrid), Los Ahijones (Madrid), Los Cerros (Madrid), El Cañaveral (Madrid), Valgrande (Alcobendas), Arpo (Pozuelo de Alarcón), Cerro del Baile (San Sebastián de los Reyes), Retamar de la Huerta (Alcorcón), entre otros, junto con la ampliación del aeropuerto Adolfo Suárez-Madrid Barajas, la construcción de nuevos centros logísticos y centros de procesamiento de datos (CPD), serán factores de crecimiento a tener en cuenta.

De acuerdo con la tendencia actual, para el año 2030 se espera un consumo en torno a los 11.399 ktep, ligeramente por debajo del máximo histórico registrado en 2008.

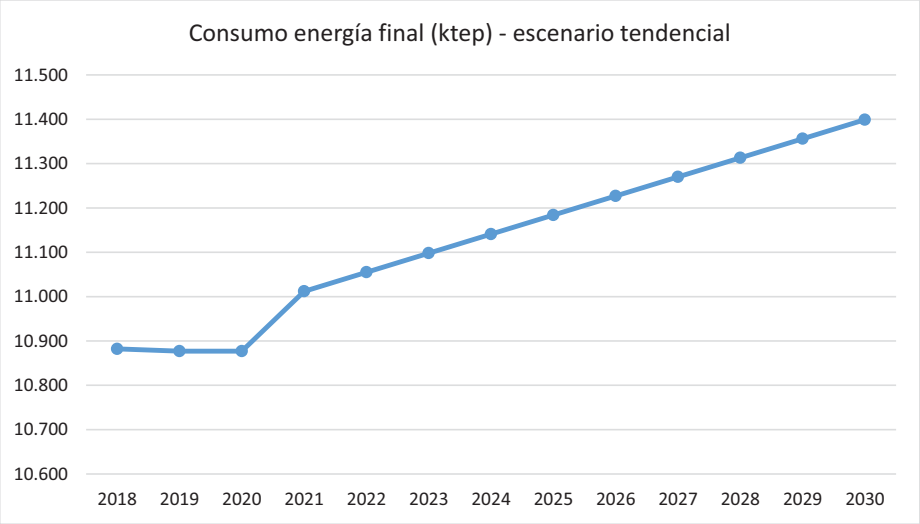


Ilustración 66. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial a 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom)

Escenario tendencial	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Consumo energía final (ktep)	10.882	10.877	10.877	11.012	11.055	11.098	11.141	11.184	11.227	11.270	11.313	11.356	11.399

Tabla 21. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial a 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom).

BOCM-20240115-10

Las tendencias actuales se caracterizan por un crecimiento del consumo del gas natural y, en menor medida, de la energía eléctrica, asociado al aumento de las energías renovables y el autoconsumo. Por otra parte, suponiendo una baja penetración de las tecnologías de bajas o nulas emisiones, en el escenario tendencial sería previsible que se produjera una estabilización del consumo de los derivados del petróleo, incluso contando con las perspectivas de crecimiento del consumo del sector transporte. Esto se debe a una desaparición progresiva de los derivados del petróleo en el resto de los sectores, que compensa dicho crecimiento.

Utilizando el año 2019 como base de análisis se obtiene la proyección por tipo de combustible dado el comportamiento del sistema en su conjunto de la Tabla 22, que se presenta a continuación.

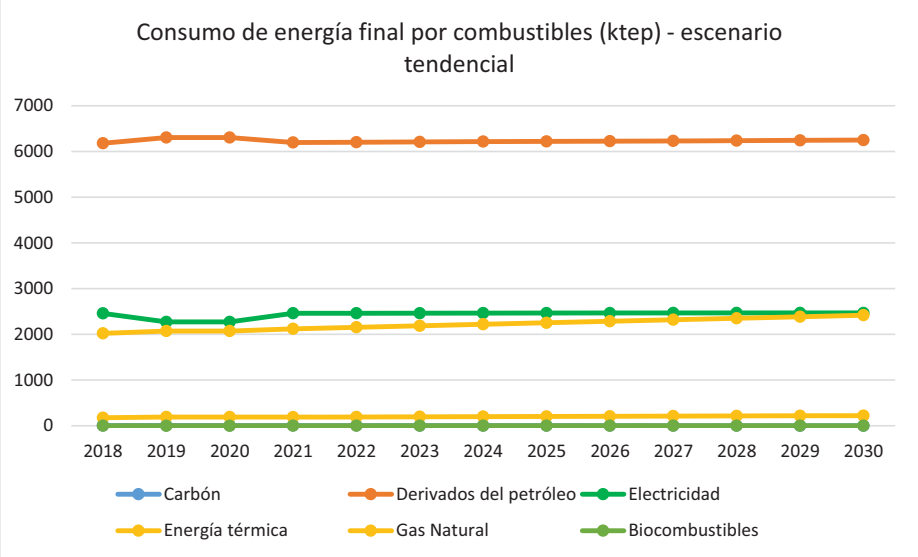


Ilustración 67. Consumo de energía final por combustible en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom).

TENDENCIAL (ktep)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Carbón	5	5	5	4	4	3	3	2	1	1	1	0	0
Derivados del petróleo	6.180	6.305	6.305	6.197	6.203	6.209	6.216	6.220	6.226	6.231	6.237	6.244	6.249
Electricidad	2.459	2.272	2.272	2.461	2.462	2.463	2.465	2.466	2.466	2.467	2.468	2.468	2.469
Energía térmica	176	191	191	189	192	197	200	203	207	211	214	218	221
Gas Natural	2.021	2.072	2.072	2.121	2.154	2.187	2.221	2.252	2.285	2.319	2.351	2.385	2.418
Biocombustibles	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabla 22. Consumo de energía final por combustible en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom). *Nota: la tabla incluye los valores*

BOCM-20240115-10

correspondientes a los sectores de transporte, doméstico, servicios, industria y primario. Se ha excluido el sector "energético" según nomenclatura de Fenercom del cómputo total (desajuste: 0,3%; 11.399 ktep vs. 11.358 ktep).

Consumo por sectores

A continuación, se detalla en profundidad el comportamiento del consumo de energía final por sectores y por tipo de combustible para el escenario tendencial, sirviendo dicho análisis de base de comparación para el posterior diseño de escenarios de mayor eficiencia energética y menores emisiones.

Doméstico

En el sector doméstico (también llamado sector residencial) en la Comunidad de Madrid, se observa una tendencia a la estabilización del consumo total de energía final. En cuanto al reparto de combustibles, se aprecia una reducción importante de los derivados del petróleo y su sustitución por el gas natural, el combustible con mayor peso relativo. La electricidad se mantendría como la segunda fuente de energía más utilizada en el sector, asociada a un aumento progresivo, aunque no muy intenso, del autoconsumo.

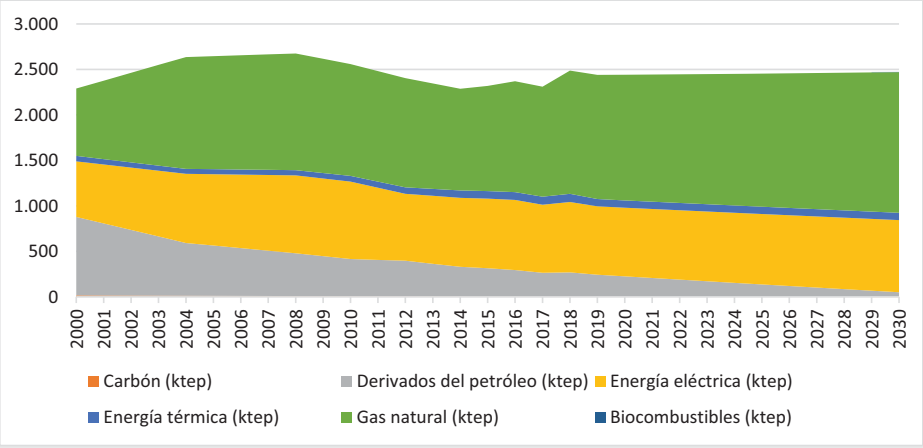


Ilustración 68. Proyección del consumo de energía final para el sector doméstico en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom)

BOCM-20240115-10

TENDENCIAL (ktep)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Derivados del petróleo	265	240	240	211	194	176	158	140	122	104	86	69	51
Energía térmica	83	80	80	82	82	82	82	81	81	81	81	80	80
Electricidad	773	751	751	778	780	781	783	785	786	788	790	791	793
Gas Natural	1.331	1.365	1.365	1.385	1.402	1.420	1.438	1.456	1.474	1.492	1.509	1.527	1.545
Biocombustibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carbón	4	4	4	3	3	2	2	2	1	1	1	0	0
Total	**2.456**	**2.440**	**2.440**	**2.459**	**2.460**	**2.461**	**2.462**	**2.463**	**2.464**	**2.466**	**2.467**	**2.468**	**2.469**

Tabla 23. Proyección del consumo de energía final para el sector doméstico en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom).

Servicios

El análisis de la tendencia de evolución del consumo del sector servicios sugiere un incremento del consumo energético final en el futuro. Las dos fuentes de energía principales que se utilizan en el sector, gas natural y electricidad, previsiblemente mantendrían su protagonismo en el futuro en un escenario tendencial. El sector servicios junto con el del transporte son los únicos sectores que muestran una tendencia de mayor consumo energético en la Región. Sin embargo, el sector doméstico es energéticamente menos intensivo, por lo que juega también un papel menos relevante en el esquema de consumo global de la Región.

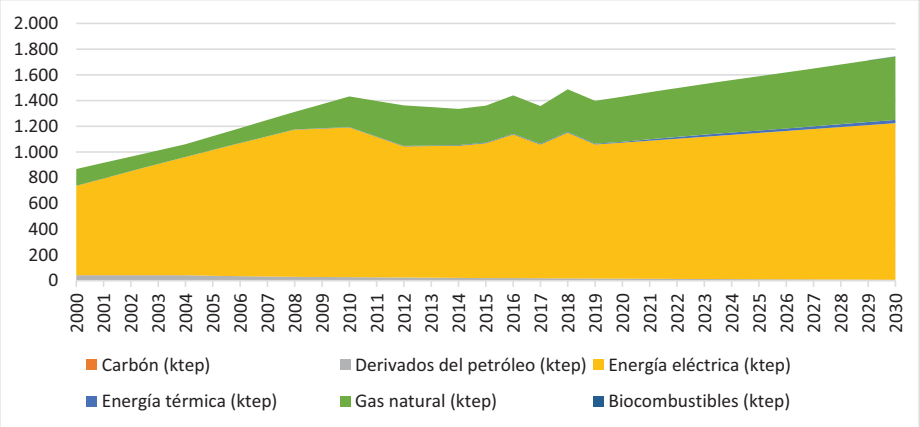


Ilustración 69. Proyección del consumo de energía final para el sector servicios en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom)

BOCM-20240115-10

TENDENCIAL (ktep)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Carbón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Derivados del petróleo	18	17	17	15	14	13	13	12	11	10	9	8	7
Electricidad	1.133	1.042	1.042	1.154	1.161	1.168	1.175	1.182	1.189	1.196	1.203	1.210	1.217
Energía térmica	6	6	6	13	14	16	17	19	20	22	23	25	26
Gas Natural	325	333	333	367	381	395	409	422	436	450	464	478	492
Biocombustibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1.482	1.398	1.398	1.549	1.570	1.592	1.613	1.635	1.656	1.678	1.699	1.721	1.742

Tabla 24. Proyección del consumo de energía final para el sector servicios en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom).

Sector primario

Se espera que el consumo energético del sector de la agricultura y la ganadería, que ya representa una fracción menor del consumo energético total de la Comunidad de Madrid, se reduzca progresivamente, alcanzando valores inferiores a los 200 ktep en el año 2030.

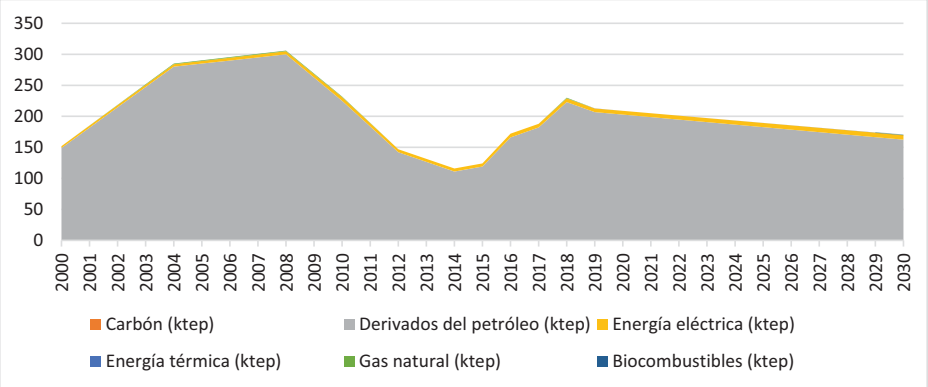


Ilustración 70. Proyección del consumo de energía final para el sector de la agricultura en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom)

TENDENCIAL (ktep)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Carbón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Derivados del petróleo	223	207	207	208	203	198	193	187	182	177	172	167	162
Electricidad	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7
Energía térmica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas Natural	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Biocombustibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	230	213	213	215	210	205	200	195	190	185	180	174	169

Tabla 25. Proyección del consumo de energía final para el sector de la agricultura en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom).

BOCM-20240115-10

Transporte

El sector del transporte en la actualidad registra cotas máximas históricas y previsiblemente el consumo energético continuará aumentando en el futuro de seguir las tendencias actuales. La energía eléctrica para el sector transporte se está abriendo paso en un sector claramente dominado por los derivados del petróleo, pero aun así su contribución al *mix* energético de 2030, aplicando una proyección tendencial, será escaso.

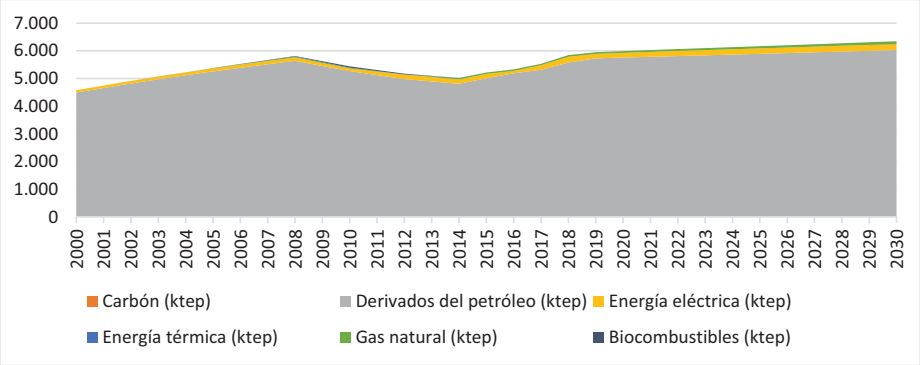


Ilustración 71. Proyección del consumo de energía final para el sector del transporte en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom)

TENDENCIAL (ktep)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Carbón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Derivados del petróleo	5.581	5.728	5.728	5.693	5.730	5.768	5.805	5.842	5.880	5.917	5.954	5.992	6.029
Electricidad	204	160	160	207	208	209	211	212	213	214	215	216	217
Energía térmica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas Natural	60	62	62	69	72	75	78	81	84	87	90	93	96
Biocombustibles[65]	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Total	**5.846**	**5.950**	**5.950**	**5.970**	**6.012**	**6.053**	**6.095**	**6.136**	**6.177**	**6.219**	**6.260**	**6.302**	**6.343**

Tabla 26. Proyección del consumo de energía final para el sector del transporte en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom).

[65] *Estos datos toman como base la metodología de cálculo empleada en el Balance Energético de FENERCOM. El balance de FENERCOM contabiliza las ventas directas de biocombustibles, no el biocombustible inyectado en red como mezcla en los derivados del petróleo. A modo aclaratorio se indica que para el año 2021 el consumo de biocombustibles en la Comunidad de Madrid fue de 121 ktep. Por otra parte, los datos referentes a la obligatoriedad de comercialización de biocombustibles establecida en el Real Decreto 1085/2015, no se han presentado desagregados, sino que quedan incluidos en los derivados del petróleo. Se actualizarán estos datos en futuras ediciones de la EECAM*

BOCM-20240115-10

Industria

El consumo energético del sector industrial de la Comunidad de Madrid alcanzó su máximo en 2008, para luego reducirse drásticamente. Tal tendencia, protagonizada por la casi desaparición de los derivados del petróleo, continúa actualmente. Sobre la base de las series históricas, en los próximos años, se prevé que la reducción del consumo energético del sector continúe, alcanzando valores ligeramente menores a los actuales para el año 2030. Así pues, se asume que el comportamiento tendencial del sector industrial madrileño ya presenta un desacople entre su Valor Agregado Bruto (VAB) y su consumo energético final (ver Ilustración 72). Este desacople, más allá de los efectos de la crisis de 2008, entre los que se cuenta la caída de la actividad industrial, se puede apreciar a partir de 2014, y viene a mostrar el efecto virtuoso de las medidas de transformación, mejora y eficiencia asociadas al Plan Industrial 2020-2025, así como a los planes previos en materia industrial de la Comunidad de Madrid. Se asume para el futuro, un crecimiento sostenido del VAB industrial de un 2,5% anual, en línea con las perspectivas de crecimiento regionales.

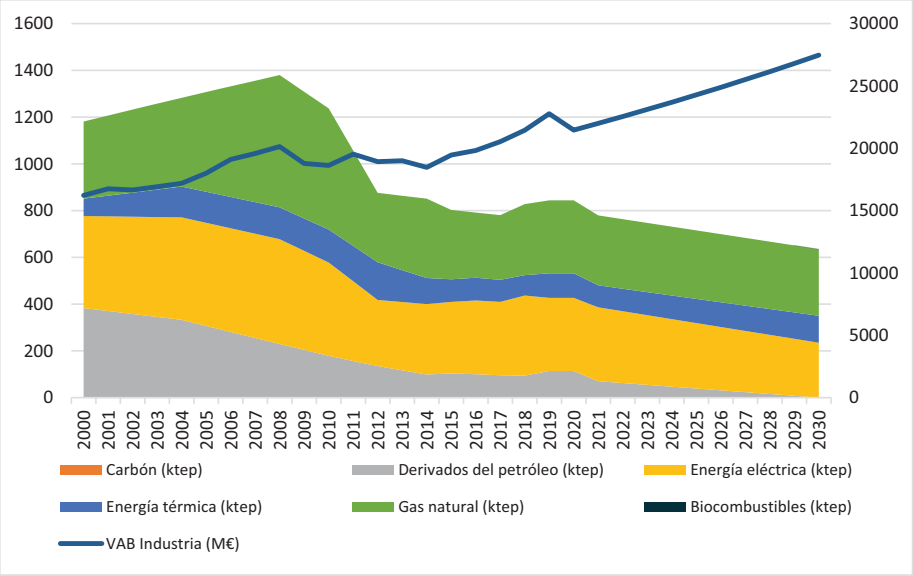


Ilustración 72. Proyección del consumo de energía final para el sector industrial en la Comunidad de Madrid y VAB industrial en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom)

TENDENCIAL (ktep)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Carbón	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Derivados del petróleo	93	113	113	70	62	54	47	39	31	23	16	8	0
Electricidad	343	313	313	316	307	298	289	280	271	262	253	244	235
Energía térmica	87	105	105	94	96	99	101	103	106	108	110	113	115
Gas natural	304	312	312	299	298	296	295	293	291	290	288	287	285
Biocombustibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

BOCM-20240115-10

TENDENCIAL (ktep)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Total	828	844	844	780	764	748	732	715	699	683	667	651	635

Tabla 27. Proyección del consumo de energía final para el sector industrial en la Comunidad de Madrid y VAB industrial en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom).

Como se puede apreciar en la Ilustración 72., el VAB industrial esperado ahonda en el desacoplamiento economía vs energía, e incide en la idea ya observada desde 2014 de que se puede reducir el consumo energético sin menoscabo del desarrollo económico, lo que constituye una buena referencia para la definición de otros posibles escenarios más ambiciosos, que aumenten dicho desacoplamiento.

BOCM-20240115-10

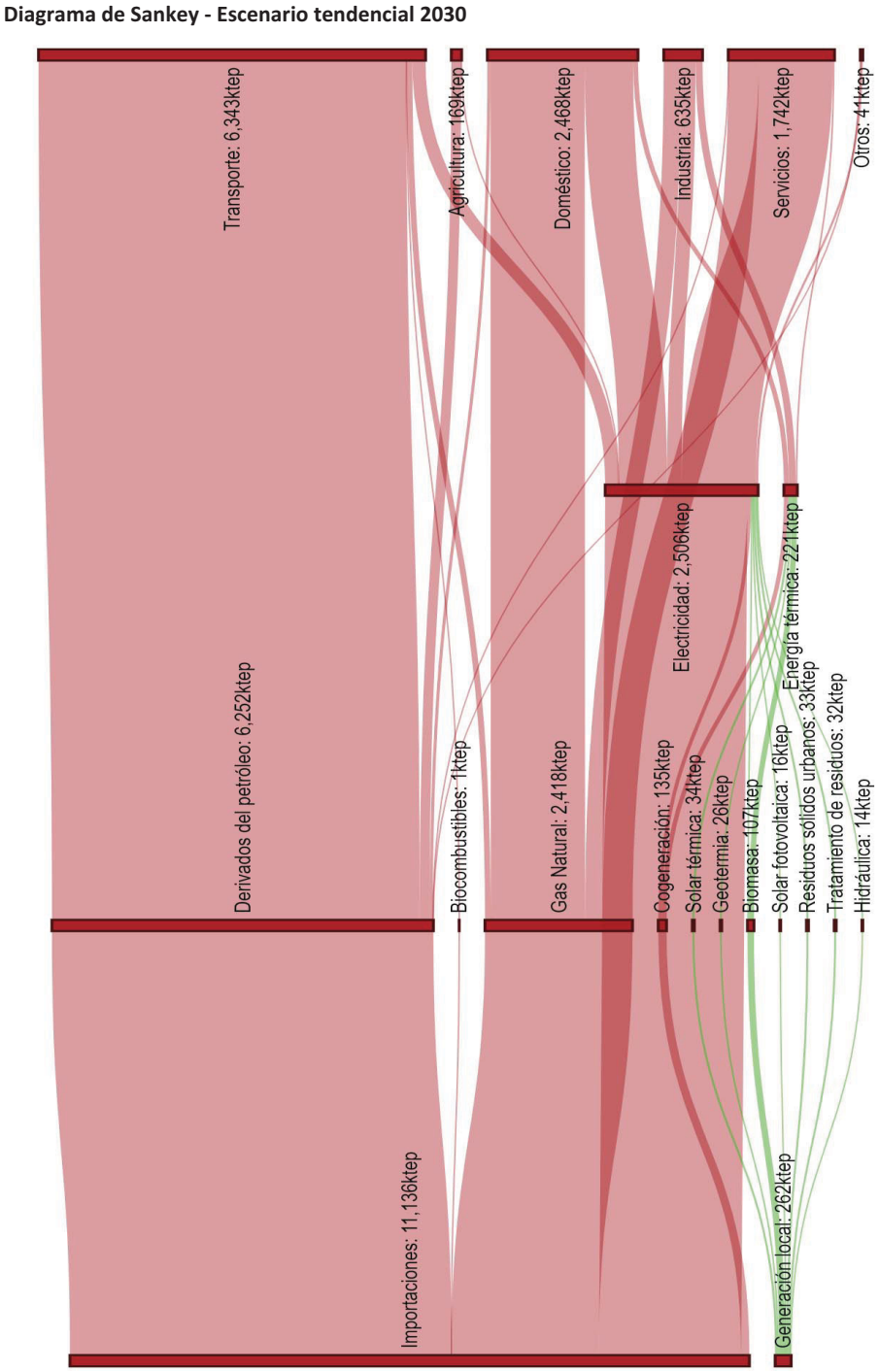


Ilustración 73. Diagrama de Sankey del sistema energético (ktep) de la Comunidad de Madrid en 2030 – escenario tendencial. (Fuente: elaboración propia).

BOCM-20240115-10

2.2.2 Escenario Tendencial de las emisiones a la atmósfera 2030

Las proyecciones de emisiones a la atmósfera constituyen un ejercicio de prospectiva ambiental mediante el cual se plantean posibles escenarios de evolución, tanto de gases de efecto invernadero como de contaminantes atmosféricos. En el año 2020, en el marco de la elaboración del Inventario correspondiente al periodo 1990-2018, se estimaron las proyecciones de las emisiones de la Comunidad de Madrid para el marco temporal 2019-2030.

Se consideraron dos escenarios, uno tendencial, en el que se preveía el impacto de las políticas y regulación existentes en ese momento (escenario con medidas-WeM) y, un segundo escenario, en el que se analizó el previsible impacto en las emisiones de, entre otras, las medidas que se encontraban incluidas en el entonces borrador del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima y en el Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica (escenario con medidas adicionales-WaM), todavía sin implementar.

En el presente apartado se resumen los principales resultados obtenidos en ambos escenarios para las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI: CO_2; CH_4, N_2O) y los cinco principales contaminantes atmosféricos: óxidos de nitrógeno (NO_X), compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM), óxidos de azufre (SO_X), amoniaco (NH_3) y material particulado ($PM_{2.5}$).

Escenario tendencial-con medidas existentes (WeM)

Con carácter general, en el estudio se concluyó que las emisiones de gases de efecto invernadero presentarían una evolución estacionaria en el escenario tendencial durante el periodo proyectado. Para el material particulado ($PM_{2,5}$), se previó una reducción (–12 % en 2020 y –27 % en 2030 comparados con niveles de 2015). Sin embargo, para los óxidos de nitrógeno la tendencia se mantenía prácticamente constante, marcando un ligero descenso en 2030. La tendencia generalizada bien estacionaria o a la baja de estos tres grupos de emisiones (GEI, NO_x y $PM_{2,5}$), desacoplada del marco de crecimiento económico y poblacional considerado en la construcción de las proyecciones, vendría principalmente marcada por la previsible evolución del mix eléctrico (con una mayor penetración de las energías renovables), la modernización del parque móvil, con la completa aplicación de las tecnologías EURO y la continuación del efecto de eficiencia energética, ya citada, y de reducción de emisiones previsibles en la práctica totalidad de los sectores económicos.

BOCM-20240115-10

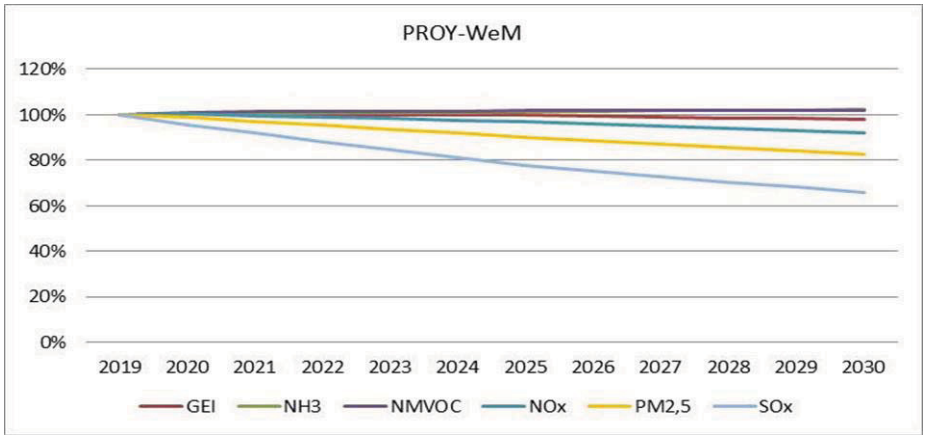


Ilustración 74. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario tendencial (WeM) (Fuente: Tragsatec).

Las emisiones de los compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM), sin embargo, presentaron una evolución al alza en el escenario tendencial a partir de 2019, alcanzando niveles de +1 % en 2020 y +15 % en 2030 respecto al año 2015. Estas emisiones están mayormente ligadas a factores de consumo doméstico (con una previsible tendencia creciente) y para los que se consideró agotado el efecto de las políticas de mitigación existentes.

En el escenario tendencial, las emisiones de amoniaco (NH_3) presentaban una evolución estacionaria ligada a la cabaña ganadera y a la entrada en aplicación de medidas de mitigación ya existentes en el sector agrícola, que mantenían las emisiones sin apenas variaciones.

Finalmente, las emisiones de óxidos de azufre (SO_x) presentaban los mayores niveles de reducción (–24 % en 2020 y –48 % en 2030 comparados con los niveles de emisiones de 2015), por un doble efecto de las medidas existentes de reducción del contenido en azufre de los combustibles derivados del petróleo y por la sustitución del uso de carbón con fines energéticos por otras fuentes no emisoras de óxidos de azufre.

Escenario con medidas adicionales (WaM)

Las proyecciones de emisiones en el escenario WaM, contemplado en el marco del entonces borrador de Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) y el Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica (PNCCA) y otras medidas planificadas aún por implementar, presentaban una tendencia a la baja más marcada en la práctica totalidad de los contaminantes debido al efecto de las políticas y medidas adicionales a las existentes, tenidas en cuenta en el PNIEC y el PNCCA.

BOCM-20240115-10

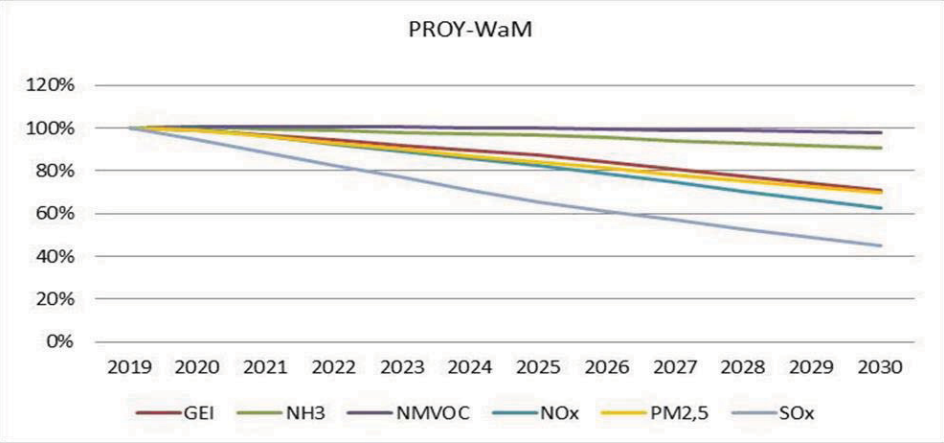


Ilustración 75. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario con medidas adicionales (WaM) (Fuente: Tragsatec)

Las emisiones de óxidos de azufre eran las que presentaban mayores niveles de reducción (–31 % en 2020 y –67 % en 2030 respecto a 2015) debido al efecto combinado de la práctica extinción del uso de carbón con fines energéticos, la reducción adicional en el consumo de combustibles derivados del petróleo y la aplicación de las medidas ya existentes de reducción del contenido de azufre en estos combustibles.

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), óxidos de nitrógeno (NOx) y material particulado ($PM_{2,5}$) presentaron un perfil muy similar, con niveles de reducción próximos al –4 % en 2020 y al –39 % en 2030 respecto de los niveles de 2015. Este comportamiento conjunto a la baja estaría directamente ligado al impacto de las medidas adicionales en materia energética incluidas en el PNIEC.

La proyección de las emisiones de amoniaco (NH_3) en el escenario con medidas adicionales continuaba con una tendencia estacionaria en 2020 presentando una reducción del –8 % en 2030, respecto a 2015, debido a la aplicación de medidas adicionales de reducción de estas emisiones tanto en la gestión de los estiércoles como en las prácticas de fertilización de suelos previstas en el marco de la preparación del Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica.

Finalmente, y al igual que ocurría en el escenario tendencial, las emisiones de los compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM) permanecían prácticamente estables a lo largo de todo el periodo proyectado debido a la compensación del crecimiento de estas emisiones con el limitado efecto de mitigación de las políticas adicionales contempladas en algunos sectores de actividad como la agricultura.

Resultados de las proyecciones por sector 2019-2030

En el estudio de proyecciones, llevado a cabo en el año 2020 durante la elaboración del inventario 1990-2018, se analizó también la evolución que presentarían las emisiones

BOCM-20240115-10

según los diferentes sectores del citado inventario. A continuación, se presentan los principales resultados que se obtuvieron para los dos escenarios contemplados.

Energía (sin transporte)

Escenario tendencial-con medidas existentes (WeM)

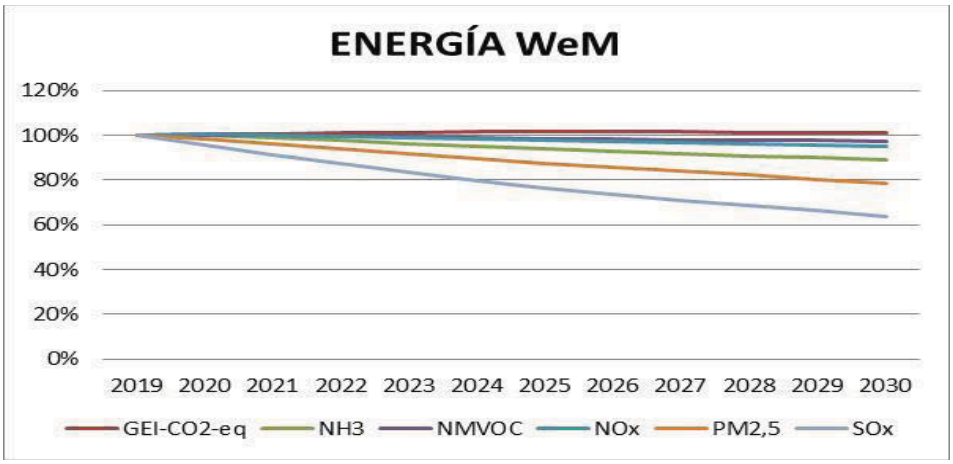


Ilustración 76. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario tendencial (WeM) (Fuente: Tragsatec).

Escenario con medidas adicionales (WaM)

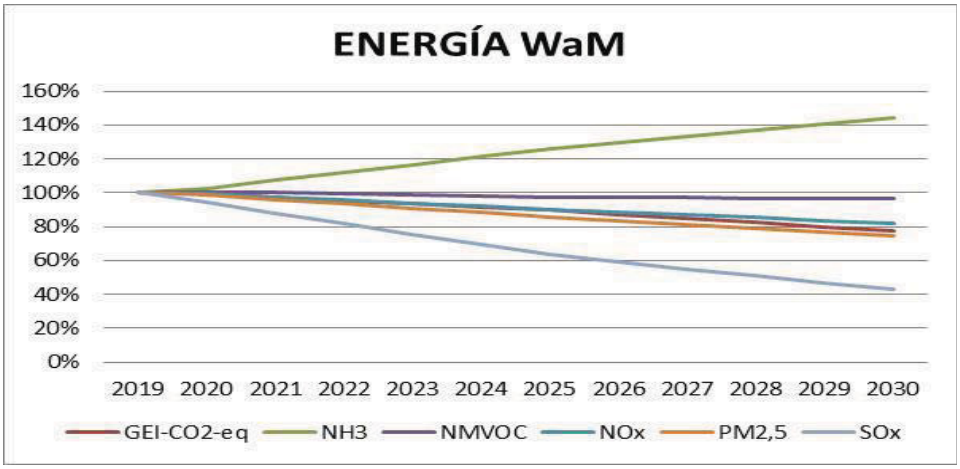


Ilustración 77. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario con medidas adicionales (WaM) (Fuente: Tragsatec).

En el escenario tendencial (escenario con medidas-WeM) se observa un comportamiento estable para los GEI para todo el periodo proyectado y un descenso moderado en el escenario con medidas adicionales. Hay que destacar el aumento de

BOCM-20240115-10

las emisiones de NH_3 en el segundo escenario debido a un efecto colateral no deseado, por el aumento del consumo de biomasa prevista en el marco de las medidas del PNIEC para este sector.

Transporte

Escenario tendencial-con medidas existentes (WeM)

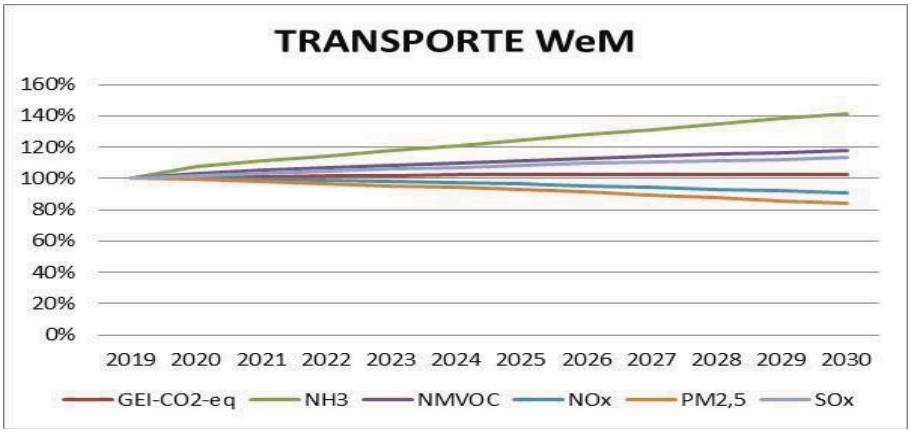


Ilustración 78. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario tendencial (WeM) (Fuente: Tragsatec).

Escenario con medidas adicionales (WaM)

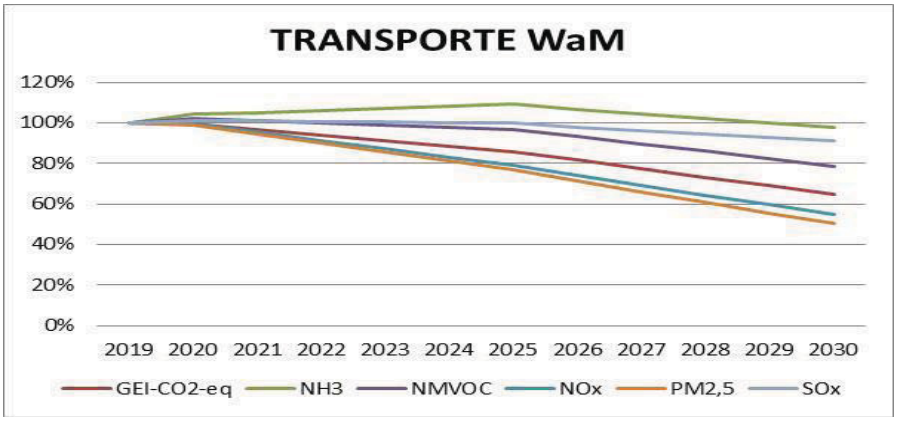


Ilustración 79. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario con medidas adicionales (WaM) (Fuente: Tragsatec).

Para el escenario tendencial con medidas existentes (WeM), se observaba un comportamiento estable para los GEIS para todo el periodo proyectado y un ascenso moderado para la mayoría de los contaminantes atmosféricos. En el segundo escenario

BOCM-20240115-10

con medidas adicionales (WaM), se observó ya una tendencia descendente, sobre todo a partir de la segunda parte del periodo proyectado.

Como principal contaminante destacan en este sector los óxidos de nitrógeno (NOx). En el escenario tendencial (WeM), en el que únicamente se tuvo en cuenta el impacto de las políticas y medidas ya existentes en el momento de elaboración de las proyecciones, las emisiones para los horizontes temporales 2020 y 2030 presentaban una tendencia mantenida a la baja. En el escenario (WaM) se observó la mayor reducción de las emisiones. Esto es así por el notable impacto de las medidas de mitigación en el transporte previstas en el PNIEC, orientadas a reducir las emisiones de este sector.

Industria (Procesos industriales y usos de otros productos)

Escenario tendencial-con medidas existentes (WeM)

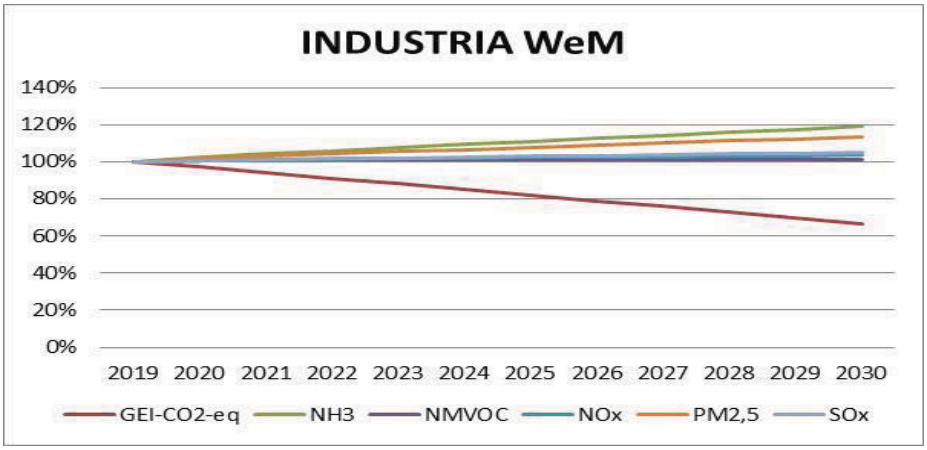


Ilustración 80. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario tendencial (WeM) (Fuente: Tragsatec).

Escenario con medidas adicionales (WaM)

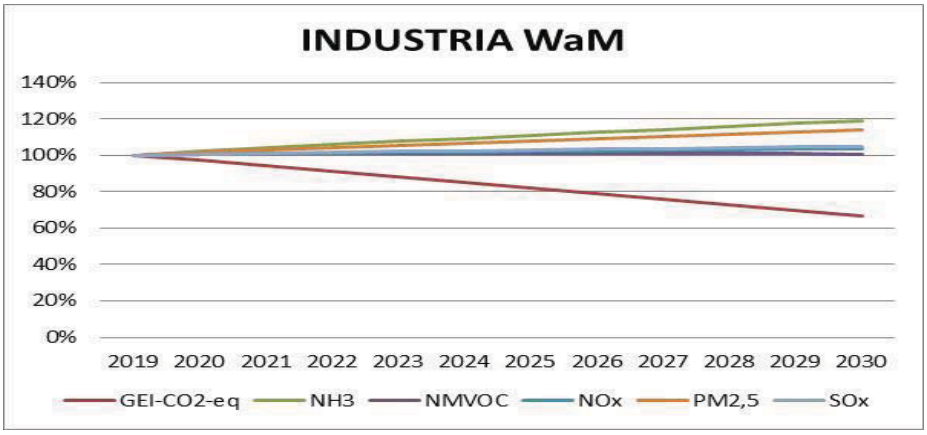


Ilustración 81. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario con medidas adicionales (WaM) (Fuente: Tragsatec).

BOCM-20240115-10

Como se aprecia en los gráficos anteriores, en el sector de Industria las tendencias observadas para ambos escenarios eran similares, con un descenso fuerte de los GEI y un comportamiento ligeramente alcista para el resto de los contaminantes.

Los compuestos orgánicos volátiles no metánicos son los contaminantes con más peso entre los estudiados en este sector. En el escenario tendencial (WeM) las emisiones proyectadas de COVNM presentaron una muy ligera tendencia al alza durante todo el periodo proyectado, debido al previsible aumento del consumo de productos químicos generadores de estas emisiones, para los que se consideró agotado el efecto de las políticas de mitigación existentes. El escenario con medidas adicionales (WaM), era bastante similar al escenario con medidas existentes.

Las emisiones de COVNM están esencialmente dominadas por el consumo de disolventes, pintura, cosméticos de uso doméstico, productos farmacéuticos o aerosoles (sector «uso de productos y otros»). Las emisiones derivadas de estas actividades suponían cerca de la mitad de las emisiones proyectadas en los dos escenarios. Sin embargo, estas emisiones permanecían relativamente constantes en las proyecciones de los dos escenarios, ya que el previsible aumento del consumo de estos productos, arrastrado por el crecimiento económico, se veía compensado por un reducido efecto de mitigación de las políticas y medidas existentes. No se pudieron determinar medidas y políticas adicionales que afectaran a estas actividades, por lo que el comportamiento de las emisiones de COVNM en los dos escenarios era muy similar.

Agricultura

Escenario tendencial-con medidas existentes (WeM)

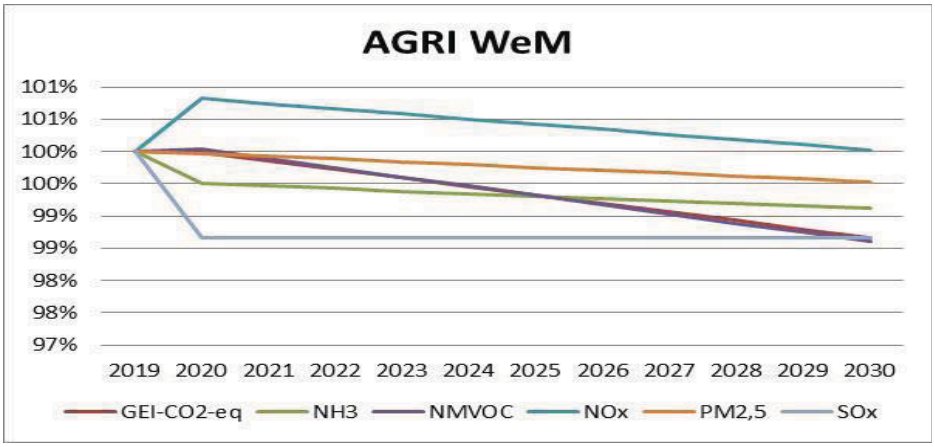


Ilustración 82. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario tendencial (WeM) (Fuente: Tragsatec).

BOCM-20240115-10

Escenario con medidas adicionales (WaM)

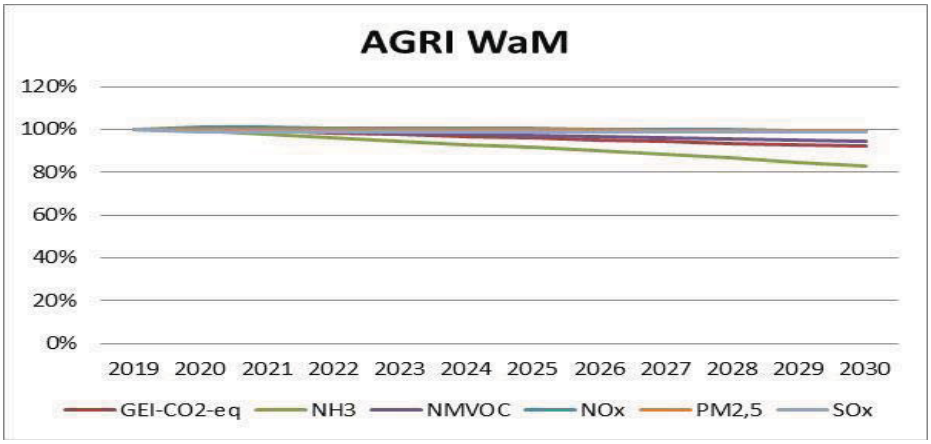


Ilustración 83. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario con medidas adicionales (WaM) (Fuente: Tragsatec).

Para el escenario tendencial (WeM) se observó un ligero descenso para todo el periodo, siendo este más marcado para el escenario con medidas adicionales.

En este sector hay que destacar las emisiones de amoniaco, las cuales están principalmente generadas por las actividades agrícolas, tanto en la gestión de estiércoles animales dentro y fuera de las instalaciones agrarias, como por la aplicación a campo de componentes nitrogenados como fertilizantes.

Al analizar las proyecciones, la escasa variación de las emisiones en el escenario WeM estaba ligada a la compensación que se produce en las emisiones de las diferentes cabañas ganaderas (mientras se preveía un crecimiento de las cabañas porcina, ovina de carne y de aves, se presumía una contracción de las cabañas de vacuno lechero y ovino), el limitado efecto de las políticas y medidas existentes en materia de mitigación de emisiones de amoniaco y el mantenimiento de las prácticas habituales de fertilización de cultivos. Sin embargo, en el escenario WaM, se contempló el impulso de medidas adicionales, tanto en la gestión de estiércoles dentro y fuera de granja como en la optimización del uso de fertilizantes en los cultivos agrícolas.

Residuos

Escenario tendencial-con medidas existentes (WeM)

BOCM-20240115-10

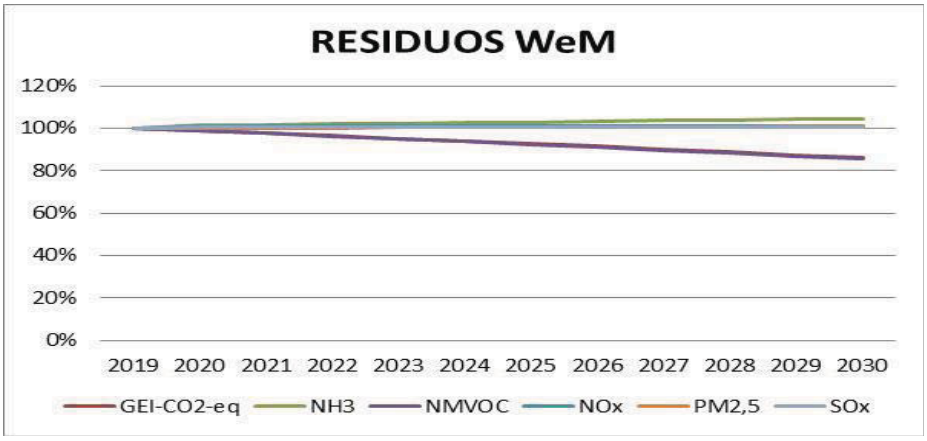


Ilustración 84. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario tendencial (WeM) (Fuente: Tragsatec).

Escenario con medidas adicionales (WaM)

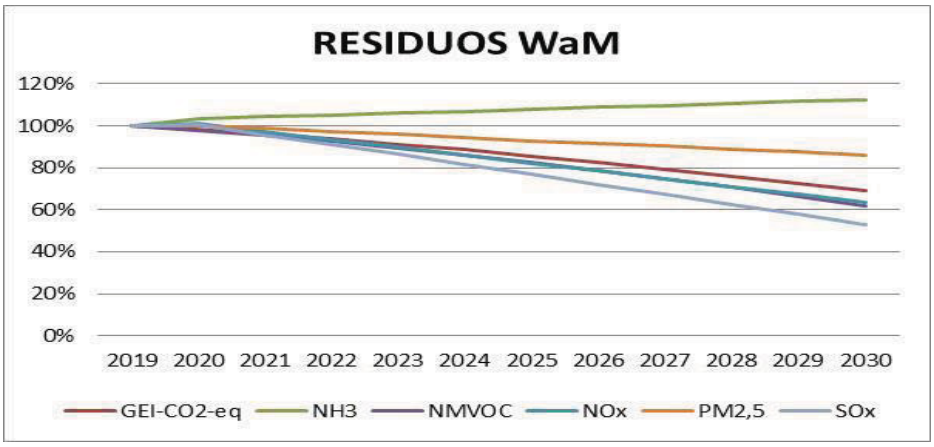


Ilustración 85. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario con medidas adicionales (WaM) (Fuente: Tragsatec).

Para el escenario tendencial (WeM) se observó un comportamiento descendente para los GEI y estable para los contaminantes atmosféricos. Sin embargo, para el escenario WaM el descenso era más acusado.

Hay que destacar el aumento de las emisiones de NH_3 en el segundo escenario, debido a un efecto colateral no deseado por el aumento de los tratamientos biológicos de los residuos. Se destaca que, en este sector, el depósito de residuos en vertedero es una de las fuentes principales de gases de efecto invernadero (CH_4). Las medidas destinadas a la reducción en el uso de estas instalaciones conllevan la gestión de parte

BOCM-20240115-10

de los residuos con otro tipo de técnicas (tratamiento biológico) que a su vez producen gases contaminantes no deseados (NH_3).

2.2.3 Escenario Tendencial Clima 2030

Este análisis comprende tanto la evolución previsible de los gases de efecto invernadero para los próximos años, realizado en el apartado anterior, como la evolución de los riesgos asociados al cambio climático en la región.

Emisiones de gases de efecto invernadero

Las proyecciones en cuanto a la evolución a de las emisiones de gases de efecto invernadero se han expuesto en el apartado anterior.

Tomando como referencia el consumo energético y, más concretamente, la evolución del consumo de los productos petrolíferos que, como ha quedado patente en el apartado del diagnóstico energético, se observa que tendría una tendencia al alza si se siguen los registros históricos (ver Tabla 28).

Además, si se analiza el comportamiento esperable (según registros históricos) del sector del transporte, que es el que más emisiones reporta, se observa que, en la actualidad, los derivados del petróleo registran cotas máximas históricas y, de seguir las tendencias actuales, continuará incrementando en el futuro. La energía eléctrica se está abriendo paso en el sector transporte, pero, aun así, como se indicó anteriormente, su contribución al *mix* energético de 2030, aplicando una proyección tendencial, y si no se toman medidas, será escaso.

TENDENCIAL (ktep)	2019	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
DERIVADOS DEL PETRÓLEO	5.728	5.693	5.730	5.768	5.805	5.842	5.880	5.917	5.954	5.992	6.029
ELECTRICIDAD	160	207	208	209	211	212	213	214	215	216	217
GAS NATURAL	62	69	72	75	78	81	84	87	90	93	96
BIOCOMBUSTIBLES	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TOTAL	**5.950**	**5.970**	**6.012**	**6.053**	**6.095**	**6.136**	**6.177**	**6.219**	**6.260**	**6.302**	**6.343**

Tabla 28. Proyección del consumo de energía final para el sector del transporte en la Comunidad de Madrid en 2020-2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia). Los datos de biocombustibles se actualizarán en futuras ediciones de la EECAM (ver tabla 26 y nota 65)

Por otra parte, y tal como se ha indicado en el apartado anterior, en el año 2020 se realizó un ejercicio de proyecciones durante la elaboración del Inventario de emisiones correspondiente al año 2018, mediante el cual se plantea un escenario de evolución de las emisiones a la atmósfera tanto de gases de efecto invernadero (GEI) como de contaminantes atmosféricos. Las proyecciones de emisiones de GEI de la Comunidad de Madrid se estiman hasta el horizonte temporal 2030 y se han expuesto en dicho apartado 2.2.2., considerando dos escenarios: uno tendencial en el que se prevé el impacto de las políticas y regulación existente (escenario con medidas-WeM) y un segundo escenario en el que se incorpora el previsible impacto de medidas adicionales en materia de emisiones de, entre otras, las medidas y políticas incluidas en el entonces

BOCM-20240115-10

borrador del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima y en el Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica (escenario con medidas adicionales-WaM).

A continuación, se resumen los datos numéricos de las emisiones inventariadas (serie 1990-2018) para los gases de efecto invernadero y las proyecciones a 2030 (Tabla 29):

	Emisiones inventariadas				Emisiones proyectadas			
	1990	2000	2005	2018	2020		2030	
					WeM	WaM	WeM	WaM
Emisiones (kt)	14.267,94	21.981,12	27.428,31	21.653,88	22.422,64	21.193,06	21.858,65	15.108,40
Variación respecto a 1990		54%	92%	52%	57%	49%	53%	6%
Variación respecto a 2005				-21%	-18%	-23%	-20%	-45%
Variación respecto a 2018					4%	-2%	1%	-30%

Tabla 29. Datos de emisiones de GEI y variaciones relativas respecto a los niveles de emisión de 1990, 2005 y 2018. (Fuente: Tragsatec).

La proyección de las emisiones de GEI para los horizontes temporales 2020 y 2030 presenta dos fases. Hasta el año 2020 las emisiones proyectadas permanecen prácticamente constantes. En el segundo periodo entre 2020 y 2030, se observa la mayor reducción de las emisiones en el escenario con medidas adicionales, mientras que el escenario tendencial (WeM) prácticamente se mantienen constantes.

No obstante, tanto en el escenario tendencial (WeM) como el que incluye medidas adicionales (WaM) las proyecciones a 2030 muestran un aumento de las emisiones respecto a 1990, lejos del objetivo nacional de reducción del 23 % planteado en el PNIEC.

Riesgos climáticos

Los impactos del cambio climático no son eventos aislados, sino que resultan de una cadena de impactos, la cual es una relación de causa-efecto entre una amenaza asociada al cambio climático y un determinado receptor o conjunto de receptores dentro de un sector de análisis. El documento disponible para consulta Análisis de vulnerabilidad y riesgo climático de los municipios madrileños ante el cambio climático, desarrollado en el marco de la EECAM, evalúa los siguientes riesgos climáticos identificados en la Comunidad de Madrid:

- Riesgo de olas de calor sobre la salud humana.
- Riesgo de inundaciones fluviales sobre el medio urbano.
- Riesgo de inclemencias invernales sobre el medio urbano.
- Riesgo de sequía sobre el sector primario.
- Riesgo de sequía sobre la población.
- Riesgo de incendios sobre el medio natural.

BOCM-20240115-10

A continuación, y como complemento a la información analizada en el apartado 2.1.4. relativa al diagnóstico sobre el cambio climático, se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos en los distintos escenarios estudiados, denominados como Trayectorias de Concentración Representativas (RCP, por sus siglas en inglés).

Olas de calor sobre la salud humana

En cuanto a la distribución municipal del riesgo por olas de calor sobre la salud humana (ver Ilustración 86), durante el periodo histórico el mayor nivel se produce en el área metropolitana de Madrid, con un nivel principalmente alto o medio alto, mientras que en el resto de los municipios predomina un riesgo medio bajo.

La situación se mantiene similar en el horizonte temporal 2030 de ambos RCP. Sin embargo, se observa un cambio más evidente en el horizonte temporal 2060, especialmente en el RCP 8,5, donde se contabilizan un total de 107 municipios con nivel medio. De manera general, podría decirse que el nivel de riesgo aumenta con el tiempo, con la tendencia a que no haya municipios en niveles bajos y a duplicar el número de municipios con niveles altos en 2060.

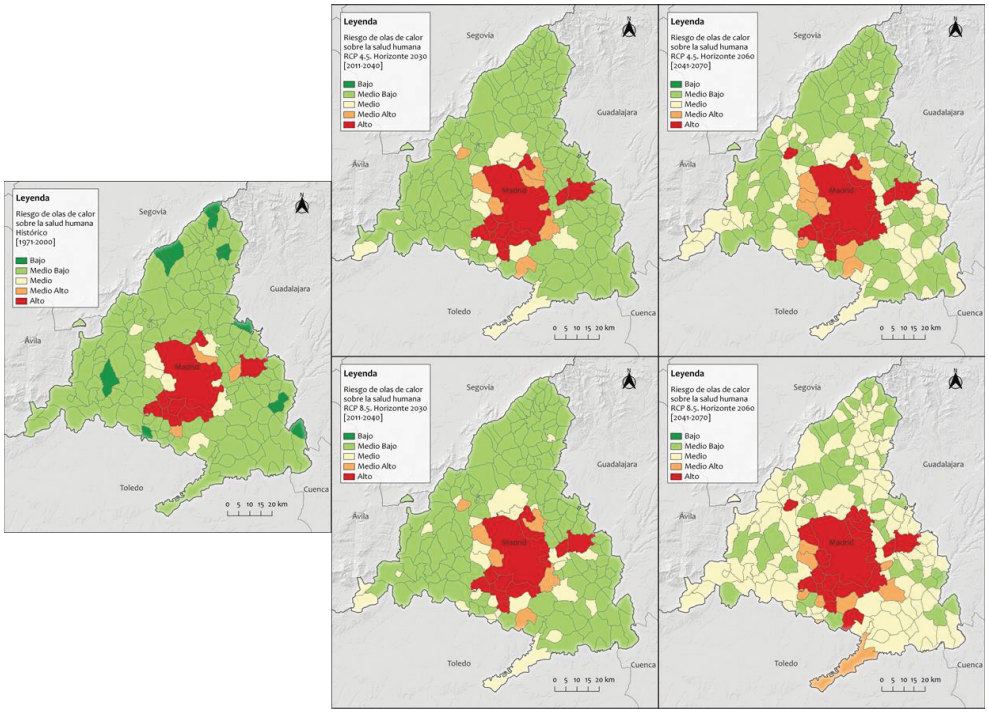


Ilustración 86. Riesgo de olas de calor sobre la salud humana para el histórico (1971 - 2000) y para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5 para el horizonte 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios. (Fuente: Elaboración propia).

Inundaciones fluviales sobre el medio urbano

Los resultados del *Análisis de vulnerabilidad y riesgo a nivel municipal* del riesgo de inundaciones fluviales sobre el medio urbano revelan como para el periodo histórico

BOCM-20240115-10

(Ilustración 87) existe un nivel de riesgo alto en el Área Metropolitana y algunos municipios de la Sierra Norte, Cuenca del Alberche y Cuenca del Tajuña; y un nivel de riesgo medio-alto en la Sierra Norte y municipios dispersos de la Cuenca del Alberche y el Corredor del Henares. La mejor situación del periodo histórico es un nivel de riesgo medio-bajo y se distribuye en municipios de la zona urbana sur y noroeste, y Corredor del Henares.

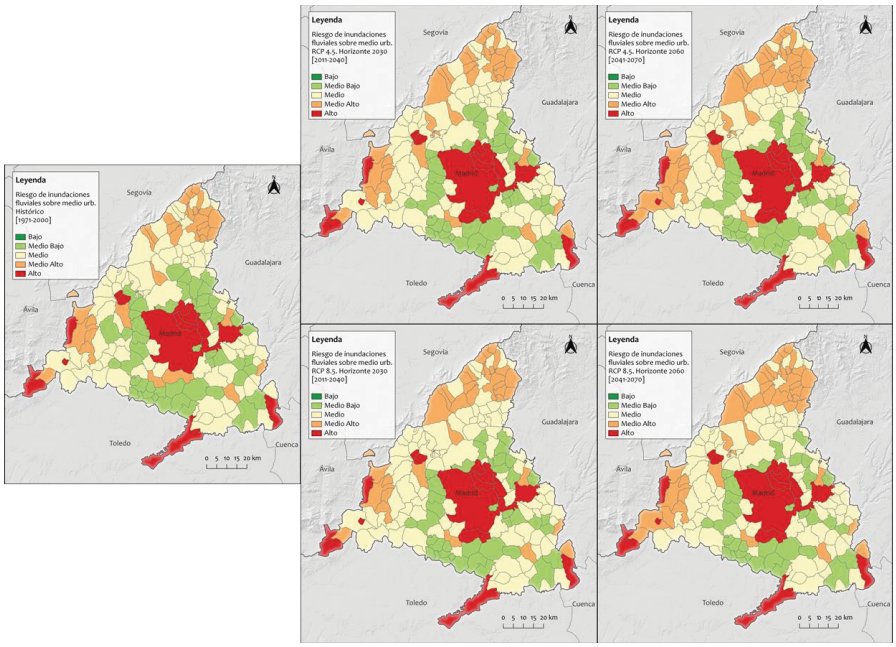


Ilustración 87. Riesgo de inundaciones fluviales sobre el medio urbano para el histórico (1971 - 2000) y para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5 para el horizonte 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios (Fuente: Elaboración propia)

Inclemencias invernales sobre el medio urbano

Los resultados del análisis realizado reflejan que el número de municipios con riesgo medio y medio alto para el histórico es de setenta y cuatro, mientras que veintidós municipios presentan un nivel de riesgo alto. Los datos muestran un descenso del número de municipios con riesgo alto (pasando de veintidós a nueve en el horizonte 2060 del RCP 8,5) y un aumento de municipios con riesgo medio, especialmente en el horizonte 2060 del RCP 4,5 con noventa y ocho municipios.

Los diez municipios que presentan mayor riesgo de inclemencias invernales sobre el medio urbano en el histórico son: Alcalá de Henares, Alcobendas, Aranjuez, Colmenar Viejo, Estremera, Getafe, Madrid, Navalcarnero, San Fernando de Henares y San Sebastián de los Reyes.

BOCM-20240115-10

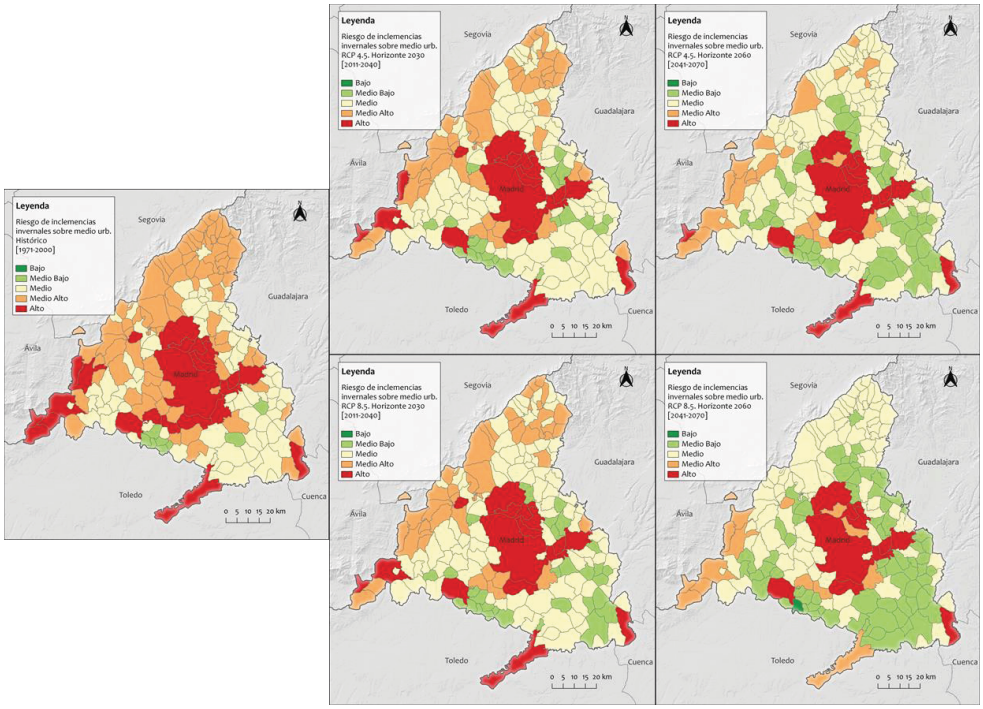


Ilustración 88. Riesgo de inclemencias invernales sobre el medio urbano para el histórico (1971 - 2000) y para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5 para el horizonte 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios. (Fuente: Elaboración propia).

Sequías sobre el sector primario

El periodo histórico refleja gran variabilidad del riesgo de sequía sobre el sector primario en toda la Comunidad, con doce municipios en riesgo bajo, dieciocho en riesgo alto, y el resto con riesgo medio-bajo a medio-alto. Los escenarios estudiados tienden a disminuir el número de municipios en riesgo bajo (cuatro en el segundo periodo del RCP 8,5) y aumentar los municipios en riesgo alto, especialmente en el segundo horizonte (2060), llegando a veintitrés municipios en el RCP 4,5 y veintiséis municipios en el RCP 8,5.

BOCM-20240115-10

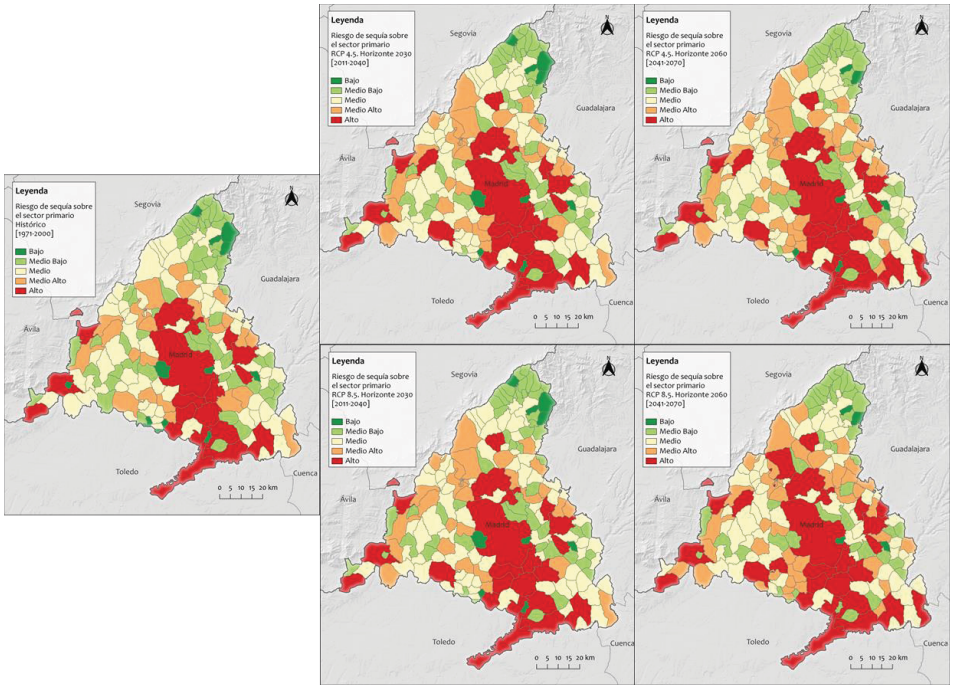


Ilustración 89. Riesgo de sequía sobre el sector primario para el histórico (1971 - 2000) y para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5 para el horizonte 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios. (Fuente: Elaboración propia).

Sequías sobre la población

Los resultados del análisis de riesgo de sequía sobre la población muestran cómo el nivel es mayor en el área metropolitana y zona sur de la Comunidad de Madrid, con un riesgo de medio generalizado y alto en la zona centro de Madrid. Los resultados del análisis geográfico se observan en la Ilustración 90. En el horizonte 2030 de ambos RCP se incrementa el riesgo de manera generalizada con respecto del histórico, aumentando el riesgo de medio-bajo a medio y de medio a medio-alto en muchos municipios. En el horizonte 2060 de ambos RCP la situación es ligeramente peor y se produce un aumento del número de municipios con riesgo medio y medio alto en la zona urbana sur y el área metropolitana, apareciendo una mayor cantidad de territorio con riesgo medio en toda la Comunidad en el RCP 8,5.

BOCM-20240115-10

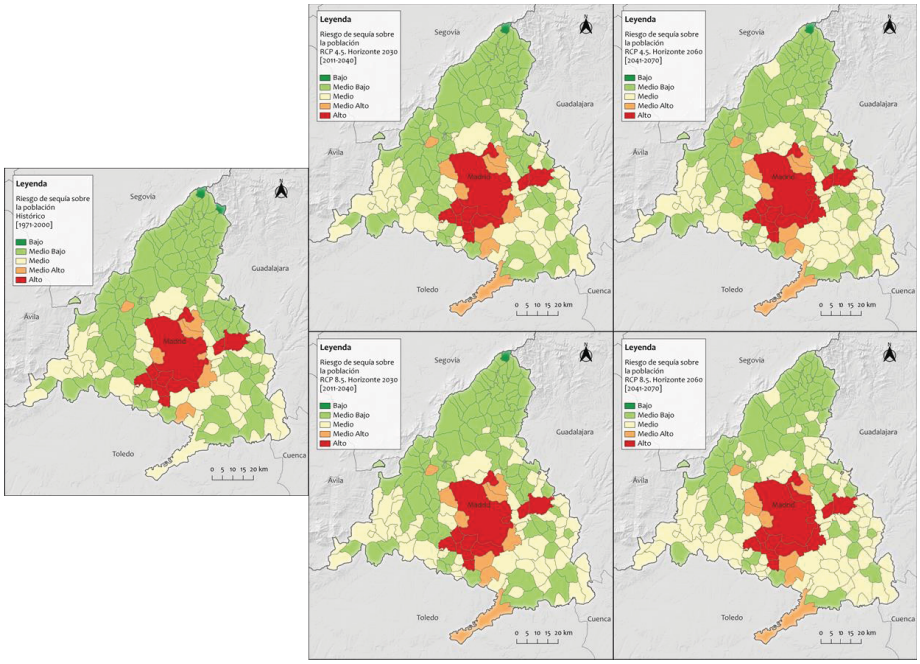


Ilustración 90. Riesgo de sequía sobre la población para el histórico (1971 - 2000) y para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5 para el horizonte 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios. (Fuente: Elaboración propia).

Incendios sobre el medio natural

En cuanto a los resultados de la evaluación del riesgo de incendios sobre el medio natural, la evolución prevista es una disminución de municipios en niveles de riesgo bajo, llegando a cuarenta y ocho en el horizonte 2060 del RCP 8,5, y un aumento de aquellos en riesgo alto, aumentando de seis municipios en el histórico hasta veintidós en el horizonte 2060 de ambos escenarios. Los municipios que presentan un mayor riesgo en el periodo histórico son: Cenicientos, Colmenar del Arroyo, Colmenar Viejo, Navalagamella, Robledo de Chavela, Villa del Prado, San Martín de Valdeiglesias, Valdemaqueda, Villanueva de Perales y Chapinería. Esta valoración del riesgo se mantiene constante para los seis primeros municipios en los siguientes escenarios, alcanzando el valor máximo en el escenario 8,5 (periodo 2041-2070). Los cuatro últimos municipios mencionados parten de un riesgo medio alto en el histórico y aumentan a alto en todas las situaciones siguientes, alcanzando casi la valoración máxima en el segundo periodo del RCP 8,5.

La representación gráfica del riesgo en el periodo histórico (Ilustración 91) muestra cómo la zona con mayor riesgo se encuentra en la Cuenca del Alberche y en Colmenar Viejo (zona urbana noroeste), mientras que el menor riesgo se sitúa principalmente en la zona urbana sur, el Corredor del Henares y en algunos municipios de la Sierra Norte. El municipio de Madrid tiene un riesgo medio-alto, junto con algunos otros de la zona urbana sur y Cuenca del Alberche.

BOCM-20240115-10

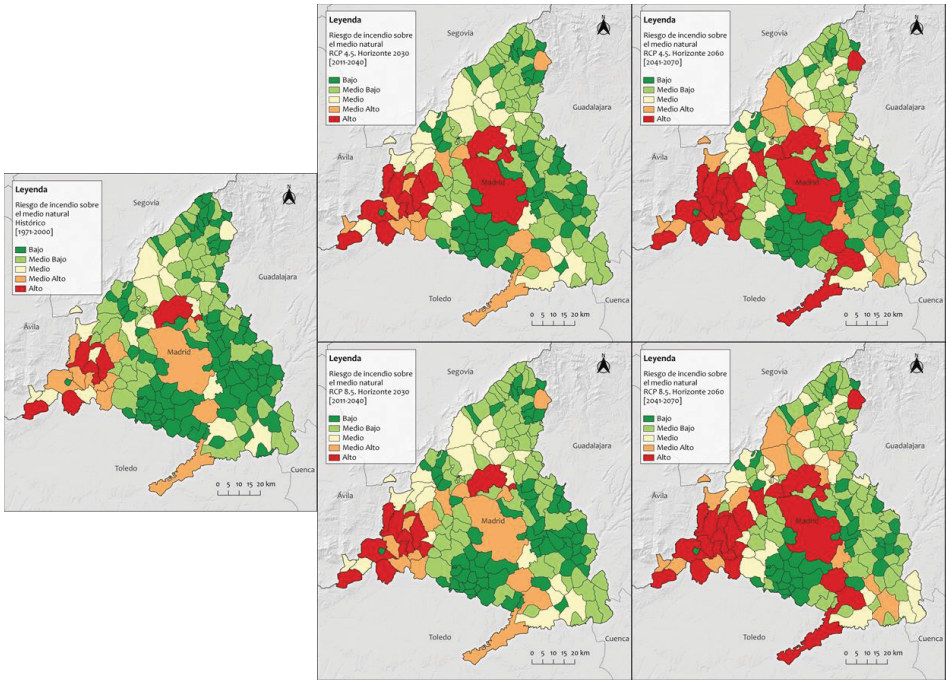


Ilustración 91. Riesgo de incendios sobre el medio natural población para el histórico (1971 - 2000) y para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5 para el horizonte 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios. (Fuente: Elaboración propia).

2.3 Análisis de contribución de las distintas fuentes de emisión mediante modelización

Uno de los pilares básicos en los que se apoya la Estrategia es el proyecto de investigación denominado **"Modelización de la calidad del aire de la Comunidad de Madrid"**, que se está llevando a cabo en el marco del convenio de colaboración firmado el 30 de diciembre de 2020 entre la Comunidad de Madrid y la Universidad Politécnica de Madrid (UPM).

El citado convenio tiene una duración de 3 años y permite a la Comunidad de Madrid, por un lado, definir, evaluar y realizar un seguimiento de las áreas de actuación encaminadas a mejorar la calidad del aire y a la lucha contra el cambio climático desde una perspectiva científica y, por otro, posibilita a la UPM evolucionar sus técnicas de modelización, aumentando paralelamente su capacidad docente y de investigación.

Entre los trabajos que está desarrollando la UPM es necesario mencionar el "**Análisis de contribución de fuentes emisoras"**, cuyo resumen se incluye como Anexo 3 de la Estrategia. Este documento ha sido tomado en consideración durante la redacción de la Estrategia, como a continuación se describe, así como también en el diseño del Plan de Calidad del Aire, elaborado en el desarrollo de esta.

BOCM-20240115-10

El objetivo de este estudio es atribuir a los diferentes sectores (industria, transporte, residencial, etc.) su contribución a las concentraciones en el aire ambiente de los principales contaminantes en la Comunidad de Madrid. Esta información es esencial para entender el margen de mejora asociado a cada uno de los sectores y orientar las medidas de reducción de emisiones de forma óptima, es decir, permite priorizar las intervenciones que será necesario realizar durante todo el periodo de planificación.

El análisis se ha centrado en los contaminantes más problemáticos de la región, esto es NO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$ y O_3, y se basa en la aplicación de un sistema de modelización de última generación que consta de tres componentes. El primero de ellos es el modelo WRF (*Weather Research and Forecasting*), que genera datos meteorológicos tridimensionales continuos durante todo el año base de estudio. Esta información es muy importante ya que el viento y otras variables meteorológicas influencian enormemente los niveles de contaminación. Asimismo, el modelo SMOKE (*Sparse Matrix Operator Kernel Emissions*) permite repartir las emisiones en el tiempo y el espacio a través de perfiles específicos para cada una de las fuentes presentes en el inventario de emisiones para simular con la mayor precisión posible los patrones reales de emisión. Por último, se ha utilizado el modelo de transporte-químico CMAQ, (*Community Multiscale Air Quality Modelling System*) que, con la información aportada por WRF y SMOKE, calcula la concentración de los contaminantes que se quieran estudiar en todas las zonas del dominio durante todo el año estudiado.

Además, en este estudio se ha utilizado CMAQ-ISAM, una adición que permite trazar los contaminantes desde su lugar de emisión para explicar los niveles de concentración en el aire ambiente de forma consistente para todas las fuentes y sustancias, incluyendo contaminantes secundarios que no son emitidos directamente, sino que se forman a posteriori en la atmósfera por diversos procesos fisicoquímicos. Se trata de una metodología novedosa que permite solventar algunas de las limitaciones de otros métodos de atribución de fuentes utilizados en documentos de planificación anteriores y dar una imagen más completa y realista del origen de todos los contaminantes.

La contribución de fuentes en este estudio se ha realizado a nivel de sector (industria, tráfico rodado, agricultura, etc) de acuerdo a la nomenclatura SNAP (*Selected Nomenclature for Air Pollution*). Adicionalmente, esta metodología permite discriminar el origen geográfico de las emisiones, en este caso, identificando las contribuciones del municipio de Madrid, resto de la Comunidad de Madrid, zona aledaña a la misma y contaminación externa (nacional e internacional). El periodo de referencia es el año 2018, que corresponde con el año base de las simulaciones realizadas en el marco del Convenio.

Dentro de las fuentes locales, los resultados del estudio son consistentes con las conclusiones generales de estudios previos, que apuntan al tráfico rodado como fuente más relevante y, por tanto, sector prioritario de las medidas la Estrategia de la Comunidad de Madrid. En segundo lugar de importancia, se situaría el sector RCI, que también tiene un papel fundamental en los niveles de concentración de NO_2 y $PM_{2,5}$,

BOCM-20240115-10

sobre todo en invierno. Finalmente, se puede mencionar la contribución de la agricultura como tercer sector relevante en relación a la contaminación por material particulado.

Los resultados indican que existe un amplio margen de mejora a través de la actuación sobre las fuentes locales para reducir los niveles de NO_2 y $PM_{2,5}$, al contrario de lo que sucede con el O_3, que mayoritariamente procede de fuera de la Región. Se observa, además, que las medidas locales podrían ser particularmente eficaces para reducir los niveles más altos de O_3, ya que existe una menor influencia de las fuentes externas a la Región en comparación con la que existe cuando se evalúan los valores medios. En el caso de las partículas más gruesas (PM_{10}), la contribución de fuentes controlables por la Administración competente es también menor debido a que las aportaciones naturales (como el polvo mineral) tienen una contribución muy significativa.

Independientemente de esta conclusión general, los resultados del estudio indican que la contribución es variable geográficamente, lo que aporta información adicional para facilitar el cumplimiento de la normativa vigente en todas las zonas de la Región. De los resultados se puede deducir la importancia de coordinar las políticas entre diversas administraciones, fundamentalmente el Ayuntamiento de Madrid, ya que las emisiones producidas en este municipio tienen un efecto notable en toda la Región. En un contexto más amplio, se precisa además la colaboración a nivel nacional e internacional para poder alcanzar los valores guía propuestos por la OMS, ya que, en algunos casos, sería inviable a través de actuaciones a nivel exclusivamente regional.

2.4 Conclusiones del diagnóstico

La Comunidad de Madrid se consolida como el principal motor de la economía nacional que debe mantenerse siempre en los márgenes de la sostenibilidad, acompañando el crecimiento económico al desarrollo social y cuidado del medio ambiente. El presente diagnóstico se fundamenta en estos tres ejes principales, cuyos resultados son complementarios y han permitido establecer el punto de partida de la presente Estrategia.

Como síntesis podemos extraer las siguientes conclusiones en el **ámbito energético**:

- Se observa una tendencia al alza en el consumo de combustibles fósiles, con una alta participación de los derivados del petróleo.
- El transporte y el sector residencial dominan de manera clara el consumo energético de la región, por lo que las acciones encaminadas a aumentar la eficiencia energética deben centrarse en estos sectores.
- La Comunidad de Madrid presenta una baja tasa de generación de energía autóctona, con una presencia significativa de generación no renovable. Esto la posiciona como una Región energéticamente dependiente del exterior.
- Los resultados de la calidad del servicio de distribución eléctrica de la Región, reflejada en los indicadores de TIEPI y NIEPI, registran unos valores muy superiores a la media regional española, lo que refleja la alta calidad de su servicio.

BOCM-20240115-10

Por otra parte, las conclusiones obtenidas del diagnóstico de las **emisiones de gases de efecto invernadero** son:

- La categoría de energía aglutina la mayoría de las emisiones (85 %), de las cuales el transporte es el mayor emisor de GEI dentro de esta categoría, responsable de más de la mitad de las emisiones (52 %), representando el 44 % de las emisiones totales de GEI generadas en la Comunidad de Madrid en el año 2020. Al transporte le sigue el sector RCI con un 33 % de las emisiones del sector de la energía, lo que corresponde a un 28 % del total de las emisiones de GEI generadas en la Región en el año 2020.
- La industria es, prácticamente, el único sector emisor de gases fluorados, compuestos con un alto potencial de calentamiento global. Estos gases son objeto de políticas de reducción específicas.
- El tratamiento y gestión de los residuos, si bien no es uno de los sectores clave en la mitigación, sí tiene un potencial de mejora no despreciable y que debe tenerse en cuenta.

En cuanto al diagnóstico de los **efectos del cambio climático,** se recogen las siguientes conclusiones:

- Los resultados de las proyecciones climáticas analizadas apuntan hacia un incremento generalizado de las temperaturas mínimas y máximas anuales. Por otro lado, no se observa una clara tendencia hacia el descenso de las precipitaciones medias anuales, al menos en el registro histórico y el escenario RCP 4,5. Sin embargo, es difícil determinar si un posible cambio en la estacionalidad o en la intensidad de estas producirían efectos negativos en la severidad de fenómenos como las inundaciones.
- En cuanto a los eventos extremos, los indicadores climáticos analizados apuntan hacia un aumento en la severidad (en menor o mayor grado) de fenómenos como olas de calor, sequías e incendios. Por su parte, el aumento de las temperaturas podría contribuir a disminuir la severidad o recurrencia de fenómenos relacionados con el frío.
- Atendiendo a los resultados de riesgo municipales para el horizonte temporal de 2030, se observa que:
    - Los municipios en riesgo alto por inundaciones se mantienen más o menos constantes (de catorce municipios actuales a quince) en ambos RCP.
    - Un claro descenso de los municipios en riesgo alto por inclemencias invernales, de los veintidós actuales a los quince en el RCP 8,5.
    - Un ligero aumento de los municipios en riesgo alto por sequía sobre el sector primario, de dieciocho a veintidós (4,5) y veintiuno (RCP 8,5); mientras que los municipios en riesgo alto por sequía sobre la población se mantienen prácticamente en el valor actual (nueve municipios).

BOCM-20240115-10

- Un aumento del número de municipios en riesgo alto por olas de calor de los siete actuales a nueve (RCP 4,5) y once (RCP 8,5).
- Un aumento considerable en el número de municipios con niveles altos de riesgo por incendios sobre el medio natural, de los seis actuales a doce en ambos RCP.

En materia de calidad del aire, las conclusiones del **diagnóstico de calidad del aire** son las siguientes:

- Los contaminantes que presentan superaciones de los niveles fijados por la normativa son el NO_2 y el O_3. Constituyen, por tanto, los contaminantes de mayor importancia en los que deben centrarse las políticas planteadas en materia de calidad del aire.
- Si bien el resto de los contaminantes registran concentraciones dentro de los niveles legislados, esto no implica que no se deban seguir continuando con los esfuerzos de mejora. Se debe hacer mención especial al $PM_{2,5}$, contaminante que, aunque cumpla con los niveles legalmente preceptivos, debe seguir siendo un foco en el que concentrar los esfuerzos para la disminución de sus niveles de concentración.

Finalmente, del **diagnóstico de emisiones de contaminantes atmosféricos** concluye que:

- El tráfico constituye la principal fuente de emisión de NO_x, por lo que las acciones deben estar encaminadas a reducir de manera importante las emisiones en este sector.
- El sector RCI es el segundo sector en importancia para las emisiones de NO_x, $PM_{2,5}$ y SO_2.
- La industria constituye la fuente de emisión más importante para los COVNM, precursor del ozono. Por tanto, las políticas adoptadas en este sector deben promover la reducción de emisiones de este contaminante.
- La agricultura se presenta como un sector relevante en el caso del NH_3.

En resumen, y tras el diagnóstico realizado, se concluye que es necesario seguir aunando esfuerzos para, en el plano energético, disminuir la dependencia de los combustibles fósiles, aumentar la generación de energía mediante fuentes renovables y el autoconsumo y mejorar la eficiencia energética. Por otro lado, es preciso que el **cambio de modelo energético** lleve asociado consigo una disminución de la emisión de gases de efecto invernadero y la descarbonización de la economía madrileña. Además, se debe reducir la situación de vulnerabilidad ante el cambio climático mediante **acciones orientadas a convertir a la Comunidad de Madrid en un territorio resiliente y adaptado.** Por último, toda acción planteada debe asimismo valorarse en términos de mejora de la calidad del aire y contaminación atmosférica. Para ello, resulta de vital importancia **poner el foco en los sectores de transporte y RCI** ya que son estos los principales emisores de contaminantes atmosféricos y GEI en la Comunidad y, por tanto, se presentan como claves para el éxito de la Estrategia.

BOCM-20240115-10

3 . BASES DE LA ESTRATEGIA

El cambio climático, la disponibilidad de energía y la contaminación del aire suponen retos ambientales, económicos y sociales de gran trascendencia global

Los efectos del cambio climático y la contaminación del aire se manifiestan en diferentes formas y magnitudes, de forma directa e indirecta, tanto a escala global como local y que hemos ido presentando y particularizando en la Comunidad de Madrid en los capítulos anteriores.

En 2015, más de 190 países firmaron el Acuerdo Climático de París, comprometiéndose a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. La Unión Europea ha decidido reducir sus emisiones un 55 % en el año 2030 con respecto a 1990. Cada país, región y municipio debe establecer sus planes y contribuir a alcanzar este objetivo. La sociedad, las administraciones públicas y todos los sectores de la economía se han de implicar también en este reto.

La propuesta debe consistir en facilitar la transformación de la Comunidad de Madrid en una **región descarbonizada, energéticamente más segura y con un nivel de calidad del aire excelente** que esté a la vanguardia desde el punto de vista económico, social y ambiental.

Así, el objetivo a conseguir se concreta en **hacer de la Comunidad de Madrid un ecosistema descarbonizado, resistente a los efectos climáticos adversos.**

Motivos para descarbonizar la Comunidad de Madrid

Como se ha indicado anteriormente, la Unión Europea importa el 53 % de sus necesidades energéticas, siendo deficitaria en energías fósiles (sobre todo petróleo y gas). España es de los países europeos con mayor dependencia energética: hasta un 74 % depende de importaciones. La Comunidad de Madrid depende todavía en mayor medida de la energía de otras comunidades y países.

Descarbonizar es relevante porque se consiguen tres objetivos clave de manera simultánea: independizar nuestras necesidades de energía de terceros países, mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la calidad del aire de las ciudades de la Comunidad de Madrid. En cualquier caso, descarbonizar forma parte también de la estrategia europea de recuperación económica y crecimiento. Para alcanzar una reducción de emisiones a nivel global el crecimiento de la producción de bienes y servicios debe dirigirse a las regiones más descarbonizadas, como pretende ser la Comunidad de

BOCM-20240115-10

Madrid. Los avances en descarbonización permitirán incrementar la eficiencia de su economía e industria y reducir los riesgos asociados a la dependencia energética.

La descarbonización forma parte de la estrategia para mantener el liderazgo de la economía madrileña, contribuir a la estabilización de los precios de la energía y aumentar el atractivo inversor de la Comunidad de Madrid

La Comunidad de Madrid consume casi 11 Mtep de energía anualmente, lo que supone el 10,1 % del total nacional (aunque su peso en porcentaje de PIB es de aproximadamente el doble).

Las emisiones de gases de efecto invernadero se producen fundamentalmente en el consumo energético de combustibles fósiles: para reducir emisiones hay que generar energía con fuentes renovables o sin emisiones. Si se suman todas las fuentes de energía que producen CO_2 (incluida la energía eléctrica), **más del 90 % de la energía consumida por los madrileños genera emisiones de CO_2 y gases contaminantes como el NO_x o partículas.**

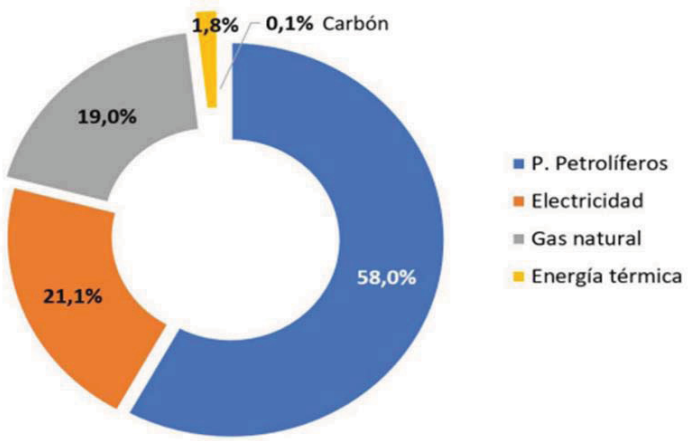


Ilustración 92. Emisiones de gases de efecto invernadero por fuente de energía (Fuente: Elaboración propia).

Como ha hemos comentado, las emisiones de GEI de la Comunidad de Madrid en el año 2019 fueron un total de 24,16 Mt CO_2 equivalente, lo que supuso un incremento del 0,4 % respecto al año anterior y del 49 % respecto a las emisiones de 1990, si bien suponen un descenso de aproximadamente un 20% con relación a las del año con mayores emisiones, 2007.

BOCM-20240115-10

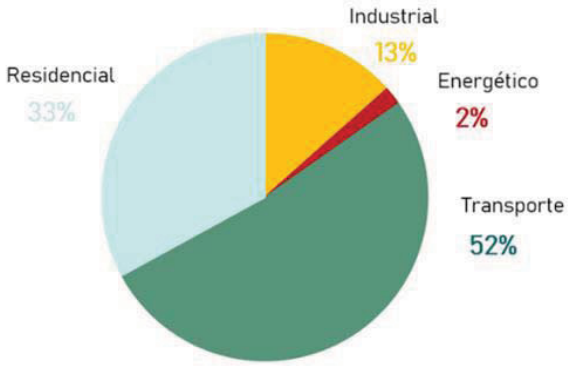


Ilustración 93. Porcentaje de emisiones equivalente de CO_2eq por sector en la Comunidad de Madrid (Fuente: Elaboración propia).

La Comunidad de Madrid es la que produjo en 2019 menores emisiones por habitante (3,64 t CO_2 eq/hab) de España, debido al volumen de su actividad industrial y agraria y su escasa producción de energía. En cualquier caso, el 85 % de las emisiones directas de Madrid provienen de dos sectores: transporte (52 %) y residencial (33 %). El sector de industria energética genera pocas emisiones porque es casi inexistente en Madrid y las emisiones se contabilizan en otras comunidades donde se produce la energía.

3.1. Análisis Estratégico

3.1.1. Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades

Para caracterizar las ventajas competitivas de la Comunidad de Madrid en cuanto a la energía, cambio climático y calidad del aire se debe realizar primero un análisis interno de la región en el que se valoran las **fortalezas y debilidades** del sistema respecto a varios elementos de nuestra Comunidad.

Posteriormente, se realiza también el análisis externo de las **amenazas y oportunidades** que puedan influir de manera directa o indirecta y que condicionen el despliegue de la política en cuanto a clima, aire y energía en la Región. En este punto cobran especial relevancia aspectos como: la normativa estatal y europea, el desarrollo tecnológico, la evolución natural de las tendencias de consumo, la libertad de elección de la población, las barreras administrativas de niveles superiores y las estrategias de negocio de empresas privadas, entre otros.

Se consideran amenaza cualquier factor que frene el despliegue de las acciones marcadas y oportunidades a los aspectos positivos aportados por el entorno y que otorgan un impulso al buen desarrollo de la estrategia.

BOCM-20240115-10

Debilidades

Se habla de debilidades con respecto a todas aquellas características que restan fuerza y suponen un desafío para afrontar los objetivos. En el caso de la Comunidad de Madrid se pueden indicar las siguientes:

- Bajo porcentaje de autoabastecimiento energético y baja participación renovable en el lado de la demanda (en 2018 únicamente un 1,8 % de la energía final consumida en la Región fue generada por medio de recursos energéticos propios).
- Gran porcentaje del territorio está protegido y no permite el despliegue de grandes instalaciones de producción de renovables.
- Compromisos previos adquiridos en materia de infraestructuras comprometen nuevas inversiones a futuro.
- Necesidad de actualización de infraestructuras y equipamientos tecnológicos en todos los sectores (industria, residencial, terciario y parque automovilístico), por su alto consumo energético y sus emisiones de GEI.
- Escasa penetración del vehículo eléctrico y de combustibles alternativos (menos de 1 % de los vehículos cuentan con distintivo ambiental CERO y menos del 4 % cuentan con el distintivo ECO, según datos de 2019 de la DGT).
- Falta de bancos de datos energéticos públicos sobre consumo que permitan analizar desde el nivel micro (ciudadano, hogar, vehículo, etc.) el comportamiento macro (poblaciones, CCAA).
- Falta de adecuación a la realidad de algunas normativas municipales, que tratan los puntos de recarga como surtidores de combustible, lo que impide asociar puntos de recarga a pequeñas estaciones de repostaje, por ejemplo, de GNC.
- Limitada formación de profesionales en el sector de las instalaciones (instaladores, mantenedores, etc.) con un perfil adecuado a las necesidades de la transición energética que se pretende llevar a cabo y al cumplimiento de los objetivos nacionales.
- Falta de conciencia social y de tradición de empresas energéticas municipalizadas o de cooperativas energéticas.
- Excesivos trámites administrativos derivados de la normativa reguladora, fundamentalmente de carácter estatal, resistencia al cambio de esta normativa y falta de criterios unánimes en la implantación de nuevas tecnologías, lo que puede desincentivar las inversiones.
- Gran peso del sector del transporte en el *mix* de consumo energético, y presencia destacada del vehículo particular, pese a la notable oferta de transporte público.
- Insuficiente infraestructura de I+D+i y de experimentación en tecnologías de los vehículos eléctricos y de pila de combustible.
- Tejido industrial asimétrico e inestable en la implantación de energías renovables.

BOCM-20240115-10

- Altas necesidades energéticas como consecuencia del clima continental (calefacción en invierno y refrigeración en verano).
- Infraestructuras y gestión del transporte ferroviario obsoletas.
- Necesidad de mejora de comunicación desde las Administraciones Públicas a los ciudadanos.
- Infraestructuras para la distribución de energía limitadas y/o saturadas.
- Escasa formación profesional específica en cambio climático y temas afines a la sostenibilidad.
- Baja implantación de nuevas tecnologías disruptivas orientadas hacia la descarbonización.
- Configuración geográfica de la Comunidad de Madrid, que no contribuye a una adecuada dispersión de la contaminación del aire y favorece recirculaciones, inversiones térmicas y la transformación de contaminantes secundarios.

Amenazas

Se habla de amenazas respecto a los factores que pueden frenar la implantación de las medidas y que se pueden sintetizar en las siguientes:

- Impacto todavía acusado derivado de la COVID-19 y la crisis económica.
- Escepticismo y reticencias para la inversión en un sistema energético cambiante que resulta en la inestabilidad de los retornos económicos de las inversiones.
- Nuevas inversiones en infraestructuras energéticas fósiles (redes de gas, gasolineras, etc.), condicionan la transición.
- La falta de conocimiento sobre los ahorros y beneficios, así como, otras necesidades de gasto pueden afectar la inversión en medidas de eficiencia energética por parte de la ciudadanía.
- La Ley de Propiedad Horizontal[66] supone dificultades para el despliegue de medidas de autoconsumo renovable y eficiencia energética por parte de los propietarios debido al consenso necesario en las comunidades de vecinos.
- Las inversiones en eficiencia en los edificios tienen plazos de recuperación demasiados altos. El inversor (dueño de una vivienda) no llega a ver el retorno. Sólo se invierte en eficiencia en viviendas por mejora del confort o por obligación legal (problemas estructurales que afecten a la seguridad).
- Insuficiente conciencia social sobre los riesgos derivados del cambio climático, así como de una mala calidad del aire.
- Nueva normativa muy restrictiva de la contaminación del aire, que rebaja significativamente los niveles de contaminación máxima que serán permitidos.

[66] "Ley 49/1960, de 21 de julio, sobre propiedad horizontal" https://www.boe.es/buscar/pdf/1960/BOE-A-1960-10906-consolidado.pdf

BOCM-20240115-10

- Asimetría en la información disponible para inversionistas, alta percepción del riesgo económico para la inversión en sostenibilidad.

Fortalezas

Se habla de fortalezas con respecto a las cualidades de la Comunidad de Madrid que representan una superioridad competitiva con respecto a otras comunidades o que constituirá un recurso único y valioso a la hora de implementar medidas en el ámbito de la planificación que se presenta.

- Tendencia positiva (reducción) en la evolución de la intensidad energética.
- La Comunidad de Madrid es una región con alta densidad de población lo que favorece la implementación de medidas orientadas a la eficiencia (por ejemplo: mayor potencial de despliegue del transporte público).
- El PIB per cápita es comparable al de las mejores regiones europeas.
- Se cuenta con un tejido empresarial fuerte, capaz de impulsar la transición energética (por ejemplo: empresas relevantes en el sector transportes y de la construcción).
- Región atractiva para inversores, acapara el 31 % de la inversión recibida en el sector industrial en España.
- Infraestructura energética robusta que garantiza un alto grado de seguridad de suministro.
- Alta disponibilidad de cubiertas para autoconsumo.
- Alta irradiación solar (unos 5 kWh/m^2 • d) en la región.
- Experiencia previa en el diseño de planes energéticos (2004-2012 y horizonte 2020) así como en el despliegue de actuaciones energéticas.
- Disposición de profesionales y de un sistema educativo universitario de alta especialización y cultura en términos de energía.
- Se encuentran en proceso de elaboración la Ley de Movilidad Sostenible[67] y la Ley de Sostenibilidad Energética[68].
- Alta presencia de Centros e Institutos de investigación de reconocido prestigio tanto en el campo de la energía como en el del transporte.
- Ciudades referencia a nivel nacional en el despliegue de transporte público.
- Alta sensibilidad social frente a las emisiones: la sociedad madrileña es consciente del problema que supone la contaminación atmosférica.
- Comunidad pionera y de mayor volumen en la emisión de bonos sostenibles.

[67] https://www.comunidad.madrid/noticias/2020/10/01/damos-nuevo-impulso-futura-ley-movilidad-sostenible
[68] https://www.comunidad.madrid/transparencia/ley-sostenibilidad-energetica-comunidad-madrid

BOCM-20240115-10

- Planificación urbana con importante componente de construcción y rehabilitación de edificaciones sostenibles.
- Existencia de abundantes ejemplos de buenas prácticas que sirven de referencia, como el Plan Estratégico 2018-2030 del Canal de Isabel II, el Plan de Ahorro y Eficiencia y Ahorro en Edificios Públicos de la Comunidad de Madrid, etc…
- La amplia red de infraestructuras urbanas subterráneas presentes en la Comunidad de Madrid, y más particularmente en la ciudad de Madrid, cuyo aprovechamiento como fuente de energía renovable puede contribuir a los objetivos planteados en la presente estrategia.

Oportunidades

Las oportunidades se refieren a aquellos aspectos del entorno que contribuyen a la implantación de las medidas hacia la descarbonización y el cuidado de medio ambiente, como son las que siguen:

- Utilización de los fondos de recuperación Next Generation para la transición energética y la rehabilitación de edificios.
- Potenciación del sistema de subvenciones existentes para la transición energética y la rehabilitación de edificios, simplificando su tramitación y facilitando el acceso de los ciudadanos a las mismas.
- Alto potencial para una penetración masiva del autoconsumo fotovoltaico y toda su cadena de valor asociada (sector fotovoltaico, baterías, gestión inteligente, *servitización*, desarrollo local, etc.) y su posible impacto positivo sobre el tejido empresarial de la Región.
- Presencia de un marco normativo europeo, nacional, regional y local en favor de la eficiencia energética (CTE, RITE, certificación de eficiencia energética en edificios, Directiva 2012/27/UE, etc.).
- Nuevos modelos de economía circular para la reutilización y el reciclado de residuos, así como otras formas de valorización además de la valorización energética, que suponen un valor añadido para las empresas.
- Gran flexibilidad y alto grado de mallado de la red eléctrica, que permite una buena oportunidad de integración de energías renovables distribuidas.
- Implementaciones en el marco del Programa de Fomento para la Regeneración Urbana de la Comunidad de Madrid enfocados a reducir la pobreza energética.
- Entrada de nuevos modelos de negocio (*carsharing*, última milla, *MaaS*, cooperativas, etc.) que contribuyan a la reducción del consumo energético, la conservación del medioambiente y la sostenibilidad.
- Desarrollo nacional y europeo de políticas industriales basadas en la I+D+i y mejora de los procesos industriales que suponen una reducción de la intensidad energética.

BOCM-20240115-10

- Buenas perspectivas de desarrollo tecnológico y reducción de costes a futuro.
- Desarrollo e implantación de tecnologías disruptivas como: el internet de las cosas, BigData, digitalización e hidrógeno verde.
- Previsión de infraestructuras de transporte adaptadas a futuros usos energéticos para perdurar más allá de 2030.
- Potencial de atracción de fabricantes de equipos y tecnologías innovadoras en términos energéticos y de sostenibilidad.
- Creación de empleo en los ámbitos energético, climático y de sostenibilidad si va acompañada de formación especializada a todos los niveles.
- La renovación de las infraestructuras energéticas: eléctricas, gasísticas, de transporte, con criterios de sostenibilidad, eficiencia, digitalización e incorporación de energías renovables.
- Clara apuesta del sector del automóvil hacia las tecnologías más limpias.
- Gran parque de viviendas para la implementación de un programa de rehabilitación, sostenibilidad y eficiencia energética y alto grado de urbanismo con potencial de implementar ciudades inteligentes.
- Proyectos innovadores como Madrid Nuevo Norte[69], que pueden constituirse como vitrinas para apalancar un financiamiento sostenible y lograr la replicabilidad y el escalamiento.
- El extraordinario potencial de energía residual renovable existente en las infraestructuras urbanas subterráneas. La Comunidad de Madrid, tiene la oportunidad de recuperar el calor residual, mitigar el efecto isla de calor en la ciudad y contribuir a la descarbonización de las ciudades, a través de la potenciación de redes urbanas de calor y frio, en línea con la nueva Directiva (UE) 2023/1791 del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de septiembre de 2023 relativa a la eficiencia energética y por la que se modifica el Reglamento (UE) 2023/955.

3.1.2. Orientación en el diseño de las medidas (CAME)

Una vez realizado el análisis DAFO para el desarrollo de las políticas energéticas, de cambio climático y de calidad del aire, conviene establecer cuáles deberían ser las líneas rectoras del desarrollo de medidas y sus principales barreras. Un análisis CAME es una metodología que complementa al análisis DAFO anterior. Mediante este ejercicio se persigue la identificación de pautas de actuación que permitan maximizar los impactos positivos y minimizar los negativos de los aspectos identificados como necesarios de actuación.

[69] https://www.comunidad.madrid/noticias/2020/03/25/aprobamos-madrid-nuevo-norte-mayor-proyecto-actual-regeneracion-urbana-europa

BOCM-20240115-10

De forma similar al caso anterior CAME es un acrónimo formado por las iniciales de las palabras «Corregir, Afrontar, Mantener y Explotar». De esta manera, las acciones definidas en el CAME estarán enfocadas en:

- Corregir las Debilidades: Aplicar medidas correctivas a las debilidades para conseguir que desaparezcan o minimicen su impacto sobre el sistema.
- Afrontar las Amenazas: Tomar medidas para enfrentarse a las amenazas y evitar que estas se conviertan en debilidades, con lo que se consigue evitar que el riesgo identificado suceda.
- Mantener las Fortalezas: Evitar perder las fortalezas, asegurándose que se mantengan como ventaja competitiva en el futuro.
- Explotar las Oportunidades: Crear estrategias para la conversión de oportunidades en fortalezas futuras.

Corregir

- Fomento de las instalaciones renovables para autoconsumo y reducción de la demanda energética *per cápita*.
- Máximo aprovechamiento del potencial energético, el espacio y los recursos disponibles para el despliegue de instalaciones de producción de renovables. Por ejemplo, mediante el aprovechamiento de cubiertas, fachadas y muros de edificios.
- Desarrollo de estrategias de adaptación de las infraestructuras existentes para su aprovechamiento futuro.
- Financiación para la modernización de equipos para todos los sectores, así como la introducción de vehículos de cero o bajas emisiones.
- Establecimiento de protocolos de recogida de datos conjuntos y relacionados sobre energía y clima y su almacenamiento, gestión y divulgación por parte de la administración pública.
- Adecuación de las normativas municipales en cuestiones de puntos de recarga de vehículo eléctrico y estaciones de repostaje.
- Desarrollo de estrategias para la integración de la materia energética en planes de estudio a todos los niveles formativos.
- Campañas de concienciación y fomento en el uso del transporte público y alternativas sostenibles.
- Inversión y captación de fondos para la implementación de nuevas tecnologías, infraestructuras y su futuro desarrollo por parte de centros de investigación.
- Fomento de las medidas pasivas para el incremento de la eficiencia energética. (Ejemplos: creación de zonas verdes en cubiertas ajardinadas de edificios que además contribuyan a la mejora del paisaje urbano y a la disminución de las altas temperaturas en épocas estivales; diseño de fachadas con elementos vegetales y teniendo en cuenta su orientación solar; empleo de materiales de

BOCM-20240115-10

proximidad; utilización de pavimentos drenantes; utilización de elementos de sombra, vegetales o no, en los espacios públicos urbanizados...).

- Promover la adopción de criterios bioclimáticos en la ordenación urbana de los nuevos desarrollos urbanísticos. (Ejemplos: diseños basados en las condiciones del lugar: topografía, soleamiento, vientos predominantes, vegetación, sombras arrojadas, escorrentías…).
- Establecimiento de protocolos de comunicación y campañas de divulgación para la involucración de los ciudadanos en asuntos energéticos.
- Establecimiento de una planificación racional del futuro desarrollo de la infraestructura energética.
- Apoyar inversiones en materia ferroviaria.
- Revisión y, en su caso, adecuación de los trámites administrativos, así como elaboración de guías para su comprensión por parte de la ciudadanía y las empresas.
- Promoción de las energías renovables y la cogeneración de alta eficiencia en el tejido industrial madrileño.
- Apoyo a los nuevos modelos de negocio y la creación de empresas de servicios energéticos y comunidades energéticas.
- Facilitar la planificación conjunta entre la Administración e instituciones de educación superior y formación profesional para la inclusión de los ámbitos de la energía, la sostenibilidad y el medioambiente.
- Expansión y promoción de nuevas tecnologías disruptivas para concienciación, acceso y uso de información oficial, interacción ciudadana, entre otras actividades que apoyen sustancialmente la descarbonización.
- Divulgación, a través de los portales web de información en los ámbitos de energía, clima y aire, de datos relevantes sobre las tecnologías para la descarbonización y el ahorro energético a disposición de la ciudadanía y las empresas.

Afrontar

- Aprovechamiento más eficiente de los fondos de recuperación, apoyando a los sectores y grupos demográficos más afectados por la crisis.
- Estudios para la posible adaptación de la infraestructura actual para que acoja a los combustibles del futuro.
- Campañas de divulgación, facilitación de modelos de negocio y financiación que permitan la inversión privada en actividades para sostenibilidad, aire limpio y sistemas de eficiencia energética.
- Difusión de información con enfoque en disminuir la percepción del riesgo que existe en inversionistas privados, tanto nacionales como internacionales, en instalaciones energéticas.

BOCM-20240115-10

- Visibilizar las ventajas del autoconsumo y su repercusión favorable sobre la factura de energía eléctrica.
- Introducción de esquemas de financiación y ayudas que faciliten el despliegue de intervenciones de rehabilitación y ahorro energético en edificios, así como puesta en valor de beneficios como la mejora de las condiciones de salubridad y confort.
- Favorecer la inclusión de los análisis de riesgos climáticos de manera transversal en la planificación estratégica de la Administración.

Mantener

- Declaración de intenciones sólida y clara, a medio y largo plazo, que considere a todos los actores de la transición energética y aporte certidumbre a los inversores, por medio de una estrategia integral y que garantice un seguimiento de los objetivos planteados. Todo ello de forma que favorezca el mantenimiento del tejido empresarial en la región y la continuidad de la inversión.
- Colaboración con REE y las compañías distribuidoras para el estudio detallado de la red eléctrica y el análisis de su capacidad actual para acoger sistemas de generación distribuida renovable sin afectar a la calidad y seguridad del suministro, así como de aquellos puntos críticos a intervenir.
- Seguir desarrollando el ecosistema empresarial y tecnológico (profesionales especializados, centros de investigación, entre otros) presentes en la región y dotación de medios al sistema educativo para su adecuación a la realidad futura y su incorporación al mercado laboral.
- Continuar con el desarrollo de campañas de sensibilización y concienciación.
- Diálogo con instituciones financieras para escalar la implantación de nuevos mecanismos e instrumentos financieros orientados a la sostenibilidad medioambiental y energética.
- Tendencia urbanista inspirada en la sostenibilidad medioambiental y la eficiencia energética. Inclusión en los instrumentos de planeamiento urbanístico de estudios específicos que analicen factores bioclimáticos, de electrificación de demandas o aprovechamiento de energías renovables, entre otros.

Explotar

- Aprovechar los fondos de recuperación COVID-19 en el marco del PRTR para afrontar inversiones sostenibles económica y medioambientalmente que permitan a la Comunidad de Madrid afrontar la transición energética y reforzar la calidad del empleo regional.
- Creación de un marco favorable para la atracción de empresas que formen parte de la cadena de valor del sector energético y tecnológico (fabricación, instalación, mantenimiento, etc.).
- Alineamiento de la planificación energética regional con los planes y directivas de ámbitos superiores.
- Campañas de sensibilización para la aplicación de sistemas de economía circular en las empresas madrileñas.

BOCM-20240115-10

- Puesta en marcha de programas de fomento del autoconsumo y eliminación de barreras administrativas que puedan suponer impedimentos.
- Diseño de estrategias que continúen con la labor realizada por el Programa de Fomento para la Regeneración Urbana de la Comunidad de Madrid enfocados a reducir la pobreza energética.
- Atracción de las empresas de distribución existentes y de las nuevas empresas y startups a los nuevos modelos de negocio sostenible (carsharing, última milla, cooperativas, entre otras.).
- Promoción de los planes de transferencia de conocimiento de los centros de investigación de la Comunidad de Madrid hacia el tejido industrial y empresarial.
- Dotación de presupuesto para el desarrollo de proyectos piloto y demostración de tecnologías disruptivas.
- Dar continuidad a los programas de financiación y ayuda para la adquisición de vehículos de cero y bajas emisiones.
- Aplicación de estrategias de rehabilitación integrales en el marco de la Estrategia a largo plazo para la Rehabilitación Energética en el Sector de la Edificación en España (ERESEE) y los planes regionales existentes.
- Expandir la planificación de nuevos proyectos de urbanismo sostenible acompañada de una divulgación efectiva que genere tracción en mercados de capitales locales e internacionales.

Elementos transversales

Durante la elaboración del análisis de la situación actual de la Comunidad de Madrid se han identificado ciertos elementos que, aún sin pertenecer explícitamente a alguno de los ámbitos energía, clima o aire, tienen una influencia directa o indirecta sobre la situación de la región. En este apartado se recogen aquellas barreras o condicionantes que se considera que deben ser tenidos en cuenta a la hora de desarrollar la estrategia y que, por no ser una parte explícita de algún ámbito, han quedado excluidos de la matriz DAFO.

La necesidad de alineamiento entre instituciones públicas a distintos niveles –nacional, regional y local–, es uno de los aspectos que se identifican como clave para el desarrollo de las líneas estratégicas de trabajo. Asimismo, la coordinación entre organismos dentro de la propia Administración Pública con competencias transversales entre sí, también se presenta como un elemento al que se habría de prestar especial atención. En el caso del alineamiento multinivel, el marco normativo que surge como consecuencia de la Ley de Cambio Climático y Transición Energética (Ley 7/2021, de 20 de mayo) supone una oportunidad para aprovechar el impacto asociado al Plan Nacional de Energía y Clima (PNIEC).

Otro de los elementos que puede suponer una influencia sobre la evolución de la situación energética y medioambiental futura de la región es el ámbito del I+D+i. El VI Plan Regional de Investigación Científica e Innovación Tecnológica 2022-2025 identifica una escasa cultura del I+D+i en empresas de tamaño reducido, lo que, en términos generales, contribuye a un parque de equipamientos más envejecido y menos eficiente, así como a una barrera a la creación de valor añadido. En este sentido, las dificultades para la

BOCM-20240115-10

transferencia de conocimiento entre centros de investigación y el tejido empresarial, junto con los problemas para retener el talento e impulsar la investigación, también contribuyen a este efecto. Para ello, la Comunidad de Madrid cuenta con la presencia de un ecosistema de innovación e investigación consolidado con elevada capacidad para generar conocimiento (universidades, centros tecnológicos, IMDEAs, Madri+d, etc.) que puede ser aprovechado por su entorno empresarial.

Otro de los aspectos fundamentales a considerar es la importancia de, independientemente de lo mallada y flexible que sea la red de distribución y transporte de energía eléctrica, la planificación de las ampliaciones en los sistemas de distribución de energía (tanto en instalaciones de enlace como de redes de distribución), orientadas a un autoconsumo masivo con vertido a la red o recarga del vehículo eléctrico. En este ámbito, junto con el trabajo de los organismos públicos correspondientes, se considera relevante el papel de las grandes corporaciones energéticas en proceso de transición a un sistema regido por un nuevo paradigma.

Asimismo, se considera relevante el análisis de la descarbonización del sistema energético por medio de sumideros y mecanismos de compensación de emisiones como la creación de zonas verdes y la reforestación.

Por último, hay que destacar el requerimiento de conocimientos técnicos necesarios por parte del ciudadano de a pie para poder implicarse en la transición hacia un modelo de sostenibilidad energética y medioambiental y crearse un criterio sólido al respecto. Así, la imposibilidad del ciudadano medio de tener un conocimiento profundo del funcionamiento de las tecnologías disponibles y del marco normativo vigente sumado a los trámites administrativos necesarios para el acceso a energías renovables, eficiencia energética, vivienda y transporte sostenible, constituyen una barrera para la movilización de inversión en el sector residencial y en las pequeñas empresas.

3.2. Identificación de los sectores relevantes

Tras la realización del diagnóstico de la situación actual, se han identificado aquellos sectores en los que es necesario enfocar la atención de la presente Estrategia, por su relevancia en términos de conseguir una mayor eficiencia energética y su contribución a las emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos. Este planteamiento de los sectores se encuentra alineado con la Agenda Estratégica de la Unión Europea y el conjunto de normas europeas, que establecen las bases para lograr alcanzar el objetivo de una Europa climáticamente neutra.

Además de dichos sectores, en los que se identifica fácilmente cuales son las acciones necesarias para conseguir una reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y de contaminantes atmosféricos, y su adaptación al cambio climático, se ha identificado un sector transversal que debe ir orientado a la financiación, investigación, educación, sensibilización y participación e innovación en la materia de energía, cambio climático y contaminación atmosférica.

BOCM-20240115-10

Ilustración 94. Sectores estratégicos de actuación. (Fuente: Elaboración propia).

A continuación, se caracterizan sintéticamente cada uno de estos sectores, para poder posteriormente delimitar dentro de ellos las áreas de actuación preferente, con el fin último de cumplir los objetivos estratégicos planteados.

3.2.1. Sector de Transporte y movilidad: situación y barreras

Ya hemos descrito, en el apartado del consumo energético por sectores, el sistema global de movilidad de la Comunidad de Madrid, por lo que conviene ahora reseñar aquellos aspectos que puedan provocar barreras u obstáculos relevantes a los efectos de la presente Estrategia.

Según la información de la última encuesta de movilidad llevada a cabo por el Consorcio Regional de Transportes Públicos Regulares de Madrid en el 2018, cada habitante realizaba 2,44 viajes en un día laborable medio, con una distancia de 17,1 km, invirtiendo de media para ello una hora y diez minutos para viajar[70]. La citada encuesta señalaba diferencias sustanciales en el reparto modal entre la almendra central, la periferia urbana y las coronas metropolitana y regional, de manera que, aunque globalmente el 58 % de los desplazamientos se realizan a pie o en transporte público, el modo peatonal es predominante en la almendra central mientras que el vehículo privado copa un 56 % de desplazamientos en las coronas.

El análisis de los vehículos inscritos en el Registro de Vehículos de la Dirección General de Tráfico de 2021 muestra que los turismos son los vehículos con mayor presencia en la Comunidad de Madrid, alcanzando una cifra de 3.989.542 unidades. A este número, le siguen 722.289 camiones y furgonetas, 414.843 motocicletas, 30.095 tractores industriales, 11.100 autobuses, 41.854 remolques y semirremolques y 43.664 vehículos

[70] Encuesta de movilidad de la Comunidad de Madrid 2018. Obtenido de: https://www.crtm.es/media/712934/edm18_sintesis.pdf

BOCM-20240115-10

catalogados como «otros», que suman un total de 5.253.387 de vehículos de todos los tipos en la Comunidad de Madrid en 2021.

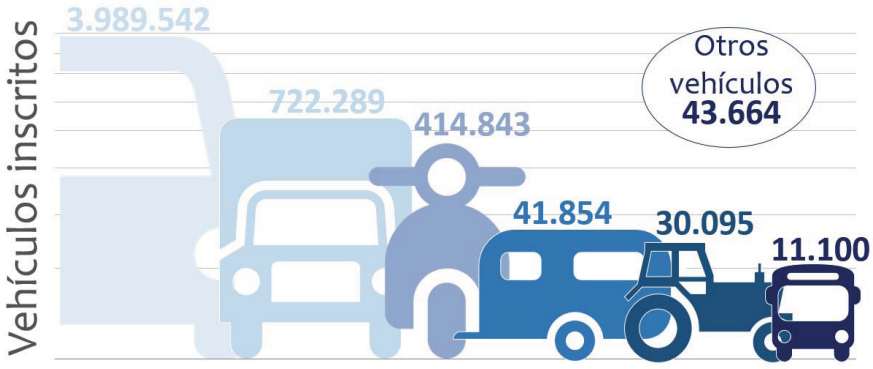


Ilustración 95. Reparto por clase de los vehículos inscritos en el Registro de la Dirección General de Tráfico 2021 (Fuente: Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid).

Por otra parte, como ya se ha apuntado, los análisis realizados concluyen en señalar que el sector del transporte da cuenta de un 43,6 % (54,7 % en 2019) del consumo total de energía final en la Región, mientras que el Inventario de emisiones de 2020 le atribuye un 52 % de las emisiones de GEI, ello debido al hecho de que, a pesar del ascenso en el número vehículos eléctricos, el 96,2 % de la energía final consumida en este sector en 2019, y el 94 % en 2020, sigue proviniendo del petróleo y sus derivados.

Las emisiones de contaminantes atmosféricos producidas por parte del transporte también son significativas, sobre todo en el caso del NO_x, ya que suponen alrededor del 44 % de total de emisiones de este contaminante, de acuerdo con datos del inventario de 2020. En la siguiente figura se muestra el desglose de consumos de combustibles por parte del sector en 2020:

Ilustración 96. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el sector transporte (ktep). (Fuente: Fenercom).

BOCM-20240115-10

Cabe destacar el reducido porcentaje de emisiones que genera el transporte público respecto a las producidas por todo el sector. En el caso concreto del autobús, el número de vehículos representa tan solo el 0,21% del total de los censados en la región en el año 2021, en el Registro de Vehículos de la Dirección General de Tráfico. Este medio de transporte tiene la ventaja de movilizar un elevado número de viajeros, sustituyendo entre 15 y 30 vehículos privados por carretera, por lo que se posiciona como uno de los agentes clave para reducir la contaminación y mitigar el cambio climático.

Es indudable que para alcanzar los requisitos de descenso de emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos es necesario un mayor uso de medios no motorizados y la introducción de medios de transporte más eficientes en términos de emisiones por kilómetro. A pesar de disponer de una alta concentración urbana y una red de trasporte público líder en Europa, se parte de una base de vehículos de transporte privados basada en combustibles fósiles (el mercado de matriculaciones de coches eléctricos a cierre de 2022 rondaba tan solo el 3,7 %). En los próximos años, para avanzar en la descarbonización del sector, se necesitará:

- Mejorar el reparto modal, con un aumento de los medios no motorizados.
- Reducir la ratio CO_2/km en los desplazamientos.
- Descarbonizar el parque circulante.
- Reducir las emisiones de NO_x y demás contaminantes atmosféricos.
- Mejorar todavía más la descarbonización y la accesibilidad del transporte público.
- Disminuir el consumo energético asociado al sector (mayores eficiencias).
- Adaptar las infraestructuras de transporte ante las principales amenazas climáticas.

Barreras para implementar los objetivos

Para conseguir los objetivos anteriores se han de superar barreras importantes, como la baja penetración de los puntos de recarga, que limita el uso de los vehículos eléctricos; las características del parque edificado, con escasa presencia de aparcamientos privados en muchas zonas, lo que restringe las iniciativas de instalación de puntos de recarga en las comunidades de vecinos; la necesidad de aumentar el uso del trasporte público y los desplazamientos a pie o en bicicleta, asociada a una mayor concienciación social sobre la necesidad de una movilidad sostenible, y los costes de los vehículos más sostenibles, actualmente más caros que sus versiones basadas en combustibles convencionales, lo que precisa mejoras en la financiación e incentivos a la adquisición.

3.2.2. Sectores residencial, comercial e institucional: situación y barreras

El sector de la edificación juega un papel fundamental en la lucha contra el cambio climático en las ciudades puesto que, junto con la movilidad, constituye uno de los sectores que más aporta al total de las emisiones. En el contexto de la Comunidad de

BOCM-20240115-10

Madrid, la combustión fija en el sector residencial, comercial e institucional (RCI), supone el **28 % del total de las emisiones de GEI** (datos del inventario de 2020). El sector residencial comparte junto con el sector servicios (también llamado *comercial*) la necesidad de llevar a cabo mejoras en cuanto a eficiencia energética y autoconsumo.

En la siguiente figura se muestra el consumo de energía final en el sector residencial y servicios de acuerdo con el balance energético del año 2020. El balance muestra la **elevada dependencia del sector residencial del gas natural** seguido de la energía eléctrica. En el sector servicios, la **dependencia de la energía eléctrica** es más pronunciada alcanzando el 73 % de participación en el consumo energético. La distribución del consumo energético en el sector presenta oportunidades para fomentar el autoconsumo renovable y descarbonizar el mismo.

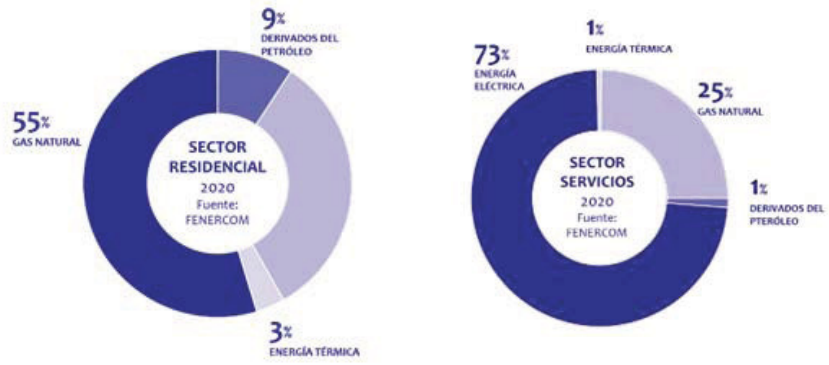


Ilustración 97. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el sector residencial y sector servicios. (Fuente: Fenercom).

Así, la propuesta de la Estrategia enfatiza la necesidad de superar dos retos clave que se dan en estos sectores a la hora de proceder a su descarbonización y transformar la modalidad de consumo energético convencional.

Uno de los retos es el alto coste de la rehabilitación de los edificios y la dificultad de acuerdos entre los propietarios. Otro reto, es el coste de las instalaciones de autoconsumo. Por tanto, la Estrategia se centra en líneas de actuación que promueven la descarbonización del sector continuando con el apoyo a las ayudas para la rehabilitación del parque de edificios, así como las instalaciones de autoconsumo.

Adicionalmente, cabe destacar que, actualmente, la Comunidad de Madrid tiene una escasa capacidad para producir y abastecer la demanda de energía eléctrica del territorio.

BOCM-20240115-10

Concretamente, en 2020 solo el 4,5 % de la energía eléctrica total consumida fue abastecida por la generación producida dentro de la región[71].

Esta casuística, combinada con la elevada demanda de energía eléctrica por parte del sector de la edificación, crea un marco de oportunidad para reducir la dependencia energética del sector a la vez que se incrementa la mejora de su desempeño ambiental.

En los próximos años para avanzar en la descarbonización del sector se necesitará:

- Mejorar la eficiencia energética de los edificios.
- Aumentar el autoconsumo de viviendas, comercios y centros públicos.
- Reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos.
- Reducir la dependencia de derivados del petróleo.
- Minimizar la exposición de la población frente a amenazas climáticas.

Barreras para implementar los objetivos

Para conseguir los objetivos anteriores se han de superar barreras tan importantes como incrementar la creciente, aunque todavía baja, concienciación social y la dificultad para llegar al acuerdo entre vecinos de un mismo inmueble, polígono industrial o centro público. Además, será necesario enfrentar el elevado coste de la rehabilitación de los edificios y de las instalaciones de autoconsumo, la escasez de recursos de grupos de particulares para el uso de la energía en el ámbito doméstico o la normativa en materia urbanística todavía insuficiente para un desarrollo territorial adaptado al cambio climático. Estas barreras deberán ser tenidas en cuenta a la hora de proponer medidas.

3.2.3. Sectores de la energía, la industria, las *utilities* y los residuos: situación y barreras

El sector industrial de la Comunidad de Madrid representa un peso menor en términos de consumo energético que otras comunidades, representando sus emisiones de GEI tan solo alrededor del 13 % del total de emisiones recogidas en el inventario. De ellas, entre un 20%-25% corresponden a sectores industriales cuyas emisiones de CO_2 son difíciles de reducir (por ejemplo, cemento, cal, química) al ser intrínsecas al propio proceso productivo. Por otro lado, las emisiones de contaminantes atmosféricos producidas por parte de la industria son significativas para ciertos contaminantes.

Por ejemplo, en el caso de los COVNM, en 2020, las emisiones procedentes de la industria constituyeron el 81 % respecto del total y el 38 % para el contaminante SO_2. Sin embargo, para los NO_x, las emisiones del sector industrial son poco significativas, suponiendo tan solo un 12 % del total.

En cuanto al consumo de energía final del sector, los datos del balance energético de 2020 muestran que tanto el consumo de gas natural como el de energía eléctrica suponen

[71] Fenercom. Balance energético de la Comunidad de Madrid. Obtenido de: https://www.fenercom.com/wp-content/uploads/2022/06/Balance-Energ%C3%A9tico-2020-de-la-Comunidad-de-Madrid-vDigital.pdf

BOCM-20240115-10

la mayoría, con un 39 % y 37 %, respectivamente. Si bien es cierto que la dependencia directa de los derivados del petróleo no supone un porcentaje elevado en el consumo del sector, las opciones de descarbonización son amplias a través de las acciones de autogeneración renovable y eficiencia energética.

Ilustración 98. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el sector industria. (Fuente: Fenercom).

En materia de acceso al agua y recursos hídricos, si bien la Comunidad de Madrid cuenta con una relevante capacidad de almacenamiento y tratamiento del agua y una red de abastecimiento con unas pérdidas globales de tan solo un 3%, deben tenerse en cuenta a largo plazo los **efectos del cambio climático**. Las previsiones apuntan a una mayor irregularidad en el régimen de lluvias, veranos más largos y calurosos y una menor innivación, lo que afectará a la cantidad de agua embalsada y aumentará el consumo y el gasto energético, ejerciendo, potencialmente, nuevas presiones sobre las **fuentes de suministros y las redes de distribución y recogida de agua** en toda la región. Además, hay que tener en cuenta el alto porcentaje de la red compuesta por materiales fuera de norma (15,4 %), lo cual hace aún más evidente la necesidad de proseguir en las tareas de renovación y mejora.

De igual modo, se debe seguir disminuyendo la cantidad de agua no controlada, que, si bien se ha reducido casi un 4 % desde 2017, representa uno de los mayores desafíos en la gestión de este recurso. De hecho, desde ese mismo año, se realiza una gestión del Agua No Registrada (ANR) sobre la red sectorizada, a través de la cual se ha estimado que las renovaciones acometidas en los últimos dos años han supuesto una recuperación de un volumen promedio de 16.033 m^3. Por ello, se ha de seguir invirtiendo no sólo en la renovación de las redes de abastecimiento, sino también en la modernización de materiales y piezas que ayuden a reducir las fugas de agua en las redes de distribución y que ayuden a mejorar la resiliencia integral de los sistemas.

BOCM-20240115-10

Como se destaca previamente en el marco que contextualiza la situación de la Comunidad de Madrid es importante destacar los esfuerzos y avances realizados desde el **Canal de Isabel II** para mejorar la gestión integral del ciclo del agua en la Región, aspecto especialmente crítico en Madrid en términos climáticos. Su Plan Estratégico, publicado en 2018, contempla un horizonte a 2030 en el que se establecen objetivos y sus correspondientes medidas en diferentes campos de la gestión del agua para garantizar el suministro y hacer frente a inundaciones (Plan Sanea).

En el presente sector se incluye también la gestión de los **residuos** de la Comunidad de Madrid, responsable de un 7 % de las emisiones de GEI respecto al total del inventario (datos de 2020). Si bien es cierto que no se trata de un sector con una gran contribución, dadas sus características presenta un **potencial de mitigación que lo convierte en un eje relevante**. En cuanto a las emisiones de contaminantes, cabe destacar que el sector de los residuos es responsable del 9 % de las emisiones de $PM_{2,5}$ (datos 2020).

En los próximos años para avanzar en la descarbonización del sector se necesitará:

- Reducir emisiones de COVNM y otros contaminantes atmosféricos.
- Aumentar la generación con energía renovable.
- Aumentar la autosuficiencia energética.
- Mejorar la calidad del suministro eléctrico y asegurar su accesibilidad a los consumidores más vulnerables.
- Disminuir la dependencia de productos petrolíferos.
- Aumentar la capacidad de generación energética de biocombustibles a partir de residuos.

Barreras para implementar los objetivos

Para conseguir los objetivos anteriores se han de superar barreras tan importantes como la todavía insuficiente concienciación de los sectores industriales hacia la lucha contra el cambio climático; los escasos fondos disponibles para inversiones que permitan en mayor medida independizarse de los mercados energéticos; la educación en el uso eficiente de agua y energía; la falta de personal e industria en las tecnologías de descarbonización, y un todavía mejorable nivel de complejidad de la tramitación administrativa.

3.2.4. Agricultura y medio natural: situación y barreras

La contribución del sector de la agricultura a las emisiones de GEI de la Comunidad de Madrid no es muy relevante. En 2020, este sector supuso, tan solo, el 1,7 % del total de las emisiones de las cuales el 53 % estaban asociadas al subsector de la fermentación entérica del ganado.

A su vez, las emisiones de contaminantes atmosféricos tampoco resultan significativas para la mayoría de los contaminantes más problemáticos. En el caso de los NO_x, supone un 2 % de las emisiones totales, un 1 % para las $PM_{2,5}$, un 3 % para los COVNM y no contribuyen a las emisiones de SO_2.

BOCM-20240115-10

Sin embargo, este sector constituye la fuente principal de emisiones de NH_3 en la Comunidad de Madrid, contribuyendo, en 2020, con el 74 % de las emisiones. A pesar de que las emisiones de GEI del sector no contribuyen significativamente cabe destacar que, a diferencia con otros sectores, la contribución del metano (CH_4) es mucho mayor. La fermentación entérica del ganado y la gestión del estiércol son los principales responsables de las emisiones de este gas dentro del sector.

Por otro lado, el balance energético de 2020 evidencia la baja diversificación de fuentes de energía en el sector. El 98 % del consumo final en el sector corresponde a derivados de petróleo mientras que el resto se abastece de energía eléctrica, lo cual plantea un escenario con un gran margen de mejora para la implementación de tecnologías y combustibles menos contaminantes.

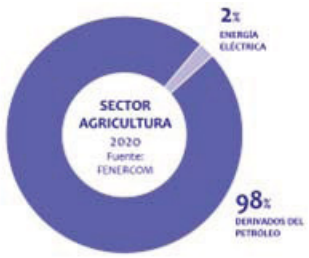


Ilustración 99. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el sector agricultura. (Fuente: Fenercom).

En cuanto a la relación de los efectos del cambio climático con el sector cabe destacar que la **agricultura, la ganadería y la silvicultura** son actividades estrechamente **dependientes del clima y del suelo**. Aunque el impacto del cambio climático varía en función de factores como la localización geográfica y el subsector, en general, el aumento de temperatura incrementará el estrés hídrico y disminuirá la producción de algunas cosechas. Además, los cambios en la estacionalidad y la variabilidad del clima tendrán un efecto significativo en el rendimiento y, previsiblemente, también en la calidad de los productos agrícolas, ganaderos y silvícolas. La degradación de los suelos y la desertificación limitará el espacio potencialmente adecuado para determinados cultivos. Por otra parte, es previsible un mayor impacto potencial de los fenómenos meteorológicos extremos, que serán más frecuentes y virulentos. A esto se le une una mayor ocurrencia de fenómenos extremos, como los incendios y las inundaciones, y la aparición de nuevas plagas y enfermedades, tanto en cultivos como en animales[72].

Los retos que se plantean en este sector son los siguientes:

[72] MITERD. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Obtenido de: https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/pnacc-2021-2030_tcm30-512163.pdf

BOCM-20240115-10

- Reducir emisiones de NH_3.
- Mejorar la eficiencia energética.
- Reducir la dependencia de productos petrolíferos.
- Promocionar la fijación del carbono y silvicultura.
- Promover una ganadería sostenible y una agricultura resiliente (tecnificación y desarrollo de cultivos adaptados).
- Propiciar un entorno natural resiliente (gestión del territorio con pastoreo tradicional) y fomentar el uso de la biomasa forestal.
- Mejora de la gestión de los residuos ganaderos.

Barreras para implementar los objetivos

Para conseguir los objetivos anteriores se han de superar barreras tan importantes como la creciente, aunque todavía escasa, concienciación ciudadana en el consumo de productos estacionales y de proximidad, a fin de contribuir a reducir la huella de carbono en este sector; la necesidad de mayor investigación y difusión de la información para conseguir disminuir las emisiones atmosféricas; la escasa inversión del sector en la descarbonización, y la existencia todavía de pocas infraestructuras menos vulnerables al cambio climático, especialmente en el área natural y agrícola.

BOCM-20240115-10

4. DEFINICIÓN DE LA ESTRATEGIA

La estrategia en el ámbito de la Administración se puede definir como el proceso que permite favorecer o facilitar el desarrollo de una serie de objetivos deseables como sociedad, en este caso en los ámbitos de la disponibilidad y uso de la energía, la mitigación y adaptación al cambio climático y la mejora de la calidad del aire.

Por lo tanto, la presente Estrategia se debe entender como una guía para que los distintos niveles de la Administración, organismos y empresas públicas y privadas elaboren sus propios planes y programas que contribuyan a alcanzar los objetivos deseados y establecidos en la misma.

En este capítulo, y tomando como base los análisis realizados en los apartados anteriores, se definirá el posicionamiento de la Administración autonómica en el avance hacia una sociedad más descarbonizada, se propondrán una serie de valores, así como la visión y la misión de la Estrategia para, en un capítulo posterior, desarrollar los siete objetivos estratégicos, las áreas de actuación y sus indicadores de seguimiento.

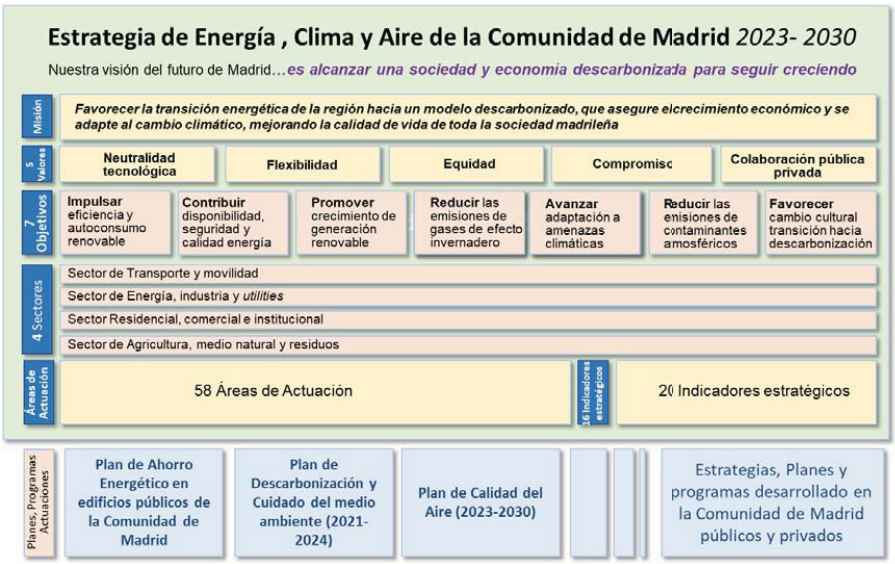


Ilustración 100. Perímetro de la Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid 2023-2030. (Fuente: Elaboración propia).

BOCM-20240115-10

4.1. Papel de la Administración Autonómica en la Estrategia

El diagnóstico previo pone en relieve la magnitud del reto a enfrentar, el cual exige la acción coordinada de todos los agentes responsables de la transformación. No se puede transitar hacia una región sostenible y descarbonizada sin contar con la colaboración activa de la Administración regional, el sector privado y la sociedad en general. La descarbonización, la adaptación del territorio y la mejora de la calidad del aire de la región no solo exigen esta acción coordinada, sino también la participación de diferentes ramas del conocimiento involucrando distintos sectores.

Alcanzar las metas de descarbonización es responsabilidad fundamental de cada uno de los ciudadanos. Son las decisiones individuales de cada uno de nosotros en el día a día lo que permitirá o no alcanzar los objetivos de descarbonización.

La **concienciación de la sociedad** en que los objetivos de descarbonización son deseables para todos, en nuestro modelo de democracia, **es la vía más relevante para alcanzar las metas definidas en esta Estrategia** y, por tanto, entender que como Administración es necesario facilitar que los ciudadanos cuenten con información veraz, basada en principios científicos y objetivos, para favorecer que las personas adoptemos decisiones medioambientalmente responsables de manera voluntaria, por convencimiento y no por imposición.

Solo así se garantiza que los cambios de hábitos se mantengan a largo plazo. Esta Estrategia no hace hincapié en la regulación restrictiva, sino que cree en la relevancia de la concienciación y actuará como facilitador de esta concienciación progresiva de la sociedad. La imposición de prohibiciones y sanciones puede llegar a generar rechazo, obligaría a emplear una gran cantidad de recursos públicos para su control y seguimiento, además de resultar poco eficiente desde el punto de vista económico, provocando, a la larga, efectos no deseados.

La Comunidad de Madrid es también un agente clave en el marco de la Estrategia. Respecto a las soluciones tecnológicas para la descarbonización, la Administración regional tiene un papel impulsor de la investigación, pero su capacidad para influir en el mercado de las soluciones tecnológicas debe ser más bien marginal.

Así, su papel se centra en las áreas administrativas y en la planificación de los planes y programas, así como en facilitar la toma de decisiones individuales hacia la descarbonización a través de la concienciación y las ayudas a la inversión. Igualmente, es muy relevante para la Administración regional dinamizar las alianzas entre los distintos agentes clave con el objetivo común de descarbonizar.

BOCM-20240115-10

Ilustración 101. Representación del papel de la administración regional en el desarrollo de la Estrategia (izquierda) y el papel de la empresa en el desarrollo de la Estrategia (derecha). (Fuente: Elaboración propia).

Son las empresas las responsables de innovar y las que cuentan con la capacidad de desarrollar y comercializar las soluciones tecnológicas que den respuesta a las necesidades de descarbonización, adaptación o mejora de la calidad del aire. El papel de la Comunidad de Madrid, por tanto, es favorecer e impulsar su desarrollo.

La colaboración entre el sector público y privado es clave para garantizar el éxito de la implementación de la Estrategia. Para lograr, por ejemplo, una movilidad sostenible, es necesaria la implicación de los poderes públicos como dinamizadores de las ayudas correspondientes, como financiadores del transporte público o como impulsores de la instalación de carriles bici y zonas peatonales, electrolineras y puntos de recarga, pero de nada serviría este esfuerzo sin que las empresas, las comunidades de propietarios, los ayuntamientos o los ciudadanos pusieran en el mercado los vehículos eléctricos, desarrollaran los nuevos productos tecnológicos de la movilidad, adquirieran estos vehículos o tecnologías o escogieran desplazarse a pie o en bicicleta.

Es por este motivo que la Estrategia se construye con un enfoque integrador cuyo propósito es facilitar a todos los agentes involucrados la colaboración para trabajar en la dirección hacia la descarbonización, la adaptación del territorio y la mejora de la calidad del aire de la Región.

Por último, la simplificación, el cumplimiento y la eventual reducción de los tiempos de trámites administrativos, así como la eliminación de las trabas burocráticas para el impulso de la descarbonización, la adaptación y la mejora de calidad del aire convierte a la Comunidad de Madrid en un territorio más competitivo. Es por esto que la Estrategia tiene como base impulsar esta mejora desde el punto de vista administrativo enfocándose en aquellos trámites que dificulten, por ejemplo, el desarrollo de las redes de distribución de agua y energía, la penetración de las energías renovables o el fomento del vehículo

BOCM-20240115-10

eléctrico, entre otros. Todo ello favorecerá y fomentará la actividad económica a la vez que simplificará las relaciones de los ciudadanos y las empresas con las distintas administraciones.

Exportar casos de éxito y compartir buenas prácticas convierten a la Comunidad de Madrid en referente de gestión y por eso el impulso de esta Estrategia es clave para el futuro de la región.

4.2. Misión y Visión: Descarbonizar para seguir creciendo.

Nuestra visión del futuro de la Comunidad de Madrid…

…es alcanzar una sociedad y economía descarbonizada

para seguir creciendo.

No es sostenible, ni medioambiental ni económicamente, basar el crecimiento exclusivamente en los combustibles fósiles, que son los responsables fundamentales tanto de los efectos del cambio climático como de la contaminación del aire.

El camino para alcanzar esta visión no será fácil, pero se ha de asegurar, con una transición energética acertada, que el objetivo se alcance de manera compatible con la mejora del nivel y calidad de vida de los madrileños, asegurando que no se producen efectos económicos o sociales adversos.

La misión de esta Estrategia es facilitar el camino para…

…Favorecer la necesaria transición energética de la región hacia un modelo descarbonizado, que asegure el crecimiento económico y se adapte al cambio climático, mejorando la calidad de vida de toda la sociedad madrileña.

4.3. Valores de la estrategia

La Estrategia se asienta sobre unos **valores clave** que deberían regir la puesta en marcha de las actuaciones por parte de todos los agentes implicados en el cambio y que se sintetizan en un conjunto de cinco valores:

BOCM-20240115-10

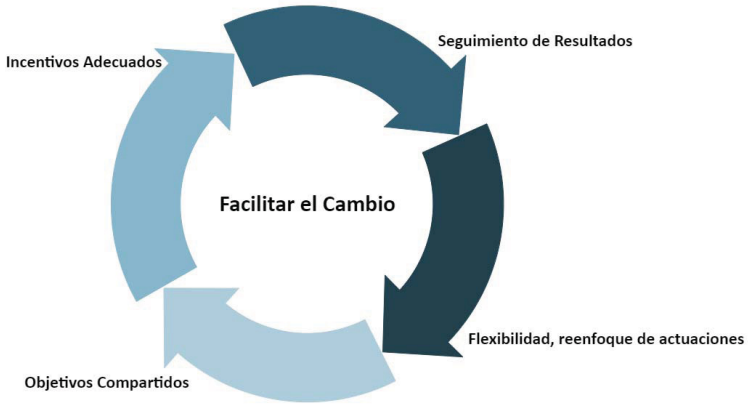


Ilustración 102. Pasos a seguir para facilitar el cambio. (Fuente: Elaboración propia).

Neutralidad tecnológica. La neutralidad tecnológica es uno de los principios regulatorios de la Unión Europea. *El principio de neutralidad tecnológica implica que la transición energética no debe fomentar artificialmente determinadas opciones tecnológicas en detrimento de otras.* Las administraciones no deben crear normas que favorezcan unas tecnologías sobre otras. Toda tecnología que reduzca las emisiones será válida en el contexto de la transición energética y así los consumidores y empresas deben libremente ***desarrollar y elegir la tecnología más apropiada y adecuada a sus necesidades y requerimientos, para alcanzar la visión común de la Estrategia***.

Flexibilidad y gradualidad. Los cambios a los que se enfrenta la sociedad en su relación con los usos de la energía no tienen parangón. La incertidumbre sobre el futuro de los vectores de energía, los avances tecnológicos, la situación económica o los efectos de la transición en la sociedad, aconsejan diseñar las actuaciones bajo un prisma de flexibilidad que permita reevaluar los efectos de las medidas en la economía y discontinuar o reforzar las actuaciones en base a su eficacia y eficiencia para alcanzar el objetivo. Así mismo, la gradualidad en la aplicación de las medidas permitirá a la sociedad adaptarse a los cambios de manera ajustada.

Equidad y balance justo. Una buena parte de las medidas para la mitigación de los efectos del cambio climático son significativamente más caras o directamente inaccesibles para buena parte de la población. La introducción de estas tecnologías, si bien globalmente pueden generar más empleos de los que destruyen, provoca o puede provocar la pérdida de puestos de trabajo en otros sectores ahora relevantes desde el punto de vista económico y del empleo. Se debe asegurar que la transición energética se base en principios de equidad y balance justo evitando que determinados sectores de la sociedad se vean afectados desde el punto de vista económico o no puedan acceder a tecnologías más limpias.

Compromiso y consenso. La descarbonización avanzará de manera más sólida cuando se base en el consenso y el convencimiento y no en la imposición de medidas. Los

BOCM-20240115-10

mecanismos de mercado funcionan, en general, de manera más eficiente que los sistemas coercitivos y son más sostenibles. Lograr el compromiso de los ciudadanos con una sociedad más descarbonizada y limpia es clave para la transición energética.

Colaboración pública privada y Responsabilidad compartida. El reto al que se enfrenta la Comunidad de Madrid no se podría alcanzar sin contar con la responsabilidad de todos los agentes de la sociedad, incluyendo la colaboración público-privada, así como incentivando la concienciación social como motor del cambio. Es imperativa la colaboración entre los distintos sectores y la Administración, desarrollando de manera integrada los correspondientes roles en la sociedad. Esta colaboración y el papel de la Administración se materializará facilitando el desarrollo de los proyectos específicos y eliminando trabas burocráticas, de forma que se garantice el éxito de la implementación de las medidas de cada agente.

Con la aplicación de estos valores se establecerán las líneas de trabajo de la Comunidad de Madrid para favorecer la descarbonización de la economía madrileña, la adaptación del territorio al previsible incremento actual y futuro de los fenómenos climatológicos extremos, y la mejora de la calidad del aire que respiramos. Por supuesto, esta es una labor que implica a todos, para lo que es necesario buscar la participación, contribución y compromiso de todos los sectores de la sociedad madrileña.

4.4. Estudio del nivel de ambición de la Estrategia.

Tal como se ha indicado, la misión de esta Estrategia es alcanzar una sociedad y economía descarbonizada, que permita cumplir los objetivos climáticos de la región y proteger la salud de los madrileños y de sus ecosistemas frente a los efectos de los contaminantes atmosféricos.

Estos fines globales deben complementarse con otros específicos y cuantificables, que permitan una evaluación continua de la eficacia de la Estrategia y proporcionen información para determinar si las actuaciones propuestas en las diferentes áreas están obteniendo los resultados esperados para, de lo contrario, reorientar periódicamente dichas actuaciones. De esta forma, se dotará a la Estrategia de la necesaria flexibilidad, tanto en materia energética como climática, cuya evolución tiene una relación directa en términos de calidad del aire.

En el marco del Convenio de investigación “Modelización de la Calidad del aire en la Comunidad de Madrid” mencionado en apartados anteriores, se ha realizado un estudio, como documento previo de trabajo, cuyo resumen se adjunta como Anexo 4, tomando como punto de partida la valoración del impacto en la calidad del aire de medidas de reducción de emisiones simuladas en el pasado (en el contexto del Plan Azul+) y el análisis de contribución de fuentes realizado dentro de dicho Convenio.

Para cumplir con el valor preceptivo para la media anual de NO_2 según el RD 102/2011 (40 µg/m^3) es esencial actuar sobre el sector del tráfico rodado, ya que incluso con una

BOCM-20240115-10

eliminación total de las emisiones del sector Residencial, Comercial e Institucional, no se podría garantizar el complimiento en algunas estaciones de tráfico.

Asimismo, sería necesario reducir las emisiones del tráfico rodado aproximadamente a la mitad para permitir que todas las estaciones de calidad del aire, tanto de la Comunidad de Madrid como del Ayuntamiento cumplieran con este parámetro, mucho más exigente que el valor límite horario.

Las emisiones del tráfico son las que presentan no sólo un mayor potencial, sino la mejor relación entre reducción de emisiones y mejora de calidad del aire. Esto no es óbice para recomendar que se planteen reducciones en la combustión no industrial, ya que facilitaría disminuir la concentración de NO_2, especialmente en los periodos más desfavorables, típicamente los meses de invierno.

En lo que respecta a la consecución del valor guía recomendado por la OMS (10 µg/m^3), no sería alcanzable a corto plazo, exclusivamente a través de la Estrategia. Esto implica que la consecución del valor guía de la OMS requeriría necesariamente la implementación de políticas de reducción de emisiones a diversas escalas, siendo inalcanzables exclusivamente con medidas a nivel regional. Además de la reducción de emisiones a escalas internacional y nacional, los resultados evidencian la importancia de coordinar las políticas de calidad del aire con las del Ayuntamiento de Madrid.

En lo que respecta a las partículas finas ($PM_{2,5}$), estos dos sectores son también los principales contribuyentes, aunque la influencia del sector residencial es ligeramente superior a la del tráfico. A diferencia del NO_2, cabe destacar que la media anual marcada por el RD 102/2011 para la protección de la salud humana (20 µg/m^3) no se supera en ninguna estación de la Comunidad de Madrid o del Ayuntamiento, por lo que el nivel de ambición no debe limitarse al cumplimento de la legislación, sino que debe adoptarse como valor objetivo el cumplimiento del valor guía de 2005 de la OMS (10 µg/m^3), ya que es el valor que refleja como obligatorio la propuesta de nueva Directiva de Calidad del Aire..

En lo que respecta al O_3 troposférico, el último estudio de contribución de fuentes sugiere que el margen de control a través de medidas locales es muy reducido. En consecuencia, se plantea centrar la reducción de las emisiones de NO_X, $PM_{2,5}$ y CO_2 y realizar estudios de detalle posteriores dentro del Convenio para dirimir posibles medidas que permitan reducir los picos de concentración de este contaminante secundario.

Finalmente, en cuanto a la misión de descarbonizar la economía madrileña, según los análisis realizados, es necesario incrementar sustancialmente el nivel de ambición de instrumentos anteriores como el Plan Azul+. Trasladando a la Comunidad de Madrid los objetivos planteados a nivel estatal de reducir en el año 2030 las emisiones de gases de efecto invernadero del conjunto de España en, al menos, un 23 % respecto del año 1990, esto implicaría reducir las emisiones directas del año base de estudio (2018) en casi un 50%, lo que supone más de 10.000 kt/año de CO_2 equivalente.

De ello se deduce que las reducciones necesarias son incluso de mayor calado que las discutidas para los dos contaminantes más relevantes para la calidad del aire y sus

BOCM-20240115-10

impactos en salud (NO_2 y $PM_{2,5}$). No obstante, ***una reducción del orden del 50%*** *para el conjunto de emisiones del tráfico rodado y las fuentes de combustión no industrial del sector residencial, comercial e institucional a través de medidas tecnológicas y no tecnológicas, permitiría dar cumplimiento a la legislación en materia de calidad del aire y alinear el proceso de descarbonización con los objetivos a nivel nacional*.

4.5. Objetivos Estratégicos Horizonte 2030

Para cumplir la misión planteada en este capítulo, proponemos en la presente Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid – 2023-2030 – establecer una serie de objetivos estratégicos que contribuyan al cumplimiento de las políticas europeas y nacionales en estas materias, con la meta global de satisfacer la calidad y cantidad de energía suministrada en nuestra región, impulsando un consumo eficiente, incentivando la mitigación de emisiones, favoreciendo la adaptación de la Comunidad de Madrid a los fenómenos extremos y que todo lo anterior se desarrolle de forma socialmente responsable y medioambientalmente sostenible.

Con este objeto general se proponen 7 objetivos estratégicos que se desarrollan a continuación, y que están ligados a la planificación energética (OE1, OE2 y OE3), ambiental (OE4, OE5 y OE6) y orientados al conjunto de la sociedad (OE7).

4.5.1. Establecimiento de los objetivos estratégicos

A continuación, se exponen los objetivos y metas definidas, así como los indicadores estratégicos globales de la presente Estrategia, que serán calculados con una periodicidad anual. Tanto los objetivos establecidos como sus indicadores **se revisarán cada 2 años** a la luz de las necesidades de la sociedad madrileña, la legislación de aplicación que vaya entrando en vigor, el avance de la tecnología de las distintas disciplinas de la descarbonización y cuidado del medio ambiente, así como el resto de los parámetros internos o externos que influyen sobre la aplicación de las propuestas de líneas de actuación que se desarrollarán en aplicación de los 7 objetivos estratégicos.

Objetivo estratégico 1.- Impulsar la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables

En coherencia con las recomendaciones recogidas el Pacto Verde y el *Fit for 55* y las futuras directivas europeas que recogerán estos compromisos, la manera más eficiente y rápida de progresar en la mitigación de los efectos del cambio climático y el ahorro económico consecuencia de la disminución del consumo es **avanzar en la eficiencia energética**. La principal fuente de generación energética en autoconsumo es la producción de energía fotovoltaica, que además contribuye de manera decisiva a disminuir la adquisición de energía de terceros. La eficiencia energética y la instalación de tecnologías de autoconsumo con energía solar renovables nos permitiría también no solo avanzar en la independencia energética sino también en la seguridad del suministro.

BOCM-20240115-10

Para desarrollar este objetivo y en línea con nuestros compromisos europeos y nacionales se establecen los siguientes puntos de referencia para 2030:

- Continuar la mejora en la eficiencia energética observada a través de la reducción de la **intensidad energética en un 2,53%** anual promedio.
- Continuar con la mejora de la **intensidad energética primaria** vinculadas con la eficiencia en el uso final de la energía, así como la mayor penetración de las energías renovables con un valor objetivo de **0,036 ktep/M€ año**.
- Renovar energéticamente cada año el 3% de la superficie edificada y climatizada del parque de edificios públicos.

Objetivo estratégico 2.- Contribuir a la mejora de la disponibilidad, seguridad y calidad del suministro de energía a un precio razonable y promoviendo el autoabastecimiento.

La estrategia europea de descarbonización se centra en una progresiva electrificación de todos los sectores de consumo. Sin embargo, las energías renovables son discontinuas, por lo que es necesario asegurar que se mantiene durante todo el periodo de la Estrategia unas fuentes de suministro seguras, continuas y con la suficiente calidad que requieren los dispositivos eléctricos.

El mantenimiento de altos niveles de calidad del suministro es clave para posicionar a Madrid como centro estratégico para el desarrollo del sector del tratamiento de datos (*Data center*) líder del sur de Europa. En Madrid seguimos también apostando por la cogeneración y el autoabastecimiento, no solo por contribuir a la seguridad de suministro y respaldo, sino también por ser más económica y apoyar a nuestra industria.

Para desarrollar este objetivo y en línea con nuestros compromisos europeos y nacionales se establecen los siguientes puntos de referencia para 2030:

- Mejora de un 10% de la calidad del suministro eléctrico en la Comunidad de Madrid medido a través de los índices TIEPI y NIEPI. (*$TIEPI_{2030}$: 0,397h, $NIEPI_{2030}$: 0,506)*
- Creación de una oficina de Impulso a los Centros de Procesamiento de Datos que coordine con REE y las empresas distribuidoras el despliegue de las infraestructuras necesarias.
- Conseguir que los distribuidores dispongan de Planes de actuación para hacer frente a posibles limitaciones o interrupciones del suministro de fuentes energéticas.

Objetivo estratégico 3- Promover el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono.

Las energías renovables (como la solar térmica y fotovoltaica, la hidráulica, los sistemas de aerotermia, geotermia e hidrotermia o las energías residuales procedentes de las infraestructuras urbanas subterráneas) deben promoverse no solo para autoconsumo sino también para su venta a la red eléctrica o a clientes a través de sistemas de calor distribuido (*District heating*) y de frío (District cooling). El hidrógeno verde, el biometano,

BOCM-20240115-10

así como otros biocombustibles, verán posiblemente consolidado su papel como vector energético de almacenamiento de energía renovable y combustible para la movilidad a lo largo del periodo de aplicación de esta Estrategia. Durante el periodo de transición energética y en coherencia también con el objetivo estratégico 1, se promoverá la renovación del parque existente de dispositivos convencionales por otros que utilicen en mayor medida energías renovables o sean más eficientes utilizando energías fósiles.

Para desarrollar este objetivo y en línea con nuestros compromisos europeos y nacionales se establecen los siguientes puntos de referencia para 2030:

- Alcanzar los **5 GW instalados** de energías renovables en la Comunidad, de los cuales 1GW se corresponden a autoconsumo.
- **Mejorar la autoproducción energética** en la región en al menos el 140%. Esto supone llegar a un nivel de autoabastecimiento eléctrico del 16,4% en 2030.
- Conseguir que el **84% de la generación eléctrica sea renovable** en 2030.
- Alcanzar un **77% de generación térmica renovable** en 2030.

Objetivo estratégico 4.- Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.

Los gases de efecto invernadero no solo tienen su origen en la generación y consumo de energía, sino que también se emiten desde otros sectores como la industria, la agricultura, la ganadería o la gestión de residuos. Por lo tanto, es necesario desarrollar políticas y herramientas para reducir las emisiones de GEI en todas las fuentes artificiales a fin de mitigar los efectos del cambio climático. De igual manera, se debe apoyar el aumento de los sumideros de carbono y el desarrollo de tecnologías para su retención y captación, en especial las tecnologías de captura, usos y almacenamiento geológico de carbono.

Para alcanzar este objetivo, y en línea con nuestros compromisos europeos y nacionales, se establece para 2030:

- Reducir nuestras **emisiones totales** de gases de efecto invernadero en un **23% respecto a 1990.**

Es necesario reducir las emisiones directas de gases de efecto invernadero en casi un 50% con respecto al año base de estudio (2018), lo que supone más de **10.000 kt/año de CO_2 equivalente**, a fin de cumplir con los objetivos nacionales planteados en la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética y el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (reducción del 23 % respecto del año 1990).

Este objetivo de reducción implica un esfuerzo coherente con el incremento de la ambición a nivel europeo para 2030, así como con el Acuerdo de París. En consecuencia, el escenario que se plantea en la Estrategia se basa en una reducción de GEI proporcional a los objetivos nacionales, y también consistente con la **Hoja de Ruta para la neutralidad climática** planteada por el **Ayuntamiento de Madrid**, que marca el reto de reducir los gases de efecto invernadero un 65 % en 2030, todo ello en coherencia con la necesaria coordinación entre las Administraciones Publicas responsables.

BOCM-20240115-10

Objetivo estratégico 5.- Reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos para mejorar la calidad del aire

Las condiciones físicas de nuestra comunidad, con la barrera que supone la Sierra del Guadarrama, no facilitan la dispersión de la contaminación atmosférica lo que, unido a la ubicación del mayor núcleo de población de la Península Ibérica como es el área metropolitana de Madrid, ocasiona unos niveles de contaminación del aire elevados. El avance en los objetivos anteriores (OB 1, 3 y 4 principalmente) conllevará un descenso de las emisiones, no solo de gases de efecto invernadero, sino también de los principales contaminantes atmosféricos entre los que destacan el NO_x y las partículas. Sin embargo, también serán necesario reforzar estas políticas con actuaciones concretas para evitar la producción de gases contaminantes a determinados momentos del día o situaciones atmosféricas, así como el desarrollo de protocolos adicionales a los existentes para evitar la generación y la exposición a estos contaminantes. En este sentido, se ha redactado el **Plan de mejora de la Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid**, que se adjunta como Anexo 2 de esta Estrategia, en desarrollo de este objetivo estratégico 6 (OE6).

Dado que el fin de la Estrategia es minimizar los efectos negativos sobre la salud y los ecosistemas de la contaminación atmosférica, los esfuerzos se orientarán a **alcanzar el cumplimiento de los objetivos y valores límite legalmente establecidos**, no ya en la normativa que actualmente se encuentra en vigor, esto es, el Real Decreto 102/2011 de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, sino en la que finalmente se defina una vez se apruebe la nueva Directiva actualmente en tramitación, en coherencia también con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud.

Cabe señalar que las interrelaciones entre calidad del aire y cambio climático hacen necesaria una **aproximación conjunta a ambos problemas**. No obstante, la diferencia en las escalas espaciotemporales relevantes, los procesos y sustancias de interés y los aspectos relacionados con la regulación y gobernanza de ambos ámbitos, dificultan en gran medida el planteamiento de unos objetivos de reducción consistentes. La necesidad imperiosa de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la existencia de compromisos a nivel internacional ha facilitado que las distintas administraciones definan objetivos a medio plazo, como es el caso del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC).

Por el contrario, identificar objetivos de reducción de emisiones basadas en la consecución de determinados niveles de calidad del aire es mucho más complejo, ya que los valores de concentración de contaminantes dependen de numerosos procesos físico-químicos, habitualmente no lineales, que además están condicionados, entre otros factores, por las emisiones a nivel nacional o internacional, según se ha reflejado en el “Análisis de contribución de fuentes emisoras” mencionado en apartados anteriores.

De este modo, no es posible garantizar plenamente que un plan de reducción de emisiones contaminantes a nivel regional cumpla una determinada normativa futura, como pueden ser los valores límite de la actual Directiva de Calidad del aire (2008/50/CE), los

BOCM-20240115-10

valores guía propuestos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) o los valores límite a 2030 contemplados en la propuesta de Directiva de calidad del aire, publicada el 26 de octubre de 2022.

El OE4 de esta Estrategia plantea en la actualidad **reducir en el año 2030 las emisiones de gases de efecto invernadero del conjunto de España en, al menos, un 23 % respecto del año 1990**. Como se ha indicado, trasladar este objetivo de reducción a la Comunidad de Madrid, implicaría reducir las emisiones directas de Gases de Efecto Invernadero actuales (tomando como año base 2018) en casi un 50%.

Debe considerarse que, tal como se ha analizado en el apartado 2 del esta Estrategia, mientras que las emisiones de la Comunidad de Madrid para los principales compuestos relevantes para la calidad del aire se han reducido sustancialmente en la última década, las emisiones de CO_2-equivalente actuales son superiores a las del año 1990, datos que sugieren que las reducciones que deben plantearse en este ámbito han de ser mucho más exigentes.

Para poner en marcha este objetivo, y en línea con los compromisos europeos y nacionales, será necesario impulsar actuaciones de gran calado en los sectores del tráfico y residencial, comercial e institucional (RCI), con reducciones de emisiones superiores al 60% (respecto al escenario base de 2018) en ambos casos. Con todo ello, las reducciones aparejadas para otros contaminantes gracias a la implementación de estas actuaciones tendrían un efecto notable en la calidad del aire local.

Por todo ello, para evaluar el efecto previsible en términos de calidad del aire que tendrá la reducción de emisiones de GEI a alcanzar en el año 2030, en el marco del Convenio firmado con la UPM se ha realizado una simulación, manteniendo constantes las condiciones de contorno, es decir, sin considerar el posible efecto de medidas y estrategias que se están implementando a nivel nacional o internacional, fuera del ámbito competencial de la Comunidad de Madrid, y que carecen del detalle suficiente para su integración en este ejercicio. Los resultados obtenidos en este ejercicio de modelización se resumen en el Anexo 5 y concluyen en señalar que "…*en conjunto, las emisiones de GEI en 2030 serían aproximadamente la mitad que las de 2018, lo que sería compatible con una repercusión proporcional de los objetivos a nivel nacional y también consistente con la planificación en materia de mitigación del cambio climático del Ayuntamiento de Madrid. La reducción de emisiones de NOX tendría un orden de magnitud similar, mientras que el impacto para el resto de los contaminantes sería en general inferior al 20%*".

Esta información es muy relevante porque permite concluir que el cumplimiento de los objetivos climáticos es proporcional al cumplimiento de los objetivos de calidad del aire específicamente para la región de Madrid, lo que debe facilitar a todos los agentes la identificación de estrategias efectivas en ambos ámbitos con el objeto de asegurar la contribución de la Comunidad a la consecución de los objetivos globales asociados al cambio climático y de minimizar la exposición de sus ciudadanos a la contaminación atmosférica.

BOCM-20240115-10

<u>Objetivo estratégico 6.-</u> Avanzar en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas.

Los efectos del cambio climático tales como la intensificación de las olas de calor, la modificación del regimen de lluvias, el aumento de las temperaturas maximas y minimas, las inundaciones o la intensificación de los incendios, se verán incrementados a lo largo del presente siglo, según todos los modelos climáticos analizados.

Para avanzar hacia un territorio adaptado a estas amenazas climáticas se hace necesario poner en marcha una serie de actuaciones destinadas, por un lado, a mejorar el conocimiento sobre los potenciales impactos en los distintos sectores en la región y, por otro, a proponer medidas que permitan dar una respuesta adecuada a estos riesgos.

Cabe mencionar los trabajos realizados hasta la fecha por diferentes organismos y universidades públicas relevantes en la Comunidad de Madrid, como es el caso del estudio de *Identificación de medidas de adaptación a partir de los impactos sobre los recursos hídricos en la Comunidad de Madrid*[73], llevado a cabo por la Fundación Canal y la Universidad Politécnica de Madrid, o el proyecto de investigación para el *Diseño de un Sistema Piloto de Indicadores de Impacto y Adaptación al Cambio Climático en la Comunidad de Madrid*, desarrollado también por la Fundación Canal en colaboración con la Universidad de Alcalá de Henares.

Se hace necesario, por tanto, continuar avanzando en la generación de conocimiento a fin de encontrar las respuestas más adecuadas en la Región ante los riesgos derivados del cambio climático.

Así, partiendo de estas premisas y en línea con los compromisos establecidos a nivel nacional y europeo, se establecen los siguientes puntos de referencia para 2030:

- Mantener y mejorar las redes de observación y desarrollar modelos climáticos adaptados a la Comunidad de Madrid
- Aumentar la resiliencia frente al cambio climático de los distintos sectores relevantes propuestos en la Estrategia. En concreto, mediante la evaluación sectorial de impactos y análisis de sus vulnerabilidades, así como a través de la implementación de medidas de adaptación adecuadas a los escenarios tendenciales a 2030.
- Colaborar con entidades locales de la región para la realización de proyectos innovadores en materia de riesgos y de adaptación al cambio climático.

Como se ha indicado, en los últimos años se ha producido un gran avance en el conocimiento de los efectos que el cambio climático va a tener sobre determinados sectores naturales, como pueden ser los recursos hídricos, los ecosistemas o la salud humana. No obstante, existe todavía una laguna en el conocimiento sobre la incidencia que puede esperarse en determinados sectores socioeconómicos, como el sector turístico, el agrícola y ganadero o el industrial.

[73] http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM018039.pdf

BOCM-20240115-10

Por ello, se propone avanzar en los estudios de impactos y vulnerabilidades de estos sectores, complementando estas actuaciones con la implementación de medidas de adaptación para aquellos otros en los que ya existe una evidencia contrastada, como puede ser el de los recursos hídricos.

Los distintos escenarios climáticos coinciden en la previsible variabilidad del patrón de precipitaciones, agudizándose los extremos climáticos, es decir, se esperan más y más largos episodios de sequía, combinados con episodios de lluvias extremas. En este contexto, se proponen actuaciones que busquen la eficiencia en el uso del recurso, sin olvidar la capacidad de adaptación a los eventos extremos, mediante la mejora de las redes de drenaje o alcantarillado y el uso de pavimentos drenantes y superficies no artificiales que permitan el filtrado natural de las aguas.

Asimismo, se proponen actuaciones en otros ámbitos como el medio urbano y el transporte, la salud o el medio natural.

Por último, es necesario mencionar que, si bien las medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero deben plantearse a escala global para resultar efectivas, es en el ámbito local donde existen las mayores oportunidades de actuar para lograr de manera efectiva avanzar en la adaptación a los riesgos climáticos. Por ello, se requiere que los gobiernos locales pongan en marcha actuaciones para proteger a la población y a sus respectivos territorios de los efectos del cambio climático. De esta forma, en el ámbito municipal se propone la colaboración y financiación de proyectos innovadores destinados a la adaptación a los efectos del cambio climático en las entidades locales y municipios de la Región.

Objetivo estratégico 7.- Favorecer el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.

No será posible alcanzar los anteriores objetivos si no se trasmite a la sociedad la necesidad de avanzar en el uso eficiente de la energía y el agua, la importancia de favorecer los comportamientos respetuosos con el medio ambiente y el deber de realizar un consumo sostenible de los recursos.

El impulso de la descarbonización deberá implicar a todos los sectores de la sociedad, con especial relevancia de los estamentos educativos, dado el papel fundamental que juegan en la sensibilización, concienciación e impuso de un mayor compromiso con la sostenibilidad. Asimismo, resulta imprescindible impulsar la actividad investigadora, sobre todo en las áreas en las que este desarrollo sea necesario por la carencia o falta de accesibilidad de las tecnologías de la descarbonización.

Además, y en línea con el objetivo estratégico anterior, resulta especialmente relevante la concienciación y divulgación entre la población y grupos sensibles de cuáles son los efectos del cambio climático y la mejor forma de adaptarse a ellos. Para participar activamente y entender los condicionantes y riesgos climáticos es necesario que la población en general cuente con un adecuado acceso a información climática. En este sentido, las campañas de sensibilización y concienciación constituyen un primer paso

BOCM-20240115-10

para la adquisición por la ciudadanía de hábitos sostenibles en los ámbitos de vida (laboral, escolar, familiar, individual) de sus actividades diarias.

Para poner en marcha este objetivo, y en línea con nuestros compromisos europeos y nacionales, se establece como referencia para 2030:

- Incrementar en 10 puntos porcentuales la concienciación de la sociedad en la necesidad de avanzar hacia una economía descarbonizada.

Como resumen de este apartado, en la siguiente figura se muestran los 7 Objetivos Estratégicos (OE) que han sido desarrollados:

(OE1) **Impulsar** la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables.

(OE2) **Contribuir** a la mejora de la disponibilidad, seguridad y calidad del suministro de energía a un precio razonable y promoviendo el autoabastecimiento.

(OE3) **Promover** el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono.

(OE4) **Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.

(OE5) **Reducir** las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire.

(OE6) **Avanzar** en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas.

(OE7) **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación

BOCM-20240115-10

5. ÁREAS DE ACTUACIÓN

En coherencia con el análisis realizado y los objetivos estratégicos planteados, habiendo identificado los sectores donde es preciso actuar y las barreras que se pueden encontrar, en este capítulo se proponen las áreas de actuación en las que los agentes del cambio, es decir, la sociedad en su conjunto y cada uno de los agentes implicados, deben focalizar sus esfuerzos.

La experiencia de los últimos años demuestra que es preciso contar con instrumentos estratégicos flexibles, que permitan, a lo largo de todo su periodo de vigencia, ir concretando y modificando las medidas a ejecutar, a fin de adaptarse a un entorno legislativo, socioeconómico y tecnológico cambiante, a través de un proceso de análisis y seguimiento continuo de la evolución de los resultados mediante una serie de indicadores previamente fijados. Por tales motivos y sin merma del nivel de ambición, se ha preferido en la presente Estrategia establecer áreas de actuación, dentro de los sectores previamente identificados, en vez de un catálogo inflexible de medidas cerradas y calendarizadas de antemano.

Se pretende que estas áreas de actuación sean la guía para el desarrollo de planes específicos de las administraciones, organismos públicos y privados, empresas y colectivos de todo tipo para el diseño de sus propias políticas y planes relacionados con la energía, el cambio climático y el mantenimiento de la calidad del aire.

Las áreas de actuación y las medidas y acciones concretas dentro de ellas podrán ampliarse o modificarse de acuerdo a cómo avancen los indicadores, sin perder de vista los objetivos estratégicos anteriormente definidos, que orientarán la política regional sobre energía, clima y calidad del aire de los próximos años.

A continuación, se definen las áreas de actuación identificadas dentro de los sectores ya descritos.

5.1. Áreas de Actuación en el Sector del Transporte y la movilidad

Un transporte eficiente y no contaminante es esencial en una sociedad y una economía desarrolladas. Esto es particularmente relevante en una región como la Comunidad de Madrid, que ha visto incrementada de manera significativa su población en los últimos años, asociada a la extensión de nuevos desarrollos urbanísticos en el área metropolitana, con el consiguiente aumento en el número de desplazamientos habituales.

Dada la importancia del municipio de Madrid para el futuro de este sector y la complementariedad de los objetivos perseguidos, es preciso contar con las previsiones del Plan de Movilidad Sostenible Madrid 360, que determinará las políticas de movilidad de la capital hasta 2030, teniendo en cuenta su apuesta por el transporte público, la

BOCM-20240115-10

movilidad activa, a pie y en bicicleta, la integración modal a través de la micromovilidad[74] y la intermodalidad, el cambio del parque circulante hacia vehículos menos contaminantes, la mejora tecnológica de la gestión, la optimización de la distribución urbana de mercancías y la movilidad segura y responsable mediante la educación, la información y la gobernanza.

Lograr una movilidad sostenible, a través del uso eficiente de los medios de transporte y la promoción del transporte público (área de actuación A-1), y el apoyo al cambio modal (A-2) para que aumente progresivamente el número de desplazamientos en los medios de transporte menos contaminantes y con una menor intensidad energética, teniendo en cuenta las distintas zonas de la región, constituyen las dos primeras áreas de actuación a considerar. Es indispensable, en primer lugar, favorecer un uso inteligente del territorio y de los núcleos urbanos, potenciando la mezcla de actividades y la proximidad propias de la ciudad compacta mediterránea, de manera que el ciudadano encuentre una razonable oferta de cercanía para la satisfacción, a pie, de sus necesidades cotidianas.

Debe, también, potenciarse el uso del transporte público, haciéndolo aún más atractivo, fiable, cómodo y eficaz, a fin de que el ciudadano pueda optar con satisfacción por sus ventajas, en todas aquellas ocasiones en que no sea imprescindible el empleo del vehículo privado. Es indispensable, por ello, continuar y profundizar en la labor realizada en el mantenimiento, financiación, bonificación y promoción del trasporte público en la Comunidad de Madrid y en la mejora de la red.

El uso de la bicicleta, y de otros vehículos no contaminantes, es un aliado también indispensable en la labor de acercarnos a los ambiciosos objetivos propuestos en eficiencia energética, mejora de calidad del aire y reducción de GEI, sin ralentizar el desarrollo económico de la región. Las ayudas a la micromovilidad cero emisiones, puestas a disposición de los ciudadanos para la adquisición de ciclomotores, bicicletas y patinetes eléctricos, así como motocicletas eléctricas y cuadriciclos eléctricos, deben continuar y ampliarse, apoyadas en la creación de carriles bici, en la colaboración público-privada para el préstamo de bicicletas y patinetes eléctricos, en la instalación de aparcamientos para el préstamo en puntos estratégicos de diferentes núcleos de población y en el refuerzo del acceso de la bicicleta en los medios de transporte colectivos.

El apoyo a la reducción de desplazamientos laborales mediante los incentivos al teletrabajo, el impulso del desarrollo de planes de movilidad de trabajadores, la implantación de planes de transporte de última milla que impliquen un ahorro de energía y emisiones, el empleo de sistemas de gestión y optimización de rutas, tanto de reparto como de transporte de pasajeros, el impulso al uso del vehículo compartido (*carpooling* y *carsharing*), la ampliación de la red de aparcamientos disuasorios e intermodales y el fomento de la agilización de desplazamientos para descongestionar el tráfico son otras acciones coherentes con los objetivos de estas áreas de actuación.

[74] En este sentido, se debe mencionar el *Plan de carreteras de la Comunidad de Madrid 2025—2032*, en proceso de elaboración a la fecha de redacción de la EECAM, que define las acciones encaminadas a la mejora de la micromovilidad, especialmente aquellas correspondientes a la Red Básica de Vías Ciclistas. https://www.comunidad.madrid/transparencia/sia-23119-avance-del-plan-carreteras-2025-2032-comunidad-madrid

BOCM-20240115-10

El impulso a la movilidad eléctrica y baja en emisiones (A-3) constituye otra área de actuación que precisa atención preferente, dado el amplísimo potencial de implantación de la movilidad eléctrica. Nuevamente es esencial el uso de incentivos, en este caso para fomentar la compra de vehículos eléctricos con acciones como el desarrollo del Programa MOVES III. El despliegue de una amplia red de puntos de recarga, a la vez que aumenta el parque circulante electrificado, a partir de proyectos demostrativos y de su impulso mediante incentivos del Programa MOVES III, debe apoyarse mediante una amplia serie de acciones, como la adaptación de la regulación urbanística para este uso, los acuerdos con empresas comercializadoras de electricidad, administradores de fincas y con empresas distribuidoras de combustibles en gasolineras, el establecimiento de una red de puntos de carga rápida y ultrarrápida para vehículos en parcelas de la Comunidad de Madrid y su desarrollo por el sector privado y la digitalización de los servicios de recarga, entre otras muchas posibles acciones. Debe también potenciarse la reducción de la edad media del parque circulante y el achatarramiento de los vehículos más antiguos para su renovación por vehículos de bajas emisiones

La reducción de las emisiones procedentes de los desplazamientos por carretera, mediante el impulso a la transformación de las flotas de transporte de viajeros y mercancías para el uso de tecnologías menos contaminantes (A-4) es otra área de gran potencial para lograr los objetivos estratégicos perseguidos. La meta óptima a alcanzar debe ser la descarbonización completa de las flotas y, para ello, el uso de incentivos directos para la renovación de vehículos destinados al transporte de mercancías y de viajeros y para la instalación de puntos de recarga debe complementarse con acciones tales como el fomento de la adquisición (o renovación) de vehículos cero emisiones por medio de operaciones de financiación por *leasing* financiero o por *renting*, el apoyo a que la última milla se realice con vehículos de bajas emisiones y/o transporte no motorizado y la redacción de ordenanzas específicas, entre otras.

La renovación de las flotas privadas de transporte debe complementarse con la renovación de la flota institucional y de autobuses urbanos e interurbanos (A-5). Las flotas de la EMT y las dependientes del CRTM se descarbonizarán totalmente de manera progresiva, según sean más accesibles las tecnologías más limpias, lo que requerirá un impulso decidido a la renovación de los vehículos y de la instalación de puntos de recarga, incluyendo modificaciones normativas y en los pliegos de condiciones para que, en la tramitación de las licitaciones en los procesos de contratación y adquisición de vehículos, se exijan vehículos limpios o de cero emisiones.

Dentro del proceso de descarbonización del transporte, merece una referencia específica el área de actuación dirigida a la movilidad basada en el hidrógeno 100% renovable (A-6). El uso del hidrógeno va a recibir atención preferente en los próximos años por su potencial en el aprovechamiento de la energía eléctrica excedentaria de origen renovable en los momentos de baja demanda. Nuevamente, es necesario el empleo de incentivos para la compra de vehículos y el desarrollo de la infraestructura de repostaje de hidrógeno, acompañados de acciones tales como la redacción de planes específicos para el transporte público urbano de viajeros, las bonificaciones fiscales, la investigación y desarrollo de vehículos de hidrógeno, la ejecución de proyectos singulares demostrativos

BOCM-20240115-10

y la eliminación de las barreras administrativas asociadas al despliegue de infraestructura de suministro de acceso público.

La implantación de las Zonas de Bajas Emisiones (A-7) es un área de actuación que deviene obligada para los municipios de más de 50.000 habitantes por aplicación del artículo 14 de la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética. En este caso, y sin perjuicio de la necesaria actuación municipal, la Comunidad de Madrid cumple un papel relevante en el apoyo, mediante subvenciones y asistencia técnica, a los municipios, a fin de lograr la definición de unas Zonas de Bajas Emisiones que favorezcan la calidad de vida y la salud de los ciudadanos sin merma de su libertad de movimientos y el impulso a los planes de movilidad urbana sostenible (PMUS). A ese fin, serán también necesarias otras acciones complementarias y ya descritas, como el refuerzo del transporte público, la mezcla de usos propia de la ciudad compacta mediterránea y los planes de transporte de empresa, entre otras.

Finalmente, no debe obviarse en este sector la necesidad de implantar medidas para la prevención de los impactos del cambio climático en el diseño, construcción, gestión y mantenimiento de las infraestructuras de transporte (A-8), lo que requerirá la realización de análisis de vulnerabilidad en la fase de diseño y estudios específicos sobre los impactos previsibles.

5.2. Áreas de Actuación en el Sector Residencial, comercial e institucional

La Comunidad de Madrid dispone de un parque residencial de más de tres millones de viviendas, de las que 1,7 millones son susceptibles de reformas debido a su antigüedad y a la necesidad de adaptarse a las normativas vigentes, tanto en lo que compete a la eficiencia energética y sostenibilidad, como al resto de componentes de los tres requisitos básicos de la edificación: funcionalidad, seguridad y habitabilidad. En este sentido, se vienen realizando esfuerzos importantes a fin de reducir las emisiones de este sector, sustituyendo y modernizando los aislamientos e instalaciones.

Es necesario destacar, igualmente, las actuaciones que se prevén desarrollar en el sector residencial y de servicios en el marco de la Hoja de Ruta hacia la Neutralidad Climática para 2050 de la Ciudad de Madrid, cuya implementación tendrá un impacto significativo, no solo en las emisiones de GEI, con un objetivo de reducción en la ciudad de Madrid del 65% en 2030, respecto a 1990, sino también en las emisiones de los principales contaminantes atmosféricos, como son los NO_x y las partículas.

Según se prevé en este último documento de planificación, el sector residencial es el que debe contribuir con el mayor volumen de reducciones, seguido del sector servicios y el del transporte. La suma de las emisiones abatidas por estos tres sectores supone el 90% de las emisiones a reducir. En el sector residencial se destacan 3 objetivos prioritarios: la integración de la bomba de calor y la aerotermia, promoviendo la electrificación de la demanda en la climatización doméstica; los sistemas de control de la climatización; y la

BOCM-20240115-10

renovación de las calderas de gas natural. Por su parte, en el sector servicios, las principales palancas de descarbonización a priorizar a escala municipal incluyen la renovación de equipos, la rehabilitación y la eficiencia energética. Los principales ejes de acción municipal a destacar dentro de estas palancas son: la sustitución de sistemas que utilizan combustibles fósiles (gasóleo y gas natural) por bomba de calor y aerotermia u otras tecnologías de bajas emisiones; la eficiencia energética en la iluminación; y el ahorro y la eficiencia energética en instalaciones municipales.

Teniendo en cuenta las citadas cuestiones, se ha identificado en este sector la certificación de eficiencia energética y la rehabilitación energética de los edificios residenciales y comerciales (A-9) como un área muy relevante. El rango de actuaciones posible es amplio y parte de la continuación en el uso de incentivos como los Programas de Rehabilitación Energética de Edificios, el impulso al programa para la recuperación económica y social de entornos residenciales y del programa de ayuda en materia de rehabilitación residencial y vivienda social del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (RD 853/2021), el fomento de la electrificación mediante la penetración de la bomba de calor y la aerotermia, la coordinación con las entidades locales en materia de rehabilitación energética y apoyo a los planes de rehabilitación municipales, la promoción de campañas de información y comunicación sobre las ventajas y beneficios de la rehabilitación energética, de la reducción inteligente de la demanda y el uso eficiente de los equipos, del uso de tecnologías térmicas renovables y de la compra de electrodomésticos y equipos térmicos de alta eficiencia, la actualización del registro de instalaciones térmicas en edificios de nueva planta e inclusión de edificios existentes, el apoyo a los sistemas centralizados en la edificación (*smart heating and cooling*) y de redes de calor y frío, entre otros.

La Comunidad de Madrid debe cumplir un papel ejemplarizante a la hora de llevar a cabo actuaciones de rehabilitación energética en su parque edificado y, por tal motivo, un área de actuación específica será la certificación de eficiencia energética y la rehabilitación energética de sus propios edificios (A-10). En este ámbito, se debe impulsar el Plan de Ahorro Energético en Edificios Públicos de la Comunidad de Madrid, asegurar la coordinación de la ejecución de las diferentes actuaciones integradas en el Programa de Rehabilitación de Edificios Públicos (PIREP), favorecer la implantación de instalaciones de autoconsumo en los edificios institucionales, apoyar la ejecución de proyectos singulares como el primer edificio neutro en carbono mediante la selección y rehabilitación de un instituto/colegio público, desarrollar el plan de certificación de eficiencia energética de los edificios públicos de los municipios de la Comunidad de Madrid y apoyar la implantación de sistemas de gestión energética bajo la norma ISO 50 001.

En el contexto residencial, es necesario incrementar el parque de dispositivos de consumo energético más eficientes a través de la renovación de los equipos más antiguos, a través de área de actuación dirigida a la renovación de aparatos que consumen energía (A-11). Debe, por tanto continuarse el impulso a los Planes Renove de electrodomésticos y otros dispositivos que consumen energía y desarrollar campañas de concienciación sobre la

BOCM-20240115-10

importancia del ahorro energético en los aparatos de uso doméstico y de difusión de la información sobre el etiquetado energético de electrodomésticos.

El apoyo a los sistemas de autoconsumo y de generación de energía renovable tanto individual como compartido en el sector residencial y comercial (A-12) mediante la instalación de paneles solares fotovoltaicos en las cubiertas de los edificios individuales y colectivos, y de otras tecnologías renovables, es otra área de gran interés y fuerte expansión. Sin ánimo exhaustivo, constituyen acciones posibles el fomento del autoconsumo con tecnologías renovables y la instalación de acumuladores de energía, ya en ejecución, con notable éxito, la firma de acuerdos con la asociación de administradores de fincas para la promoción del autoconsumo compartido, la realización de estudios para el desarrollo de tecnologías de almacenamiento de energía en la edificación, la futura elaboración de una estrategia regional de autoconsumo renovable, el apoyo a la figura de las comunidades energéticas y la simplificación, en el ámbito competencial de la Comunidad de Madrid, de los trámites administrativos requeridos por las administraciones autonómicas y locales para el autoconsumo. Se incluye en este ámbito, asimismo, el impulso de las energías renovables térmicas con especial enfoque en la energía geotérmica de baja entalpía.

Un área específica, de competencia municipal y gran potencial para el ahorro y la eficiencia energéticas es el de la sustitución de luminarias para lograr un alumbrado público eficiente (A-13) que pasa por la elaboración de planes municipales de modernización energética inteligente del alumbrado público que incluyan el registro de las infraestructuras existentes, la creación de un sistema de gestión del consumo energético con las correspondientes actualizaciones según las necesidades y el impulso al ahorro y eficiencia energética en el alumbrado público navideño y eventos festivos.

5.3. Áreas de Actuación en el Sector de la energía, la industria y las *utilities* (agua y residuos)

La Comunidad de Madrid se caracteriza por su elevada terciarización. Es la primera región española suministradora de servicios, con un peso muy significativo de los servicios públicos y los de alto valor añadido, muy superior al promedio nacional.

De acuerdo con el Inventario de emisiones de 2020, el sector industrial y el de la energía son responsables, respectivamente, de un 13% y un 2% de las emisiones de GEI de la Región y suponen, entre ambos, un 9,2% del consumo total de energía en la Comunidad de Madrid. La industria es el sector principal emisor de COVNM en la Comunidad de Madrid, con casi un 82% respecto del total en el año 2020. En el caso del SO_2 las emisiones del sector industrial en la región tuvieron un peso del 38%. Sin embargo, las emisiones de NO_x, principal contaminante de la región, son poco significativas, suponiendo tan solo un 12% del total.

BOCM-20240115-10

Los datos del balance energético de 2020 muestran que tanto el gas natural como la energía eléctrica suponen la mayoría del consumo, con un 39% y 37%, respectivamente. Si bien es cierto que la dependencia directa de los derivados del petróleo no supone un porcentaje elevado en el consumo del sector, las opciones de descarbonización son amplias a través de las acciones de autogeneración renovable y eficiencia energética.

Por otra parte, los impactos potenciales asociados a la gestión de residuos son muy variados y entre ellos se incluye la emisión de GEI y contaminantes a la atmósfera. En este sentido, según datos del Inventario, las emisiones de GEI generadas por el tratamiento y la eliminación de los residuos en la Comunidad de Madrid representan el 7,3 % del total regional, frente al 4,8% del conjunto de España respecto del total nacional. Es necesario indicar que, dentro de este sector del Inventario, categorizado como CRF5, se incluyen las emisiones procedentes del depósito en vertederos, el tratamiento biológico de residuos sólidos, la incineración de residuos y el tratamiento de aguas residuales.

La contribución del sector residuos a las emisiones puede reducirse de forma significativa promoviendo políticas que eviten el depósito de residuos biodegradables en vertedero. Además, la gestión sostenible de residuos ayuda a otros sectores económicos a reducir también sus emisiones de gases de efecto invernadero y de otros contaminantes atmosféricos. Asimismo, resulta fundamental continuar implementando políticas de residuos que apliquen rigurosamente el principio de jerarquía a fin de contribuir a la implantación de modelos económicos circulares y sostenibles.

Conscientes de la necesidad de seguir esforzándose en el control y reducción de emisiones provenientes en las actividades industriales implantadas en la región, así como las del sector de residuos, se propone en esta Estrategia, a través de las áreas de actuación que a continuación se definen, mantener la seguridad del suministro energético a la vez que se sigue apostando por el aumento de la eficiencia energética de los procesos en el sector industrial, junto con la supervisión y fomento de las herramientas de control de emisiones.

Así, se define, en primer lugar, un área de actuación centrada en garantizar la calidad y la continuidad del suministro energético (A-14), previendo actuaciones como el apoyo al desarrollo de esquemas de gestión avanzada de las redes eléctrica y gasista, el seguimiento de los planes anuales de inversiones de las redes de transporte y de distribución, el acompañamiento específico a los sectores estratégicos industriales, el fomento de la contratación bilateral a largo plazo (> 10 años) del suministro de energía y la elaboración de planes de actuaciones para hacer frente a interrupciones del suministro.

Otra área de actuación relevante parte de la necesidad de integración de los sistemas de generación distribuida para la reducción de la dependencia energética de la región (A-15), con acciones tales como la revisión del diseño y el estado de las redes de distribución y transporte, el impulso a la digitalización y gestión de las redes de baja tensión, la modernización de la infraestructura eléctrica, la integración de sistemas de inteligencia artificial y el apoyo a la adaptación de los sistemas de protección y transformación hacia un modelo de flujo de energía bidireccional.

BOCM-20240115-10

En la misma línea se encuentran las áreas de actuación de fomento de la instalación de tecnologías de generación eléctrica renovable (A-16), dirigida a aumentar la generación eléctrica renovable en la región y reducir la dependencia exterior, y, asociada a ella, el fomento del despliegue de tecnologías de almacenamiento energético (A-17), que facilitarán la mejora y la flexibilización del sistema y la integración de las energías renovables. Entre las acciones a considerar en estas áreas se encuentra el apoyo a los proyectos de generación renovable en la región mediante acciones como la simplificación de los trámites administrativos requeridos para su instalación, el estudio de la capacidad de acogida de instalaciones solares en la Comunidad de Madrid y el uso de incentivos a las tecnologías de almacenamiento eléctrico. También es conveniente elaborar hojas de ruta para el despliegue de medios de gestión de la demanda y planes de almacenamiento energético en la Comunidad de Madrid, fomentar la investigación y el desarrollo de tecnologías de almacenamiento energético y apoyar la combinación de las tecnologías renovables con el almacenamiento de los excedentes.

Si antes se citaban las tecnologías del hidrógeno para el sector del transporte, en el sector de la industria y las *utilities* también tienen un notable potencial, por lo que se prevé un área de actuación al respecto, centrada en el fomento de las tecnologías del hidrógeno (A-18), con la elaboración de un marco estratégico en línea con la Hoja de Ruta del Hidrógeno aprobada a nivel nacional, el impulso de la Mesa del Hidrógeno en la Comunidad de Madrid y la ejecución de proyectos singulares.

Se prevé lograr, asimismo, significativos ahorros energéticos en el sector mediante el área de actuación de la promoción de las empresas de servicios energéticos (A-19), con el uso de incentivos, la elaboración de guías para la creación de tales empresas y el apoyo a proyectos piloto singulares.

El conjunto de la sociedad es partícipe y responsable en el proceso de descarbonización, por lo que es esencial la participación de los ciudadanos, las empresas y los municipios en el propio sistema energético, Un área actuación relevante será, por ello, la del apoyo a la creación de comunidades energéticas (A-20). Se prevé el apoyo a la creación de oficinas de transformación comunitaria para la promoción de comunidades energéticas (definidas en las directivas europeas) o mecanismos similares para simplificar y acelerar los trámites en la creación, seguimiento y puesta en marcha de las comunidades energéticas, el seguimiento y registro de las comunidades energéticas localizadas en la región, la promoción de incentivos a la constitución de comunidades energéticas y el desarrollo de programas de formación, orientación y capacitación.

En la transición energética debe garantizarse el acceso universal a la energía de aquellas personas que se encuentren en situación de vulnerabilidad, así como proporcionar un marco fiable de acceso a información, protección de datos y seguridad jurídica a la hora de abordar inversiones y cambios de hábitos en materia de transición energética, para lo que se ha previsto el área de actuación de protección de los consumidores de energía (A-21). A esta área corresponden acciones tales como la gestión del bono social eléctrico y

BOCM-20240115-10

del bono social térmico para consumidores vulnerables y la divulgación de información práctica sobre el bono social y de otros contenidos específicos a través de la web.

En lo que se refiere, específicamente, al ámbito industrial, se han previsto cuatro áreas de actuación para asegurar la eficiencia energética, la rentabilidad y la sostenibilidad de las actividades y dedicadas al aprovechamiento del calor residual y la gestión eficiente de los procesos (A-22), el fomento de la cogeneración de alta eficiencia (A-23), el desarrollo e impulso de medidas de eficiencia energética (A-24) y la incorporación de las energías renovables (A-26). El uso de incentivos a las tecnologías más avanzadas, la orientación técnica y el desarrollo de líneas de financiación para la mejora de procesos industriales y el aprovechamiento del calor residual, la ejecución de un plan para la verificación del cumplimiento del Real Decreto 56/2016, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos y promoción de la eficiencia del suministro de energía, el fomento del autoconsumo con tecnologías renovables y la instalación de acumuladores de energía y el apoyo a la implantación de sistemas de medición, gestión y control del consumo de energía en la gestión de los procesos, de acuerdo con la Norma UNE – EN ISO 50001 (relativa a los sistemas de gestión de la energía), son algunas de las posibles actuaciones.

Si es preciso mejorar la eficiencia energética de los procesos industriales, es también necesario asegurar una mejora continua de sus emisiones, así como las del sector comercial, mediante la reducción de las emisiones difusas de gases fluorados (A-25). Se prevé el uso de incentivos para la sustitución en el sector doméstico de aparatos de refrigeración obsoletos, un plan para la reducción de las emisiones difusas de gases fluorados de la industria y comercio, la renovación del acuerdo voluntario para una gestión integral del uso del SF6 en la industria eléctrica más respetuosa con el medio ambiente, el apoyo al cumplimiento de las restricciones al uso de SF6, HFC y PFC de la normativa vigente y la promoción del uso de otros compuestos con menor potencial de calentamiento atmosférico, entre otras acciones.

En lo que se refiere al ciclo integral del agua, se cuenta en la región con la labor del Canal de Isabel II y otras empresas del sector, así como la colaboración de toda la sociedad madrileña. Dados los riesgos a largo plazo a los que nos enfrentamos, deben preverse actuaciones que apoyen el ahorro energético y de consumos, la adaptación al cambio climático y la sensibilización social. Las áreas de actuación previstas incluyen la mejora de la eficiencia energética y el uso de energía renovable en la gestión del agua (A-27), la mejora de la huella hídrica de los entornos productivos y comerciales y los edificios públicos (A-28), y el fomento de un uso responsable del agua (A-29). El Desarrollo del Plan Estratégico del Canal de Isabel II 2018-2030, con sus previsiones sobre la generación energética limpia, la eficiencia energética, la automatización de la explotación, la gestión de la información, el fomento de la gestión hídrica para garantizar la eficiencia en la gestión de los procesos del ciclo del agua, la reducción de los consumos, entre otras muchas, constituye el marco de actuaciones más destacado. A ello debe añadirse, al menos, el fomento de la gestión de la huella hídrica en edificios públicos y en edificios comerciales, residenciales y del sector primario, el diseño y planificación de regadíos en

BOCM-20240115-10

base a criterios de eficiencia hídrica el uso de incentivos al consumo responsable de agua y la introducción de ordenanzas para garantizar el uso eficiente del agua.

La aplicación de los principios de la economía circular es el criterio que dirige las áreas de actuación en la gestión de los residuos (A-30) y la utilización de los residuos para la generación de gases renovables (A-31). En este caso, el marco básico para todas las actuaciones está también planificado previamente, mediante la Estrategia de Gestión Sostenible de Residuos de la Comunidad de Madrid 2017-2024 y sus diferentes planes, que tendrán continuidad en una próxima actualización para el siguiente ciclo hasta 2030, documentos a los que se remite la presente Estrategia. Conviene en cualquier caso citar acciones complementarias tales como promoción y el apoyo a iniciativas basadas en la generación de gases renovables como el biogás, el biometano o el hidrógeno verde, la elaboración de guías y estrategias para el uso del biogás y demás gases renovables y el desarrollo de proyectos de generación de hidrógeno renovable basados en los residuos.

Es, también, imprescindible mejorar la capacidad de adaptación de los sectores productivos ante los efectos del cambio climático (A-32), realizando un análisis de los escenarios futuros de cambio climático, tanto respecto a instalaciones como a bienes producidos y a posibles cambios en las demandas, con el fin de proponer medidas de adaptación para la gestión de los riesgos asociados.

Es preciso incluir en entre estas Áreas de actuación el impulso de las energías renovables térmicas (A-33) mediante acciones como el empleo de esquemas de apoyo para la producción de energía renovable térmica (solar térmica, biomasa, geotermia, hidrotermia y aerotermia) y el aprovechamiento de las energías residuales de las infraestructuras urbanas en diferentes sectores de la economía de la Comunidad de Madrid, el impulso a la ejecución de microrredes de distrito de calor y/o frío basadas en instalaciones de renovables térmicas y la promoción de cursos de formación para los profesionales del sector.

Otra área de gran potencial se dirige a la introducción de la energía geotérmica de alta entalpía (A-34), revisando, en primer lugar, el estado del arte de las tecnologías de aplicación, impulsando la realización de estudios de viabilidad, apoyando proyectos piloto y adaptando la legislación vigente para favorecer su desarrollo.

Finalmente, resulta conveniente introducir la producción y uso de combustibles sintéticos o e-fuels como sustituto de los combustibles fósiles (A-35), con una revisión previa del estado del arte de las tecnologías de aplicación para luego apoyar posibles proyectos piloto de implantación y demostración.

5.4. Áreas de actuación del sector de la agricultura y el medio natural

La Comunidad de Madrid posee un medio natural extenso, diverso y bien conservado, en el que se encuentran elementos característicos y significativos de la naturaleza española. Tal variabilidad es origen, a su vez, de la diversidad de ecosistemas y de las especies de

BOCM-20240115-10

flora y fauna madrileña. Destaca la superficie forestal de su territorio, tanto por la notable extensión que posee como por la presión que soporta debido a las múltiples demandas de bienes y servicios de la población.

Casi el 50% del territorio de la Comunidad de Madrid, alrededor de 394 259 ha, se encuentra respaldado por una o varias de las categorías de protección derivadas de la legislación autonómica, estatal, comunitaria e internacional, que consolidan su protección y conservación, a la vez que promueven un desarrollo sostenible.

La cubierta vegetal de los sistemas forestales desarrolla un papel primordial en la protección y evolución de los suelos, regula los ciclos biogeoquímicos, atesora una insustituible riqueza genética, constituye el hábitat y la principal fuente de alimento y refugio para la fauna y tiene la capacidad de actuar como sumideros de carbonos al captar el CO_2 de la atmósfera gracias a la energía del sol, además de su enorme valor paisajístico y recreativo.

Dada la importancia de estos espacios en la Comunidad de Madrid y la función esencial que desempeñan a la hora de abordar los impactos del cambio climático, no solo absorbiendo los gases de efecto invernadero, sino también creando paisajes con una mayor resiliencia, uno de los sectores de la presente Estrategia orienta sus actuaciones al medio natural.

Con respecto al sector agrario, cabe señalar que la parte del Valor Añadido Bruto (VAB) que procede de este sector es reducida en la región de Madrid en comparación con otros sectores como el de los servicios, si bien es necesario destacar su importancia al poder contribuir a fijar el carbono producido por la actividad humana y, a la vez, mejorar la tierra y la calidad de los cultivos, además de contener la erosión y favorecer la biodiversidad.

En cuanto a las emisiones a la atmósfera, el sector agricultura tan sólo supuso el 1,7% de los gases de efecto invernadero del total de la Comunidad de Madrid, según datos del inventario de emisiones relativo al año 2020. Cabe señalar que, dentro de este sector, el inventario de emisiones contempla distintas categorías tales como los procesos digestivos de los rumiantes (“fermentación entérica”), la gestión del estiércol, los suelos agrícolas, las quemas de residuos agrícolas, las enmiendas calizas, la fertilización con urea y la aplicación de fertilizante con carbono.

A nivel nacional, en el año 2020 el sector agrario es el único que ha experimentado un incremento de las emisiones de GEI respecto al año anterior (+2,2 %), debido principalmente a las emisiones debidas a los cultivos, que aumentaron un +3,4 %, principalmente por los aumentos de emisiones de N_2O derivadas de la gestión de suelos agrícolas (+3 %) y de emisiones derivadas de la aplicación de urea (+19,7 %). Las emisiones debidas a las cabañas ganaderas, responsables del 65 % de las emisiones de este sector, incrementaron levemente sus emisiones (+1,6 %) debido fundamentalmente a las procedentes de la gestión de estiércol (+3,8 %), y, en menor medida, de la fermentación entérica (+0,5 %).

Es remarcable la reducción de las emisiones de la categoría ligada a las restricciones de quema de restos de cultivos como medida de prevención de incendios y la incentivación

BOCM-20240115-10

de prácticas conservadoras de suelo. Con la entrada en vigor de los compromisos y normas agroambientales a cumplir por los receptores de ayudas directas (condicionalidad) en el marco de la Política Agrícola Común (PAC), la práctica de quema de residuos agrícolas ha sido reducida notoriamente, aunque aún puede llevarse a cabo por motivos fitosanitarios, medioambientales o de prevención de incendios, y siempre bajo autorización de la autoridad competente autonómica.

Con respecto a la Comunidad de Madrid, se observa que el sector ha disminuido sus emisiones de GEI en 2020 con respecto al año anterior en un 3,4 %, debido principalmente a que disminuyeron las emisiones procedentes de la fermentación entérica (-5,7%), categoría que recoge las emisiones de metano (CH_4) generadas en los procesos de fermentación entérica que ocurren en el sistema digestivo de ciertas especies animales, y de la gestión del estiércol (-7,0%), así como las relativas a la aplicación de fertilizantes con carbono (-12,5%).

Si se analizan los datos del inventario en cuanto a los contaminantes atmosféricos, se observa que las emisiones producidas por el sector de la agrícola y ganadero no resultan significativas para la mayoría de los más problemáticos en la Comunidad de Madrid. Así, en el caso de los NO_x, contribuye con un 2% a las emisiones totales del año 2020, las $PM_{2,5}$ con un 1%, con un 3% para los COVNM y no contribuyen a las emisiones de SO_2. Sin embargo, este sector tiene importancia al constituir la fuente principal de emisiones de NH_3 en la Comunidad, contribuyendo, en 2020, con el 74% de estas.

El balance energético de 2020 evidencia la baja diversificación de fuentes de energía en el sector. El 98% del consumo final corresponde a derivados de petróleo mientras que el resto se abastece de energía eléctrica, lo cual plantea un escenario con un gran margen de mejora para la implementación de tecnologías y combustibles menos contaminantes.

Asimismo, el sector precisa de refuerzos para la reducción de las emisiones de NH_3 asociadas. Una mejor gestión de la fertilización nitrogenada de los suelos agrícolas y de los residuos ganaderos es clave para la consecución de los objetivos de reducción de este contaminante marcados por la normativa europea.

Las prioridades políticas de la agricultura y la ganadería se concretan en el logro de un sector agrario sostenible y en el desarrollo del medio rural para proporcionar alimentos seguros y de calidad. Es necesario conseguir una agricultura sostenible desde el punto de vista económico, social y sobre todo ambiental, optimizando recursos y produciendo con menores emisiones.

En cuanto al medio natural, las actuaciones de revegetación, reforestación y mejora de la gestión de los terrenos forestales de la Comunidad de Madrid, al objeto de permitir que los bosques cumplan sus funciones ecológicas (incluida la diversidad biológica), económicas y sociales de manera sostenible resultarán clave para aumentar los sumideros de carbono. Al respecto, nuestra región cuenta con una gran potencial, por el respaldo que ofrece la gran superficie de suelos forestales incluida en categorías de protección.

BOCM-20240115-10

Teniendo en cuenta los antecedentes citados, se ha considerado preciso focalizar los esfuerzos en la mejora de la sostenibilidad del sector agrario, la eficiencia energética y la reducción de sus emisiones en las siguientes áreas de actuación. La mejora de la eficiencia energética de las explotaciones y la maquinaria agrícola (A-36) se dirigirá, entre otras actuaciones, a la implementación del Plan Estratégico de la Política Agraria Común 2023-2027 (PEPAC), la incorporación de criterios de eficiencia energética en los esquemas de ayudas públicas de modernización de explotaciones agrarias, la organización de talleres técnicos de formación en técnicas energéticamente eficientes para profesionales del sector y el apoyo de las inversiones asociadas a la mejora de aislamiento térmico las explotaciones, la actualización de los equipos de trabajo y su sustitución, por equipos eléctricos (en el marco de la PEPAC).

El fomento del uso de energías renovables en las explotaciones (A-37) se concretará en la colaboración con el Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario para la transferencia de conocimiento y recursos al entorno profesional y en la articulación de líneas de ayudas para el uso de fuentes de energías renovables en las infraestructuras y sistemas de riegos (almacenamiento, transporte y distribución) gestionados por las comunidades de regantes (en el marco de la PEPAC) y la utilización de biocombustibles.

Se prevé la reducción de las emisiones de metano y amoníaco en el sector ganadero (A-38) mediante actuaciones tales como la elaboración de un plan de reducción de emisiones que recoja las medidas recogidas en los RD sectoriales (p.e el RD 306/2020 de ordenación del sector porcino) y las medidas del PNIEC, la creación de una aplicación para calcular las emisiones de los contaminantes, de los gases de efecto invernadero y el consumo de recursos de las granjas a lo largo del proceso productivo, el impulso al establecimiento de planes de abonado y fertilización y la gestión de estiércoles en alojamientos de animales, entre otras.

El área de actuación dirigida al fomento de una agricultura y una ganadería resilientes que contribuyan a la adaptación al cambio climático (A-39) parte de los objetivos transversales del Plan Estratégico de la Política Agraria Común 2023-2027[75] (PEPAC) y pretende abarcar actuaciones que lo impulsen. A ese fin, se propone el apoyo a las inversiones asociadas a la conversión a variedades vegetales mejor adaptadas a las nuevas condiciones climáticas y a la instalación de cultivos en invernadero para reducir el impacto de las variaciones del clima en la producción, la redacción de una guía para la disminución de emisiones en el sector agrícola, la contención de la erosión y la prevención frente a fenómenos meteorológicos, la elaboración de escenarios de cambio climático para las comarcas agrícolas, la creación de un Centro de Transferencia y Cesión de Maquinaria para la implantación de nuevas técnicas de cultivo, el fomento de la contratación de Seguros Agrarios frente a fenómenos meteorológicos adversos y la promoción de MADRIDRURAL como circuito corto de comercialización de productos hortofrutícolas para el consumo de productos de proximidad, entre otras posibles actuaciones.

[75] https://www.mapa.gob.es/es/pac/post-2020/default.aspx

BOCM-20240115-10

Una mejor comprensión y aplicación de la captura de dióxido de carbono en suelos agrícolas por parte de los gestores de tierras poder ser un factor significativo en la mitigación de GEI. El fomento de la, así llamada, agricultura del carbono (A-40), es decir, de las prácticas agrícolas que potencien la función de captura de carbono de los suelos agrícolas a la vez que aumenten la biodiversidad y la correcta gestión del agua y del suelo, se realizará mediante el desarrollo del PEPAC, teniendo en cuenta el "Manual de orientación técnica para el diseño de mecanismos de cultivo de carbono orientados a resultados", publicado por la Comisión europea en 2021. Algunas de las actuaciones consecuentes con esta área de actuación son la diversificación de cultivos, la agricultura de precisión y ecológica y la ganadería extensiva, el impulso a la valorización de sumideros agrícolas para captura de CO2: aprovechamiento de prados y gestión de pastos, la elaboración de un mapa del contenido de carbono en suelos agrícolas, la promoción de talleres de asesoramiento y difusión de buenas prácticas agrícolas y la ejecución de proyectos piloto de captura de dióxido de carbono en suelos agrícolas.

La gestión forestal sostenible y resiliente (A-41) y el fomento del uso de la biomasa forestal sostenible de la región (A-42) constituyen dos áreas de actuación centradas en una gestión de los montes que favorezca el cumplimiento de los objetivos de la Estrategia. Se persigue, por una parte, promover la certificación forestal y la realización de planes de gestión en los montes de propiedad particular y pública, cuyo contenido se homogenizará mediante instrucciones técnicas comunes, usando referentes selvícolas o modelos tipo de gestión forestal para las especies más abundantes en la Comunidad de Madrid. El fomento del aprovechamiento de productos forestales (maderas, leñas, biomasa, setas, pastos, etc.), del uso de la biomasa forestal y de la generación de productos de mayor valor añadido para la creación de empleo rural y con proyección a largo plazo forma parte intrínseca de una gestión forestal sostenible, coherente con la presente Estrategia.

El cambio climático tiene el potencial de afectar de manera negativa a largo plazo al valioso patrimonio natural regional. Por ello, se prevén dos áreas de actuación centradas en la mejora de la biodiversidad (A-43) y en la evaluación detallada de los efectos del cambio climático sobre el patrimonio natural, la biodiversidad y la Red Natura 2000 (A-44). Se realizará, por una parte, una evaluación de los efectos del cambio climático sobre los espacios protegidos de la Comunidad de Madrid, en concreto sobre la Red Natura 2000 y, especialmente, sobre las especies y hábitat objeto de conservación dentro de dichos espacios y una actualización de los planes de gestión (PG) Red Natura 2000 y de los planes de ordenación de los recursos naturales (PORN) de los espacios protegidos considerando la variable cambio climático.

La mejora de la biodiversidad es el objetivo de la Estrategia de Biodiversidad 2030 de la Comunidad de Madrid, actualmente en fase de estudio. En la misma línea se desarrollará el Proyecto Campos Vivos para fomentar e incentivar la agricultura compatible con la fauna esteparia aprovechando la nueva Política Agraria Común 2023-2027 (PEPAC), que pretende, entre otras acciones, apoyar al agricultor para alcanzar compromisos agroambientales, mejorar el hábitat para la avifauna en superficies agrarias y fomentar actividades agrarias tradicionales que preserven la biodiversidad. El Proyecto Arco Verde, actualmente en ejecución, es una importante actuación que conecta el medio urbano con

BOCM-20240115-10

el medio natural y que contribuye a la mejora de la biodiversidad. Otras acciones previstas incluyen el desarrollo del Plan de Actuación sobre Humedales Catalogados y fomentar la restauración de humedales, la ampliación de la Infraestructura Verde, el fomento de la utilización de márgenes de las explotaciones para los insectos polinizadores, el impulso de la ganadería extensiva y la adaptación y mejora de las líneas eléctricas existentes de cara a evitar accidentes para la avifauna.

En lo relativo a los riesgos climáticos, se prevén varias áreas de actuación centradas, en la parte de mitigación relacionada con el medio natural, en la elaboración de estudios de impacto, vulnerabilidad y capacidad de adaptación en el sector agrícola y ganadero (A-45), en el fomento de la silvicultura del carbono (A-46), y, en cuanto a adaptación, y la elaboración de planes municipales de adaptación (A-49) y, en lo relativo a la gestión de los riesgos asociados, en la prevención de los incendios forestales (A-47) y la protección frente a inundaciones (A-48).

La elaboración de estudios de impacto, vulnerabilidad y capacidad de adaptación en el sector agrícola y ganadero (A-45) es un requisito previo necesario para la propuesta de medidas de adaptación al cambio climático en estos sectores tan sensibles a la modificación de las condiciones ambientales.

Como la agricultura del carbono, la silvicultura del carbono (A-46) pretende ampliar el potencial de los suelos, en este caso los forestales, como sumideros de carbono, Se prevé, al respecto, realizar un inventario y una valoración de las masas forestales por su potencial como sumideros y estudiar las actividades destinadas a incrementarlo, promover la mejora del estado ecológico de los sistemas agroforestales y la gestión forestal para que los ecosistemas forestales coadyuven a tal potencial, favorecer la restauración hidrológico-forestal en zonas con alto riesgo de erosión, mediante la corrección y estabilización de cuencas, establecer un sistema de gestión de tierras que recompense a los selvicultores por la captura de carbono adicional que consigan y promover la realización de campañas de divulgación de los valores de los humedales y de sus servicios ecosistémicos.

Por su parte, la elaboración de planes de adaptación a nivel municipal (A-49) y la integración de la planificación urbana con las estrategias de gestión de riesgos, atendiendo a las condiciones específicas del territorio, son aspectos esenciales para que los municipios puedan gestionar los riesgos climáticos. A ese fin se utilizarán incentivos como el Plan PIMA Cambio Climático[76] y se favorecerá la creación de islas climáticas para acondicionar los espacios urbanos frente a las olas de calor (jardines con sombra, pérgolas verdes, refugios climáticos), además de promover acciones de capacitación y formación.

La gestión de los incendios forestales (A-47) precisa de la incorporación de nuevas tecnologías en los sistemas de alerta temprana, el impulso a los aprovechamientos forestales, a los tratamientos selvícolas y al pastoreo preventivo para disminuir la carga de combustible en los montes, en coherencia con las acciones ya citadas en las áreas de

[76] https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/doc/municipios/bocm211214_orden1823_0.pdf

BOCM-20240115-10

actuación A-38 y A-39, la elaboración de manuales enfocados a la ciudadanía para la prevención de incendios, la supervisión de quemas prescritas, la realización de fajas perimetrales de defensa en áreas de especial valor ecológico o en zonas estratégicas de apoyo a la extinción y la mejora de la transitabilidad en las pistas forestales con actuaciones de desbroce y conformación de la capa de rodadura, entre otras acciones.

La protección frente a las inundaciones (A-48) pasa por impulsar la ejecución del Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones[77] en la Comunidad de Madrid (INUNCAM) y el Proyecto HIDROFOREST para la ejecución de actuaciones de mejora en las cabeceras de cuenca de cara a evitar su erosión. De manera complementaria, deben activarse los Planes de Actuación Municipal ante el riesgo de Inundaciones, con el apoyo de la Comunidad de Madrid, para la creación de la estructura organizativa y los procedimientos, la catalogación de elementos vulnerables, la zonificación del territorio en función del riesgo, el control de los tramos inundables de las carreteras y la información y alerta a la población en situaciones de riesgo.

5.5. Áreas de actuación transversales

La actuación en los distintos sectores debe complementarse con otras áreas de carácter transversal, que refuercen el cumplimiento de los objetivos estratégicos.

En primer lugar, es indispensable fomentar la formación en materia de cambio climático, calidad del aire y energía (A-50). Debe impulsarse el desarrollo de formación profesional/master en gestión y tecnologías de descarbonización y adaptación (PDC) y apoyar la incorporación de materias ligadas a la transición energética y la descarbonización en planes de estudios profesionales, así como dinamizar programas de formación e inclusión de las materias de la Estrategia en el currículum escolar/universitario.

Si queremos cumplir los objetivos estratégicos debemos contar con el impulso a la I+D+i (A-51). En este ámbito, el campo de actuaciones incluye una larga serie de acciones tales como la creación de alianzas para la innovación en descarbonización con las universidades y la industria madrileña, el apoyo a los centros de I+D como los Institutos Madrileños de Estudios Avanzados, IMDEA, en especial IMDEA Energía, el seguimiento de patentes, registros y publicaciones en materia de transición energética y descarbonización (indicadores; bases de datos, etc.), la coordinación interdepartamental para posicionar la transición energética en las Estrategias Regionales de Investigación e Innovación, RIS3, y los futuros planes de I+D+i y el apoyo a proyectos demostradores, pilotos y experiencias pioneras que tengan un enfoque de descarbonización y la mejora del comportamiento energético. En la misma línea se prevé el impulso de programas de I+D+i enfocados a la modernización del tejido empresarial e industrial de la Región en el ámbito de la cadena de valor del hidrógeno, de la investigación en materia de contaminación atmosférica y sus efectos y en materia de adaptación al cambio climático.

[77] https://www.bocm.es/boletin/CM_Orden_BOCM/2020/12/16/BOCM-20201216-26.PDF

BOCM-20240115-10

El acceso a la información es un derecho fundamental de los ciudadanos y la base para cualquier política ambiental o energética. Por ello, un área transversal esencial para cumplir los objetivos de la Estrategia es la relativa al acceso a la información sobre energía, calidad del aire y cambio climático para ciudadanos y empresas (A-52), lo que implica la publicación de la información ambiental, en especial la relativa al seguimiento de la Estrategia, para facilitar su consulta por la ciudadanía y la elaboración del balance energético de la CM y su publicación bajo criterios de transparencia, en coherencia con las políticas estatales y europeas, entre otras muchas acciones de divulgación.

Sobre la base del acceso a la información, esta Estrategia interpela a toda la sociedad en la tarea de cumplir con los ambiciosos objetivos de descarbonización que se ha planteado la Unión Europea. Por ello, la concienciación y la sensibilización en relación con la descarbonización (A-53), forman un área de actuación prioritaria. Las acciones a realizar deben ser continuas e incluirán un plan de educación y sensibilización ciudadana sobre el cambio climático y la necesidad de lograr la descarbonización, una estrategia de comunicación sobre los beneficios de la movilidad activa y sostenible y sobre los beneficios de la conducción eficiente, el fomento de la participación activa de la ciudadanía en el cambio, la sensibilización sobre los efectos negativos del consumo de productos no reutilizables, la realización de campañas de comunicación sobre alimentación y cambio climático para un consumo responsable, la creación de premios al diseño de edificios descarbonizados para jóvenes arquitectos mediante un acuerdo con un medio de comunicación/universidad/colegio de arquitectos, entre otras.

En las misma línea y con el fin de que la disponer información cualificada sobre el efecto de las Áreas de actuación y los objetivos estratégicos planteados, es necesario ampliar las redes de calidad del aire y cambio climático de la Comunidad de Madrid (A-54) para mejorar la información que se pone a disposición de los ciudadanos y organismos de investigación, para lo que se procederá a la renovación y actualización de los sistemas actuales de medida de la contaminación de aire, se mejorará la disponibilidad y trazabilidad de la información sobre la calidad del aire y las redes de observación del clima y se procederá a la adaptación de los planes de acción a corto plazo a las nuevas exigencias normativas de calidad del aire y cambio climático.

La aprobación de la Estrategia no sería tampoco efectiva sin una integración plena de la componente climática en las políticas regionales (A-55) a la luz de los objetivos estratégicos aquí planteados, para lo que es precisa la coordinación y la supervisión de las actualizaciones de la normativa, considerando en su conjunto las previsiones del Plan Territorial de Protección Civil de la Comunidad de Madrid (PLATERCAM), así como del resto de normativa relacionada vigente en la actualidad, como el Plan Especial de Emergencias por Incendios Forestales de la Comunidad de Madrid (INFOMA), el Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones en la Comunidad de Madrid (INUNCAM), el Plan de Inclemencias Invernales, el Plan de Vigilancia y Control de los efectos de las olas de calor, el Plan de Vigilancia y Control de los Efectos del Frío en la Salud, el Plan Estratégico del Canal Isabel II y las diferentes instrucciones técnicas y la normativa de prevención de riesgos laborales, entre otros instrumentos.

BOCM-20240115-10

El área de la contratación pública verde y energéticamente eficiente por parte del sector público (A-56) debe servir para que el conjunto de las administraciones públicas de la Comunidad de Madrid incluya criterios de sostenibilidad, ahorro y eficiencia energética en sus procedimientos de contratación, tal y como estipula la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, de manera que se impulse la contratación pública como herramienta de descarbonización.

La revisión y simplificación de procedimientos administrativos (A-57) es un objetivo irrenunciable para la acción de gobierno, que persigue la eliminación de ciertos requisitos establecidos en la tramitación de los proyectos y solicitudes ligadas al ámbito de la descarbonización y la eficiencia energética, cuyo balance de efectos medioambientales sea positivo. Se acompañará con la elaboración de manuales de buenas prácticas internos de la Administración regional junto con formación al personal administrativo responsable, la coordinación con el IDAE y otros organismos estatales el establecimiento de los desarrollos planteados en materia de agilización y simplificación y la ejecución de planes de choque para la aceleración de evaluaciones ambientales de proyectos de descarbonización, singularmente las instalaciones de generación solar.

Todo lo descrito hasta aquí precisa del liderazgo de la administración regional en el fomento de la transición energética y climática (A-58). Ya se ha recogido tal papel en otras áreas de actuación (A-10), que debe potenciarse mediante la implementación de planes y estrategias sectoriales que apliquen sobre los edificios, instalaciones, y/o propiedades públicas pertenecientes a la Comunidad de Madrid y que estén orientados al ahorro energético y a la adaptación climática, los desarrollos normativos y la consignación presupuestaria para asegurar el éxito de las iniciativas públicas en materia de transición energética y descarbonización y la dinamización de acciones internacionales y de intercambio de buenas prácticas en materia de agua, energía y biodiversidad, entre otros posibles.

Las áreas de actuación así descritas se sintetizan en el Anexo 1, sobre la base del modelo de ficha tipo que a continuación se describe:

BOCM-20240115-10

A-1 DENOMINACIÓN DEL ÁREA DE ACTUACIÓN	TRANSPORTE

OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

OBJETIVO ESPECÍFICO

Descripción del objetivo específico del área de actuación

ACTUACIONES

Breve descripción de las actuaciones

META	Meta indicativa	**ÁREAS ASOCIADAS**	Cita de las áreas de actuación más directamente relacionadas con la descrita
PROPUESTA DE INDICADOR	Indicadores sugeridos		
AGENTES IMPLICADOS	Agentes implicados en el desarrollo de las acciones del área de actuación		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	Rango temporal de aplicación		
INDICADORES GLOBALES	Indicadores globales de la Estrategia afectados por el área de actuación		

Ilustración 103. Modelo de ficha de la Estrategia (Fuente: Elaboración propia).

BOCM-20240115-10

5.6. Equivalencia DAFO-CAME-áreas de actuación

Debilidades	Corregir	Áreas de actuación asociadas
Bajo porcentaje de autoabastecimiento y baja participación renovable en el lado de la demanda (en 2018 únicamente un 1,8% de la energía final consumida en la región fue generada por medio de recursos energéticos propios)	Fomento de las instalaciones renovables para autoconsumo y reducción de la demanda energética per cápita	A-2 Apoyo al cambio modal A-3 Impulso a la movilidad eléctrica y baja en emisiones A-4 Impulso a la transformación de las flotas de transporte de viajeros y mercancías mediante el uso de tecnologías y combustibles menos contaminantes A-5 Renovación de la flota institucional y de la flota de autobuses urbanos e interurbanos A-6 Impulso a la movilidad basada en el hidrógeno 100 % renovable
Gran porcentaje del territorio está protegido y no permite el despliegue de grandes instalaciones de producción renovables	Máximo aprovechamiento del potencial energético, espacio y recursos disponibles. Por ejemplo, aprovechamiento de cubiertas y espacios verticales para compensar la falta de espacio horizontal.	A-9 Certificación y rehabilitación energética de los edificios de los sectores residencial y comercial A-10 Certificación, rehabilitación energética y autoconsumo en los edificios públicos A-12 Apoyo al autoconsumo renovable tanto individual como compartido en el sector residencial y comercial A-16 Fomento de la instalación de tecnologías de generación eléctrica renovable A-22 Aprovechamiento del calor residual y gestión eficiente de los procesos A-23 Fomento de la cogeneración de alta eficiencia A 26 Incorporación de renovables en el sector

BOCM-20240115-10

Debilidades	Corregir	Áreas de actuación asociadas
		industrial en el marco del plan industrial
Compromisos previos adquiridos en materia de infraestructuras comprometen nuevas inversiones a futuro	Desarrollo de estrategias de adaptación de las infraestructuras existentes para su aprovechamiento futuro	A-15 Adaptación de las redes eléctricas para la integración de generación distribuida
Presencia de infraestructuras y equipamientos tecnológicos obsoletos en todos los sectores (industria, residencial, terciario y parque automovilístico) favorecen un mayor consumo energético		A-1 Uso eficiente de los medios de transporte y promoción del transporte público A-3 Impulso a la movilidad eléctrica y baja en emisiones A-4 Impulso a la transformación de las flotas de transporte de viajeros y mercancías mediante el uso de tecnologías y combustibles menos contaminantes Medida A-5 Renovación de la flota institucional y de la flota de autobuses urbanos e interurbanos A-6 Impulso a la movilidad basada en el hidrógeno 100 % renovable A-11 Renovación de aparatos que consumen energía A-24 Desarrollo e impulso de medidas de eficiencia energética en la industria A-26 Incorporación de renovables en el sector industrial en el marco del plan industrial A-36 Mejora de la eficiencia energética en las explotaciones agrarias y las maquinaria agrícola A-37 Fomento del uso de energías
Escasa penetración del vehículo eléctrico y de combustibles alternativos (<1% de los vehículos cuentan con distintivo ambiental CERO y <4% cuentan con el distintivo ECO según datos de la DGT 2019)	Financiación para la modernización de equipos para todos los sectores, así como la introducción de vehículos de cero o bajas emisiones.	
Infraestructuras y gestión del transporte ferroviario obsoletas	Realizar inversiones en materia ferroviaria	

BOCM-20240115-10

Debilidades	Corregir	Áreas de actuación asociadas
		renovables en las explotaciones agrarias
Falta de bancos de datos energéticos sobre consumo que permitan analizar desde el nivel micro (ciudadano, hogar, vehículo, etc.) el comportamiento macro (poblaciones, CCAA)	Establecimiento de protocolos de recogida de datos y su almacenamiento y gestión por parte de la administración pública	A-52 Acceso a la información sobre energía, calidad del aire y cambio climático para ciudadanos y empresas
Falta de adecuación a la realidad de las normativas municipales, que tratan los puntos de recarga como surtidores de combustible, lo que impide asociar puntos de recarga a pequeñas estaciones de repostaje, por ejemplo, de GNC	Adecuación de las normativas municipales en cuestiones de puntos de recarga de vehículo eléctrico y estaciones de repostaje.	A-2 Impulso a la movilidad eléctrica y baja en emisiones
Limitada calidad de la formación de profesionales en el sector de las instalaciones (instaladores, montadores, etc.) con un perfil adecuado a las necesidades de la transición energética que se pretende llevar a cabo y los objetivos nacionales	Desarrollo de estrategia para la integración de la materia energética en planes de estudio a todos los niveles formativos.	A-33 Impulso de las energías renovables térmicas A-50 Formación en materia de cambio climático, calidad del aire y energía
Excesivos trámites administrativos derivados de la normativa reguladora, fundamentalmente de carácter estatal, resistencia al cambio de esta normativa y falta de criterios unánimes en la implantación de nuevas tecnologías, que pueden desincentivar inversiones.	Revisión y adecuación de los trámites administrativos y elaboración de guías para su comprensión por parte de la ciudadanía y las empresas	A-57 Revisión y simplificación de procedimientos administrativos

BOCM-20240115-10

Debilidades	Corregir	Áreas de actuación asociadas
Tejido industrial asimétrico e inestable en la implantación de energías renovables.	Asesoramiento y promoción de las energías renovables y la cogeneración de alta eficiencia en el tejido industrial madrileño.	A-23 Fomento de la cogeneración de alta eficiencia A-24 Desarrollo e impulso de medidas de eficiencia energética en la industria A-26 Incorporación de renovables en el sector industrial en el marco del plan industrial A-33 Impulso de las energías renovables térmicas
Falta de conciencia social y de tradición de empresas energéticas municipalizadas o de cooperativas energéticas	Campañas de concienciación y fomento en el uso del transporte público y alternativas sostenibles Impulso de nuevos modelos de negocio y la creación de empresas de servicios energéticos y comunidades energéticas	A-19 Promoción de las empresas de servicios energéticos A-20 Apoyo a la creación de comunidades energéticas A-52 Acceso a la información sobre energía, calidad del aire y cambio climático para ciudadanos y empresas A-56 Contratación pública verde basada en el fomento de las energías renovables y la descarbonización verde, basada en criterios de fomento de renovables y descarbonización
Gran peso del sector del transporte en el mix de consumo energético, y la tendencia decreciente para la utilización del transporte público en favor del vehículo particular.		A-2 Apoyo al cambio modal A-3 Impulso a la movilidad eléctrica y baja en emisiones A-4 Impulso a la transformación de las flotas de transporte de viajeros y mercancías mediante el uso de tecnologías y combustibles menos contaminantes A-5 Renovación de la flota

BOCM-20240115-10

Debilidades	Corregir	Áreas de actuación asociadas
		institucional y de la flota de autobuses urbanos e interurbanos A-6 Impulso a la movilidad basada en el hidrógeno 100 % renovable
Insuficiente infraestructura de I+D+i y de experimentación en tecnologías de los vehículos híbridos, eléctricos y de pila de combustible.	Inversión y captación de fondos para la implementación de nuevas tecnologías, infraestructuras y su futuro desarrollo por parte de centros de investigación.	A-51 Impulso de I+D+i
Altas necesidades energéticas como consecuencia del clima continental (calefacción y refrigeración)	Fomento de las medidas pasivas para el incremento de la eficiencia energética	A-9 Certificación y rehabilitación energética de los edificios de los sectores residencial y comercial A-10 Certificación, rehabilitación energética y autoconsumo en los edificios públicos los edificios públicos de la Comunidad de Madrid A-11 Renovación de aparatos que consumen energía
Déficit de comunicación desde las Administraciones Públicas a los ciudadanos.	Establecimiento de protocolos de comunicación y campañas de divulgación para la involucración de los ciudadanos en asuntos energéticos	A-52 Acceso a la información sobre energía, calidad del aire y cambio climático para ciudadanos y empresas A-53 Concienciación y sensibilización de la sociedad en relación con la descarbonización A-54 Mantener y mejorar las redes de información relacionadas con la calidad del aire y el cambio climático A-58 Liderazgo de la administración regional en el fomento y apoyo a la

BOCM-20240115-10

Debilidades	Corregir	Áreas de actuación asociadas
		transición energética y Climática
Infraestructuras para la distribución de energía limitadas y/o saturadas.	Establecimiento de una planificación racional del futuro desarrollo de la infraestructura energética	A-15 Adaptación de las redes eléctricas para la integración de generación distribuida
Escasa formación profesional específica en cambio climático y temas afines a sostenibilidad.	Facilitar la planificación conjunta entre la Administración e instituciones de educación superior y formación profesional para la inclusión de los ámbitos de la energía, la sostenibilidad y el medioambiente	A-33 Impulso de las energías renovables térmicas A-50 Formación en materia de cambio climático, calidad del aire y energía
Baja implantación de nuevas tecnologías disruptivas orientadas hacia la descarbonización.	Expansión y promoción de nuevas tecnologías disruptivas para concienciación, acceso y uso de información oficial, interacción ciudadana, entre otras actividades que aportan sustancialmente a la descarbonización	A-50 Formación en materia de cambio climático, calidad del aire y energía
Insuficiente soporte al libre acceso a información referente a clima y aire, portales y bases de datos disponibles para la ciudadanía.	Implantación de portales Web de información en los ámbitos de energía, clima y aire, que proporcionen acceso de consulta API (Application Programming Interface, en inglés) y/o tecnologías similares a disposición de la ciudadanía	A-52 Acceso a la información sobre energía, calidad del aire y cambio climático para ciudadanos y empresas A-53 Concienciación y sensibilización de la sociedad en relación con la descarbonización A-54 Mantener y mejorar las redes de información relacionadas con la calidad del aire y el cambio climático A-58 Liderazgo de la administración regional en el fomento y apoyo a la

BOCM-20240115-10

Debilidades	Corregir	Áreas de actuación asociadas
		transición energética y Climática

Amenazas	Afrontar	Áreas de actuación asociadas
Impacto derivado del COVID-19 y la crisis económica	Identificación de los sectores y grupos demográficos más afectados por la crisis para un aprovechamiento más eficiente de los fondos de recuperación COVID	A-21 Protección de los consumidores de energía
Escepticismo y reticencias para la inversión en sistema energético cambiante que resulta en la inestabilidad de los retornos económicos de las inversiones	Declaración de intenciones sólida y clara a medio y largo plazo que considere a todos los actores de la transición energética y aporte certidumbre a inversores, por medio de una estrategia energética cuantificada y que garantice un seguimiento de los objetivos planteados.	A-50 Formación en materia de cambio climático, calidad del aire y energía A-56 Contratación pública verde basada en el fomento de las energías renovables y la descarbonización A-58 Liderazgo de la administración regional en el fomento y apoyo a la transición energética y Climática
Nuevas inversiones en infraestructura energética fósil condicionan la transición	Estudios para la posible adaptación de la infraestructura actual para que acoja a los combustibles del futuro	A-15 Adaptación de las redes eléctricas para la integración de generación distribuida
La falta de conocimiento sobre los ahorros y beneficios y/u otras necesidades de gasto pueden afectar la inversión en medidas de eficiencia energética por parte de la ciudadanía.	Campañas de divulgación, facilitación de modelos de negocio y financiación que permitan la inversión privada en actividades para sostenibilidad, aire limpio y sistemas de eficiencia energética	A-50 Formación en materia de cambio climático, calidad del aire y energía A-52 Acceso a la información sobre energía, calidad del aire y cambio climático para ciudadanos y empresas A-53 Concienciación y sensibilización de la sociedad

BOCM-20240115-10

Amenazas	Afrontar	Áreas de actuación asociadas
		en relación con la descarbonización A-54 Mantener y mejorar las redes de información relacionadas con la calidad del aire y el cambio climático A-58 Liderazgo de la administración regional en el fomento y apoyo a la transición energética y Climática
La de Ley de Propiedad Horizontal supone dificultades para despliegue de medidas de autoconsumo renovable y eficiencia energética por parte de los propietarios debido al consenso necesario en las comunidades de vecinos.	Visibilizar las ventajas del autoconsumo y su repercusión favorable sobre la factura eléctrica	A-12 Apoyo al autoconsumo renovable tanto individual como compartido en el sector residencial y comercial
Las inversiones en eficiencia en los edificios tienen plazos de recuperación demasiado altos. El inversor (dueño de una vivienda) no llega a ver el retorno. Solo se invierte en eficiencia en viviendas por mejora del confort o por obligación legal (problemas estructurales que afecten a la seguridad) o primado por subvenciones que rectifican dicho plazo de recuperación.	Introducción de esquemas de financiación y subvenciones que faciliten el despliegue de intervenciones de rehabilitación y ahorro energético y puesta en valor de beneficios no económicos como la mejora de las condiciones de salubridad y confort	A-9 Certificación y rehabilitación energética de los edificios de los sectores residencial y comercial A-10 Certificación, rehabilitación energética y autoconsumo en los edificios públicos A-12 Apoyo al autoconsumo renovable tanto individual como compartido en el sector residencial y comercial A-16 Fomento de la instalación de tecnologías de generación eléctrica renovable
Insuficiente conciencia social sobre riesgos derivados del cambio climático, así como de una mala calidad del aire.	Favorecer la inclusión del análisis de riesgos climáticos de manera transversal en la	A-52 Acceso a la información sobre energía, calidad del aire y cambio climático para ciudadanos y empresas A-53

BOCM-20240115-10

Amenazas	Afrontar	Áreas de actuación asociadas
	planificación estratégica de la Administración	Concienciación y sensibilización de la sociedad en relación con la descarbonización A-54 Mantener y mejorar las redes de información relacionadas con la calidad del aire y el cambio climático A-58 Liderazgo de la administración regional en el fomento y apoyo a la transición energética y Climática
Asimetría en la información disponible para inversionistas, alta percepción del riesgo económico para inversión en sostenibilidad.	Difusión de información con enfoque en disminuir la percepción del riesgo que existe en inversionistas privados tanto nacionales como internacionales	A-52 Acceso a la información sobre energía, calidad del aire y cambio climático para ciudadanos y empresas A-53 Concienciación y sensibilización de la sociedad en relación con la descarbonización A-54 Mantener y mejorar las redes de información relacionadas con la calidad del aire y el cambio climático A-58 Liderazgo de la administración regional en el fomento y apoyo a la transición energética y Climática

Fortalezas	Mantener	Áreas de actuación asociadas
Tendencia positiva (reducción) en la evolución de la intensidad energética (tep/M€) (Plan	Seguir desarrollando el ecosistema empresarial y tecnológico (profesionales	

BOCM-20240115-10

Fortalezas	Mantener	Áreas de actuación asociadas
Energético de la Comunidad de Madrid Horizonte 2020)	especializados, centros de investigación…) presentes en la región y dotación de medios al sistema educativo para su adecuación a la realidad energética futura y su incorporación al mercado laboral.	
La Comunidad de Madrid es una región con alta densidad de población lo que favorece la implementación de medidas orientadas a la eficiencia (por ejemplo: mayor potencial de despliegue del transporte público)		A-51 Impulso de I+D+i A-52 Acceso a la información sobre energía, calidad del aire y cambio climático para ciudadanos y empresas A-53 Concienciación y sensibilización de la sociedad en relación con la descarbonización A-54 Mantener y mejorar las redes de información relacionadas con la calidad del aire y el cambio climático A-58 Liderazgo de la administración regional en el fomento y apoyo a la transición energética y Climática
Una de las mayores regiones europeas en PIB per cápita (Plan Regional de Investigación Científica e Innovación Tecnológica 2016-2020)		
Tejido empresarial fuerte capaz de traccionar la transición energética (por ejemplo: empresas relevantes sector transportes)		
Presencia Centros e Institutos de investigación de reconocido prestigio tanto en el campo de la energía como en el del transporte		
Disposición de profesionales y sistema educativo universitario de alta especialización y cultura en términos de energía Los sectores: educativo, empresarial, I+D+i, administrativo (la sede del IDAE está en Madrid, como la sede del MITERD y otros Órganos de Gobierno de nivel estatal)		

BOCM-20240115-10

Fortalezas	Mantener	Áreas de actuación asociadas
Está en proceso de elaboración la Ley de Movilidad Sostenible, la Ley de Sostenibilidad Energética y la Estrategia de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático de la CM.		
Región atractiva para inversores (por ejemplo: acapara el 31 % de la inversión recibida en el sector industrial en España. (Plan industrial de la comunidad de Madrid))	Declaración de intenciones sólida y clara a medio y largo plazo que considere a todos los actores de la transición energética y aporte certidumbre a inversores, por medio de una estrategia energética cuantificado y que garantice un seguimiento de los objetivos planteados. Todo ello de forma que favorezca el mantenimiento del tejido empresarial en la región y la continuidad de la inversión.	A-57 Revisión y simplificación de procedimientos administrativos
Ciudades referencia a nivel nacional en el despliegue de transporte público		A-2 Apoyo al cambio modal A-4 Impulso a la transformación de las flotas de transporte de viajeros y mercancías mediante el uso de tecnologías y combustibles menos contaminantes A-5 Renovación de la flota institucional y de la flota de autobuses urbanos e interurbanos
Experiencia previa en el diseño de planes energéticos (2004-2012 y horizonte 2020) así como en el despliegue de actuaciones energéticas.		
Infraestructura energética robusta que garantiza un alto grado de seguridad de suministro	Colaboración con REE y distribuidoras energéticas para el estudio detallado de la red eléctrica y el análisis de su capacidad actual para acoger sistemas de generación distribuida renovable sin afectar a la calidad y seguridad del	A-14 Garantizar la calidad y continuidad del suministro energético A-15 Adaptación de las redes eléctricas para la integración de generación distribuida

BOCM-20240115-10

Fortalezas	Mantener	Áreas de actuación asociadas
	suministro, así como de aquellos puntos críticos a intervenir.	
Alta disponibilidad de cubiertas para autoconsumo	No aplica	A-9 Certificación y rehabilitación energética de los edificios de los sectores residencial y comercial A-10 Certificación, rehabilitación energética y autoconsumo en los edificios públicos los edificios públicos de la Comunidad de Madrid A-12 Apoyo al autoconsumo renovable tanto individual como compartido en el sector residencial y comercial A-16 Fomento de la instalación de tecnologías de generación eléctrica renovable
Alta irradiación solar (unos 5 kWh/m^2 día) en la región	No aplica	
Alta sensibilidad social frente a las emisiones: la sociedad madrileña es consciente del problema que supone la contaminación.	Continuar con el desarrollo de campañas de sensibilización y concienciación ciudadana	A-52 Acceso a la información sobre energía, calidad del aire y cambio climático para ciudadanos y empresas A-53 Concienciación y sensibilización de la sociedad en relación con la descarbonización A-54 Mantener y mejorar las redes de información relacionadas con la calidad del aire y el cambio climático A-58 Liderazgo de la administración regional en el fomento y apoyo a la transición energética y Climática

BOCM-20240115-10

Fortalezas	Mantener	Áreas de actuación asociadas
Comunidad pionera y de mayor volumen en la emisión de bonos sostenibles	Diálogo con instituciones financieras para escalar la implantación de nuevos mecanismos e instrumentos financieros orientados a la sostenibilidad medioambiental y energética	A-51 Impulso de I+D+i A-52 Acceso a la información sobre energía, calidad del aire y cambio climático para ciudadanos y empresas A-53 Concienciación y sensibilización de la sociedad en relación con la descarbonización A-54 Mantener y mejorar las redes de información relacionadas con la calidad del aire y el cambio climático A-58 Liderazgo de la administración regional en el fomento y apoyo a la transición energética y Climática
Planificación urbana con importante componente de construcción y rehabilitación de edificaciones sostenibles	Tendencia urbanista inspirada en sostenibilidad medioambiental y eficiencia energética	A-55 Incorporación de la componente climática en las políticas regionales

Oportunidades	Explotar	Áreas de actuación asociadas
Utilización de los fondos de recuperación COVID-19 para la transición energética	Aprovechar los fondos de recuperación Covid-19 para afrontar inversiones sostenibles económica y medioambientalmente que permitan a la Comunidad de Madrid afrontar la transición energética y reforzar la calidad del empleo regional.	A-18 Fomento de las tecnologías del hidrógeno A-51 Impulso de i+d+i
Alto potencial para una penetración masiva del	Creación de un marco favorable para la atracción de	

BOCM-20240115-10

Oportunidades	Explotar	Áreas de actuación asociadas
autoconsumo fotovoltaico y toda su cadena de valor asociada (sector fotovoltaico, baterías, gestión inteligente, servitización, desarrollo local…) y su posible impacto positivo sobre el tejido empresarial de la región.	empresas que formen parte de la cadena de valor del sector energético y tecnológico (fabricación, instalación, mantenimiento…).	A-16 Fomento de la instalación de tecnologías de generación eléctrica renovable A17 Fomento del despliegue de tecnologías de almacenamiento energético A-19 Promoción de las empresas de servicios energéticos A-20 Apoyo a la creación de comunidades energéticas A-23 Fomento de la cogeneración de alta eficiencia A-26 Incorporación de renovables en el sector industrial en el marco del plan industrial
Creación de empleo si va acompañada de formación especializada a todos los niveles		
Potencial de atracción de fabricantes de equipos/tecnologías relevantes/innovadores en términos energéticos		
Presencia de un marco normativo europeo, nacional, regional y local en favor de la eficiencia energética (CTE, RITE, certificación de la eficiencia energética en edificios, Directiva 2012/27/UE…)	Alineamiento de los planes energéticos regionales a los planes y directivas de niveles superior.	A-58 Liderazgo de la administración regional en el fomento y apoyo a la transición energética y Climática
Nuevos modelos de economía circular para la valorización energética de residuos, reutilización y reciclado suponen valor añadido para empresa (plan gestión residuos).	Campañas de sensibilización para la aplicación de sistemas de economía circular en las empresas madrileñas.	A-22 Aprovechamiento del calor residual y gestión eficiente de los procesos A-30 Gestión de los residuos basada en un enfoque de economía circular A-31 Utilización de residuos para generación de gases renovables y biocombustibles A-53 Concienciación y sensibilización de la sociedad en relación con la descarbonización

BOCM-20240115-10

Oportunidades	Explotar	Áreas de actuación asociadas
Gran flexibilidad y alto grado de mallado de la red eléctrica permite una buena oportunidad de integración de energías renovables distribuidas. (Plan Energético de la Comunidad de Madrid Horizonte 2020)	Puesta en marcha de programas de fomento del autoconsumo y eliminación de barreras administrativas que puedan suponer impedimentos	A-15 Adaptación de las redes eléctricas para la integración de generación distribuida A-16 Fomento de la instalación de tecnologías de generación eléctrica renovable A-20 Apoyo a la creación de comunidades energéticas A-26 Incorporación de renovables en el sector industrial en el marco del plan industrial A-57 Revisión y simplificación de procedimientos administrativos
Implementaciones en el marco del Programa de Fomento para la Regeneración Urbana de la Comunidad de Madrid enfocados a reducir la pobreza energética	Diseño de estrategias que continúen con la labor realizada por el Programa de Fomento para la Regeneración Urbana de la Comunidad de Madrid enfocados a reducir la pobreza energética	A-21 Protección de los consumidores de energía
Entrada de nuevos modelos de negocio (carsharing, última milla, MaaS, cooperativas, etc.) que contribuyan a la reducción del consumo energético.	Atracción de nuevas empresas y startups basadas en nuevos modelos de negocio sostenible (carsharing, última milla, MaaS, cooperativas, etc.)	A-2 Apoyo al cambio modal A-4 Impulso a la transformación de las flotas de transporte de viajeros y mercancías mediante el uso de tecnologías y combustibles menos contaminantes
Desarrollo nacional y europeo de políticas industriales basadas en la I+D+i y mejora de los procesos industriales que suponen una reducción de la intensidad energética (Plan industrial de la comunidad de Madrid)	Promoción de los planes de transferencia de conocimiento de los centros de investigación de la comunidad de Madrid hacia el tejido industrial y empresarial	A-51 Impulso de i+d+i

BOCM-20240115-10

Oportunidades	Explotar	Áreas de actuación asociadas
Buenas perspectivas de desarrollo tecnológico y reducción de costes a futuro		A-51 Impulso de i+d+i
Desarrollo e implantación de tecnologías disruptivas como el hidrógeno verde o la digitalización.	Dotación de presupuesto para el desarrollo de proyectos piloto y demostración de tecnologías disruptivas	A-6 Impulso a la movilidad basada en el hidrógeno 100 % renovable A-18 Fomento de las tecnologías del hidrógeno A-23 Fomento de la cogeneración de alta eficiencia A-34 Introducir y favorecer la implantación de la energía geotérmica de alta entalpía A-35 Favorecer el desarrollo de los combustibles sintéticos A-51 Impulso de i+d+i
Previsión de infraestructuras de transporte adaptadas a futuros usos energéticos para perdurar más allá de 2030.	Estudios para la posible adaptación de la infraestructura actual para que acoja a los combustibles del futuro	A-6 Impulso a la movilidad basada en el hidrógeno 100 % renovable A-15 Adaptación de las redes eléctricas para la integración de generación distribuida A-18 Fomento de las tecnologías del hidrógeno A-35 Favorecer el desarrollo de los combustibles sintéticos A-51 Impulso de i+d+it
La renovación de las infraestructuras energéticas: eléctricas, gasísticas, de transporte, con criterios de eficiencia, digitalización e incorporación de energías renovables.		
Clara apuesta del sector del automóvil hacia las tecnologías más limpias	Dar continuidad a los programas de financiación y ayuda para la adquisición de vehículos de cero y bajas emisiones	A-2 Apoyo al cambio modal A-3 Impulso a la movilidad eléctrica y baja en emisiones A-6 Impulso a la movilidad basada en el hidrógeno 100 % renovable
Gran parque de viviendas para la implementación de un programa de rehabilitación y eficiencia energética y alto grado de urbanización con	Aplicación de estrategias de rehabilitación integrales en el marco del ERESEE y los planes regionales existentes	A-9 Certificación y rehabilitación energética de los edificios de los sectores residencial y comercial

BOCM-20240115-10

Oportunidades	Explotar	Áreas de actuación asociadas
potencial de implementar ciudades inteligentes		
Proyectos innovadores como Madrid Nuevo Norte, que pueden constituirse como vitrinas para apalancar financiamiento sostenible y lograr replicabilidad y escalamiento.	Expandir la planificación de nuevos proyectos de urbanismo sostenible acompañada de una divulgación efectiva que genere tracción en mercados de capitales locales e internacionales	A-55 Incorporación de la componente climática en las políticas regionales A-58 Liderazgo de la administración regional en el fomento y apoyo a la transición energética y Climática

BOCM-20240115-10

6. EJECUCIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA ESTRATEGIA

6.1. Ejecución de la Estrategia

A lo largo del Capítulo 5 del presente documento se han presentado las áreas de actuación donde se deberían encuadrar las medidas consideradas en la Estrategia para la consecución de los objetivos estratégicos y la evolución del modelo energético de la Comunidad de Madrid hacia un sistema bajo en carbono. El conjunto de las acciones que deberían diseñarse y ponerse en marcha dentro de cada área de actuación se debe enfocar en una apuesta por la eficiencia energética primero, centrando los esfuerzos principales en los sectores de mayores consumos, como son los de transporte y RCI, teniendo, asimismo, en cuenta, el papel central que juega la ciudadanía.

Para facilitar este proceso, que por otra parte ya está en marcha, se han identificado los agentes principales responsables del desarrollo de las áreas de actuación. De esta manera, junto con la descripción y mecanismos de acción posibles correspondientes se introducen también los organismos con competencias en la materia que deberían estar implicados en cada una de las acciones concretas dentro de cada área de actuación.

Una vez aprobada la estrategia se deben revisar los planes y programas de la administración madrileña que tengan relación con los ámbitos de aplicación de la energía, aire y clima. Así los planes y programas de la administración en ejecución deberían considerar si se encuentran alineados con la estrategia y si es necesario reforzar o atenuar alguna de sus líneas de actuación.

De igual manera el resto de los ámbitos de la administración autonómica como son las empresas públicas, entes, organismos o fundaciones de carácter público, así como las administraciones locales disponen en esta estrategia de una guía para implementar o revisar sus propios planes y programas.

Entre los anexos a la estrategia se encuentra tanto el Plan de mejora de la Calidad del Aire, así como propuestas de actuaciones municipales para enfrentarse al incremento de los fenómenos extremos en municipios, especialmente enfocado a los posibles problemas e idiosincrasia de nuestra comunidad.

BOCM-20240115-10

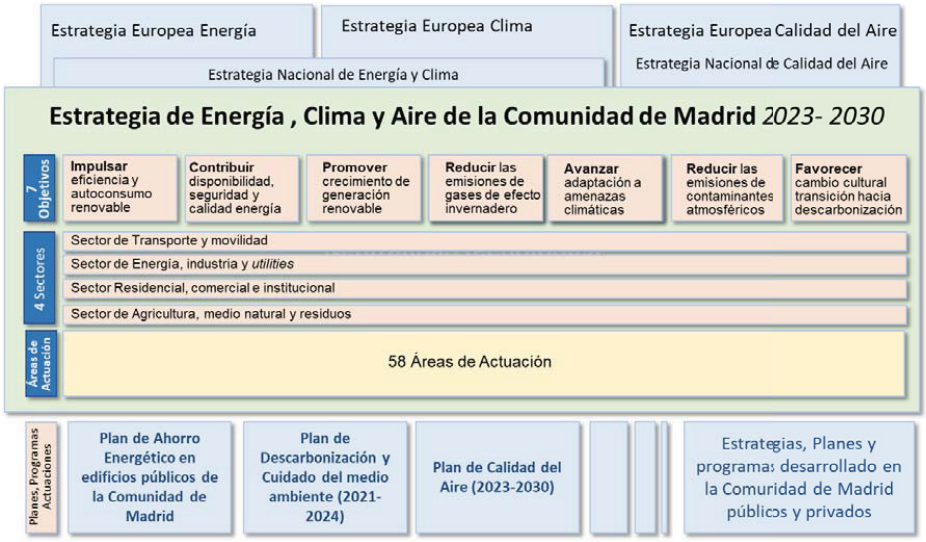


Ilustración 104. Jerarquía de implantación del Plan Estratégico de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid 2023- 2030 (Fuente: Elaboración propia).

La responsabilidad principal de interpretación/orientación de la estrategia, el impulso y apoyo a los responsables de la adopción y puesta en marcha de medidas o acciones concretas y la coordinación en la ejecución de las actuaciones para que alcancen los objetivos propuestos, corresponde a la dirección general competente en materia de transición energética de la Comunidad de Madrid.

Asimismo, dada la gran transversalidad de la estrategia y la multitud de dimensiones que se ven afectas por él, también será necesaria la implicación de otros Centros Gestores y Organismos Públicos para hacer efectivo el plan de actuación. De esta manera, desde la dirección general competente en materia de energía se gestionará la puesta en marcha de las medidas y el alineamiento de los diferentes organismos implicados por la estrategia con respecto a este ámbito, garantizando una participación eficiente y teniendo en consideración las competencias de cada institución.

De igual manera, desde la Dirección General competente en Calidad del aire se pondrá en marcha los programas necesarios para el cumplimiento de los objetivos de Calidad del Aire, que deberán ser posiblemente revisados en los próximos años al estar actualmente los límites de emisión en proceso de revisión.

De especial relevancia es la participación de la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (Fenercom), fundación pública madrileña con largo recorrido e implicación en el despliegue de acciones de carácter energético en la región. En este sentido, la Fundación es un agente fundamental en la ejecución de los diversos instrumentos de ayuda, financiados con fondos estatales o autonómicos. También se requiere su participación en aquellas acciones de difusión y concienciación de la ciudadanía y

BOCM-20240115-10

empresas en materia energética. Fenercom elabora, además, el balance energético anual de la región, un documento clave para conocer la evolución de las fuentes y el consumo de energía.

La implicación de organismos técnicos del ámbito nacional, como Red Eléctrica de España (REE) o el Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE), también será necesaria para la integración con aquellos sistemas y mecanismos puestos en marcha a nivel estatal. Por ejemplo, para aquellas acciones referentes a la generación eléctrica y con implicaciones sobre la red de transporte se tendrá en consideración la valoración técnica de REE.

6.2. Gobernanza de la Estrategia

La presente Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid 2023- 2030 es un marco común de actuación en el que se diseñan, desarrollan e implementan distintos planes, actuaciones y medidas por parte no solo de las administraciones, sino también de empresas y organismos públicos y privados.

La ejecución directa de dichos planes y su seguimiento corresponderá a los centros gestores competentes y a los organismos que estos determinen. De igual manera tanto la sociedad madrileña como sus empresas y administraciones tienen necesariamente que implicarse en la descarbonización de sus actuaciones, con el fin de cumplir con los objetivos establecidos a nivel europea, nacional y autonómico.

Oficina de implantación de la Estrategia

El impulso y liderazgo de la Estrategia, así como el seguimiento y la coordinación de las medidas y acciones en él comprendidas corresponden a la **Consejería competente en materia de transición energética**, **cambio climático y calidad del aire**, que se apoyará para el ejercicio de sus funciones de seguimiento y coordinación en una Oficina de Implantación de la Estrategia dependiente orgánica y funcionalmente de dicha Consejería. Dicha oficina no implicara la creación de un organismo o ente distinto a la propia administración de la que forma parte.

La necesaria implicación de distintos centros gestores de la Comunidad de Madrid en la ejecución de la Estrategia, así como el necesario alineamiento de las medidas que cada una ejecuta hace necesario el establecimiento de una entidad interdepartamental.

Comisión Interdepartamental de Energía y Cambio Climático de la Comunidad de Madrid

Actualmente existe una **Comisión Interdepartamental de Cambio climático**, a partir de la cual proponemos que se promueva su transformación en una **Comisión Interdepartamental de Energía y Cambio Climático de la Comunidad de Madrid** que sería un órgano colegiado regulado por la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público.

BOCM-20240115-10

Esta Comisión Interdepartamental tendrá un régimen de funcionamiento y una composición que será la que establezca su Decreto de creación. En la Comisión Interdepartamental deberán estar representadas al menos las Consejerías con las siguientes competencias:

- Presidencia
- Hacienda
- Energía
- Medio Ambiente
- Salud
- Agricultura
- Economía
- Transportes e Infraestructuras
- Universidades, Ciencia e Innovación

Además, deberán formar parte los siguientes organismos y áreas:

a) Consorcio Regional de Transportes de Madrid
b) Canal de Isabel II
c) Institutos IMDEA-Energía, IMDEA-Agua e IMDEA-Alimentación
d) Instituto Universitario de Investigación del Automóvil (INSIA)
e) Seguridad, Protección Civil y Emergencias
f) Agencia de Seguridad y Emergencias Madrid 112

Las funciones de la Mesa estarán establecidas en su Decreto de creación y podrán las siguientes:

- Formulación de propuestas dirigidas a asegurar el desarrollo de la Estrategia y su cumplimiento.
- Evaluación, dentro de las previsiones que anualmente establezcan las leyes de presupuestos regionales, de los recursos y necesidades presupuestarias y propuesta de asignación de los fondos públicos destinados a las diferentes medidas que integren la Estrategia.
- Realizar la coordinación de las actuaciones contenidas en la Estrategia.
- Debate de las cuestiones propuestas, en el ámbito sustantivo de la Mesa.
- Propuesta de medidas y actuaciones que tengan con objeto promover la consecución de los objetivos de la Estrategia
- Seguimiento de las medidas y actuaciones acordadas.
- Ser el canal de cooperación con otras administraciones públicas ajenas a la Comunidad de Madrid en la ejecución de actuaciones en el ámbito de la Estrategia que coadyuven a la consecución de sus objetivos.

Comité científico-técnico de Sostenibilidad y Cambio Climático

La Comunidad de Madrid cuenta con el Comité científico-técnico de Sostenibilidad y Cambio Climático, con el objetivo de disponer opinión experta y cualificada para poder contrastar las políticas de cambio climático y su posible aplicación y seguimiento.

BOCM-20240115-10

Los expertos que integran este comité, constituido en 2019, forman parte de entidades públicas, privadas e independientes reconocidas en el ámbito de la investigación y la ciencia, a nivel nacional e internacional. Así, participan expertos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), de la Oficina Española del Cambio Climático, del Instituto de Salud Carlos III, la Fundación para la Investigación del Clima, la Agencia Española de Meteorología (AEMET), el laboratorio de ideas *Economics for Energy*, el Instituto Madrileño de Estudios Avanzados (IMDEA) Agua e IMDEA Energía o Grupo Red Eléctrica, entre otros, así como investigadores de universidades públicas madrileñas como la Universidad Politécnica de Madrid, Universidad de Alcalá, Universidad Carlos III, Universidad Autónoma de Madrid y Universidad Rey Juan Carlos.

El comité servirá de soporte para analizar los escenarios climáticos y su impacto, valorar los indicadores de adaptación al cambio climático o los estudios de impacto específicos del cambio climático en la región, por ejemplo, los referidos a los recursos hídricos, así como para evaluar las respuestas y necesidades ante un escenario del incremento medio de las temperaturas, así como la adaptación ante posibles riesgos naturales, entre otros. También prestará apoyo y asesoramiento para determinar las líneas de actuación prioritarias en los planes de mitigación y adaptación regionales y podrán realizar evaluaciones técnicas previas de las medidas que se vayan a implementar en la región.

Sección de Calidad del Aire del Consejo de Medio Ambiente

La misión de la Sección de Calidad del Aire del Consejo de Medio Ambiente se encarga de coordinar, valorar, proponer y protocolizar la adopción de las medidas tendentes a evitar la superación de los umbrales de alerta o, en su caso, paliar los efectos de las superaciones de dichos umbrales, según la legislación vigente sobre la materia.

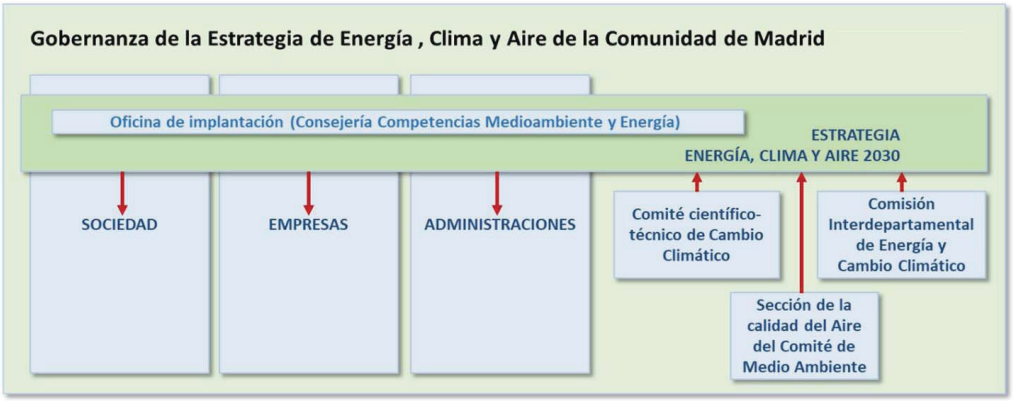


Ilustración 105. Gobernanza de la Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid 2023-2030 (Fuente: Elaboración propia).

Se reúne cuando, en función de la situación de las concentraciones de los contaminantes regulados y habida cuenta de las condiciones atmosféricas concurrentes y su previsible

BOCM-20240115-10

evolución, se considere necesario la adopción de medidas tendentes a evitar la superación de los umbrales de alerta o paliar los efectos de dichas superaciones, así como en aquellos otros casos en que se considere necesario. En todo caso, la Sección se reunirá, con carácter inmediato, cuando se supere el umbral de alerta correspondiente.

También tiene como función las que atribuya a la Comunidad de Madrid la legislación vigente en materia de evaluación y gestión de calidad del aire.

6.3. Fuentes de financiación

Los compromisos y objetivos marcados para el año 2030 son ambiciosos en términos de reducción de emisiones, incremento de la cuota de renovables y de mejora de la eficiencia energética, reduciendo el consumo final. Un factor determinante es el de la financiación para poderlo llevar a cabo. La Comisión Europea estima en más de un billón de euros las necesidades de financiación para la próxima década en inversiones ligadas a la transición energética.

A nivel nacional el PNIEC estima un volumen de inversiones de 241.000 millones de euros para el periodo 2021-2030. Su agrupación por medidas refleja el siguiente reparto: renovables 38%, ahorro y eficiencia 35%, redes y electrificación 24% y resto de medidas un 3%. Y su aplicación por sectores de demanda refleja la siguiente distribución prevista: Sector eléctrico 53%, Transporte 23%, Edificación (residencial y terciario) 19%, Industria 3%, Agricultura 1,5% y otros 2%.

En el ámbito del empleo se estima que el PNIEC generará un aumento neto entre 253.000 y 348.000 empleos por año (aumento del 1,7% en el empleo en 2030), lo que implica una reducción de la tasa de paro entre un 1,1% y un 1,6%. Por sectores los servicios, la industria manufacturera y la construcción serían los que generarían un mayor impacto.

En el caso de nuestra región, el despliegue del PNIEC 2030 y de la Estrategia Energética de la Comunidad de Madrid a 2030 se estima que implicará un volumen de inversiones del orden de 30.000 – 40.000 millones de euros en el periodo 2021-2030. Por sectores de demanda será el transporte, la edificación y el sector energético los que aglutinarán la mayor parte de estas inversiones, dado el carácter específico de la Comunidad de Madrid con respecto a estos sectores.

Es previsible que en la Comunidad de Madrid el impacto, tanto en el sector servicios como en el sector de la construcción, sea superior al previsto a nivel nacional. En el caso del sector de la construcción debido a las inversiones en rehabilitación de viviendas y en el despliegue de las infraestructuras necesarias en la electrificación de la economía. Y, en el caso de los servicios, debido al impacto indirecto e inducido asociado a este sector que en la economía de la Comunidad de Madrid tiene un mayor peso que a nivel nacional.

Del volumen de inversión previsto, alrededor de un 80% corresponderá al sector privado y el resto corresponderá el sector público. Por tanto, el proceso de transición y el objetivo

BOCM-20240115-10

de la Estrategia es poder articular las medidas necesarias para que desde el sector privado se pueda llevar a cabo el grueso de las inversiones previstas, teniendo la financiación pública un objetivo catalizador y ejemplarizante. Cabe destacar que la mayor parte de la financiación pública tendrá, a su vez, un origen vinculado a financiación europea y presupuestos nacionales. Por tanto, la alineación del PNIEC 2021-2030 y la Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid 2023-2030 será más necesario, si cabe.

6.3.1. Next Generation EU

En julio de 2020, el Consejo Europeo acordó un instrumento excepcional de recuperación temporal conocido como Next Generation EU[78] (Próxima Generación UE) dotado con 750.000 millones de euros para el conjunto de los Estados Miembros. Los fondos pueden utilizarse para conceder préstamos reembolsables por un volumen de hasta 360.000 millones de euros y transferencias no reembolsables por una cantidad de 390.000 millones de euros.

Los dos instrumentos de mayor volumen del Next Generation EU son los siguientes:

- El **Mecanismo para la Recuperación y la Resiliencia (MRR)**, constituye el núcleo del Fondo de Recuperación y está dotado con **672.500 millones de euros**. Su finalidad es apoyar la inversión y las reformas en los Estados Miembros para lograr una recuperación sostenible y resiliente, al tiempo que se promueven las prioridades ecológicas y digitales de la UE. **España recibirá un total de aproximadamente 140.000 millones** de euros (hasta 2026), de los que 60.000 millones corresponden a transferencias no reembolsables
- El **Fondo REACT-EU**, está dotado con **47.500 millones de euros**. Los fondos de REACT-EU operan como fondos estructurales, pero con mayor flexibilidad y agilidad en su ejecución. REACT-EU promoverá la recuperación ecológica, digital y resiliente de la economía. **España recibirá algo más de 12.000 millones de euros** para su ejecución en el periodo 2021-22

Next Generation EU también aportará fondos adicionales a otros programas o fondos europeos, como el Fondo Europeo Agrario de Desarrollo Rural (FEADER) y el Fondo de Transición Justa (FTJ), de los cuales España recibirá 720 y 450 millones de euros, respectivamente.

El Mecanismo para la Recuperación y la Resiliencia (MRR)[79] constituye el núcleo del Fondo de Recuperación y está dotado con 672.500 millones de euros, de los cuales 360.000 millones se destinarán a préstamos y 312.500 millones de euros se constituirán como transferencias no reembolsables. Su finalidad es apoyar la inversión y las reformas en los Estados Miembros para lograr una recuperación sostenible y resiliente, al tiempo que se promueven las prioridades ecológicas y digitales de la UE.

[78] https://www.hacienda.gob.es/es-ES/CDI/Paginas/FondosEuropeos/Fondos-relacionados-COVID/Next-Generation.aspx

[79] https://www.hacienda.gob.es/es-ES/CDI/Paginas/FondosEuropeos/Fondos-relacionados-COVID/MRR.aspx

BOCM-20240115-10

Para alcanzar esos objetivos, cada Estado Miembro debe diseñar un Plan Nacional de Recuperación y Resiliencia que incluya las reformas y los proyectos de inversión necesarios para alcanzar esos objetivos.

El **Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) de la economía española prevé la movilización de más de 140.000 millones de euros de inversión pública hasta 2026**. El Plan, aprobado por Acuerdo del Consejo de Ministros de 27 de abril de 2021 (publicado en el BOE de 30 de abril) tiene cuatro ejes transversales que se vertebran en 10 políticas palanca, dentro de las cuales se recogen treinta componentes, que permiten articular los programas coherentes de inversiones y reformas del Plan: la transición ecológica, la transformación digital, la cohesión social y territorial, y la igualdad de género.

Asimismo, y como parte del Pacto Verde de la UE, la Comisión ha definido una serie de medidas enmarcadas en el Plan de Finanzas Sostenibles entre las que se encuentra el «Reglamento (UE) 2020/852 del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de junio de 2020, relativo al establecimiento de un marco para facilitar las inversiones sostenibles y por el que se modifica el Reglamento (UE) 2019/2088» («Reglamento de Taxonomía»). Este reglamento establece en su artículo 17 el llamado principio de "no causar perjuicio al medio ambiente" o DNSH (por sus siglas en inglés, "Do Not Significant Harm").

De acuerdo con este principio, las actividades económicas no deben causar perjuicios significativos y, además, deben activamente contribuir, a los siguientes objetivos ambientales:

1. La mitigación del cambio climático.
2. La adaptación al cambio climático.
3. El uso sostenible y la protección de los recursos hídricos y marinos.
4. La economía circular.
5. La prevención y control de la contaminación.
6. La protección y recuperación de la biodiversidad y los ecosistemas

La aplicación del principio DNSH sirve, además, de referencia a todas las actuaciones que se ejecuten dentro del Plan Nacional de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), de acuerdo con el Reglamento (UE) 2021/241 del Parlamento Europeo y la Comisión, por el que se establece el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (Reglamento MRR). Constituye también un marco esencial para las entidades sujetas a la Directiva de Divulgación de Información No Financiera (NFRD) (grandes empresas de interés público con más de 500 empleados) y los participantes en los mercados financieros. A ese fin, los titulares de las actividades deben tener en cuenta el respeto los seis objetivos medioambientales en los productos y servicios generados a lo largo de todo su ciclo de vida.

El principio DNSH es la base de un sistema de clasificación de actividades económicas ambientalmente sostenibles que está expandiéndose progresivamente en la legislación europea y que pretende establecer criterios medioambientales coherentes con el Pacto Verde Europeo en el campo de las finanzas públicas y privadas a largo plazo. En ese

BOCM-20240115-10

contexto, la Taxonomía de la Unión Europea pretende contribuir al objetivo de una Europa climáticamente neutra para 2050, reorientando las inversiones públicas y privadas hacia aquellos proyectos y actividades económicas con una incidencia positiva y sustancial en el clima y el medio ambiente. Además, impone obligaciones de información para las empresas y los participantes en los mercados financieros.

De acuerdo con el artículo 3 del Reglamento de Taxonomía, una actividad económica tendrá la consideración de "medioambientalmente sostenible" cuando reúna cuatro requisitos simultáneamente:

a) contribuya sustancialmente a uno o varios de los objetivos medioambientales anteriormente reseñados,

b) no cause ningún perjuicio significativo a alguno de tales objetivos medioambientales,

c) se lleve a cabo de conformidad con una serie de garantías mínimas y

d) se ajuste a los criterios técnicos de selección que hayan sido establecidos por la Comisión

En cuanto a los objetivos ambientales relacionados con el principio DNSH más evidentemente aplicables a la presente Estrategia, el artículo 10 del Reglamento de Taxonomía considera que una actividad económica contribuye de forma sustancial a mitigar el cambio climático cuando apoya de forma sustancial la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera en un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas con el sistema climático en consonancia con el objetivo a largo plazo referente a la temperatura del Acuerdo de París, mediante la elusión o reducción de las emisiones de tales gases o el incremento de su absorción, en su caso mediante la innovación en los procesos o productos, por una serie de medios.

Entre tales medios, el Reglamento de Taxonomía incluye la generación, la transmisión, el almacenamiento, la distribución o el uso de energías renovables, la mejora de la eficiencia energética, el aumento de la movilidad limpia o climáticamente neutra el paso a la utilización de materiales renovables procedentes de fuentes sostenibles, el aumento del uso de tecnologías de captura y utilización de carbono y de captura y almacenamiento de carbono seguros para el medio ambiente que generen una reducción neta de las emisiones de gases de efecto invernadero, el refuerzo de los sumideros de carbono, en particular mediante la prevención de la deforestación y de la degradación de los bosques, la recuperación de los bosques, la gestión sostenible y la recuperación de las tierras agrícolas, los pastizales y los humedales, la forestación y la agricultura regenerativa, la implantación de la infraestructura energética necesaria para posibilitar la descarbonización de los sistemas de energía, la producción de combustibles limpios y eficientes a partir de fuentes renovables o neutras en carbono, o la facilitación de cualquiera de las actividades mencionadas.

De la misma forma, el artículo 11 del Reglamento de Taxonomía considera que una actividad económica **contribuye de forma sustancial a la adaptación al cambio climático** cuando prevea soluciones de adaptación frente a los efectos adversos del

BOCM-20240115-10

clima, sin aumentar el riesgo de efectos adversos sobre las personas, la naturaleza o los activos.

A los efectos de la Estrategia, es igualmente destacable que el artículo 14 del Reglamento de Taxonomía establece que una actividad económica **contribuye de forma sustancial a la prevención y el control de la contaminación** cuando prevenga o, cuando esto no sea posible, reduzca las emisiones contaminantes a la atmósfera, el agua o la tierra, distintas de los gases de efecto invernadero o mejore los niveles de calidad del aire, el agua o el suelo en las zonas en las que la actividad económica se realiza y minimizar al mismo tiempo los efectos adversos para la salud humana y el medio ambiente, o el riesgo de generarlos.

De la misma manera, en sentido negativo, y a los efectos de la Presente Estrategia, el artículo 17 del Reglamento de Taxonomía define que una actividad económica **causa un perjuicio significativo a los objetivos medioambientales** cuando, entre otras circunstancias, dé lugar a considerables emisiones de gases de efecto invernadero, provoque un aumento de los efectos adversos de las condiciones climáticas actuales y de las previstas en el futuro, sobre sí misma o en las personas, la naturaleza o los activos o dé lugar a un aumento significativo de las emisiones de contaminantes a la atmósfera, el agua o el suelo, en comparación con la situación existente antes del comienzo de la actividad.

Por su parte, el Reglamento Delegado (UE) 2021/2139 de la Comisión, de 4 de junio de 2021, completa el Reglamento de Taxonomía estableciendo los criterios técnicos de selección para determinar las condiciones en las que se considera que una actividad económica contribuye de forma sustancial a la mitigación del cambio climático o a la adaptación al mismo, y para determinar si esa actividad económica no causa un perjuicio significativo a ninguno de los demás objetivos ambientales. Este Reglamento Delegado es muy importante ya que permite determinar si se cumplen tres de los cuatro requisitos necesarios para considerar una actividad económica como "medioambientalmente sostenible" conforme al Reglamento de Taxonomía.

Por consiguiente, el principio DNSH y, en general, las condiciones establecidas por el Reglamento de Taxonomía europea y sus Reglamentos Delegados deben constituir una referencia esencial en el desarrollo de la EECAM. En ese sentido, la Estrategia en su conjunto y, específicamente, la definición de las Áreas de Actuación y las actividades subvencionables ha tenido en cuenta los objetivos medioambientales referidos, el principio DNSH y las definiciones de "medioambientalmente sostenible" y "perjuicio significativo" que se contienen en el Reglamento. No obstante, la plena aplicación del principio DNSH y de la Taxonomía europea será un proceso continuo que llevará años y que debe tenerse en cuenta a la hora de favorecer actividades e inversiones coherentes con el Pacto Verde Europeo. En ese sentido, la evolución de la Estrategia y sus actualizaciones deberán ir recogiendo la evolución de ese proceso.

BOCM-20240115-10

6.3.2. Mecanismos de financiación y asignaciones específicas de la Comunidad de Madrid

La asignación por Comunidades Autónomas de los fondos asociados al PRTR (tanto MRR como REACT) que gestiona la Administración General del Estado se acuerda en las correspondientes Conferencias Sectoriales. Se indican a continuación algunos programas con fondos ya asignados a las CCAA.

El **Plan de ayudas para proyectos singulares de energía limpia en municipios pequeños o en riesgo de despoblación** (Real Decreto 692/2021, de 3 de agosto), regula la concesión directa de ayudas para el desarrollo de proyectos singulares de energía limpia en municipios de reto demográfico (Programa DUS 5.000), gestionado por el IDAE. El programa cuenta con un presupuesto inicial de 75 millones de euros procedentes de los fondos europeos. **A la Comunidad de Madrid le corresponden 1.578.750 euros**, que financiarán con los correspondientes instrumentos de ayuda pública de la Comunidad de Madrid.

El Real Decreto 691/2021, de 3 de agosto, regula las subvenciones a actuaciones **de rehabilitación energética en edificios existentes**, en ejecución del Programa de rehabilitación energética para edificios existentes en municipios de reto demográfico (**Programa PREE 5000**). El programa estará vigente hasta el 31 de diciembre de 2023 y cuenta con una dotación presupuestaria de 50 millones de euros. **A la Comunidad de Madrid le corresponden 1.052.500 euros**, que financiarán con los correspondientes instrumentos de ayuda pública de la Comunidad de Madrid.

La Conferencia Sectorial de Medio Ambiente acordó el reparto de 400 millones del **Plan Moves III para incentivar la movilidad eléctrica** (Real Decreto 266/2021, de 13 de abril). De ellos, en el marco del Plan Moves III, **la Comunidad de Madrid gestionará 37.081.000 € para la adquisición de vehículos eléctricos y 15.893.173,05 € para el desarrollo de infraestructuras de recarga**.

La misma Conferencia Sectorial aprobó el reparto de 660 millones destinados a ayudas para la ejecución de diversos programas de **incentivos ligados al autoconsumo** (Real Decreto 477/2021, de 29 de junio). Los fondos, canalizados por IDAE y gestionados por las Comunidades Autónomas, se estructurarán en torno a 6 programas de incentivos y a **la Comunidad de Madrid le corresponden 91.295.991 €**.

El Real Decreto 853/2021, de 5 de octubre, regula los programas de ayuda en materia de rehabilitación residencial y vivienda social del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. Se aprueba en el marco del componente 2 del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de España, que tiene como objetivo específico conseguir unas tasas de rehabilitación energética que permitan adelantar el cumplimiento de los objetivos del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, en el marco de la Estrategia a largo plazo para la rehabilitación energética en el sector de la edificación en España (ERESEE). Asimismo, la renovación del parque de vivienda y de edificios apuesta por enfoques integrales, de modo que la mejora de la eficiencia energética y la integración de fuentes de energía renovable se acompañe de una mejora de la accesibilidad,

BOCM-20240115-10

conservación, mejora de la seguridad de utilización y la digitalización de los edificios. Estos programas están en vigor hasta 30 de junio de 2026.

Posteriormente se ha aprobado el Real Decreto 1124/2021, de 21 de diciembre, de **ayudas para la implantación de instalaciones de energías renovables térmicas** en diferentes sectores de la economía. A la Comunidad de Madrid le corresponden **22.810.945 €**, procedentes también de fondos de MRR.

6.4. Indicadores de evaluación y seguimiento

La Estrategia de Energía, Clima y Aire pretende ser una herramienta viva y necesariamente flexible para alcanzar unos objetivos de mejora constante involucrando a un gran número de agentes, incluso a la totalidad de los madrileños y, por tanto, ha de disponer de sistemas de seguimiento y control de los resultados globales.

Es del seguimiento de estos objetivos globales del que se derivaría la eventual modificación y mejora de la presente estrategia.

Con este objetivo hemos establecido una serie de indicadores globales de los diferentes objetivos estratégicos que se presentan a continuación y se desarrollan a lo largo de este capítulo.

OBJETIVO	DENOMINACIÓN DEL OBJETIVO	INDICADOR GLOBAL	
OE 1	**Impulsar** la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables	***OE1-IE1***	Intensidad energética
		OE1-IE2	Consumo de energía eléctrica por habitante
		OE1-IE3	Número de instalaciones de autoconsumo por CUP
OE 2	**Contribuir** a la mejora de la disponibilidad, seguridad y calidad del suministro de energía a un precio razonable y promoviendo el autoabastecimiento.	***OE2-IE1***	Interrupciones Año (TIEPI)
		OE2-IE2	Número de puntos de recarga eléctrica/habitante
		OE2-IE3	Número de puntos de recarga/CUP
OE 3	**Promover** el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono	***OE3-IE1***	Capacidad instalada de Energías renovables para producción eléctrica
		OE3-IE2	Producción primaria de renovables/producción total
OE 4	**Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.	***OE4-IE1***	Toneladas equivalentes de CO2/ número de habitantes
		OE4-IE2	Vehículos eléctricos/vehículos totales
		OE4-IE3	Edad media del parque circulante de vehículos
		OE4-IE4	Flota transporte público cero emisiones/total
OE 5	**Reducir** las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire	***OE5-IE1***	Valor medio anual de concentración de NO_2
		OE5-IE2	Valor medio anual de concentración de $PM_{2,5}$
		OE5-IE3	Superaciones del umbral de información a la población de Ozono troposférico

BOCM-20240115-10

OBJETIVO	DENOMINACIÓN DEL OBJETIVO	INDICADOR GLOBAL		
OE 6	**Avanzar** en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas.	***OE6-IE1***	Evolución de los parámetros climáticos en las redes de observación	
		OE6-IE2	Índice de percepción de la variable adaptación al cambio climático entre la población de la Comunidad de Madrid	
		OE6-IE3	Evolución parámetros relacionados con los recursos hídricos	Evolución consumo agua/habitante
				Porcentaje agua sometida a tratamiento terciario frente al agua derivada para consumo
OE 7	**Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.	***OE7-IE1***	Mejora en el Índice Madrileño de Concienciación sobre Descarbonización (IMCD)	

Tabla 30. Cuadro resumen de los indicadores estratégicos (Fuente: Elaboración propia).

(OE1) Impulsar la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables

OE1-IE1 Intensidad energética

Definición. - Representa la cantidad de energía que se consume para producir cada unidad de PIB. Se calcula como el cociente entre el consumo energético medido en toneladas equivalentes de petróleo (tep) y el PIB de la Comunidad de Madrid (medido en millones de euros).

Es un indicador que, de manera sintética, mide la eficiencia energética en una sociedad, teniendo en cuenta un principio esencial para un desarrollo sostenible: lograr un incremento de la riqueza producida con un menor empleo de energía.

Situación en 2019.- 47 tep/M€ (Fenercom).

Objetivo a 2030.- 36,5 tep/M€

Revisión.- anual

Teniendo en cuenta la previsión de crecimiento del PIB de la Comunidad de Madrid y el escenario de consumo energético objetivo, partiendo de una estimación de 44 tep/M€ en 2022 (por no disponer aún del dato exacto), la evolución pretendida de este indicador se muestra en la figura siguiente:

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PIB a precios constantes 2015 (M€)	421.595	248.276	252.747	257.217	261.688	266.159	270.629	275.100
Consumo energía (ktep)	10.530	10.461	10.391	10.321	10.251	10.182	10.112	10.042
Consumo/PIB (tep/€)	43,59	42,13	41,11	40,13	39,17	38,26	37,36	36,50

Tabla 31. Proyección del PIB, del consumo de energía y de la intensidad energética a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

BOCM-20240115-10

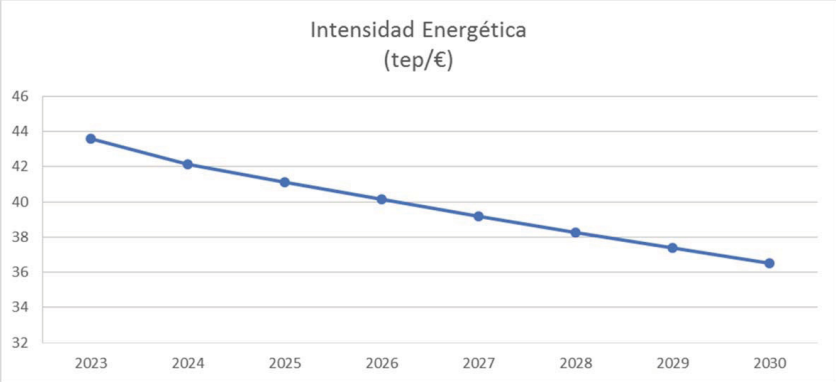


Ilustración 106. Proyección de la intensidad energética a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

OE1-IE2 Consumo de energía por habitante

Definición. - Representa la cantidad de energía que consume cada habitante de la Comunidad de Madrid. Por lo tanto, se calcula como el cociente entre el consumo energético medido en toneladas equivalentes de petróleo (tep) y el número de habitantes de la Comunidad de Madrid.

Es un indicador que, de manera sintética, mide la eficiencia energética en una sociedad, teniendo en cuenta un principio esencial para un desarrollo sostenible: lograr un incremento de la riqueza producida con un menor empleo de energía. En un entorno de economías desarrolladas, si el consumo por habitante es decreciente indica que los individuos utilizan la energía de forma más eficiente para satisfacer sus necesidades.

Situación en 2019.- 1,61 tep/habitante (Fenercom)

Objetivo a 2030.- 1,347 tep/habitante

Revisión.- anual

Teniendo en cuenta la previsión de crecimiento del PIB de la Comunidad de Madrid y el escenario de consumo energético objetivo, partiendo de una estimación de 1,54 tep/habitante en 2022 (por no disponer aún del dato exacto), la evolución pretendida de este indicador se muestra en la figura siguiente:

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Consumo energía (ktep)	10.530	10.461	10.391	10.321	10.251	10.182	10.112	10.042
Nº habitantes	6.857.401	6.950.863	7.043.069	7.133.246	7.220.130	7.302.734	7.380.708	7.453.345
Consumo/ habitante	1,54	1,50	1,48	1,45	1,42	1,39	1,37	1,35

Tabla 32. Proyección del consumo de energía, del número de habitantes y del consumo de energía por habitante a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

BOCM-20240115-10

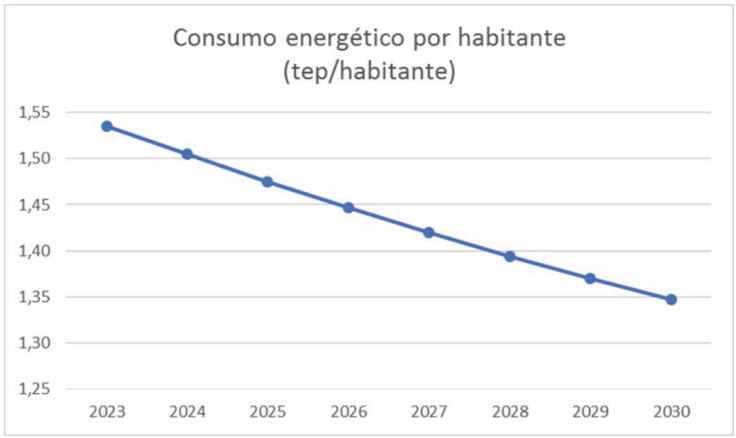


Ilustración 107. Proyección del consumo energético por habitante a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

OE1-IE3 Número de instalaciones de autoconsumo por CUP

Definición. - Este indicador expresa el número de instalaciones de autoconsumo existentes sobre el total de instalaciones de la Comunidad de Madrid. El número de instalaciones total se representa con la medición del número de CUPs (Código Universal de Puntos de Suministro), expresado en millares.

Para el cálculo de este indicador se realiza una estimación de crecimiento del número de puntos de suministro, basándonos en su serie histórica.

Situación actual. - 12 instalaciones/miles de CUPs

Objetivo a 2030.- 103,7 instalaciones/miles de CUPs

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Nº instalaciones	42.198	59.077	82.708	115.791	162.108	210.740	273.962	356.151	462.996
Potencia instalada	283.677	397.148	556.007	778.410	1.089.774	1.416.706	1.841.717	2.394.233	3.112.502
Nº CUPs	3.523.050	3.628.742	3.737.604	3.849.732	3.965.224	4.084.181	4.206.706	4.332.907	4.462.894
Nº inst/ Millar de CUPs	12,0	16,3	22,1	30,1	40,9	51,6	65,1	82,2	103,7

Tabla 33. Proyección del número de instalaciones de autoconsumo, de la potencia instalada, del número de CUPs y del número de instalaciones por cada millar de CUPs a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

BOCM-20240115-10

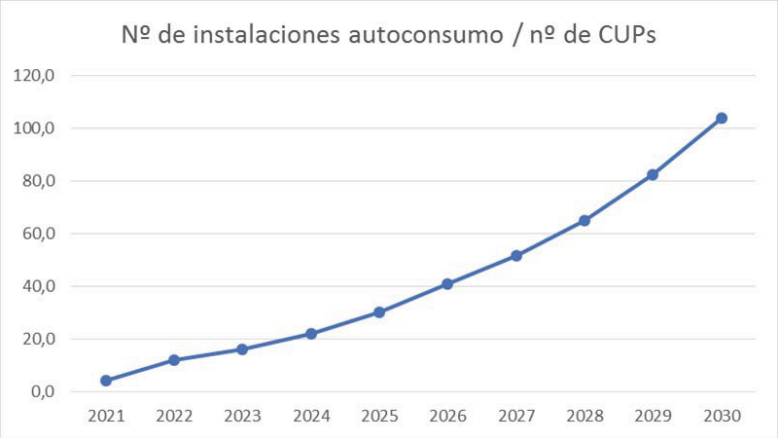


Ilustración 108. Proyección de la relación entre el número de instalaciones de autoconsumo por millar de CUPs a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

(OE2) Contribuir a la mejora de la disponibilidad, seguridad y calidad del suministro de energía a un precio razonable y promoviendo el autoabastecimiento

OE2-IE1 Tiempo de consumo eléctrico interrumpido

Definición. - Es el tiempo de interrupción equivalente de la potencia instalada en media tensión.

Es un indicador que mide el tiempo en el que el suministro eléctrico ha estado interrumpido (medido en horas). Se calcula con la siguiente fórmula:

$$TIEPI = \frac{\sum_{i=1}^{k}(PI_i x H_i)}{\sum PI}$$

Donde:

- Σ PI= suma de la potencia instalada de los centros de transformación MT/BT del distribuidor más la potencia contratada en MT (en kVA).
- PI_i = potencia instalada de los centros de transformación MT/BT del distribuidor más la potencia contratada en MT, afectada por la interrupción i de duración H i (en kVA).
- H_i = tiempo de interrupción del suministro que afecta a la potencia PI_i (en horas).
- K = número total de interrupciones durante el período considerado.

Situación actual. - Este índice presenta un valor en 2022 de 0,531. En 2021 y 2022 se ha producido un pico respecto a los valores históricos de este, habitualmente de altísima calidad. Por ejemplo, el TIEPI regional fue de 0,441h en 2019, y los valores históricos muestran un comportamiento muy plano. Sirva como comparación el que otras CC. AA.

BOCM-20240115-10

presentan valores de TIEPI mucho más elevados: Andalucía (1,3-1,6h), Castilla y León (1-1,8h), Cataluña (1-1,2h), País Vasco (0,6-1,1h). La media española oscila entre el 1,06h (2014) y 1,37h (2017) (Fuente: MITERD, https://energia.serviciosmin.gob.es/Gecos/DatosPublicos/CalidadServicio)

Objetivo a 2030.- 0,397 horas (reducción del 10% respecto a los valores históricos anteriores a 2019)

Revisión.- anual

La evolución pretendida de este indicador se muestra en la figura siguiente:

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
TIEPI	0,531	0,51425	0,4975	0,48075	0,464	0,44725	0,4305	0,41375	0,397

Tabla 34. Proyección del TIEPI a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

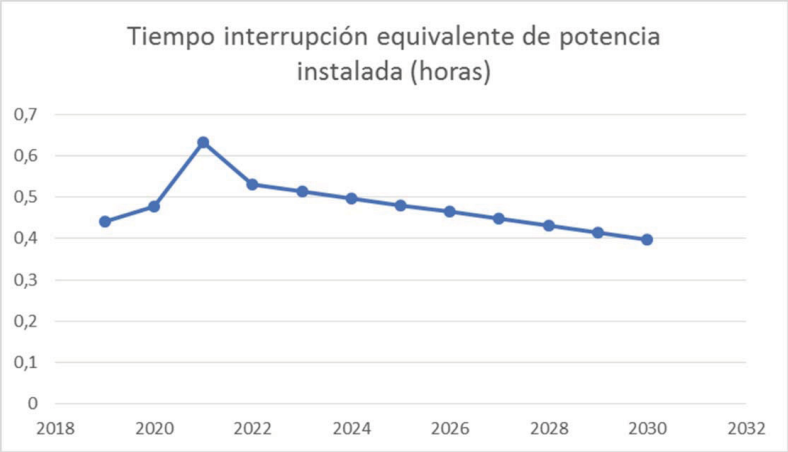


Ilustración 109. Proyección del TIEPI a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

OE2-IE2 Número de puntos de recarga para vehículos eléctricos por habitante

Definición. - Es el número de puntos de recarga de vehículos eléctricos existentes por cada millón de habitantes en la Comunidad de Madrid.

Situación actual. - 633 nº de puntos recarga / millón de habitantes

Objetivo a 2030.- 11.096 nº de puntos recarga / millón de habitantes

Revisión.- anual

BOCM-20240115-10

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Nº puntos de recarga CAM	4.320	18.256	23.472	28.410	37.947	49.136	60.325	71.515	82.704
Nº habitantes	6.825.005	6.857.401	6.950.863	7.133.246	7.133.246	7.220.130	7.302.734	7.380.708	7.453.345
Nº puntos/ Millón habitante	633	2.662	3.377	5.320	5.320	6.805	8.261	9.689	11.096

Tabla 35. Proyección del número de puntos de recarga en la Comunidad de Madrid, del número de habitantes y de la relación entre el número de puntos de recarga por millón de habitantes a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

Ilustración 110. Proyección del número de puntos de recarga por millón de habitantes a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

OE2-IE3 Número de puntos de recarga para vehículos eléctricos por CUP

Definición. - Es el número de puntos de recarga de vehículos eléctricos existentes por cada millar de CUP (Código Universal de Puntos de Suministro) en la Comunidad de Madrid.

Este indicador es una métrica que indica cuántos puntos de suministro están dedicados a la recarga de vehículos eléctricos con relación al total de puntos de suministro.

Situación actual. - 1,2 nº VE/millar de CUPs

Objetivo a 2030.- 18,5 nº VE/millar de CUPs

Revisión.- anual

BOCM-20240115-10

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Nº puntos de recarga CAM	4.320	18.256	23.472	28.410	37.947	49.136	60.325	71.515	82.704
Nº CUPs	3.523.050	3.628.742	3.737.604	3.849.732	3.965.224	4.084.181	4.206.706	4.332.907	4.462.894
Nº puntos/ Millar de CUPs	1,2	5,0	6,3	7,4	9,6	12,0	14,3	16,5	18,5

Tabla 36. Proyección del número de puntos de recarga en la Comunidad de Madrid, del número de CUPs y de la relación entre el número de puntos de recarga por millar de CUPs a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

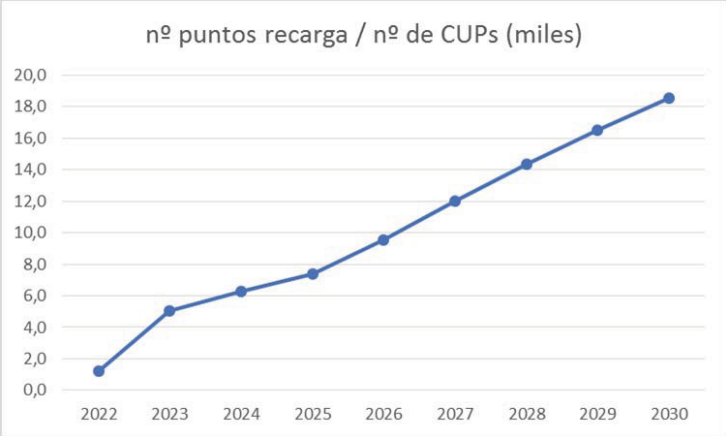


Ilustración 111. Proyección del número de puntos de recarga por millar de CUPs a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

(OE3) Promover el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono

OE3-IE1 Capacidad instalada de energías renovables para producción eléctrica

Definición. - Este indicador expresa la producción eléctrica, medida en megavatios, que se instalan en la Comunidad de Madrid, utilizando como energía primaria una fuente renovable de energía.

Debido a la ausencia de datos de alguna de las fuentes renovables y al orden de magnitud mayor que presenta la capacidad instalada debida a energía solar fotovoltaica comparándola con el resto de las fuentes, este indicador se aproxima utilizando para el cálculo del mismo solamente la capacidad instalada fotovoltaica.

Situación actual. - 70 MW

Objetivo a 2030.- 5.000 MW

BOCM-20240115-10

Revisión.- anual

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
MW instalados	70	686	1.303	1.919	2.535	3.151	3.768	4.384	5.000

Tabla 37. Proyección de la capacidad eléctrica fotovoltaica instalada a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

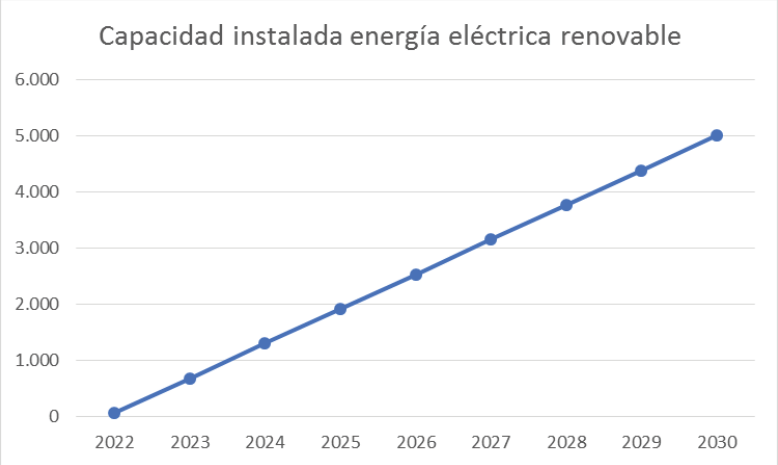


Ilustración 112. Proyección de la capacidad instalada eléctrica renovable a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

OE3-IE2 Energía renovable producida sobre la producción energética total

Definición. - Este indicador indica el porcentaje que representa la energía producida en la Comunidad de Madrid con fuentes renovables sobre el total de la producción energética. Se considera en conjunto la energía térmica y la eléctrica.

Situación actual. - 60,5%

Objetivo a 2030.- 80,7%

Revisión.- anual

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
% de energía renovable sobre el total generado	60,5%	63,3%	65,8%	68,0%	71,7%	74,6%	77,0%	79,0%	80,7%

Tabla 38. Proyección del porcentaje de energía renovable sobre el total generado a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

BOCM-20240115-10

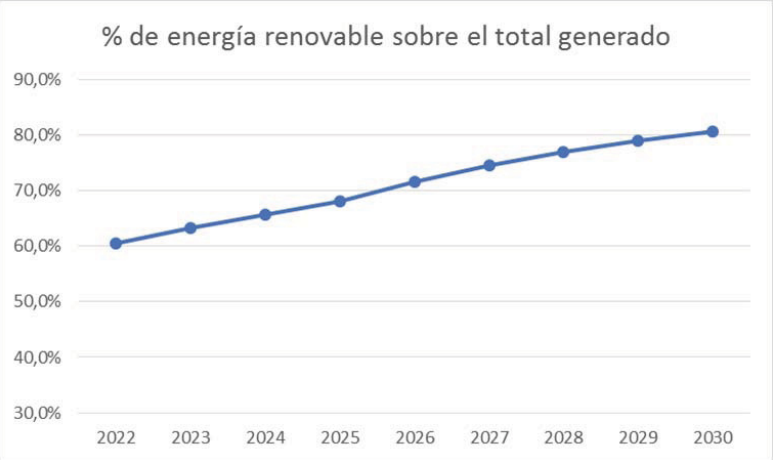


Ilustración 113. Proyección del porcentaje de energía renovable sobre el total generado a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

(OE4) Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.

OE4-IE1 Toneladas equivalentes de CO2/número de habitantes

Los gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por la actividad humana acentúan el fenómeno natural que permite el mantenimiento de la temperatura media del planeta, acumulando un exceso de calor proveniente de la radiación solar. El objetivo es reducir las emisiones directas de gases de efecto invernadero en casi un 50% con respecto al año base de estudio (2018), lo que supone más de 10.000 kt/año de CO_2 equivalente.

Definición. – Emisiones totales de gases de efecto invernadero per cápita.

Unidad.- T eq de CO_2/habitante.

Situación actual. – 3,3 t eq de CO_2/hab, tomando como año base 2018 (Inventario 1990-2018, edición 2020).

Objetivo a 2030.- 1,5 t eq de CO_2/hab (a partir de las proyecciones de población del INE para el año 2030)

Revisión.- Anual

OE4-IE2 Vehículos cero emisiones/vehículos totales

Este indicador expresa el cociente entre el número de vehículos cero emisiones y el número de vehículos totales matriculados anualmente en la Comunidad de Madrid, como una referencia estrechamente relacionada con la reducción de las emisiones de GEI y de contaminantes atmosféricos, dado el peso del sector del transporte.

Definición. – Cociente entre el número de vehículos cero emisiones/vehículos totales, matriculados en la Comunidad de Madrid

Situación actual. – (Parque nacional de vehículos por comunidad autónoma, provincia, tipo de vehículo y tipo de carburante, Observatorio del transporte y la logística en España,

BOCM-20240115-10

https://apps.fomento.gob.es/bdotle/visorBDpop.aspx?i=396). Nº de vehículos totales: Instituto de Estadística. Anuario Estadístico de la Comunidad de Madrid. Transportes y comunicaciones.
http://www.madrid.org/iestadis/fijas/estructu/general/anuario/ianucap09.htm

Objetivo a 2030.- 850.000 cero emisiones acumuladas, matriculados en la Comunidad de Madrid en 2030 sobre un total estimado de 5.500.000 vehículos.

Revisión.- anual**.**

OE4-IE3 Edad media del parque circulante de vehículos

La edad media del parque circulante en España es superior a los 13 años. Otros países europeos se encuentran por debajo de los 10 años. Es fundamental modernizar el parque ya que, independientemente de la tecnología, los vehículos más nuevos son más eficientes y producen menos emisiones de contaminantes y gases de efecto invernadero. Según fuentes del sector, los coches de más de diez años generan en la actualidad más del 80% de los gases contaminantes.

Definición. – Edad media del parque circulante según la definición y datos de la DGT.

Situación actual. – 12,61 años/vehículo en 2021 en la Comunidad de Madrid

Objetivo a 2030.- 10 años

Revisión.- anual**.**

OE4-IE4 Flota transporte público cero emisiones/total

Este indicador expresa el cociente entre el número de vehículos de la flota de transporte público cero emisiones y el número total de vehículos de la misma flota, como una referencia estrechamente relacionada con la reducción de GEI, dado el peso del sector del transporte en sus emisiones. Dado el peso del municipio de Madrid (el número de sus autobuses iguala al del resto de la Comunidad de Madrid), se realizará un seguimiento específico del mismo.

Definición. – Cociente entre el número de vehículos de la flota de transporte público cero emisiones y el número total de vehículos de la misma flota. Fuente: informe anual CRTM.

Situación en 2020. – autobuses EMT: 81 autobuses cero emisiones/2.066 autobuses en total. Autobuses CRTM: 1 autobús cero emisiones/2.063 autobuses en total.

Objetivo a 2030.- 1 (total de la flota de transporte público cero emisiones).

Revisión.- anual**.**

(OE5) Reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire.

OE5-IE1. Valor medio anual de concentración de NO2 registrado en las estaciones de control de la calidad del aire la Comunidad de Madrid.

BOCM-20240115-10

La fuente principal de emisión de este contaminante en la Comunidad de Madrid son los vehículos a motor.

Para el NO_2 la legislación en vigor, Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, establece un Valor límite anual (VLA) de NO_2 para la protección de la salud humana de concentración anual de 40 µg/m^3 referenciado al año civil. La propuesta de Directiva relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa por la que se revisan las Directivas 2004/107/CE y 2008/50/CE, publicada el 26 de octubre de 2022, propone un VLA más exigente de 20 µg/m^3 que deberá cumplirse, de aprobarse esta norma con su contenido actual, a más tardar el 1 de enero de 2030.

Definición. – Valor Límite Anual de NO_2 para la protección de la salud.

Unidad. – Microgramo por metro cúbico (µg/m^3).

Situación actual. – En 2021 ninguna estación de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid ha superado el VLA. En la Red del Ayuntamiento de Madrid la Estación de Plaza Elíptica superó este valor (41 µg/m^3). Fuente: página web de la Comunidad de Madrid.

Objetivo a 2030.- Cumplimiento del VLA establecido en la normativa en vigor.

Revisión.- Anual.

OE5-IE2 Valor medio anual de concentración de PM2,5 registrado en las estaciones de control de la calidad del aire de la Comunidad de Madrid.

La fuente principal de emisión de este contaminante en la Comunidad de Madrid es el sector residencial, comercial e institucional, el transporte y la industria.

Para las partículas $PM_{2,5}$, la legislación en vigor, Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, establece un Valor límite anual (VLA) para la protección de la salud de 20 µg/m^3. La propuesta de Directiva relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa por la que se revisan las Directivas 2004/107/CE y 2008/50/CE, publicada el 26 de octubre de 2022 propone un VLA más exigente de 10 µg/m^3 que deberá cumplirse, de aprobarse esta norma con su contenido actual, a más tardar el 1 de enero de 2030.

Definición. – VLA de $PM_{2,5}$ para la protección de la salud.

Unidad.- Microgramo por metro cúbico (µg/m^3).

Situación actual. – En términos de calidad del aire, este contaminante no presenta superaciones del VLA en la Comunidad de Madrid.

Objetivo a 2030.- Cumplimiento del VLA establecido en la normativa en vigor.

Revisión.- Anual.

BOCM-20240115-10

OE5-IE3 Superaciones del umbral de información a la población de Ozono troposférico, O3, registrado en las estaciones de control de la calidad del aire la Comunidad de Madrid.

A diferencia de los contaminantes primarios, el ozono troposférico no se emite directamente a la atmósfera, sino que se forma, casi en su totalidad, a partir de reacciones químicas complejas de gases precursores, principalmente los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles no metánicos que están presentes en la atmosfera. A escala continental, el metano (CH_4) y el monóxido de carbono (CO) también juegan un papel en la formación de O_3. La radiación solar es otro factor determinante que condiciona la velocidad y el grado de formación de O_3, por lo que los niveles más elevados de este contaminante se producen en primavera y verano.

Por lo anteriormente expuesto, se plantea hacer un seguimiento de la evolución de este contaminante a través de, entre otros datos, el número de superaciones del umbral de información a la población que se producen en las estaciones de control de la calidad del aire de la Comunidad de Madrid.

Definición. – Umbral de información a la población de ozono troposférico.

Unidad.- Microgramo por metro cúbico ($\mu g/m^3$).

Situación actual. – En el año 2021 se ha detectado un incremento en las superaciones del umbral de información a la población, registrándose 19 horas aditivas (para una misma hora son aditivas las superaciones que se hayan producido en las distintas estaciones) por encima de 180 $\mu g/m^3$ en toda la Red y 8 horas no aditivas (si a una misma hora se están produciendo superaciones en varias estaciones, la superación corresponde a esa hora, no siendo aditivas las superaciones por estación) frente, por ejemplo, a la única superación registrada en 2020.

Objetivo a 2030.- No registrar superaciones del umbral de información a la población en las estaciones de la Red de Calidad del Aire.

Revisión.- Anual.

(OE6) Avanzar en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas.

Los objetivos planteados en materia de adaptación al cambio climático, al contrario de los referidos a mitigación, calidad del aire o energía, no son siempre fácilmente cuantificables, por lo que, en ocasiones, resulta más adecuado acudir a indicadores cualitativos que midan el grado de avance en esta materia.

Así, se han propuesto los siguientes indicadores, que aportan información tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo, y que permiten obtener una visión completa de los avances realizados en el desarrollo de la Estrategia.

OE6-IE1 Evolución de los parámetros climáticos en las redes de observación de la Comunidad de Madrid.

BOCM-20240115-10

Los indicadores que habitualmente se asocian con el cambio climático son el aumento de la temperatura media global del aire en superficie, el aumento de fenómenos extremos (olas de calor, inundaciones y sequías), la disminución de las masas de hielo y nieve, el aumento de los gases de efecto invernadero, entre otros. Según el análisis realizado en el apartado 2 de esta estrategia, se espera que estos fenómenos se intensifiquen en las próximas décadas, con un aumento de los fenómenos extremos y de las temperaturas en superficie fundamentalmente. En este sentido, resulta fundamental realizar un seguimiento de los parámetros climáticos a través de las redes de observación existentes en la Comunidad de Madrid a fin de obtener información precisa y actualizada para evaluar la variabilidad del clima, comprender sus causas y facilitar la toma de decisiones.

La observación también proporciona información imprescindible para los modelos climáticos, de manera que puedan ser ajustados con los datos recogidos en las distintas redes, a fin de predecir el comportamiento del climático en el futuro y también para establecer proyecciones a largo plazo en función de diferentes escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero.

- **Definición. –** Evolución de los parámetros climáticos en las redes de observación de la Comunidad de Madrid.
- **Unidad**.- Temperatura (T), precipitación (mm), radiación (W/m^2), velocidad del viento (m/sg), dirección del viento (sexagesimales), presión (hPa).
- **Situación actual. –** Datos observados en las redes de la Comunidad de Madrid
- **Objetivo a 2030.-** Adquirir conocimiento detallado de la evolución de los parámetros climáticos en la Comunidad de Madrid.
- **Revisión.-** Anual.

OE6-IE2 – Índice de percepción de la variable adaptación al cambio climático entre la población de la Comunidad de Madrid.

Por medio de este indicador se pretender realizar un seguimiento de la apreciación, por parte de la ciudadanía de la Comunidad de Madrid, de las actuaciones que se pongan en marcha durante el desarrollo de la estrategia en materia de adaptación al cambio climático en los distintos sectores. Estas actuaciones tienen por objetivo integrar la adaptación al cambio climático en diferentes planes y programas orientados a sectores relevantes en la región, tales como el turismo o el transporte, así como proteger los recursos de que disponen frente a los riesgos asociados a los eventos climáticos y fomentar la resiliencia de las infraestructuras y los equipamientos de los mismos. A través de la realización de encuestas directas y/o datos indirectos y objetivos se obtendrá un índice que refleje la percepción de los madrileños sobre la evolución de la adaptación en el territorio de la región.

- **Definición. –** Índice de percepción de la variable adaptación al cambio climático entre la población de la Comunidad de Madrid.
- **Unidad**.- Porcentaje para cada factor analizado en el índice.

BOCM-20240115-10

- **Situación actual. –** N (a establecer durante el primer ejercicio de aplicación de la estrategia).
- **Objetivo a 2030.-** Crecimiento de un 10% sobre el índice inicial (N*1,1).
- **Revisión.-** 2 años.

OE6-IE3 Evolución de los parámetros relacionados con los recursos hídricos de la Comunidad de Madrid.

Los recursos hídricos de la Comunidad de Madrid se aprovechan mediante un complejo sistema de regulación integrado por numerosos embalses y un sistema estratégico de captación de aguas subterráneas. La demanda de estos recursos se debe, principalmente, al abastecimiento urbano y está gestionada por el Canal de Isabel II. En este sentido, el objetivo es profundizar en la integración del cambio climático en la gestión del ciclo integral del agua, dando especial prioridad a la gestión de eventos extremos (sequías e inundaciones), así como reduciendo el riesgo a través de la promoción de prácticas de adaptación sostenibles, que persigan objetivos múltiples, en materia de uso y gestión del agua.

Los objetivos propuestos son 2:

1. Mantener el nivel de garantía de suministro actual en los escenarios previsibles de cambio climático y con un aumento de población sostenido equivalente a la media de los últimos 15 años.
    - **Definición. –** Consumo de agua por habitante incluyendo todos los usos del agua potable urbana. Se utilizará de año base el consumo del año 2017.
    - **Unidad**.- litros/habitante/día.
    - **Situación actual. –** El año 2021 el consumo por habitante alcanzó los 202,4 l/hab/día.
    - **Objetivo a 2030.-** 156 l/hab/día.
    - **Revisión.-** anual**.**
2. El agua regenerada se emplea para el riego de parques, baldeo de calles e industria y su producción elimina la necesidad de derivar agua de los ríos para estos usos, por lo que es clave en una política de adaptación a la sequía y los climas extremos. Un porcentaje del agua regenerada se emplea también para su vertido a cauce público mejorando la calidad de nuestros ríos y su caudal.
    - **Definición. –** Porcentaje agua sometida a tratamiento terciario frente al agua derivada para consumo.
    - **Unidad**.- Porcentaje.
    - **Situación actual. –** El año 2021 se situó en el 24,6%.
    - **Objetivo a 2030.-** Mantener o incrementar. Por definir.
    - **Revisión.-** anual.

BOCM-20240115-10

(OE7) Favorecer el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.

OE7-IE1 Mejora en el Índice Madrileño de Concienciación sobre Descarbonización (IMCD).

El éxito de las políticas establecidas inicialmente por la Unión Europea en el avance hacia la descarbonización de la sociedad depende fundamentalmente de la **concienciación de la sociedad**, empresas e instituciones y ciudadanos en la necesidad de progresivamente atenuar las fuentes de emisiones y hacer un uso sostenible de los recursos naturales. El objetivo es promover la implicación de los diferentes sectores y agentes sociales en los procesos de cambio cultural -a través de la educación, comunicación, capacitación y participación ambiental- que implicará la transición ecológica y energética en la siguiente década.

Con el objetivo de medir la evolución de este parámetro se propone elaborar un índice en base a una encuesta directa y/o datos indirectos y objetivos de la evolución de esta conciencia medioambiental.

Definición. - Creación del índice madrileño de concienciación de la descarbonización en base 100 en la que 100 representa el máximo de concienciación. Este índice se establecerá antes una vez iniciada la estrategia y se revisará cada 2 años.

Situación actual. - N (a establecer durante el primer ejercicio de aplicación de la estrategia).

Objetivo a 2030.- Crecimiento de un 10% sobre el índice inicial (N*1,1).

Revisión.- 2 años.

BOCM-20240115-10

6.5. Correspondencia entre los Objetivos estratégicos y las Áreas de actuación

OBJETIVO	DENOMINACIÓN DEL OBJETIVO	Áreas de actuación
OE 1	**Impulsar** la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables	A.1. Uso eficiente de los medios de transporte y promoción del transporte público A.2. Apoyo al cambio modal A.3. Impulso a la movilidad eléctrica y baja en emisiones A.4. Impulso a la transformación de las flotas de transporte de viajeros y mercancías mediante el uso de tecnologías y combustibles menos contaminantes A.5. Impulso a la transformación de las flotas de transporte de viajeros y mercancías mediante el uso de tecnologías y combustibles menos contaminantes A.6. Impulso a la movilidad basada en el hidrógeno 100 % renovable A.7. Implementación de zonas de bajas emisiones en los municipios de la Comunidad de Madrid A.9.. Certificación y rehabilitación energética de los edificios de los sectores residencial y comercial A.10. Certificación, rehabilitación energética y autoconsumo en los edificios públicos A.11. Renovación de aparatos que consumen energía A.12. Apoyo al autoconsumo renovable tanto individual como compartido en el sector residencial y comercial A.13. Alumbrado público eficiente A.22. Aprovechamiento del calor residual y gestión eficiente de procesos A.23. Fomento de la cogeneración de alta eficiencia A.24. Desarrollo e impulso de medidas de eficiencia energética en la industria A.30. Gestión de los residuos basada en un enfoque de economía circular A.36. Mejora de la eficiencia energética en las explotaciones agrarias y la maquinaria agrícola
OE 2	**Contribuir** a la mejora de la disponibilidad, seguridad y calidad del suministro de energía a un precio razonable y promoviendo el autoabastecimiento	A.14.. Garantizar la calidad y continuidad del suministro energético A.15.. Adaptación de las redes eléctricas para la integración de generación distribuida A.19. Promoción de las empresas de servicios energéticos A.20. Apoyo a la creación de comunidades energéticas A.21. Protección de los consumidores de energía

OBJETIVO	DENOMINACIÓN DEL OBJETIVO	Áreas de actuación
OE 3	**Promover** el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono	A.16. Fomento de la instalación de tecnologías de generación eléctrica renovable A.17. Fomento del despliegue de tecnologías de almacenamiento energético A.18. Fomento de las tecnologías del hidrógeno en la comunidad de Madrid A.26. Incorporación de renovables en el sector industrial en el marco del plan industrial A.27. Eficiencia energética y energía renovable en la gestión del agua A.28. Utilización de residuos para generación de gases renovables y biocombustibles A.33. Impulso de las energías renovables térmicas A.34. Introducir y favorecer la implantación de la energía geotérmica de alta entalpía A.35. Favorecer el desarrollo de los combustibles sintéticos A.37. Fomento del uso de energías renovables en las explotaciones agrarias
OE 4	**Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.	A.25. Reducción de las emisiones difusas de gases fluorados en el sector industrial y comercial A.38. Reducción de emisiones de metano y amoniaco en el sector ganadero A.40. Fomento de la agricultura del carbono A.41. Gestión forestal sostenible y resiliente A.46. Fomento de la silvicultura del carbono A.47. Fortalecer las tareas de prevención de incendios forestales A.50. Formación en materia de cambio climático, calidad del aire y energía A.56. Contratación pública verde basada en el fomento de las energías renovables y la descarbonización A.58 Liderazgo de la administración regional en el fomento y apoyo a la transición energética y Climática
OE 5	**Reducir** las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire	A.1. Uso eficiente de los medios de transporte y promoción del transporte público A.2. Apoyo al cambio modal A.3. Impulso a la movilidad eléctrica y baja en emisiones A.4. Impulso a la transformación de las flotas de transporte de viajeros y mercancías mediante el uso de tecnologías y combustibles menos contaminantes A.5. Impulso a la transformación de las flotas de transporte de viajeros y mercancías mediante el uso de tecnologías y combustibles menos contaminantes A.6. Impulso a la movilidad basada en el hidrógeno 100 % renovable

OBJETIVO	DENOMINACIÓN DEL OBJETIVO	Áreas de actuación
		A.7. Implementación de zonas de bajas emisiones en los municipios de la Comunidad de Madrid
		A.8. Actuaciones sobre infraestructuras de transporte de la Comunidad de Madrid
		A.9. Actuaciones sobre infraestructuras de transporte de la Comunidad de Madrid
		A.10. Certificación, rehabilitación energética y autoconsumo en los edificios públicos
		A.11. Renovación de aparatos que consumen energía
		A.12. Apoyo al autoconsumo renovable tanto individual como compartido en el sector residencial y comercial
		A.13. Alumbrado público eficiente
		A.18. Fomento de las tecnologías del hidrógeno en la comunidad de Madrid
		A.19. Promoción de las empresas de servicios energéticos
		A.22. Aprovechamiento del calor residual y gestión eficiente de procesos
		A.23. Fomento de la cogeneración de alta eficiencia
		A.24. Desarrollo e impulso de medidas de eficiencia energética en la industria
		A.26. Incorporación de renovables en el sector industrial en el marco del plan industrial
		A.27. Eficiencia energética y energía renovable en la gestión del agua
		A.31. Utilización de residuos para generación de gases renovables y biocombustibles
		A.34. Introducir y favorecer la implantación de la energía geotérmica de alta entalpía
		A.37. Fomento del uso de energías renovables en las explotaciones agrarias
		A.38. Reducción de emisiones de metano y amoniaco en el sector ganadero
		A.42. Fomento del uso de biomasa forestal sostenible
		A.43. Mejora de la biodiversidad
		A.47. Fortalecer las tareas de prevención de incendios forestales
		A.50. Formación en materia de cambio climático, calidad del aire y energía
		A.52. Acceso a la información sobre energía, calidad del aire y cambio climático para ciudadanos y empresas
		A.53. Concienciación y sensibilización de la sociedad en relación con la descarbonización
		A.54. Mantener y mejorar las redes de información relacionadas con la calidad del aire y el cambio climático
		A.56. Contratación pública verde basada en el fomento de las energías renovables y la descarbonización
		A.58 Liderazgo de la administración regional en el fomento y apoyo a la transición energética y Climática

BOCM-20240115-10

OBJETIVO	DENOMINACIÓN DEL OBJETIVO	Áreas de actuación
OE 6	**Avanzar** en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas	A.9. Actuaciones sobre infraestructuras de transporte de la Comunidad de Madrid A.28. Mejora de la huella hídrica en entornos productivos, comerciales y edificios públicos A.29. Fomento del uso responsable del agua A.32. Mejora de la capacidad de adaptación de los sectores productivos ante los efectos del cambio climático A.39. Fomento de una agricultura y una ganadería sostenibles que contribuyan a la adaptación al cambio climático A.41. Gestión forestal sostenible y resiliente A.43. Mejora de la biodiversidad A.44. Evaluación detallada de los efectos del cambio climático sobre el patrimonio natural, la biodiversidad y la red natura 2000 A.45. Estudios de impacto, vulnerabilidad y capacidad de adaptación en el sector agrícola y ganadero A.47. Fortalecer las tareas de prevención de incendios forestales A.48. Protección frente a inundaciones A.49. Elaboración de planes y acciones municipales de adaptación al cambio climático A.50. Formación en materia de cambio climático, calidad del aire y energía A.55. Incorporación de la componente climática en las políticas regionales
OE 7	**Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.	A.50. Formación en materia de cambio climático, calidad del aire y energía A.51. Impulso de i+d+i A.52. Acceso a la información sobre energía, calidad del aire y cambio climático para ciudadanos y empresas A.53. Concienciación y sensibilización de la sociedad en relación con la descarbonización A.54. Mantener y mejorar las redes de información relacionadas con la calidad del aire y el cambio climático A.55. Incorporación de la componente climática en las políticas regionales A.56. Contratación pública verde basada en el fomento de las energías renovables y la descarbonización A.58 Liderazgo de la administración regional en el fomento y apoyo a la transición energética y Climática

Tabla 39. Correspondencia entre los objetivos estratégicos y las áreas de actuación (Fuente: Elaboración propia).

7. ESCENARIOS

La presente sección describe el método de trabajo seguido para la elaboración de escenarios para 2030, que ha partido de un análisis específico del sector energético, por un lado, y de las cuestiones de clima y calidad del aire, por otro, para luego integrar en una visión única los resultados obtenidos.

El primer paso del método de trabajo establecido ha consistido en la elaboración de un diagnóstico avanzado sobre la energía, focalizado en el estudio de los antecedentes relevantes para la Comunidad de Madrid. A partir de ello, se ha procedido a analizar diversos modelos de política energética de referencia a nivel nacional e internacional, partiendo del DAFO realizado y ya descrito en el capítulo 3, junto con un panel de expertos externos. Por último, mediante el diseño de un modelado energético prospectivo de la Comunidad de Madrid, se ha llevado a cabo un análisis detallado del sistema energético regional basado en la evaluación de dos escenarios básicos de futuro: un escenario tendencial y un escenario focalizado exclusivamente en la mejora de la intensidad energética a 2030, partiendo de los objetivos del PNIEC.

Debe resaltarse que, en esta primera fase del análisis, no se consideraron las cuestiones que afectan a las emisiones de GEI y gases contaminantes, que fueron objeto de una valoración posterior, una vez realizado el diagnóstico energético, como más adelante se detalla. El motivo para comenzar por el modelado energético se basa en el hecho de que la causa de las emisiones contaminantes reside en las actividades consumidoras de energía, por lo que es preciso conocer el uso de los distintos combustibles en los diferentes sectores para poder valorar correctamente el potencial de ahorro energético y las áreas en las que actuar.

A partir de la modelización energética, la construcción de escenarios ha considerado el nivel de ambición que se refleja en el Anexo 4, que se apoya en un enfoque basado en la compatibilización del compromiso de reducción de la intensidad energética y el impulso del ahorro y la eficiencia energéticas con un compromiso de reducción de las emisiones de GEI, de acuerdo con la normativa europea y estatal.

De la comparación de los escenarios energéticos considerados se deduce el esfuerzo de mejora que se precisa teniendo en cuenta los objetivos estratégicos ya descritos en el capítulo 4, lo que ha retroalimentado la definición de las áreas de actuación, en conjunto orientadas a la transición energética, la descarbonización y la mejora de la calidad del aire.

BOCM-20240115-10

7.1. Proceso de análisis en materia energética 2030

Como ya se ha indicado, a pesar de que los últimos datos energéticos publicados son los correspondientes a 2020, tal año arroja unos datos singulares en el ámbito energético como consecuencia de la COVID-19. Se entiende, por tanto, que estos datos son meramente coyunturales y que desvirtúan el comportamiento tendencial que ha venido mostrando el sistema energético de la Comunidad de Madrid, por lo que en el modelado energético que se ha seguido en la construcción de los escenarios se ha optado por la utilización de los datos de 2019 como año base, ya que en realidad marca el último año a partir del cual se cuenta con una base coherente con la serie histórica.

En la siguiente ilustración se incluye una conceptualización gráfica del proceso de trabajo.

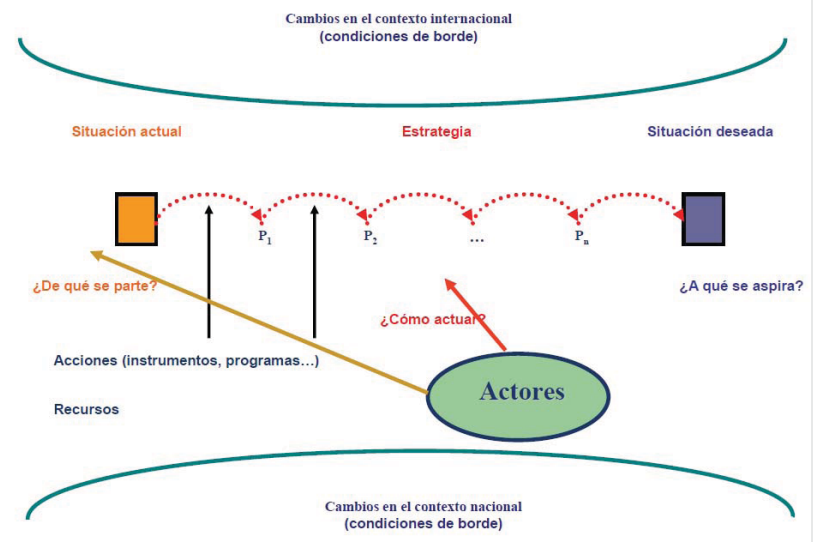


Ilustración 114: Enfoque metodológico del análisis energético

7.1.1. Modelado energético

La planificación energética es el proceso de análisis mediante el cual se evalúa el comportamiento y las necesidades de un sistema energético en el presente, mediante datos históricos, con el objetivo de establecer el comportamiento deseable de dicho sistema en el futuro. La determinación de qué es deseable y qué no pasa por la valoración de los aspectos económicos, técnicos, ambientales y sociales derivados del comportamiento del sistema energético. Así, se podría perseguir que el sistema eléctrico futuro de un país fuese el más barato posible tanto para los productores de energía como para los consumidores de esta, aunque las emisiones asociadas a dicho sistema pudieran ser muy altas, lo que iría en detrimento de la salud tanto del medio natural

BOCM-20240115-10

como de las personas e incumpliría los objetivos en materia climática y de calidad del aire.

Por ello, la planificación energética prospectiva es un proceso analítico orientado al largo plazo y habitualmente basado en el análisis de escenarios. Dichos escenarios se deberían interpretar como alternativas basadas en la filosofía del «qué pasaría si…». Ante este paradigma, el primer escenario de análisis suele ser el llamado «tendencial» (*Business-as-Usual*, BaU, en inglés), que representaría el comportamiento del sistema energético en el caso de no llevarse a cabo nuevas medidas o actuaciones. A partir de este escenario, frecuentemente indeseable (plantea la base de evaluación que se pretende cambiar), se llevan a cabo escenarios alternativos en los que se introducen las medidas de interés que sirven para descarbonizar la economía, mejorar la sostenibilidad, luchar contra la pobreza energética, etc.

El diseño de objetivos de una estrategia es el resultado de un proceso de análisis y evaluación de escenarios juntamente con la visión de futuro y la definición de compromisos.

En el caso del PNIEC, este proceso se apoya en una modelización energética prospectiva basada en el modelo TIMES-Sinergia, de resolución nacional. Para el caso de la Comunidad de Madrid, atendiendo a la disponibilidad de datos y complejidad que supondría el desarrollo de un modelo equivalente al utilizado en el PNIEC se ha optado por un modelo adaptado mediante el software *Low Emissions Alternative Platform* (LEAP), plataforma reconocida a nivel internacional para la creación de modelos energéticos tanto a escala nacional como regional y que se define como una herramienta diseñada para la caracterización y monitorización del consumo y producción de energía en todos los sectores económicos.

La herramienta LEAP está enfocada para la creación de escenarios a medio y largo plazo en forma de narrativas consistentes de la evolución de los sistemas energéticos en el tiempo para su posterior evaluación.

En un primer análisis, se ha valorado, en términos puramente energéticos, un escenario tendencial en el que se ha estudiado la posible evolución del consumo energético de la Comunidad de Madrid de forma desagregada para los sectores económicos y combustibles más relevantes, manteniendo la desagregación por sectores y combustibles utilizada en los Balances Energéticos de la Comunidad de Madrid elaborados por la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. Esta estructura de modelado facilitará además la evaluación de los impactos de la Estrategia a través de dichos balances energéticos anuales de una manera directa.

De esta manera, el modelo energético basado en LEAP se fundamenta en el balance energético para el año de referencia (como ya se indicó, se toma el del año 2019). Este año base refleja la situación de partida del Comunidad de Madrid y describe los flujos energéticos principales que tienen lugar y que son representados a través del correspondiente diagrama Sankey. El detalle de dicho año base se ha realizado a través de datos del balance energético de la Comunidad de Madrid de la Fundación de la

BOCM-20240115-10

Energía de la Comunidad de Madrid, manteniendo su estructura y desagregación. Así, se construye una estructura de árbol tanto para la generación como para el consumo que constituye la fase inicial del modelo.

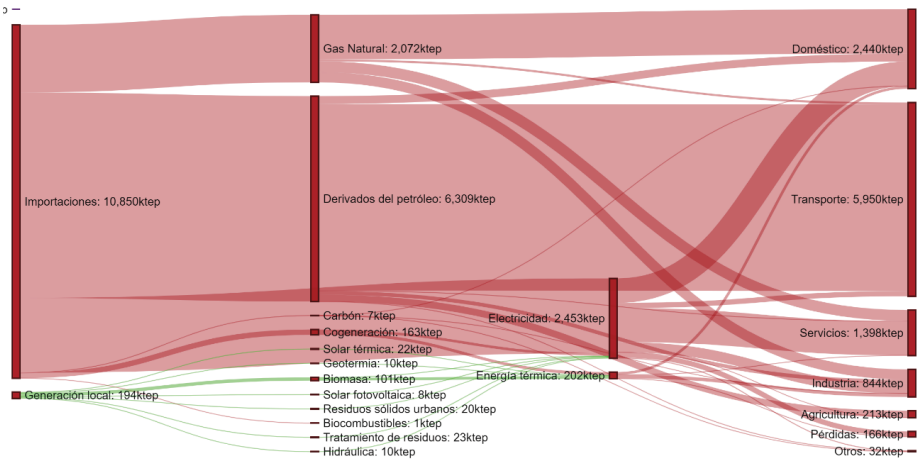


Ilustración 115 Diagrama Sankey con el balance energético de la Comunidad de Madrid (2019). (Fuente: Elaboración propia)

Para la construcción del **escenario tendencial** se recogen, además, los datos de consumo histórico para todos los sectores desde el año 2000. Con esta información y los datos de carácter socioeconómico, como el PIB, PIB per cápita o la población, se evalúan las posibles correlaciones temporales entre series de datos y se proyecta la evolución de los indicadores energéticos a futuro.

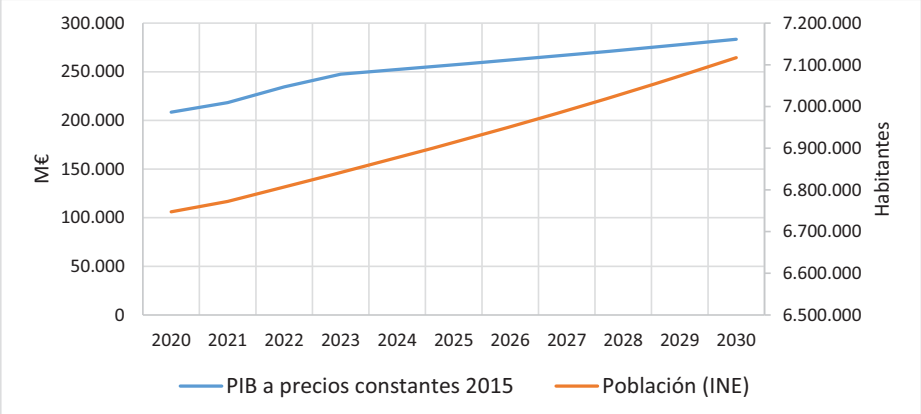


Ilustración 116. Proyecciones consideradas en el modelado energético para la población y el PIB de la Comunidad de Madrid (Fuente: Elaboración propia e INE)

BOCM-20240115-10

Este escenario tendencial pretende ser una proyección lo más realista posible del sistema actual en el caso de que no se alteren los patrones pasados que puedan afectar al sistema energético, más allá de lo ya comprometido en planes y programas presupuestarios, teniendo en cuenta la inercia del propio sistema. De esta manera, se establece un marco de referencia (una base de comparación) fruto de una exploración que permitirá evaluar la evolución del sistema con el tiempo.

7.1.2. Objetivos en materia energética

De acuerdo con el objetivo estratégico *OE1-IE1 Intensidad energética*, **se asume un compromiso de reducción de la intensidad energética de un 2,53 % anual promedio entre 2021 y 2030**, tomando como referencia el objetivo del PNIEC, definiendo así la intensidad energética objetivo para todo el período de modelización, tal y como se muestra en la siguiente ilustración.

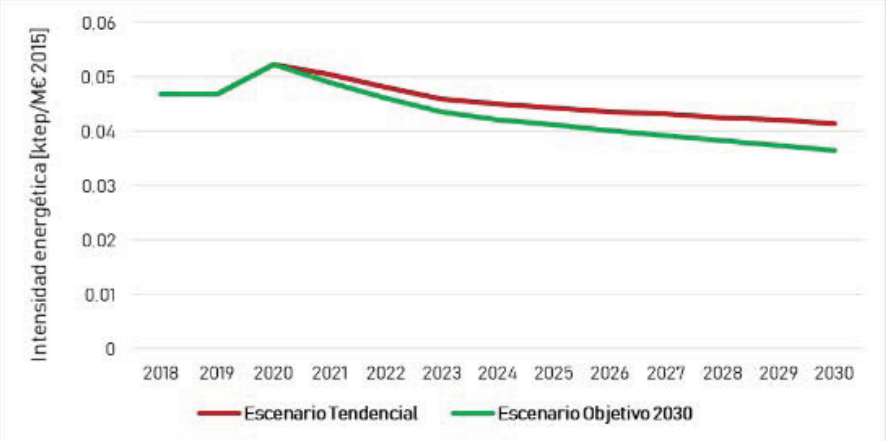


Ilustración 117. Evolución histórica y proyectada de la intensidad energética en la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y MITERD, (estimaciones para 2020 basadas en datos provisionales de PIB nacional y consumo de electricidad de REE))

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Tendencial	0,0468	0,0468	0,0522	0,0505	0,048	0,0459	0,0449	0,0443	0,0436	0,0431	0,0425	0,042	0,0414
Objetivo	0,0468	0,0468	0,0522	0,0489	0,046	0,0436	0,0421	0,0411	0,0401	0,0392	0,0383	0,0374	0,0365

Tabla 40. Evolución histórica y proyectada de la intensidad energética en la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y MITERD, (estimaciones para 2020 basadas en datos provisionales de PIB nacional y consumo de electricidad de REE)).

BOCM-20240115-10

Dado que la intensidad energética se define como la ratio entre el consumo de energía final y el PIB, para la evolución del PIB que se presenta a continuación, se obtiene el consumo energético objetivo de la Comunidad de Madrid (ver Tabla 41).

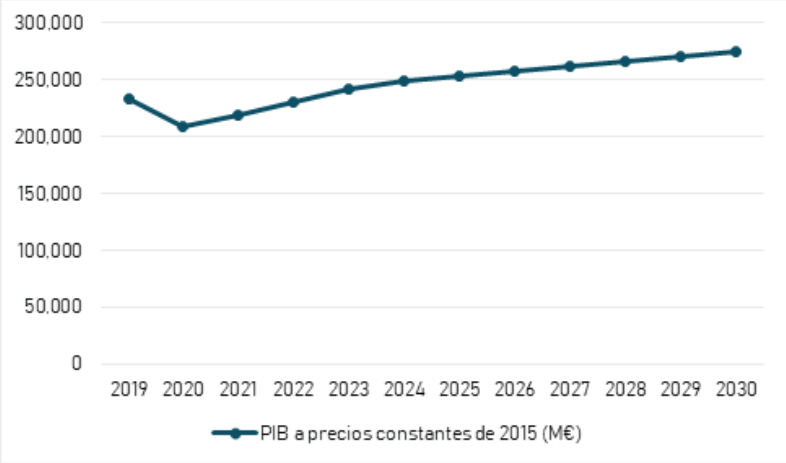


Ilustración 118. Proyección del PIB (M€) de la Comunidad de Madrid (Fuente: Elaboración propia y basado en Funcas[80], BBVA Research[81] y AIREF[82]). Nota: proyección asumida en junio de 2021. Los últimos datos oficiales de PIB por CCAA de INE corresponden a 2019. Se ha utilizado el valor de referencia proporcionado por Fenercom[83].

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PIB a precios constantes 2015 (M€)	232.215	208.473	218.271	230.423	241.595	248.276	252.747	257.217	261.688	266.159	270.629	275.100

Tabla 41. Proyección del PIB (M€) de la Comunidad de Madrid (Fuente: Elaboración propia y basado en Funcas , BBVA Research y AIREF). Nota: proyección asumida en junio de 2021. Los últimos datos oficiales de PIB por CCAA de INE corresponden a 2019. Se ha utilizado el valor de referencia proporcionado por Fenercom

Asimismo, dada la evolución considerada del PIB, se asume que la reducción de la intensidad energética, como se muestra en la Ilustración 117 y en la Tabla 40, va a ser la misma para los distintos escenarios que abajo se describen, salvo ligeras diferencias en el sector servicios, como luego se explicará.

[80] https://www.funcas.es/wp-content/uploads/2020/12/Previsiones-econ%C3%B3micas-de-las-CCAA_2020-diciembre-Madrid.pdf

[81] https://www.bbvaresearch.com/publicaciones/espana-situacion-madrid-2020/

[82] https://www.airef.es/wp-content/uploads/2021/10/AVALESMACRO/211027-Informe-Previsiones-Macro-Madrid-.pdf

[83] https://www.fenercom.com/planes/situacion-energetica/

BOCM-20240115-10

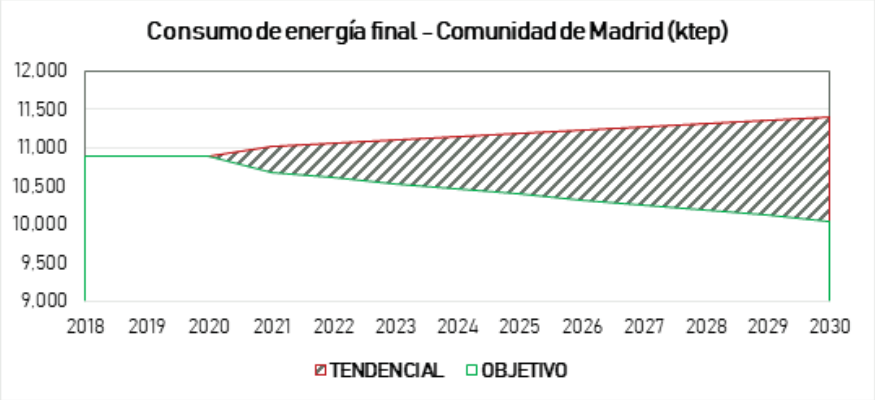


Ilustración 119. Proyección del consumo de energía final en la Comunidad de Madrid – escenarios tendencial y objetivo (Fuente: Elaboración propia).

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
TENDENCIAL (ktep)	10882	10877	10877	11012	11055	11098	11141	11184	11227	11270	11313	11356	11399
OBJETIVO (ktep)	10882	10877	10877	10670	10600	10530	10461	10391	10321	10251	10182	10112	10042

Tabla 42. Proyección del consumo de energía final en la Comunidad de Madrid – escenarios tendencial y objetivo (Fuente: Elaboración propia).

Para lograr dicho propósito, el consumo de energía final de la Comunidad de Madrid habría de pasar de los 10.877 ktep (2019) a los 10.042 ktep en 2030. En términos comparativos, cabe señalar que el escenario tendencial alcanzaría los 11.399 ktep en 2030. Por ello, el área señalada en la Ilustración 119 muestra el nivel de esfuerzo en términos de ahorro acumulado del consumo de energía final. Dicha área supone un ahorro total de 503 ktep.

7.2. Proceso de análisis en materia de Clima y Calidad del Aire 2030

El desarrollo de las políticas encaminadas a la mejora de la calidad del aire se enmarca en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera, que dispone que las Administraciones Públicas, en el ámbito de sus competencias, adoptarán las medidas necesarias para mantener y, en su caso, mejorar la calidad del aire ambiente.

Como respuesta a esta obligación normativa, la Comunidad de Madrid ha ido elaborando diferentes documentos de planificación, como es el caso de la Estrategia de Calidad del Aire y Cambio Climático 2013-2020, el denominado Plan Azul+, predecesor de esta Estrategia de Energía, Clima y Aire 2023-2030 en tales materias.

BOCM-20240115-10

En su capítulo V, la citada Ley 34/2007, de 15 de noviembre, contempla diferentes instrumentos encaminados a fomentar e incentivar la investigación, el desarrollo y la innovación para prevenir y reducir la contaminación atmosférica y sus efectos en las personas, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza. Para alcanzar estos fines, se recoge la posibilidad de suscribir convenios voluntarios, con el fin último de contribuir a la protección de la atmósfera desde todos los ámbitos sociales.

Por todo ello, la Comunidad de Madrid ha establecido un convenio de colaboración con el Grupo de Investigación Tecnologías Industriales y Recursos Ambientales, adscrito a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), para realizar los trabajos de «Modelización de la calidad del aire en la Comunidad de Madrid». Por su parte, este proyecto permite a la UPM realizar trabajos de investigación y desarrollo encaminados al desarrollo de técnicas de modelización de la calidad del aire.

Entre los trabajos a realizar en el marco de este convenio se encuentran el **análisis de contribución de fuentes**, que se describe en el apartado 2.3 de este documento y que tiene por objeto el atribuir a los diferentes sectores (industria, transporte, residencial, etc.) su contribución a las concentraciones en el aire ambiente de los principales contaminantes en la Comunidad de Madrid. Esta información es esencial para entender el margen de mejora asociado a cada uno de los sectores y orientar las medidas de reducción de emisiones de esta Estrategia de forma óptima. Los contaminantes analizados en este estudio son el óxido de nitrógeno (NO_2), las partículas (PM_{10} y $PM_{2,5}$) y el ozono (O_3), que son los compuestos más relevantes de cara al cumplimiento de la normativa vigente sobre calidad del aire, Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, y debido a sus impactos negativos en la salud y los ecosistemas.

Así mismo, tal y como se explica en el apartado 4.4 de este documento, se ha realizado un estudio para poder definir el nivel de ambición que debe tener la Estrategia, teniendo en cuenta la valoración del impacto en calidad del aire de medidas de reducción de emisiones simuladas en el pasado (en el contexto del Plan Azul+) y el análisis de contribución de fuentes realizado dentro del convenio. Tal como se indica en el citado apartado, el objetivo final es dar una estimación aproximada de la magnitud de las reducciones de emisiones que es necesaria para dar cumplimiento a la normativa en materia de calidad del aire. Asimismo, y dado que la Estrategia pretende ser también un instrumento para la descarbonización de la economía madrileña, el estudio concluye sobre el nivel de ambición necesario para alcanzar los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Una vez realizados ambos estudios y definidas en esta Estrategia las áreas de actuación hacia las que se van a dirigir los esfuerzos durante los próximos años con el fin de alcanzar los objetivos estratégicos establecidos en su punto 4, se ha realizado una evaluación preliminar del efecto que dichas actuaciones pueden tener en la reducción de emisiones de contaminantes atmosféricos, así como en los gases de efecto invernadero.

BOCM-20240115-10

Cabe señalar que las interrelaciones entre calidad del aire y cambio climático hacen necesaria una aproximación conjunta a ambos problemas. Sin embargo, la diferencia en las escalas espaciotemporales relevantes, los procesos y sustancias de interés y aspectos relacionados con la regulación y gobernanza de ambos ámbitos, dificultan en gran medida el planteamiento de objetivos de reducción consistentes.

La necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la existencia de compromisos a nivel internacional ha facilitado que las distintas administraciones definan objetivos a medio plazo como el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC). Esta Estrategia, consistentemente con la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, plantea reducir en el año 2030 las emisiones de gases de efecto invernadero en, al menos, un 23 % respecto del año 1990, lo que implica disminuir las emisiones directas actuales (en base al Inventario de emisiones del año 2020, serie 1990-2018) en casi un 50 %, es decir, una disminución de más de 10 000 kt de CO_2 equivalente.

En cuanto a los contaminantes atmosféricos, establecer reducciones de emisiones basadas en la consecución de determinados niveles de calidad del aire resulta muy complejo, ya que los niveles de concentración dependen de numerosos procesos fisicoquímicos, habitualmente no lineales y que además están condicionados, entre otros factores, por las emisiones a nivel nacional o internacional y las condiciones atmosféricas. Por este motivo, no es posible garantizar que un plan de reducción de emisiones a nivel regional o local cumpla una determinada normativa, como el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, actualmente en vigor, o la futura Directiva de calidad del aire que establecerá los valores límite a cumplir a partir de 2030.

Por otra parte, es necesario señalar que mientras las emisiones de la Comunidad de Madrid para los principales compuestos relevantes para la calidad del aire, tales como NO_x o $PM_{2,5}$ se han reducido sustancialmente en la última década, las emisiones de CO_2-equivalente actuales son muy superiores a las del año 1990, utilizado como referencia para GEI. Esto sugiere que las reducciones en este ámbito han de ser mucho más exigentes.

Por todo lo anteriormente expuesto, la presente Estrategia plantea un objetivo de reducción de GEI compatible con los objetivos nacionales y consistente con la Hoja de Ruta hacia la neutralidad climática del Ayuntamiento de Madrid. Esto implicará acometer una serie de actuaciones de enorme calado sobre los sectores del tráfico y residencial, comercial e institucional (RCI), con reducciones de emisiones superiores al 60 % (respecto a 2018) en ambos casos. Según se indica en el estudio del nivel de ambición antes citado, las reducciones aparejadas para otros contaminantes gracias a la implementación de estas medidas, tendrían un efecto notable en la calidad del aire global.

De esta forma, la siguiente tarea a realizar en el marco del convenio de investigación con la UPM consiste en una simulación centrada en estudiar el efecto que tendría este objetivo de emisiones en el año 2030, manteniendo constante las condiciones de contorno; es decir, sin considerar el posible efecto de medidas y estrategias a nivel

BOCM-20240115-10

nacional o internacional, fuera del ámbito competencial de la Comunidad de Madrid y que carecen del detalle suficiente para su integración en este ejercicio.

Dado el diseño del experimento, los resultados de la simulación permitirán evaluar el grado de compatibilidad de las políticas climáticas en curso con la revisión de los valores límite de concentración de contaminantes atmosféricos en el aire ambiente actualmente en discusión. Esto generará información relevante para valorar la proporcionalidad entre objetivos climáticos y de calidad del aire específicamente para la región de Madrid y facilitará la identificación de estrategias efectivas en ambos ámbitos con el objeto de asegurar la contribución de la Comunidad a la consecución de los objetivos globales asociados al cambio climático y minimizar la exposición de sus ciudadanos a la contaminación atmosférica.

7.3. Definición de escenarios por sectores

De acuerdo con lo descrito hasta aquí, conforme al ***OE1-IE1 Intensidad energética***, **se asume un compromiso de reducción de la intensidad energética un 2,53 % anual promedio entre 2021 y 2030**.

En segundo lugar, de conformidad con el ***OE4-IE1 Toneladas equivalentes de CO2/número de habitantes***, **las emisiones de GEI en 2030 deberían ser aproximadamente la mitad que las de 2018**, si se considera la aplicación proporcional en la Comunidad de Madrid de los objetivos a nivel nacional del PNIEC y se tiene en cuenta, dada la relevancia de la Capital en términos de emisiones, los objetivos propios, ya asumidos en la materia, del Ayuntamiento de Madrid. Ello, como se ha discutido, supondría, asimismo, una reducción de emisiones de NO_X de un orden de magnitud similar, lo que contribuiría decisivamente al cumplimiento de los objetivos de calidad del aire definidos en la normativa europea y nacional, atendiendo así el ***OE5-IE1.Valor medio anual de concentración de NO2 registrado en las estaciones de control de la calidad del aire la Comunidad de Madrid.***

Valorados los objetivos a cumplir, se ha concluido en que es necesario un cambio de combustibles intra-sectorial tal que se favorezca la descarbonización, como se explica abajo en cada una de las tablas por sectores. Dicha descarbonización debe centrarse, en primer lugar, en la retirada de combustibles fósiles del sector transporte favoreciendo, por un lado, la penetración de la energía eléctrica y de otros combustibles alternativos y, por otro, el uso de medios no motorizados. De forma similar, en el sector doméstico o residencial se debe favorecer la electrificación, el calor renovable y la retirada de combustibles fósiles, entre otras posibles actuaciones. En ambos casos, se definen dos escenarios, uno de baja electrificación (BE), donde la tendencia hacia la descarbonización es moderada y otro de alta electrificación (AE), que asume un crecimiento más intenso de las tecnologías con menor producción de carbono en la fase final del ciclo temporal considerado, consiguiendo así los objetivos de reducción de emisiones.

BOCM-20240115-10

La definición de los escenarios de baja electrificación por sectores permite una visión prospectiva con el fin de anticipar los efectos de una descarbonización más lenta de lo deseable, y poder valorar cambios en la Estrategia y en los planes que deriven de ella, así como acciones adaptativas para reconducir la transición. A los mismos efectos prospectivos, se ha definido en el sector doméstico un tercer escenario, de electrificación media, como se verá a continuación.

En el caso del **sector del transporte**, el escenario tendencial supone un incremento del consumo de energía, asociado al aumento del consumo de combustible fósiles, y muy baja electrificación. El escenario de alta electrificación (AE) asume una intensa reducción del uso de los combustibles fósiles a la par que se produce una mayor electrificación de los vehículos o, en cualquier caso, de la presencia de vehículos cero emisiones, y un cambio significativo del reparto modal, con la proyección de una reducción del 23 % de los recorridos realizados por el vehículo privado, en línea con el objetivo del plan de movilidad sostenible del Ayuntamiento de Madrid. El escenario de baja electrificación (BE), supone la tendencia a una descarbonización más lenta, si bien se sigue cumpliendo la previsión de un descenso progresivo en la intensidad energética. De acuerdo con lo anterior, el consumo de energía final por tipo de combustible para los escenarios tendencial, de baja electrificación y de alta electrificación en el sector transporte se muestra en la siguiente Tabla 43[84].

TENDENCIAL	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Carbón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Derivados del petróleo	5.581	5.728	5.728	5.693	5.730	5.768	5.805	5.842	5.880	5.917	5.954	5.992	6.029
Electricidad	204	160	160	207	208	209	211	212	213	214	215	216	217
Energía térmica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas natural	60	62	62	69	72	75	78	81	84	87	90	93	96
Biocombustibles	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Total	5.846	5.950	5.950	5.970	6.012	6.053	6.095	6.136	6.177	6.219	6.260	6.302	6.343
AE	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**
Carbón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Derivados del petróleo	5.581	5.728	5.728	5.461	5.421	5.349	5.232	5.106	4.879	4.689	4.435	4.135	3.647
Electricidad	204	160	160	241	253	296	385	483	683	845	1.070	1.342	1.803
Energía térmica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas natural	60	62	62	59	58	58	57	57	56	56	55	55	54
Biocombustibles	1	0	0	26	34	42	51	59	67	75	84	92	100
Total	5.846	5.950	5.950	5.786	5.765	5.745	5.725	5.705	5.685	5.665	5.644	5.624	5.604
BE	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**

[84] *Estos datos toman como base la metodología de cálculo empleada en el Balance Energético de FENERCOM. El balance de FENERCOM contabiliza las ventas directas de biocombustibles, no el biocombustible inyectado en red como mezcla en los derivados del petróleo. A modo aclaratorio se indica que para el año 2021 el consumo de biocombustibles en la Comunidad de Madrid fue de 121 ktep. Por otra parte, los datos referentes a la obligatoriedad de comercialización de biocombustibles establecida en el Real Decreto 1085/2015, no se han presentado desagregados, sino que quedan incluidos en los derivados del petróleo. Se actualizarán estos datos en futuras ediciones de la EECAM.*

BOCM-20240115-10

Carbón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Derivados del petróleo	5.581	5.728	5.728	5.461	5.421	5.381	5.341	5.300	5.260	5.220	5.180	5.140	5.100
Electricidad	204	160	160	241	253	265	277	289	301	314	326	338	350
Energía térmica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas natural	60	62	62	59	58	58	57	57	56	56	55	55	54
Biocombustibles	1	0	0	26	34	42	51	59	67	75	84	92	100
Total	5.846	5.950	5.950	5.786	5.765	5.745	5.725	5.705	5.685	5.665	5.644	5.624	5.604

Tabla 43. Proyección del consumo de energía final para el sector del transporte en la Comunidad de Madrid en los escenarios tendencial, de alta y baja electrificación (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y en los objetivos estratégicos).

Así, de los 5.728 ktep de 2019 debidos a derivados del petróleo (gasóleos y gasolina), en el escenario AE se bajaría a un consumo de 3.647 ktep en 2030, lo que lleva aparejada una ambiciosa penetración de los vehículos cero emisiones en el parque circulante, que pasaría de 160 ktep de consumo final en 2019 a 1.803 ktep en 2030 y una transferencia modal importante a favor del transporte público y la movilidad no motorizada. De modo similar, los biocombustibles avanzados pasarían de apenas 1 ktep en la actualidad a los 100 ktep en 2030.

Para el escenario BE, se mantiene la hipótesis de una reducción del consumo total del sector asociada a una mejora relativa en el reparto modal, con menos desplazamientos en transporte público y no motorizados, y una menor penetración de los vehículos cero emisiones. El consumo pasaría, como en el escenario de AE, de los 5.728 ktep de 2019 debidos a derivados del petróleo a un consumo de 5.100 ktep en 2030, si bien la penetración de los vehículos cero emisiones, que pasarían de 160 ktep de consumo final a 350 ktep en 2030, sería mucho menos intensa. Los biocombustibles, como en el caso del escenario AE, supondrían 100 ktep de consumo en 2030.

El **sector doméstico** muestra actualmente una altísima presencia del gas natural en servicios de uso final, que incluso se incrementaría en el escenario tendencial. El escenario de alta electrificación (AE) parte de una reducción muy significativa de los combustibles fósiles, con la sustitución de las calderas de gas natural, a la par que se otorga un mayor peso a las energías térmicas renovables, con un protagonismo esencial de la electrificación mediante la penetración de la bomba de calor y la aerotermia, una mejora de la eficiencia global y del uso de los equipos, todo ello acompañado por una extensa rehabilitación energética del parque edificado. Tal escenario es coherente con la Hoja de Ruta hacia la Neutralidad Climática de la Ciudad de Madrid en 2050 y con la consecución de los objetivos de descarbonización globales de la Comunidad de Madrid y del Ayuntamiento de Madrid a 2030.

Se plantean, no obstante, como hipótesis, dos posibles escenarios de media (ME) y baja (BE) electrificación, manteniendo la reducción del consumo energético, lo que supondría, en ambos casos, la necesidad de emprender acciones, más intensas en el caso BE, con vistas a la descarbonización del sector.

BOCM-20240115-10

De acuerdo con lo anterior, el consumo de energía final por tipo de combustible en el sector doméstico para los distintos escenarios se muestra en la siguiente Tabla 44.

TENDENCIAL	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Carbón	4	4	4	3	3	2	2	2	1	1	1	0	0
Derivados del petróleo	265	240	240	211	194	176	158	140	122	104	86	69	51
Electricidad	773	751	751	778	780	781	783	785	786	788	790	791	793
Energía térmica	83	80	80	82	82	82	82	81	81	81	81	80	80
Gas natural	1.331	1.365	1.365	1.385	1.402	1.420	1.438	1.456	1.474	1.492	1.509	1.527	1.545
Biocombustibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	2.456	2.440	2.440	2.459	2.460	2.461	2.462	2.463	2.464	2.466	2.467	2.468	2.469
AE	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**
Carbón	4	4	4	3	3	2	2	2	1	1	1	0	0
Derivados del petróleo	265	240	240	199	177	155	133	110	88	66	44	22	0
Electricidad	773	751	751	778	780	781	792	834	916	987	1.073	1.208	1.454
Energía térmica	83	80	80	95	99	103	107	132	167	212	262	323	393
Gas natural	1.331	1.365	1.365	1.288	1.274	1.260	1.238	1.160	1.035	910	765	561	236
Biocombustibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	2.456	2.440	2.440	2.363	2.333	2.301	2.270	2.238	2.207	2.176	2.145	2.114	2.083
ME	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**
Carbón	4	4	4	3	3	2	2	2	1	1	1	0	0
Derivados del petróleo	265	240	240	199	177	155	133	110	88	66	44	22	0
Electricidad	773	751	751	778	780	781	786	811	858	888	923	997	1.109
Energía térmica	83	80	80	95	99	103	107	121	142	163	194	227	274
Gas natural	1.331	1.365	1.365	1.288	1.274	1.260	1242	1.194	1.118	1.058	983	868	700
Biocombustibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	2.456	2.440	2.440	2.363	2.332	2.301	2.270	2.238	2.207	2.176	2.145	2.114	2.083
BE	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**
Carbón	4	4	4	3	3	2	2	2	1	1	1	0	0
Derivados del petróleo	265	240	240	199	177	155	133	110	88	66	44	22	0
Electricidad	773	751	751	778	780	781	783	785	786	788	790	791	793
Energía térmica	83	80	80	95	99	103	107	110	114	118	122	126	130
Gas natural	1.331	1.365	1.365	1.288	1.274	1.260	1.246	1.231	1.217	1.203	1.189	1.174	1.160
Biocombustibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	2.456	2.440	2.440	2.363	2.332	2.301	2.270	2.238	2.207	2.176	2.145	2.114	2.083

Tabla 44. Proyección del consumo de energía final para el sector doméstico en la Comunidad de Madrid en los escenarios tendencial, de alta, media y baja electrificación (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y en los objetivos estratégicos).

Como se observa, el escenario AE supone que el consumo final del gas natural en el sector doméstico pase de 1.365 ktep en 2019 a tan solo 236 ktep en 2030. De igual modo, se produciría una retirada total de los derivados del petróleo que en 2018 suponían 240 ktep, abriendo la puerta a un aumento relevante del uso de calor (energía térmica) mediante tecnologías renovables, como la geotermia, la solar térmica de baja temperatura o la biomasa. En cualquier caso, la apuesta más contundente es la de la electrificación, pasando de 751 ktep a 1.454 ktep en 2030.

BOCM-20240115-10

En el escenario BE en el sector doméstico, el gas natural pasaría de 1.365 ktep en 2019 a 1.160 ktep en 2030. De igual modo, se considera que habrá una retirada total de los derivados del petróleo, sustituido, como en el escenario de alta electrificación, aunque de manera menos intensa, por energía térmica. La electrificación pasaría, en este escenario, de 751 ktep a 793 ktep en 2030.

En el escenario ME, una situación intermedia entre la dos anteriores, el gas natural pasaría de 1.365 ktep en 2019 a 700 ktep en 2030, la electrificación aumentaría de 751 a 1.109 ktep, se produciría un abandono completo de los derivados del petróleo y habría algo más de energía térmica que en el caso de baja electrificación.

El sector servicios en la Comunidad de Madrid muestra un perfil altamente electrificado en términos de consumo final, lo que avala la aspiración de que los derivados del petróleo desaparezcan en 2030 mientras que el gas natural reduciría aún más su presencia. De acuerdo con ello, en el escenario tendencial se profundizaría en el proceso de electrificación (pasando de un consumo de 1.042 ktep en 2019 a 1.217 ktep en 2030) y el sector aprovecharía también, en un grado menor, el incremento previsto de las energías térmicas renovables, si bien el consumo total de energía aumentaría.

En este caso, dada la gran electrificación del sector, se plantean dos escenarios en la senda de la descarbonización teniendo en cuenta la posible evolución el consumo total de energía. Bajo una primera hipótesis (escenario de mantenimiento del consumo energético, MC), se prevé que el total del consumo energético final del sector se mantenga en 2030 con relación a 2019, o sea levísimamente superior, gracias a las medidas de eficiencia, con una notable contribución de las energías térmicas renovables y un ligero aumento, el que se considera factible dada la su magnitud actual, de la electrificación, que pasaría de suponer 1.042 ktep en 2019 a 1.255 ktep en 2030.

Como segunda hipótesis (escenario de aumento del consumo energético, AC), y dado el gran peso del sector en el PIB regional, se plantea que el total del consumo energético final del sector sea levemente superior en 2030 que en 2019, por la posible insuficiencia de las medidas de eficiencia, con un mantenimiento residual de los derivados del petróleo y una menor penetración de las energías térmicas renovables y de la electrificación, que sería, en este caso, comparable a la del escenario tendencial en números absolutos (aunque mayor en proporción frente al consumo global del sector).

De esta forma, el consumo de energía final por tipo de combustible para los escenarios de reducción y de aumento del consumo en el sector servicios se muestra en la siguiente Tabla 45.

TENDENCIAL	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Carbón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Derivados del petróleo	18	17	17	15	14	13	13	12	11	10	9	8	7
Electricidad	1.133	1.042	1.042	1.154	1.161	1.168	1.175	1.182	1.189	1.196	1.203	1.210	1.217
Energía térmica	6	6	6	13	14	16	17	19	20	22	23	25	26

BOCM-20240115-10

Gas natural	325	333	333	367	381	395	409	422	436	450	464	478	492
Biocombustibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1.482	1.398	1.398	1.549	1.570	1.592	1.613	1.635	1.656	1.678	1.699	1.721	1.742
MC	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**
Carbón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Derivados del petróleo	18	17	17	15	14	13	12	10	8	6	4	2	0
Electricidad	1.133	1.042	1.042	1.154	1.161	1.168	1.175	1.182	1.189	1.196	1.203	1.230	1.255
Energía térmica	6	6	6	14	16	19	21	24	28	39	54	72	92
Gas natural	325	333	333	313	308	304	292	280	258	230	186	125	58
Biocombustibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1.482	1.398	1.398	1.495	1.500	1.504	1.495	1.486	1.475	1.465	1.443	1.427	1.405
AC	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**
Carbón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Derivados del petróleo	18	17	17	15	14	13	13	12	11	10	9	8	7
Electricidad	1.133	1.042	1.042	1.154	1.161	1.168	1.175	1.182	1.189	1.196	1.203	1.210	1.217
Energía térmica	6	6	6	14	16	19	21	24	26	29	31	34	36
Gas natural	325	333	333	313	308	304	300	296	292	288	283	279	275
Biocombustibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1.482	1.398	1.398	1.495	1.500	1.504	1.509	1.513	1.517	1.522	1.526	1.531	1.535

Tabla 45. Proyección del consumo de energía final para el sector servicios en la Comunidad de Madrid en los escenarios tendencial, de mantenimiento y de aumento del consumo energético (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y en los objetivos estratégicos).

El sector industrial en la Comunidad de Madrid tiene poco peso relativo, tanto en términos económicos como de consumo de energía. Se espera que el escenario 2030 favorezca, en cualquier caso, medidas de eficiencia que produzcan una reducción de los consumos de energía eléctrica y de gas natural, aumentándose los aprovechamientos de energía térmica, tanto por calor residual como por el uso de renovables (por ejemplo, biomasa) o por la recuperación energética de residuos, en línea con lo que se establezca en la Estrategia de Residuos de la Comunidad de Madrid. Por otro lado, se considera factible la asunción de la retirada de los derivados del petróleo.

De esta forma, el consumo de energía final por tipo de combustible para los escenarios tendencial y de eficiencia en el sector industrial se muestra en la siguiente Tabla 46.

TENDENCIAL	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**
Carbón	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Derivados del petróleo	93	113	113	70	62	54	47	39	31	23	16	8	0
Electricidad	343	313	313	316	307	298	289	280	271	262	253	244	235
Energía térmica	87	105	105	94	96	99	101	103	106	108	110	113	115
Gas natural	304	312	312	299	298	296	295	293	291	290	288	287	285
Biocombustibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	828	844	844	780	764	748	732	715	699	683	667	651	635
EFICIENCIA	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**
Carbón	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0

BOCM-20240115-10

Derivados del petróleo	93	113	113	70	62	54	47	39	31	23	16	8	0
Electricidad	343	313	313	319	311	303	296	288	280	272	264	256	248
Energía térmica	87	105	105	98	101	105	109	112	116	119	123	126	130
Gas natural	304	312	312	286	279	273	267	261	255	249	242	236	230
Biocombustibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	828	844	844	773	755	736	718	700	681	663	645	626	608

Tabla 46. Proyección del consumo de energía final para el sector industrial en la Comunidad de Madrid en los escenarios tendencial y de eficiencia (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y en los objetivos estratégicos).

En el caso del **sector primario**, los esfuerzos deben dirigirse al despliegue del uso de los biocombustibles avanzados y la electrificación siempre que sea posible, dados los diversos usos específicos de la energía y las dificultades aparejadas. Se considera que se producirá una retirada progresiva de los derivados del petróleo (gasóleo) pasando de 207 ktep actualmente a 135 ktep en 2030.

Además, existen otros dos sectores de actividad, de acuerdo con la desagregación de los balances energéticos de la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid denominados «sector energético» y «otros», cuyos consumos de energía final son pequeños. Por ello, no se han supuesto hipótesis de mejora sobre dichos sectores, pero sí que se han computado en el total de consumo de energía final junto con el resto de los sectores (aparecen con los mismos valores en el escenario tendencial y en el escenario a 2030; ver Tabla 48).

De acuerdo con todo lo anterior, el consumo de energía final por tipo de combustible para los escenarios tendencial y eficiente en 2030 en el sector primario se muestra en la siguiente Tabla 47.

TENDENCIAL	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Carbón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Derivados del petróleo	223	207	207	208	203	198	193	187	182	177	172	167	162
Electricidad	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7
Energía térmica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas Natural	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Biocombustibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	230	213	213	215	210	205	200	195	190	185	180	174	169
EFICIENCIA	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**
Carbón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Derivados del petróleo	223	207	207	201	194	186	179	172	164	157	150	142	135
Electricidad	6	6	6	8	9	10	11	11	12	13	14	14	15
Energía térmica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas Natural	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Biocombustibles	0	0	0	6	7	9	11	13	15	17	18	20	22
Total	230	213	213	216	211	206	201	196	191	187	182	177	172

Tabla 47. Proyección del consumo de energía final para el sector primario en la Comunidad de Madrid en los escenarios tendencial y de eficiencia (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y en los objetivos estratégicos).

BOCM-20240115-10

De la construcción del escenario tendencial y los escenarios de alta electrificación y bajo consumo en los distintos sectores, como se ha descrito en las tablas precedentes, se obtiene la proyección tendencial de la energía final, en comparación con la ambición que persigue esta Estrategia para 2030, como puede comprobarse en la siguiente Tabla (ver Tabla 48).

TENDENCIAL	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
TRANSPORTE	5.846	5.950	5.950	5.970	6.012	6.053	6.095	6.136	6.177	6.219	6.260	6.302	6.343
DOMÉSTICO	2.456	2.440	2.440	2.459	2.460	2.461	2.462	2.463	2.464	2.466	2.467	2.468	2.469
SERVICIOS	1.482	1.398	1.398	1.549	1.570	1.592	1.613	1.635	1.656	1.678	1.699	1.721	1.742
INDUSTRIA	828	844	844	780	764	748	732	715	699	683	667	651	635
PRIMARIO	230	213	213	215	210	205	200	195	190	185	180	174	169
OTROS	10	8	8	8	8	7	7	7	7	7	6	6	6
SECTOR ENERGÉTICO	30	24	24	31	32	32	33	33	33	34	34	35	35
Total (ktep)	10.882	10.877	10.877	11.012	11-055	11.098	11.141	11.184	11.227	11.270	11.313	11.356	11.399
AMBICIÓN	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**
TRANSPORTE	5.846	5.950	5.950	5.786	5.765	5.745	5.725	5.705	5.685	5.665	5.644	5.624	5.604
DOMÉSTICO	2.456	2.440	2.440	2.363	2.332	2.301	2.270	2.238	2.207	2.176	2.145	2.114	2.083
SERVICIOS	1.482	1.398	1.398	1.495	1.500	1.504	1.495	1.486	1.475	1.465	1.443	1.427	1.405
INDUSTRIA	828	844	844	773	755	736	718	700	681	663	645	626	608
PRIMARIO	230	213	213	216	211	206	201	196	191	187	182	177	172
OTROS	10	8	8	7	7	6	6	6	6	6	5	5	5
SECTOR ENERGÉTICO	30	24	24	31	32	32	33	33	33	34	34	35	35
Total (ktep)	10.882	10.877	10.877	10.670	10.600	10.530	10.448	10.364	10.278	10.196	10.098	10.008	9.912

Tabla 48. Proyección del consumo de energía final por sectores en la Comunidad de Madrid en los escenarios tendencial y de eficiencia (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y en los objetivos estratégicos).

7.4. Cuantificación de las reducciones de emisión GEI, contaminantes atmosféricos y consumo de combustibles en el escenario 2030.

En este apartado se describen brevemente las reducciones de emisiones cuantificadas bajo un escenario de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) compatible con los objetivos nacionales y consistente con la Hoja de ruta para la descarbonización planteada por el Ayuntamiento de Madrid con el escenario temporal 2030. Esto implica una serie de supuestos sobre los sectores del tráfico y residencial, comercial e institucional (RCI) fundamentalmente que, como se ha indicado, tendrían un impacto considerable en otros contaminantes relevantes para la calidad del aire.

BOCM-20240115-10

El año base se corresponde a 2018, consistentemente con los trabajos previos de diagnóstico realizados en el contexto del Convenio entre la Comunidad de Madrid y la Universidad Politécnica de Madrid anteriormente mencionado. Los datos de GEI corresponden a los valores reportados en el inventario de emisiones de la Comunidad de Madrid de acuerdo a la nomenclatura CRF. Los del resto de compuestos se refieren a los datos oficiales conforme a la nomenclatura SNAP (excluyendo las emisiones de aeronaves en fase de crucero, por encima de 1000 m de altura sobre el nivel del suelo), utilizada como referencia para la desagregación espaciotemporal y la especiación química de las emisiones en el modelo de emisiones del sistema de modelización de la calidad del aire. En todos los casos, las cifras se refieren a las **emisiones totales en base anual**, es decir, no representan cambios de emisión acumulados en el periodo 2018-2030 ni son variaciones medias en ese intervalo temporal.

7.4.1. Sector de Transporte y movilidad

A continuación, se describen las consideraciones asumidas para este sector, tomando como base las áreas de actuación descritas en el capítulo 5 de esta Estrategia:

- **Áreas de actuación A1, A2 y A7:**
  - A1. Uso eficiente de los medios de transporte.
  - A2. Apoyo al cambio modal.
  - A7. Coordinación estratégica del diseño de zonas de bajas emisiones.

  La cuantificación conjunta de estas tres áreas de actuación asume una reducción del 23 % de los recorridos realizados por el vehículo privado, en línea con el objetivo del plan de movilidad sostenible del Ayuntamiento de Madrid.
- **Área de actuación A4**. Apoyo y fomento a la renovación de vehículos de combustión por otros más eficientes. Con esta área de actuación se pretende que en el año 2030 el 100 % de los vehículos taxi, VTC y comerciales ligeros destinados al transporte de personas y mercancías tendrán distintivo ambiental CERO emisiones. Además, la flota de vehículos pesados destinados al transporte de viajeros y mercancías estará formada por un 50 % de vehículos con distintivo ambiental CERO emisiones.
- **Área de actuación A3**. Impulso al despliegue del vehículo eléctrico y apoyo a la implementación de puntos de recarga. Esta área de actuación supone alcanzar en 2030 un total de 850 000 vehículos eléctricos o con distintivo ambiental CERO emisiones, que reemplazarán a vehículos que consumen combustibles fósiles.
- **Área de actuación A5**. Renovación de la flota institucional y de la flota de autobuses urbanos e interurbanos. Se considera que las actuaciones en esta área supondrán que, en 2030, toda la flota de autobuses de la EMT MADRID e interurbanos estará formada por vehículos con distintivo ambiental CERO emisiones. Igualmente, considera que todos los vehículos de las flotas institucionales de la Comunidad de Madrid también tendrán distintivo ambiental CERO emisiones en 2030.

BOCM-20240115-10

Los resultados en términos de emisiones, junto con una estimación aproximada de la variación implícita en el consumo de combustibles fósiles, se sintetizan en la siguiente tabla. Este conjunto de hipótesis, relativas al tráfico rodado, definidas en el escenario de alta electrificación en el sector del transporte (ver Tabla 43), implicarían una reducción de emisiones de GEI del orden de 6.000 kt de CO_2, lo que supone una reducción de aproximadamente el 66 % respecto de las del año base. Esto supondría reducir las emisiones de otros compuestos de interés para la calidad del aire de forma sustancial (62 % y 45 % para NO_X y $PM_{2,5}$, respectivamente).

Área de actuación	Reducción de emisiones anuales (t, excepto GEI en kt de CO_2-equivalente)								Reducción de consumo energético de origen fósil (ktep, aprox.)
	SO_2	NO_X	COVNM	CO	NH_3	$PM_{2,5}$	PM_{10}	GEI	
A1, A4 y A5	8	3891	194	2180	57	183	263	1445	467
A2	2	5744	58	486	17	81	81	1674	542
A3	17	5910	366	4643	173	208	208	2641	855
A5	0	626	8	172	0	6	6	215	70
TOTAL sector	**27**	**16171**	**626**	**7481**	**247**	**478**	**558**	**5975**	**1.934**

Tabla 49. Cuantificación de la reducción de emisiones y consumo de combustibles asociadas al sector transporte/movilidad (en 2030 respecto a 2018) (Fuente: Elaboración propia).

7.4.2. Sector residencial, comercial e institucional (RCI, edificios y servicios)

En este caso, la cuantificación se ha llevado a cabo considerando que el conjunto del sector reduciría sus emisiones directas de GEI en línea con los planteamientos fijados en la Hoja de Ruta hacia la Neutralidad Climática de la Ciudad de Madrid en 2050. No existe, por tanto, una correspondencia directa con las áreas de actuación descritas en la presente Estrategia, pero se pueden asociar con las descritas para este sector en su conjunto.

En el marco de la Hoja de Ruta del Ayuntamiento de Madrid se consideran el siguiente tipo de medidas:

- **Sector residencial**: reducción de demanda y uso eficiente de los equipos, mejora de la eficiencia de los equipos, electrificación mediante la penetración de la bomba de calor, renovación de las calderas de gas natural y rehabilitación energética de las viviendas.
- **Sector servicios**: electrificación del sector mediante la penetración de la bomba de calor, implantación de sistemas de frío y calor centralizados (*smart heating & cooling*) y rehabilitación energética.

BOCM-20240115-10

El conjunto de hipótesis considerada resulta de la combinación del escenario de alta electrificación en el sector doméstico (ver Tabla 44) y de mantenimiento del consumo en el sector servicios (ver Tabla 45).

Cabe indicar que se ha asumido con tales hipótesis una variación compatible con la consecución de los objetivos de descarbonización globales de la Comunidad de Madrid y del Ayuntamiento de Madrid a 2030, lo que llevaría aparejada una reducción drástica de las emisiones directas (sin contar las asociadas a la producción de energía eléctrica que sustituye en gran medida a las fuentes de combustión locales) del sector (72 % de GEI, 87 % de NO_X y 13 % de $PM_{2,5}$) y un ahorro sustancial en el consumo de combustibles fósiles (1.645 ktep, aproximadamente) según se resume en la Tabla 50.

Área de actuación	Reducción de emisiones anuales (t, excepto GEI en kt de CO_2-equivalente)								Reducción de consumo energético de origen fósil (ktep, aprox.)
	SO_2	NO_X	COVNM	CO	NH_3	$PM_{2,5}$	PM_{10}	GEI	
Edificios residenciales	633	4176	1343	2213	-	277	278	3448	1360
Servicios	46	742	151	151	-	26	26	691	285
TOTAL sector	**679**	**4918**	**1494**	**1494**	**-**	**303**	**304**	**4139**	**1645**

Tabla 50. Cuantificación de la reducción de emisiones y consumo de combustibles asociadas al sector residencial, comercial e institucional (en 2030 respecto a 2018) (Fuente: Elaboración propia).

7.4.3. Otros sectores

A pesar de que en la Estrategia presenta un abanico amplio de áreas de actuación encaminadas a mejorar la calidad del aire y contribuir a la descarbonización de la región, no todas ellas cuentan con suficiente nivel de información o son cuantificables en términos de reducción de emisiones. A continuación, se describen aquellas que se han cuantificado en el marco de los otros dos sectores definidos en la presente Estrategia.

- **Energía, Industria y servicios públicos de agua y residuos.**
  - **A24.** Reducción de las emisiones difusas de gases fluorados. Esta medida emana de los objetivos del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC), según el cual, en 2030, se espera reducir un 33 % las emisiones de gases fluorados respecto a 2005.
  - **A29.** Uso responsable del agua. Asume el fomento del uso responsable del agua gracias a la aplicación del Plan Estratégico del Canal de Isabel II (Plan 25), según el cual se espera reducir un 25 % el volumen de agua derivada para consumo por habitante en dicho periodo temporal.
  - **A30.** Gestión de los residuos basada en un enfoque de economía circular, consistente con los objetivos globales de la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, que

BOCM-20240115-10

establece una reducción en peso de los residuos generados del 15 % en 2030 respecto a los generados en 2010.

- **Agricultura y medio natural.**
  - **A32.** Mejora de la eficiencia energética de las explotaciones y la maquinaria agrícola. La aplicación de esta actuación llevaría asociada una reducción del consumo de energía final de productos petrolíferos del sector primario de 88 ktep (en base anual en el año 2030 respecto a 2018), con la consecuente reducción de emisiones.
  - **A34.** Reducción de las emisiones en el sector ganadero. Se trata de una medida alineada con el Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica 2020-2030 sobre la gestión de estiércoles dentro y fuera de la granja y la optimización del uso de fertilizantes en los cultivos agrícolas con la que se espera reducir un 21 % las emisiones de amoniaco en 2030 respecto a los valores emitidos en 2005.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la aplicación conjunta de las áreas de actuación aplicadas al resto de sectores iría acompañada de una reducción de emisiones de GEI superior a 800 kt de CO_2-equivalente y cerca de 90 ktep de combustibles fósiles. La contribución más relevante de este conjunto, no obstante, es la reducción de emisiones de NH_3 asociadas al área de actuación A34, equivalente al 16 % del total de todos los sectores en la región. Las modestas reducciones de emisión de partículas, se asociaría fundamentalmente a las mejoras en la gestión de residuos (A-30).

Área de actuación	Reducción de emisiones anuales (t, excepto GEI en kt de CO_2-equivalente)								Reducción de consumo energético de origen fósil (ktep, aprox.)
	SO_2	NO_X	COVNM	CO	NH_3	$PM_{2,5}$	PM_{10}	GEI	
A24	-	-	-	-	-	-	-	489	-
A29		0	3	4	0	0	0	52	-
A30	1	32	74	16	15	26	26	246	-
A32	1	207	18	91	0	9	9	37	88
A34	-	-	-	-	806	-	-	-	-
TOTAL otros sectores	**2**	**239**	**95**	**111**	**821**	**35**	**35**	**824**	**88**

Tabla 51. Cuantificación de la reducción de emisiones y consumo de combustibles del resto de sectores (en 2030 respecto a 2018) (Fuente: Elaboración propia).

BOCM-20240115-10

7.4.4. Resumen

Según se sintetiza en la Tabla 52, la ambición de la Estrategia en los escenarios planteados considera reducciones sustanciales en las emisiones en los sectores del tráfico rodado y residencial, comercial e institucional (RCI), que son los mayores contribuyentes a las emisiones atmosféricas en la Comunidad de Madrid, tanto en relación a gases de efecto invernadero como compuestos relevantes para la calidad del aire. En conjunto, las emisiones de GEI en 2030 serían aproximadamente la mitad que las de 2018, lo que sería compatible con una repercusión proporcional de los objetivos a nivel nacional y también consistente con la planificación climática del Ayuntamiento de Madrid. La reducción de emisiones de NO_X tendría un orden de magnitud similar mientras que el impacto para el resto de contaminantes sería en general inferior al 20 %.

Una estimación aproximada del ahorro de consumo de combustibles fósiles en la región aparejada a estas medidas es de 3.667 ktep en el año 2030 respecto a 2018.

Sector	Reducción de emisiones anuales y total estimado para 2030 (t, excepto GEI en kt de CO_2-equivalente)							
	SO_2	NO_X	COVNM	CO	NH_3	$PM_{2,5}$	PM_{10}	GEI
Transporte Rodado	27	16.171	626	7.481	247	478	558	5975
RCI	679	4.918	1.494	2.569	-	303	304	4139
Otros	2	239	95	111	821	35	35	824
Total	**709**	**21.327**	**2.215**	**10.161**	**1.068**	**816**	**897**	**709**
Emisiones en 2030	6.185	20.117	48.246	42.124	3.972	4.014	5.871	10.922
Variación (en % respecto a 2018)	***-10,3***	***-51,5***	***-4,4***	***-19,4***	***-21,2***	***-16,9***	***-13,3***	***-50,0***

La fila total difiere en algunos casos de la suma de las cifras indicadas para cada sector porque no se muestran decimales.

Tabla 52. Resumen de emisiones bajo el escenario planteado (Fuente: Elaboración propia).

7.5. Modelización del resultado de las Áreas de actuación en la calidad del aire.

El resultado de los trabajos del convenio en este punto proporciona una traslación del efecto de las áreas de actuación cuantificadas, según se ha mostrado en el apartado anterior, en los niveles de calidad del aire para los principales compuestos de interés (NO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$ y O_3), a través de los parámetros relevantes regulados en el Real

BOCM-20240115-10

Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire. Las actividades necesarias para la consecución de este objetivo se resumen a continuación.

7.5.1. Simulación de la calidad del aire en 2030

Supone la ejecución anual del modelo CMAQ (versión 5.3.2, *Community Multiscale Air Quality Modeling System*) con las emisiones desarrolladas en el punto anterior, considerando una meteorología y unas condiciones de contorno idénticas a las de la simulación del año base (2018). Esta etapa incluye el pre y post-procesado de las principales variables de entrada (meteorología y emisiones) y salida (datos de concentración) que termina con el cálculo de los principales indicadores de interés para todo el dominio con una resolución de 1 km^2. Adicionalmente, se simularán el efecto de este escenario considerando el efecto del cambio climático.

Análisis

En esta fase se comparan los resultados de la simulación anual del año base con los obtenidos para 2030. El análisis de la diferencia de concentración para los parámetros de interés (medias y percentiles definidos en el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, para los compuestos de referencia) sirve para estimar el impacto de la Estrategia en términos de calidad del aire. Además, en el apartado de conclusiones se reflexiona sobre la compatibilidad con el cumplimento de la actual propuesta de directiva del Parlamento europeo y del Consejo relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia sobre calidad del aire de fecha 26 de octubre de 2022 (a fecha de elaboración del presente documento), así como con los valores guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

El documento resumen con el resultado de estos trabajos se adjunta como Anexo 5 de esta estrategia cuyas conclusiones se detallan también en el Plan de mejora de la Calidad del Aire.

Teniendo en cuenta las reducciones previstas para los indicadores analizados, se puede concluir que la implementación efectiva de la Estrategia es compatible con el cumplimiento de los valores de calidad del aire en todas las zonas gestionadas por la Comunidad de Madrid y permitiría aproximarse a los valores límite de la actual propuesta de futura Directiva europea de calidad del aire a 2030. No obstante, es importante señalar que para tener una estimación más realista de los cumplimientos sería necesario considerar reducciones en otros ámbitos geográficos

Investigación de medidas adicionales para reducir los niveles de O_3 en la región

Como continuación de los trabajos descritos en los apartados anteriores, se redactará el **Plan de mejora de la calidad del aire por ozono troposférico** de la Comunidad de Madrid, en el que se contemplarán medidas adicionales a las recogidas en el Plan de Mejora de la Calidad del Aire, cuando se disponga de conclusiones consistentes sobre la sensibilidad a las reducciones de emisiones de los principales precursores del ozono troposférico (NOX y COVs) para las principales fuentes (a priori tráfico y uso de disolventes).

BOCM-20240115-10

Esta actividad incluye varias tareas:

- Selección de episodios. Se analizarán los valores observados (2018) y predichos para el escenario de 2030 para identificar un periodo relevante (un mes tentativamente) en términos de concentraciones altas de ozono.
- Análisis de contribución de fuentes específico para esas condiciones, incluyendo su contribución a los niveles medios, pero también los máximos.
- Análisis de sensibilidad a reducciones de emisiones de los principales precursores (NO_X y COVs) para las principales fuentes (a priori tráfico y uso de disolventes). Este estudio se realizará tanto para las condiciones meteorológicas actuales como para las futuras esperables bajo un escenario de acusado cambio climático (regionalización del escenario RCP 8,5).
- Simulación de alguna medida específica, adicional a las ya consideradas en la estrategia, que pueda identificar la Comunidad de Madrid.

En el plan de Mejora de la Calidad del Aire, que se adjunta como anexo de esta Estrategia, se describen con más detalle estos trabajos.

7.6. Valoración del consumo energético en la ambición de la Estrategia a 2030.

A partir de la modelización llevada a cabo para dar cuenta del sistema energético de la Comunidad de Madrid, como se ha descrito, se ha obtenido la evolución del consumo de energía final para cada escenario, tanto del sistema energético regional como por sectores y combustibles. En la presente sección únicamente se detalla el comportamiento de la evolución del consumo de energía final hasta 2030 en el caso del escenario de ambición de la Estrategia a 2030 (las proyecciones del Escenario Tendencial y del resto de escenarios se han descrito anteriormente).

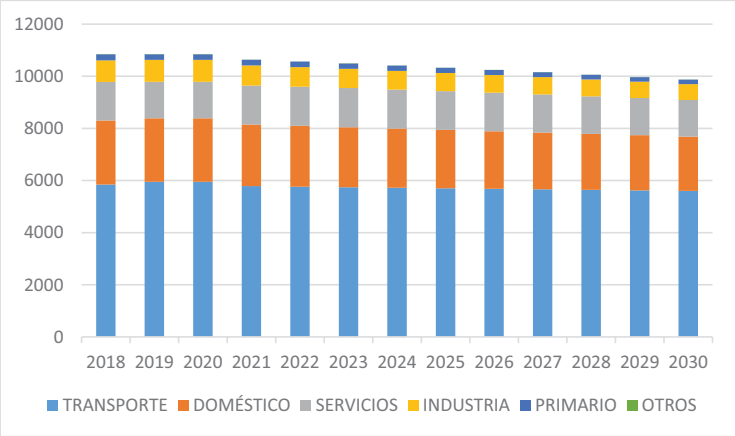


Ilustración 120 Proyección del consumo de energía final por sector en la Comunidad de Madrid en la ambición de la Estrategia a 2030 (ktep) (Fuente: Elaboración propia)

BOCM-20240115-10

7.6.1. Transporte

El sector del transporte, como mayor consumidor energético de la región y con perspectivas de mantener un fuerte crecimiento en el escenario tendencial, es uno de los focos principales de las áreas de actuación que propone la presente Estrategia. El fomento del transporte público, la movilidad activa favorecida por la construcción de infraestructura ciclista, la progresiva peatonalización de zonas urbanas, el mayor despliegue del vehículo eléctrico, que muestra consumos energéticos mucho menores que sus análogos fósiles, tanto para transporte privado como para transporte público, el uso más eficiente de los vehículos comerciales en la región a través de nuevos esquemas de reparto y optimización de rutas, entre otras muchas actuaciones, constituyen las bases de la descarbonización, como ya se ha descrito, y, además, de la reducción del consumo de energía final.

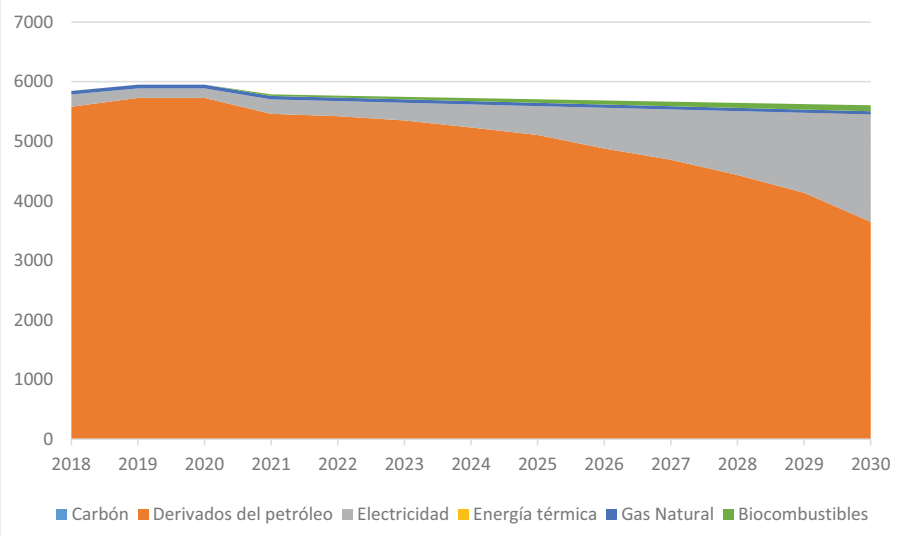


Ilustración 121. Proyección del consumo de energía final en el sector transporte por combustible en la Comunidad de Madrid en la ambición a 2030 (alta electrificación) (ktep) (Fuente: Elaboración propia)

7.6.2. Doméstico

Mientras que el sector doméstico en la Comunidad de Madrid muestra claros signos de estabilización del consumo tras el estudio de su comportamiento tendencial, las medidas incluidas en la presente estrategia hacen una decidida apuesta por la eficiencia energética y la reducción de consumos. Tomando la rehabilitación de la envolvente y la modernización de equipos como medidas referentes para el sector, que además se complementarán con el resto de las acciones, se ambiciona un sistema que acelere la electrificación. Asimismo, el conjunto de áreas de actuación previstas, en su máxima

BOCM-20240115-10

penetración, suponen una sustancial reducción del consumo de gas natural en contraposición a lo previsto en el escenario tendencial.

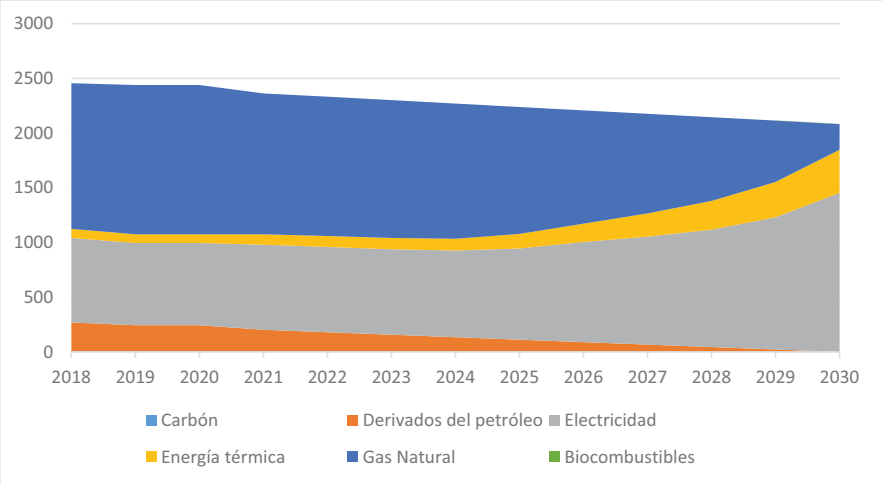


Ilustración 122. Proyección del consumo de energía final en el sector doméstico por combustible en la Comunidad de Madrid en la ambición a 2030 (alta electrificación) (Fuente: Elaboración propia)

7.6.3. Servicios

El análisis tendencial del sector servicios en la Comunidad de Madrid arrojaba un probable crecimiento del consumo energético, especialmente en lo referente al consumo de gas natural. La implementación de acciones de eficiencia energética y mejora de los sistemas de climatización, así como un incremento en los sistemas de autoconsumo apuntan hacia una estabilización del consumo de este combustible y otorgan un mayor protagonismo a la energía eléctrica, sugiriendo una desaceleración del consumo total de energía final en el sector.

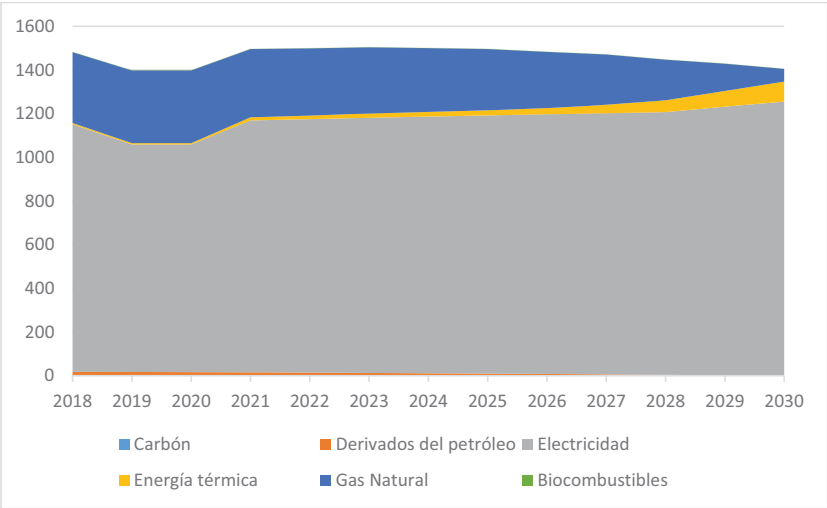


Ilustración 123. Proyección del consumo de energía final en el sector servicios por combustible en la Comunidad de Madrid en la ambición a 2030. (Fuente: Elaboración propia)

7.6.4. Industria

Las áreas de actuación propuestas para el sector industrial de la Comunidad de Madrid ambicionan continuar con la tendencia descendente del consumo, sin perjuicio de la productividad. Es decir, apostando por la eficiencia energética y la modernización de procesos de manera que se desacople el consumo energético del valor agregado creado por el sector. Este conjunto de acciones apunta hacia una redistribución del consumo de portadores energéticos, desde los combustibles fósiles hacia una progresiva electrificación. Esta transición está alineada con el crecimiento de una industria más tecnológica, con consumos principalmente eléctricos, como pueden ser los Centros de Procesamiento de Datos (CPDs).

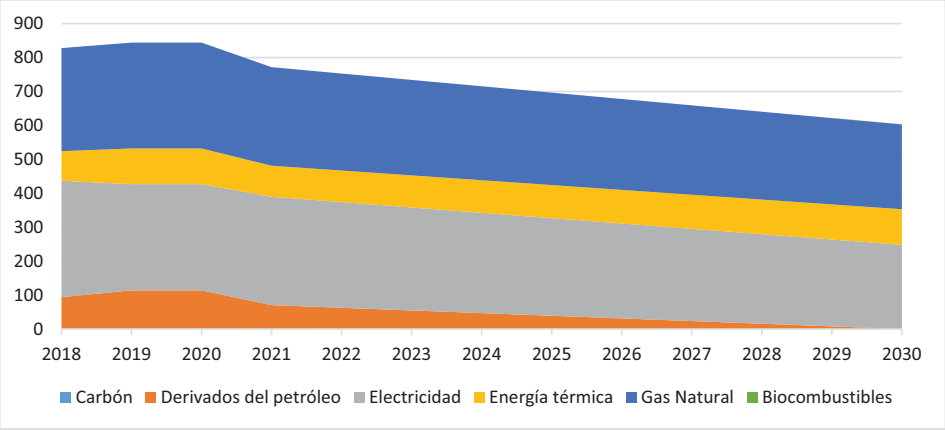


Ilustración 124. Proyección del consumo de energía final en el sector industria por combustible en la Comunidad de Madrid en la ambición a 2030. (ktep) (Fuente: Elaboración propia)

7.6.5. Sector primario

En lo relativo al sector primario en la Comunidad de Madrid, el conjunto de acciones propuesto apunta a mantener el comportamiento de reducción del consumo que se aprecia en el escenario tendencial. Además, también muestra una apuesta por la diversificación de portadores energéticos, incluyendo en el esquema de consumo la bioenergía y una mayor proporción de electricidad renovable, motivados por la modernización de equipos y el fomento de instalaciones de autoconsumo.

BOCM-20240115-10

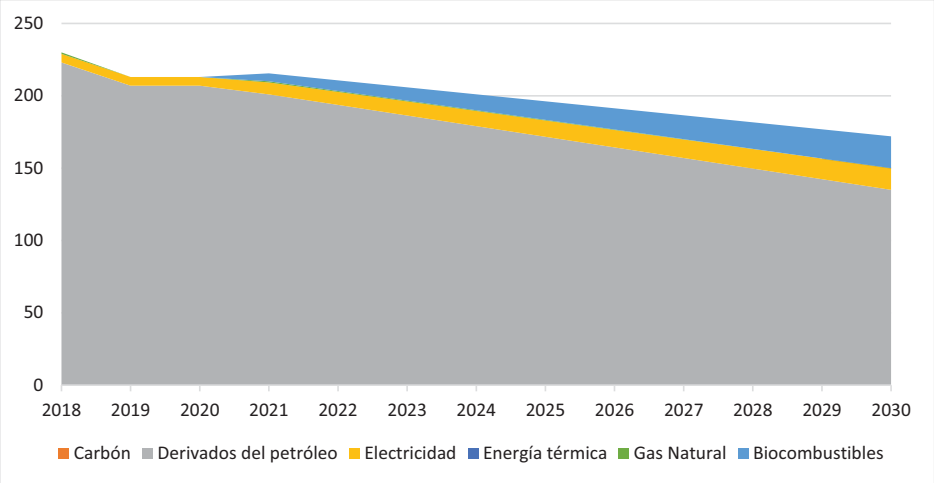


Ilustración 125. Proyección del consumo de energía final en el sector primario por combustible en la Comunidad de Madrid en la ambición a 2030 (ktep) (Fuente: Elaboración propia)

7.6.6. Ahorro acumulado de energía final

En términos del ahorro acumulado del consumo de energía final cuando se comparan los escenarios tendencial y objetivo se tiene que del 2021 al 2030 se ahorrarían 8.503 ktep. El despliegue de dichos ahorros anuales se asume como sigue.

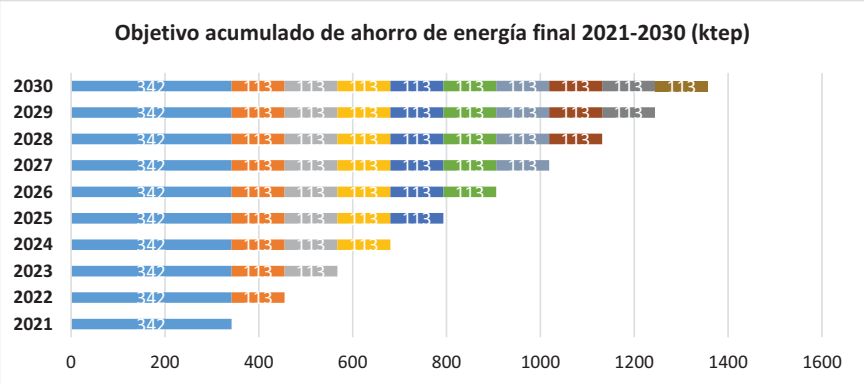


Ilustración 126. Objetivo acumulado de ahorro de energía final 2021-2030 (ktep) de la Comunidad de Madrid para 2021-2030. (Fuente: Elaboración propia). Nótese que el total de ahorro suma 8.495 ktep en lugar de 8.503 ktep, dado un desajuste de casación.

De una comparación con su objetivo homólogo del PNIEC, donde se asumen escalones anuales de ahorro del consumo de energía final de 669 ktep, los 113 ktep anuales de la Comunidad de Madrid suponen un 17%.

BOCM-20240115-10

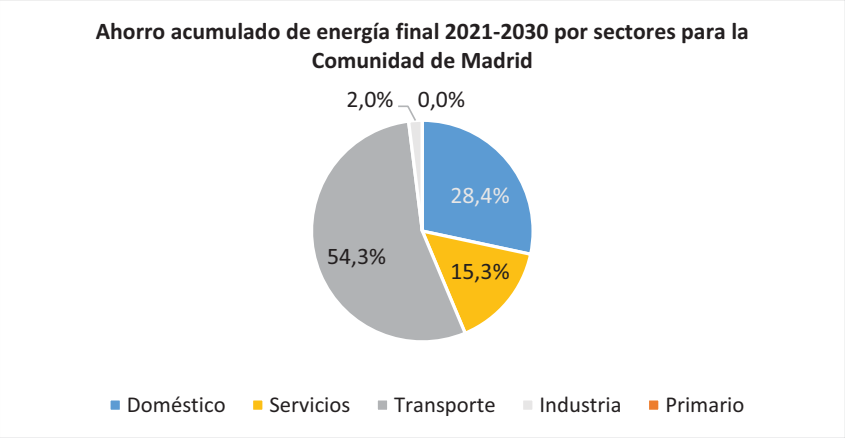


Ilustración 127. Reparto por sectores de los ahorros acumulados (período 2021-2030) de energía final en la Comunidad de Madrid para 2030 (Fuente: Elaboración propia)

Como se aprecia en la Ilustración 127, el mayor esfuerzo de ahorro de energía viene asociado a los cambios asumidos en el sector transporte, totalizando un 54,3% del total del ahorro energético. Seguidamente, el sector residencial o doméstico, supondrá un 28,4% y el sector servicios un 15,3%.

8. INFRAESTRUCTURAS ENERGÉTICAS Y GENERACIÓN DE ENERGÍA

8.1. Planificación de infraestructuras energéticas

En lo que respecta a los objetivos relacionados con el despliegue de infraestructuras, la Comunidad de Madrid, dentro de sus competencias, apoyará el despliegue de nuevas instalaciones que permitan asegurar alcanzar los objetivos establecidos en la presente estrategia, siempre de conformidad con la planificación energética estatal.

Como se ha detallado en la sección de diagnóstico correspondiente, la Comunidad de Madrid presenta un alto grado de despliegue de infraestructura, tanto en lo concerniente a gas natural como a electricidad, y en lo que respecta a la red de transporte y la red de distribución. En este sentido, se describen a continuación los planteamientos de futuro de despliegue de infraestructuras, para la Comunidad de Madrid **a partir de la información y los planes previamente existentes**.

8.1.1. Infraestructuras de gas natural

Red básica de transporte de gas natural

De acuerdo con el documento denominado *"Planificación Energética: Plan de desarrollo de la red de transporte de energía eléctrica 2015-2020"*, del MITERD, no ha existido regulación específica para el procedimiento de planificación de las infraestructuras de transporte de gas natural y de almacenamiento de reservas estratégicas de productos petrolíferos. Para el proceso se había seguido el correspondiente a la red de transporte de energía eléctrica, de modo que la planificación de infraestructuras en materia de electricidad y de hidrocarburos se hacía de manera conjunta. Sin embargo, siguiendo el criterio establecido por la Audiencia Nacional en sus sentencias de 31 de octubre de 2012, la parte vinculante del citado documento de planificación finalmente incluyó únicamente el plan de desarrollo de la red de transporte de electricidad. La aprobación de una nueva planificación en materia de hidrocarburos deberá realizarse una vez se haya aprobado el desarrollo reglamentario necesario a tal efecto.

Por lo anterior, no se refleja ninguna actuación que se haya planificado previamente sobre la red básica de transporte de gas natural en la Comunidad de Madrid en el presente documento, quedando los eventuales proyectos pendientes de los compromisos que se establezcan por acuerdo del Consejo de Ministros o desde el

BOCM-20240115-10

Congreso, vía modificaciones de la Ley 34/1998 o a través de los sucesivos planes estratégicos de Enagás.

Red de transporte secundario y distribución

Según lo dispuesto en el artículo 74.1 de la Ley 2/2007, de 2 de julio, por la que se modifica la Ley 34/1998, de 7 de octubre, del Sector de Hidrocarburos, con el fin de adaptarla a lo dispuesto en la Directiva 2003/55/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de gas natural, es obligación de los distribuidores de gas natural el presentar al órgano competente de la Comunidad Autónoma en la que desarrollen su actividad, los planes de inversión anuales y plurianuales.

De acuerdo con ello, en cuanto a las actuaciones que se llevarán a cabo en el marco de la red de distribución de gas en los próximos años, cabe señalar los despliegues de las tres compañías que cubren este ámbito de negocio en la Comunidad de Madrid:

- Madrileña Red de Gas S.A.U.
- Nedgia (Grupo Naturgy).
- Redexis.

Las actuaciones previstas más destacadas para los próximos años son:

- **Crecimiento en zonas establecidas/consolidadas:**
  De acuerdo con la Orden 3929/1996[85], de 17 de junio, de la Consejería de Economía y Empleo, la ejecución de las instalaciones previstas se realizará en los municipios repartidos en las zonas consolidadas por cada compañía. Las inversiones y longitudes de red corresponden a lo previsto en las partidas y conceptos de inversiones de canalización de red para presiones de MOP≤ 5, construcción de acometidas y demás instalaciones de distribución necesarias para la conexión de nuevos puntos de suministro.

- **Crecimiento en nuevos desarrollos**
  En las partidas y conceptos de inversiones de canalización de red para presiones de MOP≤ 5, se avanzará en la construcción de acometidas y demás instalaciones de distribución necesarias para la conexión de los puntos de suministro para los nuevos desarrollos urbanísticos, con el reparto que corresponda a cada empresa distribuidora, en función d las correspondientes autorizaciones administrativas, previa y de ejecución de instalaciones.

  La inversión en nuevos desarrollos incluirá la construcción de red de distribución en todos los Planes de Actuación Urbanística, Planes Parciales, etc. con obras de urbanización actualmente en desarrollo. Constan actualmente actuaciones en

[85] http://gestiona.comunidad.madrid:443/wleg_pub/servlet/Servidor?opcion=VerHtml&nmnorma=294

BOCM-20240115-10

ejecución sobre nuevos desarrollos urbanísticos en los siguientes municipios: Ajalvir, Alcalá de Henares, Alcobendas, Algete, Boadilla del Monte, Brunete, Colmenar Viejo, Cubas de la Sagra, Madrid (Carabanchel y Latina), Fuenlabrada, Fuente El Saz de Jarama, Griñón, Humanes de Madrid, Las Rozas de Madrid, Quijorna, San Agustín de Guadalix, San Sebastián de los Reyes, Torrelodones, Valdeolmos-Alalpardo y Villanueva del Pardillo.

- **Crecimiento en nuevos municipios**

Dentro de los planes de expansión y gasificación, se encuentran en fase de proyecto o de ejecución actuaciones para expandir el suministro de gas natural en los municipios de Miraflores de la Sierra, Los Molinos, Casarrubuelos, Cercedilla, Daganzo de Arriba, Villarejo de Salvanés, Brunete, Valdeavero, Valdecarros (Madrid), entre otros.

- **Ramales de acceso y conexiones en MOP≤16 a Nuevos Desarrollos**

Este tipo de instalaciones se acometen con instalaciones y presiones de MOP≤ 16 y las estaciones de regulación y medida o armarios de regulación, que sean precisas en función de la demanda de caudal. Las inversiones y longitudes de red asumidas corresponden a los ramales y antenas de conexión de nuevos desarrollos urbanísticos de los que se dispone autorización de ejecución de instalaciones a gasificar, y las estaciones de regulación y medida o armarios de regulación que sean necesarias durante el año 2022.

- **Conexiones industriales en MOP≤ 16**

Debido al diferente estado de los proyectos en los que se encuentran este tipo de instalaciones y a la coyuntura económica, el calendario de ejecución de las instalaciones vendrá condicionado por la concreción de las diferentes solicitudes de conexión de los clientes a través de la comercializadora, la firma de los compromisos y acuerdos para su alimentación, así como a la obtención de las autorizaciones de instalaciones, permisos y expropiaciones que procedieran para la construcción de dichas instalaciones.

- **Operaciones en la red y transformación de puntos de suministro**

Esta actuación contempla todas aquellas obras de renovación de red, de acometidas, desplazamiento de instalaciones y religamientos que hacen que las instalaciones trabajen en las adecuadas condiciones de seguridad y funcionamiento. Además, se asume una paulatina transformación de puntos de suministro de butano a gas natural en las zonas consolidadas, en función de la obtención de permisos.

De las actuaciones indicadas, según lo anticipado por cada una de las tres empresas distribuidoras y para sus zonas consolidadas en la Comunidad de Madrid, se deduce que, de acuerdo con los proyectos previstos y en ejecución, la **red de distribución regional se ampliará en 130,21 km en un futuro inmediato**. Dicha ampliación de red

BOCM-20240115-10

se debe principalmente al crecimiento esperado en los municipios de cada zona consolidada y a los nuevos desarrollos urbanísticos, todos ellos en baja presión. Por otro lado, las conexiones industriales en alta presión supondrán unos 1,6 km extra. Por último, cabe destacar el proyecto de planta de GNL de Madrileña Red de Gas S.A.U. localizado en Miraflores de la Sierra.

Más allá de los planes de inversión plurianual 2022-2024 de las compañías distribuidoras, será el proceso continuo de iteración anual con la Dirección General competente (en la actualidad, la Dirección General de Transición Energética y Economía Circular) de la Comunidad de Madrid lo que asegure un proceso exitoso de transformación hacia un sistema de distribución de gas, altamente eficiente y con los más altos estándares de calidad y seguridad de suministro.

Se puede encontrar más información sobre la distribución de gas en la Comunidad de Madrid: https://www.comunidad.madrid/inversion/energia/informacion-practica-gas

8.1.2. Infraestructura de electricidad

La planificación de las infraestructuras eléctricas trasciende el ámbito regional, y más en el caso de la Comunidad de Madrid, fuertemente consumidora y escasamente productora. Se realiza fundamentalmente en el ámbito nacional, como se detalla a continuación.

Infraestructura eléctrica de transporte

El plan de desarrollo de la red futura se rige por los principios rectores recogidos en la Orden TEC/212/2019[86], de 25 de febrero, por la que se inició el procedimiento para efectuar propuestas de desarrollo de la red de transporte de energía eléctrica con horizonte 2026. Dicho desarrollo normativo ha quedado consolidado en el documento de "**Plan de desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica. Período 2021-2026**"[87].

Así, los principales principios rectores de dicha planificación de la red de transporte nacional son:

a) El cumplimiento de los compromisos en materia de energía y clima a nivel nacional reflejados en el PNIEC 2021-2030.

b) La maximización de la penetración renovable en el sistema eléctrico, minimizando el riesgo de vertidos, y de forma compatible con la seguridad del sistema eléctrico.

[86] https://energia.gob.es/planificacion/Planificacionelectricidadygas/plan-desarrollo-red-transporte-energia-electrica-2021-2026/Paginas/2021-2026.aspx

[87] https://www6.serviciosmin.gob.es/Aplicaciones/Planificacion/PLAN_DESARROLLO_RdT_H2026_COMPLETO.pdf

BOCM-20240115-10

c) La evacuación de energías renovables en aquellas zonas en las que existan elevados recursos renovables y sea posible ambientalmente la explotación y transporte de la energía generada.

d) La contribución, en lo que respecta a la red de transporte de electricidad, a garantizar la seguridad de suministro del sistema eléctrico.

e) La compatibilización del desarrollo de la red de transporte de electricidad con las restricciones medioambientales.

f) La supresión de las restricciones técnicas existentes en la red de transporte de electricidad.

g) El cumplimiento de los principios de eficiencia económica y del principio de sostenibilidad económica y financiera del sistema eléctrico.

h) La maximización de la utilización de la red existente, renovando, ampliando capacidad, utilizando las nuevas tecnologías y reutilizando los usos de las instalaciones existentes.

i) La reducción de pérdidas para el transporte de energía eléctrica a los centros de consumo.

Se detallan a continuación las actuaciones previstas en la Comunidad de Madrid. En la citada planificación nacional se incluyen tanto las actuaciones a acometer posteriores a 2020[88] como otra inicialmente previstas en 2019-2020 pero que se incluyen en la Planificación 2021-2026 en el documento final de marzo 2022:

Actuaciones de la red de partida con p.e.s prevista en 2019-2020. Madrid	Información		
	Motivación	PES	Observaciones
Nuevo transformador desfasador 400/400 kV de 920 MVA en Galapagar 400 kV	Integración de renovables y resolución RRTT	2019	
Nuevo binudo Villaviciosa B 220 kV con conexión a Villaviciosa 220 kV circuitos 1 y 2 (Acoplamiento longitudinal de barras. Tecnología GIS). Conexión a Majadahonda, Prado de Santo Domingo, Boadilla, y transformador AT3 400/220 kV de 600 MVA y REA2 de 100 Mvar previamente conectados a Villaviciosa. Ampliación subestación Villaviciosa B 220 kV para acoplamiento transversal	Seguridad de suministro	2020	Acoplamiento longitudinal de barras. Tecnología GIS
Nueva reactancia 4 en Morata 400 kV de 150 Mvar	Seguridad de suministro	2020	

[88] Extraído de los Anexos de la Plan de desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica. Período 2021-2026: https://energia.gob.es/_layouts/15/HttpHandlerParticipacionPublicaAnexos.ashx?k=22931

BOCM-20240115-10

Actuaciones de la red de partida con p.e.s prevista en 2019-2020. Madrid	Información		
	Motivación	PES	Observaciones
Nuevas reactancias 5 en San Sebastián de los Reyes 400 kV de 150 Mvar y la 1 en Arroyo de la Vega 220 kV de 100 Mvar	Seguridad de suministro	2019	

Tabla 53. Actuaciones de la red de partida con p.e.s prevista en 2019-2020. Madrid (Fuente: Plan de desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica. Período 2021-2026).

ID	Actuaciones de la red de partida con p.e.s prevista posterior a 2020. Madrid	Información			Criterio inclusión en RdP
		Motivación	PES	Observaciones	
RDP21	Repotenciación del doble circuito Almaraz C.N. -Villaviciosa de Odón 400 kV	Integración de renovables y resolución RRTT	2021		No requiere DIA y su PES es de <=2023
RDP43	Nuevo cable Aena-Campo de las Naciones 220 kV	Integración de renovables y resolución RRTT	2022		No requiere DIA y su PES es de <=2023
RDP44	Nueva subestación San Fernando 400 kV con un transformador 400/220 kV y entrada-salida de la línea Estación Terminal Morata 1 – Morata 400 kV. Nueva subestación San Fernando 220 kV, con entrada-salida de la línea Algete-Ardoz 220 kV y con nuevo doble circuito San Fernando-Puente San Fernando 220 kV. Cambio de tensión y topología de las líneas Loeches-San Sebastián de los Reyes 220 kV con alta de la línea Loeches-San Sebastián de los Reyes 2400 kV	Apoyo a la red de distribución	2022	La línea de 400 kV Loeches-San Sebastián de los Reyes aumenta su traza en 2 km.	Dispone de DIA la parte crítica del conjunto de actuaciones
RDP45	Nuevo Binudo Coslada B 220 kV con conexión a Coslada 220 kV circuitos 1 y 2 (Acoplamiento longitudinal de barras. Tecnología AIS) y conexión de las posiciones de Getafe y Loeches previamente conectadas a Coslada. Ampliación de subestación Coslada B 220 kV para acoplamiento transversal.	Seguridad de suministro	2022	Acoplamiento longitudinal de barras. Tecnología AIS	No requiere DIA y su PES es de <=2023

Tabla 54. Actuaciones de la red de partida con p.e.s prevista en 2021-2026. Madrid (Fuente: Plan de desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica. Período 2021-2026).

BOCM-20240115-10

Por otro lado, las actuaciones previstas con posterioridad a 2026 en la región son[89]:

ID	Actuaciones de la red de partida con p.e.s prevista posterior a 2026. Madrid	Información	
		Motivación	Observaciones
POS23	Doble circuito Cisneros-Alcalá II 220 kV	Seguridad de suministro	Necesita tramo de cable de cobre 2500 mm^2
POS24	Nuevo cable Begoña-Fuente Hito 220 kV	Seguridad de suministro	Necesita tramo de cable de cobre 2500 mm^2
POS25	Bypass operable en Parque de Ingenieros 220 kV de las líneas Parque Ingenieros-Villaverde Bajo, 2 220 kV y Parque Ingenieros-Aguacate formándose una línea provisional Aguacate-Villaverde Bajo 220 kV	Seguridad de suministro	

Tabla 55. Actuaciones de la red de partida con p.e.s prevista posterior a 2026. Madrid (Fuente: Plan de desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica. Período 2021-2026).

Infraestructura eléctrica de distribución

La Comunidad de Madrid cuenta con una red de distribución de electricidad amplia y segura, con unos niveles de calidad y seguridad de suministro muy elevados.

Las empresas distribuidoras son aquellas compañías que se encargan de distribuir la energía eléctrica en los puntos de consumo (los hogares, las empresas, el alumbrado público…). Se encargan, además, de instalar y mantener los dispositivos de distribución como, por ejemplo, los equipos de gestión y medida (los contadores).

En el caso de la Comunidad de Madrid son dos las compañías que operan en el ámbito de la distribución de electricidad:

- I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. (Grupo Iberdrola)
- UFD Distribución Electricidad, S.A. (Grupo Naturgy)

Algunos de los proyectos en marcha de despliegue de infraestructuras son, entre otras actuaciones de mejora de sus instalaciones, la ampliación de potencia de las subestaciones de Rejas (Comunidad de Madrid) por parte de UFD-Naturgy. En el caso de I-DE, su Plan de inversiones 2022-2024 para la Comunidad de Madrid no se ha hecho público aún.

Cabe destacar, que tanto UFD como I-DE han anunciado planes de despliegue de redes eléctricas inteligentes a nivel estatal. En el caso de I-DE, su plan de negocio 2020-2025 busca invertir 2.569 millones de euros[90] para atender al crecimiento de la demanda, la

[89] Extraído de los Anexos de la Plan de desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica. Período 2021-2026: https://energia.gob.es/_layouts/15/HttpHandlerParticipacionPublicaAnexos.ashx?k=22931

[90] https://www.i-de.es/i-de-grupo-iberdrola/conocenos/plan-negocio

BOCM-20240115-10

generación distribuida, el despliegue del vehículo eléctrico, así como mejoras varias sobre la red existente. En el caso de UFD-Naturgy se invertirán 1.250 millones de euros con el foco puesto en la digitalización y la penetración renovable[91].

8.1.3. Seguridad y calidad de suministro

De entre los objetivos principales de la presente estrategia, la Comunidad de Madrid se ha propuesto el de "Contribuir a la mejora de la disponibilidad, seguridad y calidad del suministro de energía a un precio razonable y promoviendo el autoabastecimiento."

Dado el esperado crecimiento de la demanda de electricidad en la Comunidad de Madrid, el sistema afronta el reto de satisfacer dicho incremento manteniendo y mejorando los niveles de calidad y seguridad de suministro previos. Para ello, cabe destacar el comportamiento de dos indicadores técnicos que ayudan a comprender el comportamiento del sistema eléctrico, el TIEPI y el NIEPI. El TIEPI es el "tiempo de interrupción equivalente de la potencia instalada en media tensión" y el NIEPI es el "número de interrupciones equivalentes de la potencia instalada en media tensión". Más información al respecto de dichos indicadores se puede encontrar en https://energia.gob.es/electricidad/CalidadServicio/Paginas/IndexCalidad.aspx

La Comunidad de Madrid presenta unos valores históricos de TIEPI y NIEPI de altísima calidad. Por ejemplo, el TIEPI regional fue de 0,441h en 2019, y los valores históricos muestran un comportamiento muy plano, ya que desde el año 2011 el índice se ha mantenido en la banda 0,4h - 0,5h. Sirva como comparación el que otras CC. AA. presentan valores de TIEPI mucho más elevados: Andalucía (1,3-1,6h), Castilla y León (1-1,8h), Cataluña (1-1,2h), País Vasco (0,6-1,1h). La media española oscila entre el 1,06h (2014) y 1,37h (2017). En el caso del NIEPI se tiene que la Comunidad de Madrid presentó un valor de 0,562 en 2019, estando el indicador comprendido en la banda 0,6 - 0,7 desde el año 2012. Sirva como sentido de comparación la media nacional de NIEPI, situada en 1,28 en 2019 y con unos valores en el rango de 1,2-1,4 durante la última década. La siguiente Ilustración incluye la evolución del TIEPI por CC.AA. en el período 2014-2019.

En el año 2021 los indicadores NIEPI y TIEPI han presentado incrementos de forma puntual.

[91] https://www.europapress.es/economia/noticia-naturgy-invierte-1250-millones-cinco-anos-mejorar-calidad-digitalizacion-servicio-20220318135943.html

BOCM-20240115-10

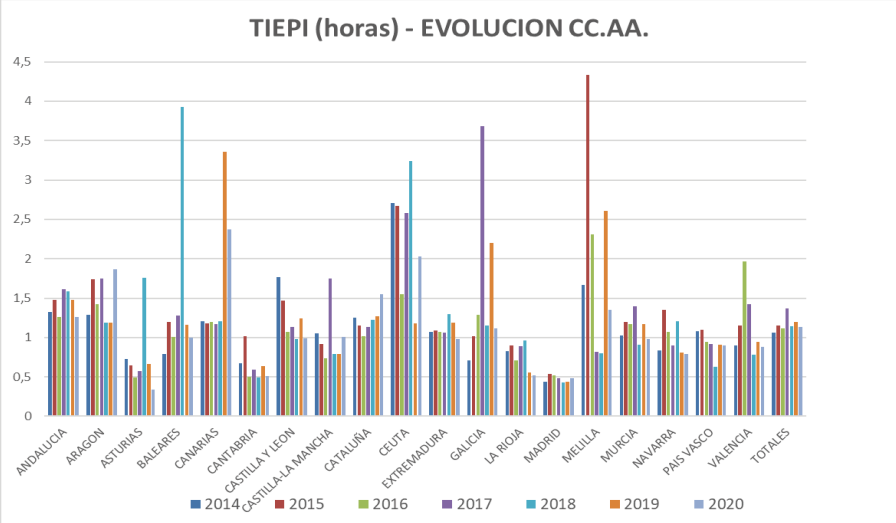


Ilustración 128. TIEPI (horas) por Comunidad Autónoma para el período 2014-2020. (Fuente: MITERD.[92])

Teniendo en cuenta lo anterior, se plantea, dentro del objetivo estratégico 2 "*Contribuir a la mejora de la disponibilidad, seguridad y calidad del suministro de energía a un precio razonable y promoviendo el autoabastecimiento"*, lograr a 2030 una **mejora en un 10% la calidad del suministro eléctrico** de la Comunidad de Madrid, medido a través de los índices TIEPI y NIEPI. Este planteamiento de objetivo, apoyado por la continua inversión en actualizaciones y mejora de las infraestructuras de red regionales, ante el reto de una mayor electrificación del sistema energético regional, supondría alcanzar un **TIEPI de 0,397h en 2030** y un **NIEPI de 0,506 en 2030**.

[92] https://energia.serviciosmin.gob.es/Gecos/DatosPublicos/CalidadServicio

BOCM-20240115-10

8.2. Generación de energía eléctrica en la región

En el presente apartado se detallan los análisis llevados a cabo para configurar los valores esperados de generación eléctrica para cada tipo de tecnología en la Comunidad de Madrid desde el presente y hasta 2030. Dicho enfoque de análisis se ha de interpretar como de tipo *bottom-up* y vendrá condicionado por el compromiso establecido entre las tendencias observadas, la relación de las tecnologías con la dinámica socioeconómica y las restricciones ambientales y/o técnicas, así como las ambiciones de despliegue y apoyo por parte de la Comunidad de Madrid.

Proyección de la HIDRÁULICA

En el caso de la tecnología **hidráulica**, la tendencia histórica predice un mantenimiento de tanto en la capacidad instalada como en el promedio de generación anual. En este sentido, un escenario realista para la hidráulica en la Comunidad de Madrid nos llevaría a plantear un valor de generación de unos 14 ktep en 2030, asumiendo la generación media de todos los datos históricos que presenta Fenercom y asumiendo la misma capacidad instalada que en 2020, es decir, 108,52 MW (REE, 2021). Cabe señalar que, aunque la generación hidráulica de 2019 fue de 10 ktep, el promedio histórico de toda la serie publicada por Fenercom desde 2000 hasta 2019 resulta ser de 14 ktep.

Generación eléctrica – Escenario Objetivo 2030	2019	2025	2030
Hidráulica (ktep)	10	14	14

Tabla 56. Generación de energía eléctrica mediante hidráulica – escenario objetivo 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia).

Proyección de RSU

En el caso de la generación de energía con **residuos sólidos urbanos (RSU),** la tendencia muestra que, para una capacidad instalada estable, la generación varía en función del comportamiento de la economía. El índice de correlación entre el PIB regional y la generación eléctrica con RSU es de 0,9739 para el período 2014-2019 (calculado a partir de datos de INE y Fenercom). A pesar de dicha relación estrecha con el PIB, para evitar posibles sesgos, las proyecciones se basan en el comportamiento histórico 2000-2019 de la generación con RSU, de forma que la volatilidad del comportamiento de la economía en los primeros años post-COVID no afecte a la previsión a largo plazo de la generación de energía con RSU. Así pues, se ha optado por tomar una proyección basada en un suavizado exponencial triple[93] con lo que se tiene que en 2030 se alcanzarían los 33 ktep de generación mediante RSU, para un comportamiento inercial del sistema.

De lo anterior se deduce necesario llevar a cabo inversiones en ampliaciones o nueva potencia para dar cuenta de la generación extra. El establecimiento de un escenario objetivo más allá del análisis tendencial implicaría una planificación asociada de ampliación

[93] Se ha utilizado el método de Holt-Winters de suavizado exponencial triple. Más información aquí: https://rpubs.com/nanrosvil/283121

BOCM-20240115-10

de capacidad sobre la gestión de residuos, más allá de lo que indica la Estrategia de Gestión Sostenible de los Residuos de la Comunidad de Madrid 2017-2024[94] donde se apunta en el objetivo "*e. Definir criterios para el establecimiento de las infraestructuras necesarias y para la correcta gestión de residuos en la Comunidad de Madrid*" sobre dichos asuntos, sin especificar las posibles ampliaciones de potencia. Por lo anterior, se establece un escenario objetivo que, basado en la sola tendencia del sistema, comportará un crecimiento de la generación eléctrica en 2030.

Generación eléctrica – Escenario Objetivo 2030	2019	2025	2030
RSU (ktep)	20	27	33

Tabla 57. Generación de energía eléctrica mediante RSU – escenario objetivo 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia):

Proyección de TRATAMIENTO DE RESIDUOS

De forma similar a los RSU, y según la nomenclatura que utiliza Fenercom en sus balances estadísticos anuales, se espera que la tecnología llamada "tratamiento de residuos" presente un comportamiento similar al del PIB. Sin embargo, esto no se observa en el índice de correlación entre PIB y generación eléctrica mediante "tratamiento de residuos" (INE y Fenercom), que alcanza un valor de 0,0966 para el período 2014-2019, siendo incluso menor al ampliar los rangos históricos. Por tanto, para evitar sesgos se ha optado por tomar una proyección basada en un suavizado exponencial triple (sobre datos históricos) con lo que se tiene que en 2030 se alcanzarían los 32 ktep de generación mediante tratamiento de residuos.

Generación eléctrica – Escenario Objetivo 2030	2019	2025	2030
Tratamiento de residuos (ktep)	23	28	32

Tabla 58. Generación de energía eléctrica mediante "tratamiento de residuos" – escenario objetivo 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia)

Proyección de la BIOMASA

Si bien no es su principal uso en la región, el empleo de la **biomasa** para generación eléctrica supone una contribución relativamente constante, en torno a los 18 ktep anuales (2019). En este sentido, la proyección histórica de la biomasa eléctrica conduciría a un valor tendencial de 19 ktep en 2030. Por otro lado, utilizando el objetivo del PNIEC como criterio de valor para construir el escenario objetivo de dicha tecnología en la región se tendrían 30 ktep en 2030.

Generación eléctrica – Escenario Objetivo 2030	2019	2025	2030

[94] Estrategia de Gestión Sostenible de los Residuos de la Comunidad de Madrid 2017-2024 https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/doc/medio-ambiente/residuos_cm_tdc_interactiva_mod_2_1.pdf

BOCM-20240115-10

Biomasa (electricidad) (ktep)	18	21	30

Tabla 59. Generación de energía eléctrica mediante biomasa – escenario objetivo 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia).

Proyección de la COGENERACIÓN

Las tecnologías de **cogeneración** presentan un comportamiento esperado decreciente según las tendencias, pasando de los 76 ktep (2019) hasta unos 62 ktep en 2030. Este comportamiento viene marcado por diversos factores sobre el uso de cogeneraciones en los sectores industrial y terciario, donde el régimen regulatorio y las primas favorecieron la instalación de este tipo de plantas, alimentadas por gas natural en su mayoría, marcando una generación que alcanzó los 138 ktep (2012) para ir decreciendo desde entonces. Desde el punto de vista eléctrico, se asume un escenario objetivo para la cogeneración basado en el criterio del PNIEC de reducir la potencia instalada al tiempo que se favorece la mejora de la eficiencia. Se establece que el comportamiento de las cogeneraciones de la Comunidad de Madrid será parejo al de dicha tecnología a nivel nacional, como se deduce de la comparativa de evolución del parque de capacidad regional vs. nacional (ver balances estadísticos de Fenercom y Fig. 8.10 del Libro de la Energía 2017 de MITECO/IDAE[95]).

Generación eléctrica – Escenario Objetivo 2030	2019	2025	2030
Cogeneración (electricidad) (ktep)	76	72	69

Tabla 60. Generación de energía eléctrica mediante cogeneración - escenario objetivo 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia).

Proyección de la EÓLICA

Por otro lado, el análisis del futuro de la tecnología **eólica** en la Comunidad de Madrid, actualmente inexistente (0 MW instalados), pasa por la observación del estudio detallado llevado a cabo por Red Eléctrica de España en su Planificación de la Red de Transporte 2021-2026[96].

La metodología establecida consta de los cuatro pasos que se detallan a continuación:

- Análisis y obtención de la distribución geográfica del recurso.
- Análisis y obtención de la distribución geográfica de la facilidad/dificultad de llevar a cabo la tramitación considerando la ausencia de restricciones y condicionantes medioambientales para la implantación de plantas fotovoltaicas o eólicas.
- Análisis y obtención de la distribución geográfica de la probabilidad de éxito de la construcción de plantas fotovoltaicas o eólicas a partir de las distribuciones de recurso, eficiencia de la producción y facilidad de tramitación.
- Asignación por nudo de la nueva potencia renovable establecida para el año 2026: estimación de las mejores ubicaciones solicitadas (solicitudes de acceso a la red de transporte tanto las otorgadas como las denegadas y propuestas al proceso de

[95] https://energia.gob.es/balances/Balances/LibrosEnergia/Libro-Energia-2017.pdf

[96] https://energia.gob.es/_layouts/15/HttpHandlerParticipacionPublicaAnexos.ashx?k=22930

BOCM-20240115-10

planificación) en función de la probabilidad de éxito y ponderadas con el peso de las intenciones de los promotores en cada comunidad autónoma.

No se analiza la energía eólica ya que, aunque cuenta con un cierto potencial en la región, no se prevé su desarrollo debido a los condicionantes medioambientales y urbanísticos de una comunidad con un alto grado de urbanización, como la nuestra. En concreto, el principal recurso eólico se encuentra en las zonas de la Sierra, que son las que tienen mayor protección medioambiental.

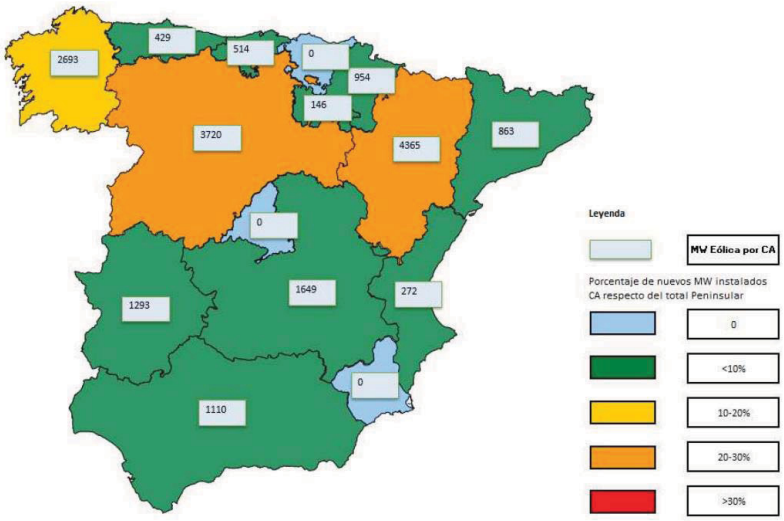


Ilustración 129. Hipótesis de distribución de la potencia eólica a instalar en el periodo 2019-2026 según el escenario de estudio llevado a cabo por Red Eléctrica de España en su Planificación de la Red de Transporte 2021-2026[97].

Esto se ha asumido en la presente Estrategia como escenario objetivo para dicha tecnología, ya que no se considera viable su instalación.

Generación eléctrica – Escenario Objetivo 2030	2019	2025	2030
Eólica (ktep)	0	0	0

Tabla 61. Generación de energía eléctrica mediante eólica – escenario objetivo 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia).

[97] https://energia.gob.es/_layouts/15/HttpHandlerParticipacionPublicaAnexos.ashx?k=22930

BOCM-20240115-10

Proyección de la SOLAR FOTOVOLTAICA

En lo que respecta a la tecnología **solar fotovoltaica**, se establece un objetivo a partir del número de peticiones de proyectos de instalación de plantas fotovoltaicas en la región y de acuerdo con las limitaciones técnicas y ambientales, puestas de manifiesto en el mapa de capacidad de acogida de que dispone la Comunidad de Madrid (. Así, dado el gran potencial solar de la región y las futuras inversiones en la Red de Transporte establecidas por el "Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2021-2026"[98] se ha determinado que el escenario objetivo alcance una **potencia instalada de solar fotovoltaica de 5.000 MW en 2030** y una **generación eléctrica asociada de 252 ktep en 2030**.

Generación eléctrica – Escenario Objetivo 2030	2019	2027	2030
Solar fotovoltaica (MW)	66,5	1.000	5.000
Solar fotovoltaica (ktep)	8,4	126	630

Tabla 62. Potencia instalada (MW) y generación eléctrica (ktep) de solar fotovoltaica – escenario objetivo 2030. (Fuente: Elaboración propia).

[98] Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2021-2026 https://www6.serviciosmin.gob.es/Aplicaciones/Planificacion/PLAN_DESARROLLO_RdT_H2026_COMPLETO.pdf

BOCM-20240115-10

8.3. Generación de energía térmica

En el presente apartado se detallan los análisis llevados a cabo para configurar los valores esperados de generación térmica para cada tipo de tecnología en la Comunidad de Madrid desde el presente y hasta 2030. Dicho enfoque de análisis se habrá de interpretar como de tipo *bottom-up* y vendrá determinado por el compromiso establecido entre las tendencias observadas, la relación de las tecnologías con drivers socioeconómicos, restricciones ambientales y/o técnicas, así como ambiciones de despliegue y apoyo por parte de la Comunidad de Madrid.

Proyección de la COGENERACIÓN

En el caso de la tecnología de **cogeneración**, al igual que se ha presentado en el análisis eléctrico, y dada su componente dual, se asume el mismo comportamiento desde el lado térmico, por lo que, de acuerdo con un enfoque tendencial, la cogeneración para usos térmicos alcanzaría los 73 ktep en 2030 desde los 87 ktep en 2019. Así, el escenario objetivo, basado en las implicaciones del PNIEC, considera medidas de mejora de la eficiencia en estas plantas, que pese a no aumentar la potencia instalada permite rendir más, obteniéndose 80 ktep en 2030.

Generación térmica – Escenario Objetivo 2030	2019	2025	2030
Cogeneración (térmica) (ktep)	87	83	80

Tabla 63. Generación de energía térmica mediante cogeneración – escenario objetivo 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia)

Proyección de la SOLAR TÉRMICA (baja temperatura)

Por otro lado, la tecnología **solar térmica de baja temperatura**, utilizada para la obtención de agua caliente sanitaria (ACS), ha experimentado un gran crecimiento en la última década. Especialmente motivado por las exigencias del anterior Código Técnico de la Edificación (CTE) en materia de instalación de renovables en edificios nuevos o grandes rehabilitaciones. No obstante, la mejora tecnológica de las instalaciones solares fotovoltaicas es presumible que contribuyan a disminuir las perspectivas de expansión de los paneles solares térmicos, especialmente por la mayor competitividad en costes de la tecnología fotovoltaica y por la exclusión de ambas opciones en cuanto al uso de cubiertas y tejados. El fuerte apoyo institucional al autoconsumo, unido a la expansión masiva de fotovoltaica, y el abaratamiento de paneles fotovoltaicos favorecen a esta tecnología en detrimento de la solar térmica para ACS. Por ello, es de esperar una inversión en las tendencias, donde los paneles solares térmicos ralenticen su aparición y quizá ocupen nichos tales como los centros deportivos, hospitales, o algunas industrias, donde se requiera ACS y haya disponibilidad de espacio.

Por lo anterior, el escenario tendencial de la solar térmica muestra un crecimiento de 22 ktep (2019) hasta 34 ktep en 2030, mientras que el escenario objetivo plantea un

BOCM-20240115-10

crecimiento menor, derivado de lo anteriormente comentado. Sirva en este caso de referente el hecho de que el PNIEC apenas menciona la instalación de paneles solares térmicos entre sus objetivos.

Generación térmica – Escenario Objetivo 2030	2019	2025	2030
Solar térmica (ktep)	22	25	28

Tabla 64. Generación de energía térmica mediante solar térmica – escenario objetivo 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia)

Proyección de la BIOMASA

La energía térmica procedente de **biomasa** tiene un fuerte papel en la Comunidad de Madrid dentro del consumo total de biomasa, suponiendo en torno al 80% del peso total, donde el 20% restante corresponde a los usos eléctricos. Así, la proyección de generación térmica con biomasa presenta el mismo comportamiento que la biomasa eléctrica, pasando de 83 ktep en 2019 a 88 ktep en 2030. En cuanto a la proyección del escenario objetivo se ha utilizado de referencia la proyección del PNIEC en este sentido:

Generación térmica – Escenario Objetivo 2030	2019	2025	2030
Biomasa (térmica) (ktep)	83	100	142

Tabla 65. Generación de energía térmica mediante biomasa – escenario objetivo 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia).

Como se observa, el crecimiento de la generación térmica con biomasa en la región es muy significativo y habrá de implicar un esfuerzo en cuanto al despliegue de medidas tales como la correspondiente al aprovechamiento de la biomasa regional.

Proyección de la GEOTERMIA

Por último, la **geotermia de baja temperatura** es una tecnología que presenta un crecimiento muy alto en la Comunidad de Madrid según arrojan las estadísticas de Fenercom. En términos de potencia instalada, la proyección del Escenario Objetivo asume un crecimiento promedio interanual de un 23% obtenido como la media de los crecimientos de 2011 a 2019 (los valores interanuales históricos de instalación de potencia geotérmica oscilan entre el 35% de 2010 a 2011 y el 11% de 2013 a 2014). De ello se tiene que **la potencia geotérmica instalada pasaría de 33 MW (2019) a 323 MW en 2030**, mientras que **la generación pasaría de 10 ktep (2019) a 93 ktep (2030)**.

Generación térmica – Escenario Objetivo 2030	2019	2025	2030
Geotermia – potencia instalada (MW)	33,1	114,6	322,7
Geotermia – generación térmica (ktep)	10	33	93

Tabla 66. Potencia (térmica) instalada (MW) y generación (ktep) - geotermia – escenario objetivo 2030. (Fuente: Elaboración propia).

Dicho crecimiento en la instalación de tecnología geotérmica hasta 2030 habrá de entenderse principalmente ligado al desarrollo de los nuevos planes urbanísticos de la

BOCM-20240115-10

Comunidad de Madrid: Valdecarros (Madrid), Madrid Nuevo Norte (Madrid), Los Berrocales (Madrid), Los Ahijones (Madrid), Los Cerros (Madrid), El Cañaveral (Madrid), Valgrande (Alcobendas), Arpo (Pozuelo de Alarcón), Cerro del Baile (San Sebastián de los Reyes), Retamar de la Huerta (Alcorcón), entre otros, los cuales totalizan más de 150.000 viviendas. Además, la naturaleza renovable de la tecnología geotérmica, las exigencias del CTE sobre las nuevas soluciones constructivas, y la competitividad económica de dicha tecnología (no sólo en nueva edificación), harán de palanca tractora para alcanzar los objetivos propuestos. Asimismo, el impulso de la explotación de la energía residual, particularmente calorífica, generada en las infraestructuras subterráneas urbanas para su aprovechamiento en las mismas instalaciones, en redes de calor y frio y en edificios de la superficie, contribuirá a la implantación de esta tecnología térmica en la región. Los proyectos pioneros llevados a cabo en Madrid, como el aprovechamiento de calor en instalaciones del Metro, ya son buena prueba de ello.[99].

Para más información: https://www.comunidad.madrid/servicios/urbanismo-medio-ambiente/urbanismo

[99] https://www.madridsubterra.es/

BOCM-20240115-10

ANEXO I. FICHAS DE ÁREAS DE ACTUACIÓN

BOCM-20240115-10

Índice de contenidos

INTRODUCCIÓN....3
SECTOR DEL TRANSPORTE Y LA MOVILIDAD....6
SECTOR RESIDENCIAL, COMERCIAL E INSTITUCIONAL....23
SECTOR DE LA ENERGÍA, LA INDUSTRIA Y LAS *UTILITIES*....33
SECTOR DE LA AGRICULTURA Y EL MEDIO NATURAL....60
AREAS DE ACTUACIÓN TRANSVERSALES....79
ANEXO: CUADRO RESUMEN OBJETIVOS E INDICADORES GLOBALES....92

BOCM-20240115-10

INTRODUCCIÓN

El presente documento complementa y forma parte de la estrategia de la Comunidad de Madrid en el ámbito de la energía, el cambio climático y la calidad del aire. El objetivo de esta estrategia es el de establecer las bases y líneas de actuación que deben servir de guía a todos los agentes de la Comunidad de Madrid. En este documento se proponen las áreas de actuación en las que los agentes del cambio, es decir, la sociedad en su conjunto y cada uno de los agentes implicados, deberían focalizar sus esfuerzos.

La experiencia de los últimos años demuestra que es preciso contar con instrumentos estratégicos flexibles, que permitan, a lo largo de todo su periodo de vigencia, ir concretando y modificando las medidas a ejecutar, a fin de adaptarse a un entorno legislativo, socioeconómico y tecnológico cambiante, a través de un proceso de análisis y seguimiento continuo de la evolución de los resultados mediante una serie de indicadores previamente fijados. Por tales motivos y sin merma del nivel de ambición, se ha preferido en la presente Estrategia establecer áreas de actuación, dentro de los sectores previamente identificados, en vez de un catálogo inflexible de medidas cerradas y calendarizadas de antemano.

Se pretende que estas áreas de actuación sean la guía para el desarrollo de planes específicos de las administraciones, organismos públicos y privados, empresas y colectivos de todo tipo para el diseño de sus propias políticas y planes relacionados con la energía, el cambio climático y el mantenimiento de la calidad del aire.

Las áreas de actuación y las medidas y acciones concretas dentro de ellas podrán ampliarse o modificarse de acuerdo a cómo avancen los indicadores, sin perder de vista los objetivos estratégicos definidos, que orientarán la política regional sobre energía, clima y calidad del aire de los próximos años. Todas aquellas medidas y acciones previamente recogidas en el Plan de Descarbonización y Cuidado del Medio Ambiente se señalan con la consiguiente referencia (PDCM).

Las áreas de actuación se sintetizan en este documento, sobre la base del modelo de ficha tipo que a continuación se describe. En los siguientes capítulos se van detallando las áreas de actuación, ordenadas por el sector principal encargado de su desarrollo.

BOCM-20240115-10

A-1 DENOMINACIÓN DEL ÁREA DE ACTUACIÓN	TRANSPORTE

OBJETIVO ESPECÍFICO

Descripción del objetivo específico del área de actuación

ACTUACIONES MAS RELEVANTES

Breve descripción de las actuaciones más relevantes que se deberían llevar a cabo dentro de esta área de actuación

PRINCIPALES METAS	Meta o metas más significativas	**ÁREAS ASOCIADAS**	Cita de las áreas de actuación más directamente relacionadas con la descrita
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Indicadores sugeridos a los agentes		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	Agentes implicados en el desarrollo de las acciones del área de actuación		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	Rango temporal de aplicación		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	Objetivos globales de la Estrategia en los que contribuye ma medida descrita en el área de actuación		

BOCM-20240115-10

TRANSPORTE Y MOVILIDAD

BOCM-20240115-10

SECTOR DEL TRANSPORTE Y LA MOVILIDAD

ÁREAS DE ACTUACIÓN	
1	USO EFICIENTE DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE Y PROMOCIÓN DEL TRANSPORTE PÚBLICO
2	APOYO AL CAMBIO MODAL
3	IMPULSO A LA MOVILIDAD ELÉCTRICA Y BAJA EN EMISIONES
4	IMPULSO A LA TRANSFORMACIÓN DE LAS FLOTAS DE TRANSPORTE DE VIAJEROS Y MERCANCÍAS MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍAS Y COMBUSTIBLES MENOS CONTAMINANTES
5	RENOVACIÓN DE LA FLOTA INSTITUCIONAL Y DE LA FLOTA DE AUTOBUSES URBANOS E INTERURBANOS
6	IMPULSO A LA MOVILIDAD BASADA EN EL HIDRÓGENO 100 % RENOVABLE
7	IMPLEMENTACIÓN DE ZONAS DE BAJAS EMISIONES EN LOS MUNICIPIOS DE LA COMUNIDAD DE MADRID
8	ACTUACIONES SOBRE INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE DE LA COMUNIDAD DE MADRID

BOCM-20240115-10

A-1 USO EFICIENTE DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE Y PROMOCIÓN DEL TRANSPORTE PÚBLICO

TRANSPORTE

OBJETIVO ESPECÍFICO

Promover una movilidad sostenible

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Mantenimiento, financiación, bonificación y promoción del transporte público en la Comunidad de Madrid.
- Mejora de la red de transporte público.
- Impulso del desarrollo de Planes de Transporte al Trabajo, con especial atención a aquellos que faciliten la accesibilidad de trabajadores a los polígonos industriales de la CAM.
- Impulso al transporte público escolar y su inclusión en los Planes de Movilidad Urbana Sostenible.
- Impulso del desarrollo de planes de movilidad para eventos y congresos.
- Apoyo a la implantación de carriles BUS-VAO
- Apoyo a los planes de transporte de última milla que impliquen un ahorro de energía y emisiones.
- Impulso a los sistemas de gestión y optimización de rutas, tanto de reparto como de transporte de pasajeros.
- Apoyo a la reducción de desplazamientos laborales (teletrabajo) y particulares (ciudad compacta mediterránea).

PRINCIPALES METAS	✓ Reducción en un 23 % de los recorridos realizados en vehículo privado para el 2030*	**ÁREAS ASOCIADAS**	A2 Apoyo al cambio modal A4 impulso a la transformación de las flotas de transporte de viajeros y mercancías mediante el uso de tecnologías y combustibles menos contaminantes A5 Renovación de la flota institucional y de la flota de autobuses urbanos e interurbanos A7 Implementación de zonas de bajas emisiones en los municipios de la Comunidad de Madrid
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	% de reducción de los recorridos realizados % reducción de emisiones de CO_2 eq ligadas al sector transporte (Inventario de emisiones CM) % reducción de las emisiones de NO_2 ligadas al sector transporte (Inventario de emisiones CM) % reducción de las emisiones de $PM_{2,5}$ ligadas al sector transporte (Inventario de emisiones CM)		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE TRANSPORTES Y MEDIO AMBIENTE – AYUNTAMIENTOS – CONSORCIO REGIONAL DE TRANSPORTES DE MADRID – METRO DE MADRID – EMT MADRID – DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO – OPERADORES PRIVADOS DE TRANSPORTE		

BOCM-20240115-10

A-1	USO EFICIENTE DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE Y PROMOCIÓN DEL TRANSPORTE PÚBLICO	TRANSPORTE
	– CIUDADANÍA EN GENERAL Y TITULARES DE VEHÍCULOS – CUERPOS DE POLICÍA LOCAL DE LOS MUNICIPIOS MADRILEÑOS	
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023 – 2030	
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE4) **Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.* *(OE5) **Reducir** las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire* *(OE7) **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.*	
*	*Incluido como objetivo en el Plan 360 del Ayuntamiento de Madrid y en la modelización UPM*	

BOCM-20240115-10

A-2 APOYO AL CAMBIO MODAL

TRANSPORTE

OBJETIVO ESPECÍFICO

Promover la movilidad activa y saludable, el uso del vehículo compartido y la creación de aparcamientos disuasorios

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Fomento de actuaciones orientadas a facilitar los desplazamientos peatonales
- Aumento de la micromovilidad cero emisiones mediante acciones como:
  - ✓ Construcción de infraestructuras correspondientes a la Red Básica de Vías Ciclistas, en el marco del nuevo Plan de Carreteras de la Comunidad de Madrid 2023-2030
  - ✓ Uso de incentivos para la adquisición de motocicletas, ciclomotores, bicicletas y patinetes eléctricos.
  - ✓ Apoyo a la creación de sistemas de aparcamiento inteligentes.
  - ✓ Impulso de las colaboraciones público-privadas de préstamo de bicicletas y patinetes eléctricos y otros vehículos de movilidad personal (VMP).
  - ✓ Mejora del acceso de la bicicleta a los medios de transporte colectivo (tren, metro y autobús).
  - ✓ Fomento de la instalación de aparcamientos para bicicletas y/o VMP en puntos estratégicos de los núcleos de población.
- Apoyo al *carsharing* mediante acciones como:
  - ✓ Impulso del uso del vehículo compartido a través de los bonos ambientales cero emisiones, asociados al achatarramiento de vehículos con mayores emisiones.
  - ✓ Establecimiento de convenios con las empresas de carsharing, promoviendo la extensión del servicio de vehículos multiusuario por los municipios de la región.
- Apoyo al vehículo compartido por medio de:
  - ✓ Difusión y apoyo de las aplicaciones de *carpooling*.
  - ✓ Fomento del uso del vehículo compartido en los desplazamientos habituales asociados a trabajo y estudios.
- Impulso a la ampliación de la red de aparcamientos disuasorios e intermodales con iniciativas como el plan Aparca+T.
- Ampliación de la red de intercambiadores de transporte de la Comunidad de Madrid

PRINCIPALES METAS	✓ Reducción en un 23 % de los recorridos realizados en vehículo privado para el 2030 (vehículos/km)	**ÁREAS ASOCIADAS**	A1 Uso eficiente de los medios de transporte y promoción del transporte público A3 Impulso a la movilidad eléctrica y baja en emisiones A4 Transformación de flotas de transporte de viajeros y mercancías, mediante el uso de tecnologías y combustibles menos contaminantes
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	% de reducción de veh-km % reducción de emisiones de CO_2 eq ligadas al sector transporte (Inventario de emisiones CM)		

BOCM-20240115-10

A-2	APOYO AL CAMBIO MODAL		TRANSPORTE
	% reducción de las emisiones de NO_2 ligadas al sector transporte (Inventario de emisiones CM) % reducción de las emisiones de $PM_{2,5}$ ligadas al sector transporte (Inventario de emisiones CM)		A7 Implementación de zonas de bajas emisiones en los municipios de la Comunidad de Madrid A8 Actuaciones sobre infraestructuras de transporte de la Comunidad de Madrid
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE TRANSPORTES, INFRAESTRUCTURAS Y MEDIO AMBIENTE – CONSORCIO REGIONAL DE TRANSPORTES DE MADRID – AYUNTAMIENTOS – CIUDADANÍA EN GENERAL – EMPRESAS DE *CARSHARING* Y *CARPOOLING*		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023 - 2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE4)* ***Reducir*** *las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.* *(OE5)* ***Reducir*** *las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire* *(OE7)* ***Favorecer*** *el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.*		

BOCM-20240115-10

A-3 IMPULSO A LA MOVILIDAD ELÉCTRICA Y BAJA EN EMISIONES

TRANSPORTE

OBJETIVO ESPECÍFICO

Promover la electrificación del parque de vehículos a la vez que se disminuye su edad media

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Actualización del Plan de Descarbonización de la Comunidad de Madrid, considerando:
  - ✓ Fomento de ayudas a la movilidad sostenible, con incentivos específicos para las familias de rentas bajas.
  - ✓ Uso de incentivos para la compra de vehículos eléctricos.
  - ✓ Revisión y actualización del Plan MOVES. Impulso a la renovación del parque de vehículos mediante la disminución de su edad media.
- Promoción del achatarramiento de vehículos antiguos para su sustitución por otros de bajas emisiones, con plan de ayudas específicas para ciudadanos de rentas bajas. Apoyo al despliegue de infraestructura de recarga de vehículo eléctrico, acorde a la normativa reguladora (Real Decreto 1084/2022 y 1053/2014), con acciones como:
  - ✓ Uso de incentivos para la instalación de nuevos puntos de recarga.
  - ✓ Impulso a los acuerdos con empresas comercializadoras de energía eléctrica para desplegar la red de cargadores en espacios accesibles (PDCM 1.8).
  - ✓ Apoyo al establecimiento de electrolineras mediante acuerdos con empresas distribuidoras de combustibles en gasolineras.
  - ✓ Establecimiento de una red de puntos de carga rápida y ultrarrápida (PDCM 1.10) para vehículos en parcelas de la Comunidad de Madrid y su desarrollo por el sector privado.
  - ✓ Impulso a los servicios de digitalización de la red de puntos de recarga.
  - ✓ Acuerdo con la asociación de administradores de fincas para la promoción de puntos de carga en edificios (PDCM 1.12).
  - ✓ Electrificación de plazas de aparcamientos disuasorios con cargadores AC.

PRINCIPALES METAS	✓ 850.000 vehículos eléctricos matriculados* ✓ 20.455 puntos de recarga públicos ** ✓ Alcanzar una edad media del parque circulante de 10 años***	**ÁREAS ASOCIADAS**	A2 Apoyo al cambio modal A4 Transformación de flotas de transporte de viajeros y mercancías mediante el uso de tecnologías y combustibles menos contaminantes A7 Implementación de zonas de bajas emisiones en los municipios de la Comunidad de Madrid A12 Apoyo al autoconsumo renovable tanto individual como compartido en el sector residencial y comercial
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	% de vehículos eléctricos matriculados Nº de puntos de recarga instalados % reducción de emisiones de CO_2 eq ligadas al sector transporte (Inventario de emisiones CM) % reducción de las emisiones de NO_2 ligadas al sector transporte (Inventario de emisiones CM) % Reducción del consumo anual de energía final del sector transporte (ktep) Antigüedad del parque circulante		

BOCM-20240115-10

A-3	IMPULSO A LA MOVILIDAD ELÉCTRICA Y BAJA EN EMISIONES	TRANSPORTE
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE TRANSPORTES, INFRAESTRUCTURAS Y MEDIO AMBIENTE – FUNDACIÓN DE LA ENERGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID – EMPRESAS COMERCIALIZADORAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA – ADMINISTRADORES DE FINCAS – CIUDADANÍA EN GENERAL	
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023 – 2030	
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE1)* ***Impulsar*** *la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables* *(OE2)* ***Contribuir*** *a la mejora de la disponibilidad, seguridad y calidad del suministro de energía a un precio razonable y promoviendo el autoabastecimiento.* *(OE4)* ***Reducir*** *las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.* *(OE5)* ***Reducir*** *las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire* *(OE7)* ***Favorecer*** *el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.*	
* ** ***	*Resultado de la modelización desarrollada por la UPM en coherencia con los objetivos del PNIEC.* *Propuesta de objetivo a partir de los análisis realizados por ANFAC y modelizados por la UPM.* *Propuesta realizada a partir de la edad media del parque europeo para 2030*	

BOCM-20240115-10

A-4 IMPULSO A LA TRANSFORMACIÓN DE LAS FLOTAS DE TRANSPORTE DE VIAJEROS Y MERCANCÍAS MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍAS Y COMBUSTIBLES MENOS CONTAMINANTES

TRANSPORTE

OBJETIVO ESPECÍFICO

Reducir las emisiones del transporte por carretera

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Análisis de las diferentes alternativas tecnológicas de descarbonización del transporte de mercancías y pasajeros por carretera desde un punto de vista ambiental, económico y social en la Comunidad de Madrid.
- Uso de incentivos para las siguientes acciones:
  - ✓ Instalación de puntos de recarga y de suministro de combustibles alternativos para las flotas de empresas en la vía pública y edificios de uso público (incluyendo los explotados por concesionarias) como hospitales y centros de salud, centros educativos, polideportivos, juzgados, etc.
  - ✓ Renovación del parque de vehículos destinado al transporte y distribución de viajeros y mercancías.
- Impulso del transporte de *última milla* con vehículos de bajas emisiones y/o transporte no motorizado.
- Colaboración con la Asociación de Entidades para la Inspección Técnica de Vehículos de la Comunidad de Madrid (AEMA-ITV) para el impulso de acciones orientadas al control de las emisiones contaminantes de los vehículos, y el control de vehículos con ITV caducada.
- Elaboración del Plan de electrificación de flotas de taxis y de vehículos de las Administraciones Públicas.
- Electrificación de las ubicaciones habituales de paradas taxis siempre que sea técnicamente factible, para facilitar la operativa de estos profesionales como incentivo de transición a vehículos eléctricos.

PRINCIPALES METAS	✓ Taxi-VTC: 100 % CERO ✓ Vehículos destinados al transporte de viajeros: 50 % CERO ✓ Vehículos destinados al transporte y distribución de mercancías: 50 % CERO	**ÁREAS ASOCIADAS**	A1 uso eficiente de los medios de transporte y promoción del transporte público A2 Apoyo al cambio modal A3 Impulso a la movilidad eléctrica y baja en emisiones A5 Renovación de la flota institucional y de la flota de autobuses urbanos e interurbanos A6 Impulso a la movilidad basada en el hidrógeno 100 % renovable
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Nº de taxi-VTC con etiqueta CERO emisiones Nº de vehículos comerciales ligeros con etiqueta CERO emisiones Nº de vehículos con etiqueta CERO emisiones destinados al transporte de viajeros Nº de vehículos con etiqueta CERO emisiones destinados al transporte y distribución de mercancías		

BOCM-20240115-10

A-4	IMPULSO A LA TRANSFORMACIÓN DE LAS FLOTAS DE TRANSPORTE DE VIAJEROS Y MERCANCÍAS MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍAS Y COMBUSTIBLES MENOS CONTAMINANTES	TRANSPORTE
	% reducción de emisiones de CO_2 eq ligadas al sector transporte (Inventario de emisiones CM) % reducción de las emisiones de NO_2 ligadas al sector transporte (Inventario de emisiones CM) % reducción del consumo anual de energía final del sector transporte (ktep) (FENERCOM) % de reducción de vehículos sin ITV o número de vehículos con ITV vigente	A7 Implementación de zonas de bajas emisiones en los municipios de la Comunidad de Madrid A54 Mantener y mejorar las redes de información relacionadas con la calidad del aire y el cambio climático
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE TRANSPORTES, INFRAESTRUCTURAS Y MEDIO AMBIENTE – FUNDACIÓN DE LA ENERGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID – OPERADORES PRIVADOS DE TRANSPORTE – EMPRESAS – AYUNTAMIENTOS – TITULARES DE VEHÍCULOS – CUERPOS DE POLICÍA LOCAL DE LOS MUNICIPIOS MADRILEÑOS – DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO	
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023 - 2030	
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE1)* ***Impulsar*** *la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables* *(OE4)* ***Reducir*** *las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.* *(OE5)* ***Reducir*** *las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire* *(OE7)* ***Favorecer*** *el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.*	

BOCM-20240115-10

A-5	RENOVACIÓN DE LA FLOTA INSTITUCIONAL Y DE LA FLOTA DE AUTOBUSES URBANOS E INTERURBANOS	TRANSPORTE

OBJETIVO ESPECÍFICO

Reducir las emisiones del transporte cuya gestión recae en las Administraciones Públicas de la Comunidad de Madrid

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Impulso a la trasformación de la flota institucional a flota cero emisiones (PDCM 1.5).
- Apoyo al plan de modernización del transporte interurbano del CRTM.
- Renovación continua de la flota de autobuses urbanos e interurbanos del Sistema de transporte público de la Comunidad de Madrid
- Impulso a la tramitación de licitaciones en los procesos de contratación pública en las que se exijan vehículos cero emisiones.
- Agilización de los trámites para la instalación de puntos de recarga en las distintas Consejerías

PRINCIPALES METAS	Cero emisiones en: ✓ La flota de autobuses urbanos ✓ La flota de autobuses interurbanos ✓ La flota institucional		
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	% de autobuses urbanos con etiqueta CERO emisiones % de autobuses interurbanos con etiqueta CERO emisiones % de la flota institucional con etiqueta CERO emisiones % reducción de emisiones de CO_2 eq ligadas al sector transporte (Inventario de emisiones CM) % reducción de las emisiones de NO_2 ligadas al sector transporte (Inventario de emisiones CM) % reducción del consumo anual de energía final del sector transporte (ktep) (FENERCOM)	**ÁREAS ASOCIADAS**	A1 Uso eficiente de los medios de transporte y promoción del transporte público A3 Impulso a la movilidad eléctrica y baja en emisiones A4 Impulso a la transformación de flotas de transporte de viajeros y mercancías, mediante el uso de tecnologías y combustibles menos contaminantes
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE TRANSPORTES, INFRAESTRUCTURAS Y MEDIO AMBIENTE – CONSORCIO REGIONAL DE TRANSPORTES DE MADRID – ÓRGANOS RESPONSABLES DE LA FLOTA INSTITUCIONAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID – EMT MADRID – AYUNTAMIENTOS – EMPRESAS ADJUDICATARIAS DE LAS CONCESIONES DE TRANSPORTE		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023-2030		

BOCM-20240115-10

A-5	RENOVACIÓN DE LA FLOTA INSTITUCIONAL Y DE LA FLOTA DE AUTOBUSES URBANOS E INTERURBANOS	TRANSPORTE
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE1) **Impulsar** la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables* *(OE4) **Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.* *(OE5) **Reducir** las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire* *(OE7) **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.*	

BOCM-20240115-10

A-6	IMPULSO A LA MOVILIDAD BASADA EN EL HIDRÓGENO 100 % RENOVABLE	TRANSPORTE

OBJETIVO ESPECÍFICO

Contribuir al proceso de descarbonización del sector regional del transporte por carretera y aprovechar la energía eléctrica excedentaria de origen renovable en los momentos de baja demanda

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Puesta en marcha de mecanismos para el impulso de vehículos de hidrógeno, tales como:
  - ✓ Bonificaciones fiscales.
  - ✓ Cuota de compras mínimas para entidades públicas (criterios de compra pública innovadora).
  - ✓ Fomento de la compra en flotas cautivas: policía, bus, taxi, etc.
  - ✓ Fomento de la garantía de precios competitivos para la recarga de los vehículos de hidrógeno.
- Diseño de un plan específico dedicado a la penetración progresiva de las soluciones basadas en la pila de combustible en el transporte público urbano de viajeros.
- Apoyo a los planes de incentivos para el desarrollo de la infraestructura de repostaje de hidrógeno.
- Eliminación de las barreras administrativas asociadas al despliegue de infraestructura de suministro a través de acciones como el desarrollo de una normativa específica para *hidrogeneras*, que concrete los requisitos administrativos y delimite los permisos necesarios para su construcción y gestión.
- Apoyo a la investigación y desarrollo de vehículos de hidrógeno y proyectos singulares.

PRINCIPALES METAS	✓ Introducir progresivamente la pila de combustible de hidrógeno en las flotas privadas de vehículos ligeros y pesados	**ÁREAS ASOCIADAS**	A2 Apoyo al cambio modal A4 Transformación de flotas de transporte de viajeros y mercancías, para el uso de tecnologías y combustibles menos contaminantes A5 Renovación de la flota institucional y de la flota de autobuses urbanos e interurbanos A18 Fomento de las tecnologías del hidrógeno en la Comunidad de Madrid
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	% de autobuses con pila de combustible de hidrógeno % de vehículos ligeros y pesados de transporte de mercancías con pila de combustible de hidrógeno Nº de *hidrogeneras* de acceso público % reducción de emisiones de CO_2 eq ligadas al sector transporte (Inventario de emisiones CM) % reducción de las emisiones de NO_2 ligadas al sector transporte (Inventario de emisiones CM) % reducción del consumo anual de energía final del sector transporte (ktep)		

BOCM-20240115-10

A-6	IMPULSO A LA MOVILIDAD BASADA EN EL HIDRÓGENO 100 % RENOVABLE	TRANSPORTE
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE TRANSPORTES, INFRAESTRUCTURAS Y MEDIO AMBIENTE – CONSORCIO REGIONAL DE TRANSPORTES DE MADRID – ÓRGANOS RESPONSABLES DE LA FLOTA INSTITUCIONAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID – EMT MADRID – AYUNTAMIENTOS – CIUDADANÍA EN GENERAL – EMPRESAS ADJUDICATARIAS DE LAS CONCESIONES DE TRANSPORTE	
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023-2030	
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE1)* ***Impulsar*** *la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables* *(OE4)* ***Reducir*** *las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.* *(OE5)* ***Reducir*** *las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire*	

BOCM-20240115-10

A-7	IMPLEMENTACIÓN DE ZONAS DE BAJAS EMISIONES EN LOS MUNICIPIOS DE LA COMUNIDAD DE MADRID	TRANSPORTE

OBJETIVO ESPECÍFICO

Reducir las emisiones del transporte privado

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Creación de Zonas de Bajas Emisiones (ZBE) en los municipios de más de 50.000 habitantes.
- Apoyo, mediante subvenciones y asistencia técnica, a los municipios para el establecimiento de las Zonas de Bajas Emisiones.
- Divulgación de las Zonas de Bajas Emisiones en la página web de la Comunidad de Madrid.
- Impulso a los planes de movilidad urbana sostenible (PMUS).
- Apoyo a los planes de transporte al trabajo en las empresas.
- Refuerzo del sistema de transporte público en aquellos puntos con mayor necesidad.

PRINCIPALES METAS	✓ Establecimiento de zonas de bajas emisiones en todos los municipios de la Comunidad de Madrid de más de 50.000 habitantes	**ÁREAS ASOCIADAS**	A1 Uso eficiente de los medios de transporte y promoción del transporte público A2 Apoyo al cambio modal A3 Impulso a la movilidad eléctrica y baja en emisiones
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	% de municipios de más de 50.000 habitantes con ZBE % de reducción de veh-km % reducción de emisiones de CO_2 eq ligadas al sector transporte (Inventario de emisiones CM) % reducción de las emisiones de NO_2 ligadas al sector transporte (Inventario de emisiones CM) Reducción del consumo anual de energía final del sector transporte (ktep)		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE TRANSPORTES, INFRAESTRUCTURAS Y MEDIO AMBIENTE – AYUNTAMIENTOS – CONSORCIO REGIONAL DE TRANSPORTES DE MADRID – METRO DE MADRID – EMT MADRID – CIUDADANÍA EN GENERAL – TITULARES DE VEHÍCULOS – EMPRESAS ADJUDICATARIAS DE LAS CONCESIONES DE TRANSPORTE – DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO – CUERPOS DE POLICÍA LOCAL DE LOS MUNICIPIOS MADRILEÑOS		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023-2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE1)* ***Impulsar*** *la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables* *(OE4)* ***Reducir*** *las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.*		

BOCM-20240115-10

A-7	IMPLEMENTACIÓN DE ZONAS DE BAJAS EMISIONES EN LOS MUNICIPIOS DE LA COMUNIDAD DE MADRID	TRANSPORTE
	(OE5) ***Reducir*** *las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire* *(OE7)* ***Favorecer*** *el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.*	

BOCM-20240115-10

A-8	ACTUACIONES SOBRE INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE DE LA COMUNIDAD DE MADRID	TRANSPORTE

OBJETIVO ESPECÍFICO

Implantar medidas para la prevención de los impactos del cambio climático en el diseño, construcción, gestión y mantenimiento de las infraestructuras de transporte.

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Introducción del análisis de la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la fase de diseño de las nuevas infraestructuras de transporte, así como en el mantenimiento de las infraestructuras existentes.
- Realización de estudios para la mejora del conocimiento de los impactos del cambio climático sobre el sistema de movilidad vial y ferroviario de la Comunidad de Madrid.
- Inclusión de criterios en el diseño, remodelación y gestión de infraestructuras urbanas de transporte que tengan en consideración las energías residuales generadas en dichas infraestructuras, para su aprovechamiento en las mismas y en edificaciones en superficie como fuentes de energía renovable.

PRINCIPALES METAS	✓ Mejorar la respuesta de las infraestructuras de transporte frente al cambio climático	**ÁREAS ASOCIADAS**	A2 Apoyo al cambio modal A4 Transformación de las flotas de transporte de viajeros y mercancías mediante el uso de tecnologías y combustibles menos contaminantes A32 Mejora de la capacidad de adaptación de los sectores productivos ante los efectos del cambio climático
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Nº de estudios realizados sobre el total de infraestructuras propuestas		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE TRANSPORTES, INFRAESTRUCTURAS Y MEDIO AMBIENTE – AYUNTAMIENTOS Y ENTIDADES LOCALES – SECTOR PRIVADO ASOCIADO A LA EXPLOTACIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023-2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE6) **Avanzar** en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas.* *(OE7) **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.*		

BOCM-20240115-10

RESIDENCIAL, COMERCIAL E INSTITUCIONAL

BOCM-20240115-10

SECTOR RESIDENCIAL, COMERCIAL E INSTITUCIONAL

	ÁREAS DE ACTUACIÓN
9	CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS DE LOS SECTORES RESIDENCIAL Y COMERCIAL
10	CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA, REHABILITACIÓN ENERGÉTICA Y AUTOCONSUMO EN LOS EDIFICIOS PÚBLICOS
11	RENOVACIÓN DE APARATOS QUE CONSUMEN ENERGÍA
12	APOYO AL AUTOCONSUMO RENOVABLE TANTO INDIVIDUAL COMO COMPARTIDO EN EL SECTOR RESIDENCIAL Y COMERCIAL
13	ALUMBRADO PÚBLICO EFICIENTE

BOCM-20240115-10

A-9	CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS DE LOS SECTORES RESIDENCIAL Y COMERCIAL	RESIDENCIAL, COMERCIAL E INSTITUCIONAL

OBJETIVO ESPECÍFICO

Fomentar la aplicación de medidas de eficiencia energética en el parque de edificios de la Comunidad de Madrid, a excepción de los edificios institucionales

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Apoyo a la rehabilitación energética de edificios mediante acciones como el impulso a:
  - ✓ Programas de Rehabilitación Energética de Edificios.
  - ✓ Programas de ayuda en materia de rehabilitación residencial y vivienda social:
    - Actuaciones de rehabilitación a nivel de barrio, dando preferencia a aquellos barrios donde habitan los colectivos más vulnerables
    - Actuaciones de rehabilitación a nivel de edificio.
    - Actuaciones de mejora de la eficiencia energética en viviendas, como el Plan Renove de ventanas.
    - Elaboración del libro del edificio existente para la rehabilitación y la redacción de proyectos de rehabilitación.
    - Construcción de viviendas en alquiler social en edificios energéticamente eficientes.
- Impulso a la renovación del parque de maquinaria móvil no de carretera.
- Coordinación con las entidades locales en materia de rehabilitación energética y apoyo a los planes de rehabilitación municipales.
- Promoción de campañas de información y comunicación sobre las ventajas y beneficios de la rehabilitación energética, de la reducción inteligente de la demanda y el uso eficiente de los equipos, del uso de tecnologías térmicas renovables y de la compra de electrodomésticos y equipos térmicos de alta eficiencia.

PRINCIPALES METAS	✓ Todos los edificios residenciales deben lograr al menos la calificación energética E en 2030*	**ÁREAS ASOCIADAS**	A10 Certificación, rehabilitación energética y autoconsumo en los edificios públicos A11 Renovación de aparatos que consumen energía A12 Apoyo al autoconsumo renovable tanto individual como compartido en el sector residencial y comercial A19 Promoción de las empresas de servicios energéticos
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Número de edificios rehabilitados en la CM % ahorro de demanda de energía conjunta de calefacción y refrigeración Ahorro de demanda de energía conjunta de calefacción y refrigeración total (kWh/ año) Reducción del consumo de energía primaria no renovable total (kWh/ año) Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año) % reducción de emisiones de CO_2eq ligadas al sector RCI (Inventario de emisiones CM) % reducción de emisiones NO_2 ligadas al sector RCI (Inventario de emisiones CM)		

BOCM-20240115-10

A-9	**CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS DE LOS SECTORES RESIDENCIAL Y COMERCIAL**	RESIDENCIAL, COMERCIAL E INSTITUCIONAL
	Reducción del consumo anual de energía final del sector RCI (ktep)	
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS MEDIO AMBIENTE Y VIVIENDA (CONCRETAMENTE EL ORGANISMO COMPETENTE EN VIVIENDA, REHABILITACIÓN Y ARQUITECTURA). – FUNDACIÓN DE LA ENERGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID – CIUDADANÍA EN GENERAL – EMPRESAS ENERGÉTICAS – AYUNTAMIENTOS	
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023-2030	
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE1) **Impulsar** la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables* *(OE4) **Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.* *(OE5) **Reducir** las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire.* *(OE7) **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.*	
*	*En coherencia con la Nueva Propuesta Directiva de Eficiencia Energética de Edificios aprobada por el Parlamento Europeo*	

BOCM-20240115-10

A-10	CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA, REHABILITACIÓN ENERGÉTICA Y AUTOCONSUMO EN LOS EDIFICIOS PÚBLICOS	RESIDENCIAL, COMERCIAL E INSTITUCIONAL

OBJETIVO ESPECÍFICO

Impulsar las actuaciones de rehabilitación energética sobre los edificios públicos de la Comunidad de Madrid

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Impulso al Plan de Ahorro Energético en Edificios Públicos de la Comunidad de Madrid.
- Coordinación de la ejecución de las diferentes actuaciones integradas en el Programa de Rehabilitación de Edificios Públicos (PIREP) en la Comunidad de Madrid.
- Implantación de instalaciones de autoconsumo en los edificios institucionales de la Comunidad de Madrid (PDCM. 2.4).
- Apoyo a proyectos singulares mediante acciones como:
  - ✓ Creación del primer edificio neutro en carbono mediante la selección y rehabilitación de un instituto/colegio público (PDCM. 5.5).
- Desarrollo del plan de certificación de eficiencia energética de los edificios públicos de los municipios de la Comunidad de Madrid.
- Apoyo a la implantación de sistemas de gestión energética bajo la norma ISO 50 001

PRINCIPALES METAS	✓ Todos los edificios públicos deben lograr al menos la calificación energética E en 2030 * ✓ Reducción en más de un 30 % del consumo de energía primaria no renovable de los edificios rehabilitados **	**ÁREAS ASOCIADAS**	A9 Certificación y rehabilitación energética de los edificios de los sectores residencial y comercial A12 Apoyo al autoconsumo renovable tanto individual como compartido en el sector residencial y comercial A13 Alumbrado público eficiente A19 Promoción de las empresas de servicios energéticos
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	% Reducción del consumo anual de energía final del sector RCI (ktep) % Renovación de la superficie edificada % Reducción de emisiones de CO2eq ligadas al sector RCI (Inventario de emisiones CM) % Reducción de emisiones NO2 ligadas al sector RCI (Inventario de emisiones CM)		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS MEDIO AMBIENTE, PATRIMONIO Y VIVIENDA (CONCRETAMENTE EL ORGANISMO COMPETENTE EN VIVIENDA, REHABILITACIÓN Y ARQUITECTURA). – FUNDACIÓN DE LA ENERGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	1ª Fase (2023-2026)		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE1) **Impulsar** la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables* *(OE3) **Promover** el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono* *(OE4) **Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.*		

BOCM-20240115-10

A-10	**CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA, REHABILITACIÓN ENERGÉTICA Y AUTOCONSUMO EN LOS EDIFICIOS PÚBLICOS**	RESIDENCIAL, COMERCIAL E INSTITUCIONAL
	*(OE5) **Reducir** las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire*	
*	*En coherencia con la Nueva Propuesta Directiva de Eficiencia Energética de Edificios aprobada por el Parlamento Europeo.*	
**	*En línea con los objetivos de la Hoja de Ruta hacia la Neutralidad Climática del Ayuntamiento de Madrid*	

BOCM-20240115-10

A-11 RENOVACIÓN DE APARATOS QUE CONSUMEN ENERGÍA

RESIDENCIAL, COMERCIAL E INSTITUCIONAL

OBJETIVO ESPECÍFICO

Incrementar el parque de dispositivos de consumo energético más eficientes a través de la renovación de los equipos más antiguos

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Impulso a los Planes Renove de electrodomésticos y otros dispositivos que consumen energía.
- Desarrollo de campañas de concienciación sobre la importancia del ahorro energético en los aparatos de uso doméstico.
- Difusión de la información sobre el etiquetado energético de electrodomésticos.

PRINCIPALES METAS	✓ Incrementar el parque de dispositivos con etiquetado energético más eficiente		
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Número de dispositivos sustituidos anualmente Estimación del ahorro energético por dispositivo sustituido Estimación de las emisiones de GEI evitadas por aparato Estimación de las emisiones de contaminantes atmosféricos evitadas por aparato	**ÁREAS ASOCIADAS**	A9 Certificación y rehabilitación energética de los edificios de los sectores residencial y comercial
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE VIVIENDA Y MEDIO AMBIENTE – FUNDACIÓN DE LA ENERGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID – AYUNTAMIENTOS DE LA COMUNIDAD DE MADRID – ASOCIACIONES RELACIONADAS CON LOS APARATOS ELÉCTRICOS – CIUDADANÍA EN GENERAL		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023-2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE1) **Impulsar** la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables* *(OE4) **Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.* *(OE5) **Reducir** las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire* *(OE7) **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.*		

BOCM-20240115-10

A-12	APOYO AL AUTOCONSUMO RENOVABLE TANTO INDIVIDUAL COMO COMPARTIDO EN EL SECTOR RESIDENCIAL Y COMERCIAL	RESIDENCIAL, COMERCIAL E INSTITUCIONAL

OBJETIVO ESPECÍFICO

Promocionar los sistemas de autoconsumo y de generación de energía renovable de los edificios.

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Fomento del autoconsumo con tecnologías renovables y la instalación de acumuladores de energía (PDCM).
- Retomar la actividad de la Mesa de Autoconsumo de la Comunidad de Madrid.
- Acuerdo con la asociación de administradores de fincas para la promoción del autoconsumo compartido (PDCM).
- Realización de estudios para el desarrollo de tecnologías de almacenamiento de energía en la edificación.
- Impulso de las energías renovables térmicas con especial enfoque en la energía geotérmica de baja entalpía
- Elaboración de una estrategia regional de autoconsumo renovable.
- Apoyo a la figura de las comunidades energéticas.
- Simplificación, en el ámbito competencial de la Comunidad de Madrid, de los trámites administrativos requeridos por la administración autonómica y locales para el autoconsumo.
- Divulgación y publicación de una guía de ayuda, a través de la web, de los trámites administrativos necesarios para las instalaciones de autoconsumo.

PRINCIPALES METAS	✓ 1 GW de autoconsumo en 2030*	**ÁREAS ASOCIADAS**	A9 Certificación y rehabilitación energética de los edificios de los sectores residencial y comercial A10 Certificación, rehabilitación energética y autoconsumo en los edificios públicos A16 Fomento de la instalación de tecnologías de generación eléctrica renovable A20 Apoyo a la creación de comunidades energéticas A33 impulso de las energías renovables térmicas
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Potencia de autoconsumo instalada en la CM % de incremento de generación renovable en el sector RCI		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE, ENERGÍA Y VIVIENDA (CONCRETAMENTE EL ORGANISMO COMPETENTE EN VIVIENDA, REHABILITACIÓN Y ARQUITECTURA) – FUNDACIÓN DE LA ENERGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID – CIUDADANÍA EN GENERAL – AYUNTAMIENTOS – EMPRESAS DEL SECTOR ENERGÉTICO		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023-2030		

BOCM-20240115-10

A-12	APOYO AL AUTOCONSUMO RENOVABLE TANTO INDIVIDUAL COMO COMPARTIDO EN EL SECTOR RESIDENCIAL Y COMERCIAL	RESIDENCIAL, COMERCIAL E INSTITUCIONAL
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE1) **Impulsar** la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables.* *(OE3) **Promover** el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono.* *(OE4) **Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.* *(OE5) **Reducir** las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire.* *(OE7) **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.*	
*	*Estimación basada en el crecimiento actual del autoconsumo en la región.*	

BOCM-20240115-10

A-13 ALUMBRADO PÚBLICO EFICIENTE

RESIDENCIAL, COMERCIAL E INSTITUCIONAL

OBJETIVO ESPECÍFICO

Reducir el consumo de energía eléctrica del alumbrado público en exteriores

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Elaboración de planes municipales de modernización energética del alumbrado público que incluyan el registro de las infraestructuras existentes, la creación de un sistema de gestión del consumo energético y las correspondientes actualizaciones según las necesidades.
- Impulso al ahorro y eficiencia energética en el alumbrado público navideño y eventos festivos.

PRINCIPALES METAS	✓ Lograr que todo el alumbrado público sea de bajo consumo en la Comunidad de Madrid	**ÁREAS ASOCIADAS**	A10 Certificación, rehabilitación energética y autoconsumo en los edificios públicos
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	% del alumbrado público de la CM de bajo consumo % reducción del consumo de energía final del sector RCI (ktep)		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE Y ENERGÍA – AYUNTAMIENTOS		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023 - 2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE1) **Impulsar** la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables.* *(OE4) **Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.* *(OE7) **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.*		

BOCM-20240115-10

ENERGÍA, INDUSTRIA Y UTILITIES

BOCM-20240115-10

SECTOR DE LA ENERGÍA, LA INDUSTRIA Y LAS *UTILITIES*

	ÁREAS DE ACTUACIÓN
14	GARANTIZAR LA CALIDAD Y CONTINUIDAD DEL SUMINISTRO ENERGÉTICO
15	ADAPTACIÓN DE LAS REDES ELÉCTRICAS PARA LA INTEGRACIÓN DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA
16	FOMENTO DE LA INSTALACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA RENOVABLE
17	FOMENTO DEL DESPLIEGUE DE TECNOLOGÍAS DE ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO
18	FOMENTO DE LAS TECNOLOGÍAS DEL HIDRÓGENO EN LA COMUNIDAD DE MADRID
19	PROMOCIÓN DE LAS EMPRESAS DE SERVICIOS ENERGÉTICOS
20	APOYO A LA CREACIÓN DE COMUNIDADES ENERGÉTICAS
21	PROTECCIÓN DE LOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA
22	APROVECHAMIENTO DEL CALOR Y ENERGÍA RESIDUALES Y GESTIÓN EFICIENTE DE LOS PROCESOS
23	FOMENTO DE LA COGENERACIÓN DE ALTA EFICIENCIA
24	DESARROLLO E IMPULSO DE MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA INDUSTRIA
25	REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DIFUSAS DE GASES FLUORADOS EN EL SECTOR INDUSTRIAL Y COMERCIAL
26	INCORPORACIÓN DE RENOVABLES EN EL SECTOR INDUSTRIAL EN EL MARCO DEL PLAN INDUSTRIAL
27	EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ENERGÍA RENOVABLE EN LA GESTIÓN DEL AGUA
28	MEJORA DE LA HUELLA HÍDRICA EN ENTORNOS PRODUCTIVOS, COMERCIALES Y EDIFICIOS PÚBLICOS
29	FOMENTO DEL USO RESPONSABLE DEL AGUA
30	GESTIÓN DE LOS RESIDUOS BASADA EN UN ENFOQUE DE ECONOMÍA CIRCULAR
31	UTILIZACIÓN DE RESIDUOS PARA GENERACIÓN DE GASES RENOVABLES Y BIOCOMBUSTIBLES
32	MEJORA DE LA CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN DE LOS SECTORES PRODUCTIVOS ANTE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO
33	IMPULSO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES TÉRMICAS

BOCM-20240115-10

ÁREAS DE ACTUACIÓN	
34	APOYO A LA IMPLANTACIÓN DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA DE MEDIA-ALTA ENTALPÍA
35	FAVORECER EL DESARROLLO DE LOS COMBUSTIBLES SINTÉTICOS

BOCM-20240115-10

A-14	GARANTIZAR LA CALIDAD Y CONTINUIDAD DEL SUMINISTRO ENERGÉTICO	ENERGÍA, INDUSTRIA Y UTILITIES

OBJETIVO ESPECÍFICO

Garantizar el buen funcionamiento del suministro energético

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Apoyo al desarrollo de esquemas de gestión avanzada de las redes eléctrica y gasista.
- Seguimiento de los planes anuales de inversiones de las redes de transporte y de distribución.
- Apoyo a la elaboración de estudios específicos de ahorro y eficiencia energética en los instrumentos de planificación.
- Acompañamiento específico a los sectores estratégicos industriales.
- Fomento de la contratación bilateral a largo plazo (> 10 años) del suministro de energía.
- Elaboración de planes de actuaciones para hacer frente a interrupciones del suministro.

PRINCIPALES METAS	✓ Mantener una calidad de suministro por encima de la media nacional. ✓ Mejora del 10% del TIEPI y NIEPI	**ÁREAS ASOCIADAS**	A15 Adaptación de las redes eléctricas para la integración de generación distribuida A16 Fomento de la instalación de tecnologías de generación eléctrica renovable A17 Fomento del despliegue de tecnologías de almacenamiento energético
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	NIEPI (Número de interrupciones equivalentes de la potencia instalada en media tensión) (Ministerio de Industria, Comercio y turismo) TIEPI (tiempo equivalente de la potencia instalada en media tensión) (Ministerio de Industria, Comercio y turismo) Nº de interrupciones de suministro de gas canalizado		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	- CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIA DE MEDIO AMBIENTE Y ENERGÍA - EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE ENERGÍA		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023 - 2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE2)* ***Contribuir*** *a la mejora de la disponibilidad, seguridad y calidad del suministro de energía a un precio razonable y promoviendo el autoabastecimiento.*		

BOCM-20240115-10

A-15 ADAPTACIÓN DE LAS REDES ELÉCTRICAS PARA LA INTEGRACIÓN DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA

ENERGÍA, INDUSTRIA Y UTILITIES

OBJETIVO ESPECÍFICO

Integrar los sistemas de generación distribuida para la reducción de la dependencia energética de la región

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Revisión del diseño y el estado de las redes de distribución y transporte.
- Impulso a la digitalización y gestión de las redes de baja tensión.
- Fomento de la modernización de la infraestructura eléctrica y la integración de sistemas que le doten de inteligencia, a través de acciones como recogida de datos, comunicación y actuación automática.
- Apoyo a la adaptación de los sistemas de protección y transformación hacia un modelo de flujo de energía bidireccional.

PRINCIPALES METAS	✓ Integrar los sistemas de generación distribuida para la reducción de la dependencia energética de la región	**ÁREAS ASOCIADAS**	A14 Garantizar la calidad y continuidad del suministro energético A16 Fomento de la instalación de tecnologías de generación eléctrica renovable A17 Fomento del despliegue de tecnologías de almacenamiento energético
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	NIEPI (Número de interrupciones equivalentes de la potencia instalada en media tensión) (Ministerio de Industria, Comercio y turismo) TIEPI (tiempo equivalente de la potencia instalada en media tensión) (Ministerio de Industria, Comercio y turismo)		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	- CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE Y ENERGÍA - COMPAÑÍAS DISTRIBUIDORAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA - GESTOR DE LA RED DE TRANSPORTE		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023 – 2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE2)* ***Contribuir*** *a la mejora de la disponibilidad, seguridad y calidad del suministro de energía a un precio razonable y promoviendo el autoabastecimiento.* *(OE3)* ***Promover*** *el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono*		

BOCM-20240115-10

A-16 FOMENTO DE LA INSTALACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA RENOVABLE

ENERGÍA, INDUSTRIA Y UTILITIES

OBJETIVO ESPECÍFICO

Aumentar la generación eléctrica renovable en la región y reducir la dependencia exterior

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Apoyo a los proyectos de generación renovable en la región mediante acciones como:
  - ✓ Estudio de capacidad de acogida de instalaciones solares en la Comunidad de Madrid (PDCM).
  - ✓ Estudios sobre nuevas fuentes de energía verde, como pueden ser las procedentes del subsuelo urbano.
- Simplificación de los **trámites administrativos** requeridos por la administración regional y por las administraciones locales para la instalación de sistemas de generación de energía eléctrica renovable, en particular acelerar la tramitación de las evaluaciones ambientales (PCDM).

PRINCIPALES METAS	✓ Alcanzar al menos 5 GW de solar fotovoltaica instalada*		
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Potencia solar fotovoltaica instalada Potencia eléctrica renovable instalada	**ÁREAS ASOCIADAS**	A12 Apoyo al autoconsumo renovables tanto individual como compartido en el sector residencial y comercial A14 Garantizar la calidad y continuidad del suministro energético A15 Adaptación de las redes eléctricas para la integración de generación distribuida A17 Fomento del despliegue de tecnologías de almacenamiento energético A18 fomento de las tecnologías del hidrógeno en la comunidad de Madrid A19 Promoción de las empresas de servicios energéticos A20 Apoyo a la creación de comunidades energéticas A26 Incorporación de renovables en el sector industrial en el marco del Plan Industrial A33 Impulso de las energías renovables térmicas A34 Apoyo a la implantación de la energía geotérmica de alta entalpía A35 Favorecer el desarrollo de los combustibles sintéticos
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE, ENERGÍA Y URBANISMO – FUNDACIÓN DE LA ENERGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID		

BOCM-20240115-10

A-16	FOMENTO DE LA INSTALACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA RENOVABLE	ENERGÍA, INDUSTRIA Y UTILITIES
	– AGENTES PRIVADOS: EMPRESAS DE DESARROLLO DE PARQUES FOTOVOLTAICOS, APOYO SERVICIOS ENERGÉTICOS, GENERACIÓN ELÉCTRICA, UTILITIES.	
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023 – 2030	
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE1) **Impulsar** la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables.* *(OE3) **Promover** el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono* *(OE4) **Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.*	
*	*En coherencia con la capacidad instalada a 2020 y las previsiones de la DG de Descarbonización y Transición Energética.*	

BOCM-20240115-10

A-17	FOMENTO DEL DESPLIEGUE DE TECNOLOGÍAS DE ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO	ENERGÍA, INDUSTRIA Y UTILITIES

OBJETIVO ESPECÍFICO

Implementar tecnologías de almacenamiento energético para la mejora y flexibilización del sistema y la integración de las energías renovables

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Revisión del estado del arte de las tecnologías de almacenamiento energético.
- Desarrollo de esquemas de apoyo a las tecnologías de almacenamiento eléctrico.
- Apoyo al despliegue de la tecnología de almacenamiento energético mediante acciones como:
  - ✓ Elaboración de hojas de ruta para el despliegue de medios de gestión de la demanda.
  - ✓ Elaboración de planes de almacenamiento energético en la Comunidad de Madrid.
- Fomento de la investigación y desarrollo de tecnologías de almacenamiento energético.
- Apoyo a la combinación de las tecnologías renovables con el almacenamiento de los excedentes.

PRINCIPALES METAS	✓ Introducir progresivamente infraestructuras e instalaciones de almacenamiento energético ✓ Coordinar el desarrollo de energías renovables con instalaciones de almacenamiento hasta alcanzar un 20 % de capacidad instalada renovable*	**ÁREAS ASOCIADAS**	A14 Garantizar la calidad y continuidad del suministro energético A15 Adaptación de las redes eléctricas para la integración de generación distribuida A16 Fomento de la instalación de tecnologías de generación eléctrica renovable A18 Fomento de las tecnologías del hidrógeno en la Comunidad de Madrid A33 Impulso de las energías renovables térmicas A34 Apoyo a la implantación de la energía geotérmica de alta entalpía
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Capacidad de almacenamiento instalada en función a la potencia instalada Ratio de energía almacenada sobre la energía total producida en la región		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE, ENERGÍA Y URBANISMO – SECTORES PRODUCTIVOS – FUNDACIÓN DE LA ENERGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID – EMPRESAS DEL SECTOR ENERGÉTICO – EMPRESAS O PARTICULARES QUE UTILIZAN INSTALACIONES DE AUTOCONSUMO		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023 - 2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE1) **Impulsar** la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables* *(OE3) **Promover** el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono* *(OE4) **Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.*		
*	*En coherencia con los objetivos del PNIEC a nivel nacional*		

BOCM-20240115-10

A-18	FOMENTO DE LAS TECNOLOGÍAS DEL HIDRÓGENO EN LA COMUNIDAD DE MADRID	ENERGÍA, INDUSTRIA Y UTILITIES

OBJETIVO ESPECÍFICO

Introducir el hidrógeno verde en la Industria para reducir las emisiones del sector y fomentar la independencia energética

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Elaboración de un marco estratégico para el desarrollo de las tecnologías del hidrógeno en línea con la Hoja de Ruta del Hidrógeno nacional.
- Impulso de la Mesa del Hidrógeno en la Comunidad de Madrid.
- Apoyo y ejecución de proyectos singulares relacionados con las tecnologías del hidrógeno.

PRINCIPALES METAS	✓ Introducir de manera progresiva las tecnologías del hidrógeno desde proyectos piloto hasta proyectos industriales plenamente operativos.	**ÁREAS ASOCIADAS**	A6 Impulso a la movilidad basada en el hidrógeno 100 % renovable A16 Fomento de la instalación de tecnologías de generación eléctrica renovable A17 Fomento del despliegue de tecnologías de almacenamiento energético
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	% reducción de emisiones de CO_2 eq (Inventario CM) % reducción de emisiones de contaminantes atmosféricos (Inventario CM) % de energía consumida proveniente del hidrógeno		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE, ENERGÍA E INDUSTRIA – IMDEA – INDUSTRIA MADRILEÑA		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023 - 2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE3)* ***Promover*** *el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono* *(OE4)* ***Reducir*** *las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.* *(OE5)* ***Reducir*** *las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire*		

BOCM-20240115-10

A-19 PROMOCIÓN DE LAS EMPRESAS DE SERVICIOS ENERGÉTICOS

ENERGÍA, INDUSTRIA Y UTILITIES

OBJETIVO ESPECÍFICO

Lograr mayores ahorros energéticos gracias al desarrollo del negocio de las empresas de servicios energéticos

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Impulso a la creación de empresas basadas en un modelo de negocio en torno a los servicios energéticos (eléctricos y térmicos) con acciones como:
  - ✓ Esquemas de ayudas públicas.
  - ✓ Apoyo a proyectos piloto singulares.
  - ✓ Elaboración de guías para la creación de empresas de servicios energéticos.

PRINCIPALES METAS	✓ 650 empresas de servicios energéticos radicadas en la Comunidad de Madrid* ✓ Reducción de la intensidad energética en un 2,53 % anual promedio**	**ÁREAS ASOCIADAS**	A9 Certificación y rehabilitación energética de los edificios de los sectores residencial y comercial A10 Certificación, rehabilitación energética y autoconsumo en los edificios públicos A16 Fomento de la instalación de tecnologías de generación eléctrica renovable A20 Apoyo a la creación de comunidades energéticas
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Nº de empresas de servicios energéticos		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE, ENERGÍA, ECONOMÍA Y HACIENDA		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023 - 2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE1) **Impulsar** la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables* *(OE3) **Promover** el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono* *(OE4) **Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.* *(OE5) **Reducir** las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire*		
*	*De acuerdo con el nº de empresas actuales y las previsiones de la DG de Descarbonización y Transición Energética.*		
**	*En coherencia con el PNIEC*		

BOCM-20240115-10

A-20 APOYO A LA CREACIÓN DE COMUNIDADES ENERGÉTICAS

ENERGÍA, INDUSTRIA Y UTILITIES

OBJETIVO ESPECÍFICO

Favorecer y facilitar la participación de los ciudadanos, las empresas y los municipios en el propio sistema energético

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Apoyo a la creación de oficinas de transformación comunitaria para la promoción de comunidades energéticas (definidas en las directivas europeas) o mecanismos similares para simplificar y acelerar los trámites en la creación, seguimiento y puesta en marcha de las comunidades energéticas.
- Seguimiento y registro de las comunidades energéticas localizadas en la región.
- Promoción de incentivos a la constitución de comunidades energéticas.
- Formación sobre las comunidades energéticas con acciones como:
  - ✓ Impulso a la creación de programas de capacitación, certificación y desarrollo de comunidades energéticas para profesionales.
  - ✓ Desarrollo de programas de formación y capacitación de los ciudadanos y las comunidades susceptibles de constituirse en comunidades energéticas.
  - ✓ Creación de información específica orientada a los ciudadanos para fomentar y facilitar las ventajas de las comunidades energéticas.

PRINCIPALES METAS	✓ Incrementar en un 10% anual acumulado las comunidades energéticas*	**ÁREAS ASOCIADAS**	A12 Apoyo al autoconsumo renovable tanto individual como compartido en el sector residencial y comercial A16 Fomento de la instalación de tecnologías de generación eléctrica renovable A19 Promoción de las empresas de servicios energéticos A37 fomento del uso de energías renovables en las explotaciones agrarias
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Nº de comunidades energéticas		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE Y ENERGÍA – FUNDACIÓN DE LA ENERGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023– 2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE1) **Impulsar** la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables* *(OE7) **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.*		
*	*De acuerdo con las previsiones de la DG de Descarbonización y Transición Energética.*		

BOCM-20240115-10

A-21	PROTECCIÓN DE LOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA	ENERGÍA, INDUSTRIA Y UTILITIES

OBJETIVO ESPECÍFICO

Garantizar el acceso universal a la energía de aquellas personas que se encuentren en situación de vulnerabilidad, así como proporcionar un marco fiable de acceso a información, protección de datos y seguridad jurídica a la hora de abordar inversiones y cambios de hábitos en materia de transición energética justa.

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Implementar medidas de protección frente a la pobreza energética como la gestión del **bono social eléctrico** y del **bono social térmico** para consumidores vulnerables.
- Divulgación de información práctica sobre el bono social a través de la web de la Comunidad de Madrid: https://www.comunidad.madrid/servicios/consumo/informacion-practica-bono-social
- Desarrollo de contenidos específicos para el Portal del Consumidor (https://www.comunidad.madrid/servicios/consumo) y otras páginas web.

PRINCIPALES METAS	✓ Atender a todos los consumidores vulnerables ✓ Divulgación de la información	**ÁREAS ASOCIADAS**	
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Nº anual de ayudas concedidas en el marco del bono social eléctrico Nº anual de ayudas concedidas en el marco del bono social térmico		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE, ENERGÍA, COMERCIO, CONSUMO Y POLÍTICA SOCIAL		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023 - 2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE7)* ***Favorecer*** *el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.*		

BOCM-20240115-10

A-22	APROVECHAMIENTO DEL CALOR Y ENERGÍA RESIDUALES Y GESTIÓN EFICIENTE DE LOS PROCESOS	ENERGÍA, INDUSTRIA Y UTILITIES

OBJETIVO ESPECÍFICO

Reducir las pérdidas en procesos industriales y en infraestructuras y realizar un aprovechamiento de calor y energía residual.

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Promoción de incentivos al aprovechamiento de calor y energía residual.
- Orientación técnica y líneas de financiación para la mejora de procesos industriales y el aprovechamiento del calor y energía residual.
- Apoyo a la implantación de sistemas de medición, gestión y control del consumo de energía en la gestión de los procesos, siempre de acuerdo con la Norma UNE – EN ISO 50001.
- Fomento del estudio de tecnologías de almacenamiento de carbono en procesos industriales.

PRINCIPALES METAS	✓ Incrementar un 10% las industrias que mejoren sus procesos para el aprovechamiento de calor y energía*	**ÁREAS ASOCIADAS**	A23 Fomento de la cogeneración de alta eficiencia A24 Desarrollo e impulso de herramientas de control y gestión de las emisiones de contaminantes atmosféricos y de GEI A25 Reducción de las emisiones difusas de gases fluorados en el sector industrial y comercial A26 Incorporación de renovables en el sector industrial en el marco del plan industrial A33 Impulso de las energías renovables térmicas
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Número de proyectos de mejora de procesos industriales y/o aprovechamiento del calor y/o energía residual Reducción de emisiones de CO_2 eq ligadas al sector industrial (inventario emisiones CM) % reducción emisiones de contaminantes atmosféricos ligadas al sector industrial (Inventario emisiones CM) % reducción del consumo anual de energía final del sector industrial (ktep)		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE Y ENERGÍA – FUNDACIÓN DE LA ENERGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID – EMPRESAS IMPLICADAS		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023 – 2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE1) **Impulsar** la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables* *(OE4) **Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.* *(OE5) **Reducir** las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire*		
*	*De acuerdo con las previsiones de la DG de Descarbonización y Transición Energética.*		

BOCM-20240115-10

A-23 FOMENTO DE LA COGENERACIÓN DE ALTA EFICIENCIA

ENERGÍA, INDUSTRIA Y UTILITIES

OBJETIVO ESPECÍFICO

Obtener ahorros de energía primaria y emisiones de GEI derivados de la mayor eficiencia extraída del proceso

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Promoción de esquemas de ayuda para el despliegue de sistemas de cogeneración de muy alta eficiencia y sistemas para el autoconsumo de calor y energía eléctrica y para la renovación de equipos ya existentes en las empresas de la región.
- Apoyo a las instalaciones de cogeneración existentes y su progresiva transformación a gases menos contaminantes

PRINCIPALES METAS	✓ Conseguir ahorros de energía primaria y reducción de emisiones de GEI, mejorando la capacidad de autoabastecimiento de la CM	**ÁREAS ASOCIADAS**	A22 Aprovechamiento del calor residual y gestión eficiente de los procesos A24 Desarrollo e impulso de herramientas de control y gestión de las emisiones de contaminantes atmosféricos y de GEI A25 Reducción de las emisiones difusas de gases fluorados en el sector industrial y comercial A26 Incorporación de renovables en el sector industrial en el marco del plan industrial
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Reducción de emisiones de CO_2 eq ligadas al sector industrial (inventario emisiones CM) Reducción de emisiones de contaminantes atmosféricos ligadas al sector industrial (Inventario emisiones CM) Reducción del consumo anual de energía final del sector industrial (ktep)		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE Y ENERGÍA – EMPRESAS ELECTROINTENSIVAS Y GRANDES DEMANDADORAS DE CALOR – ACOGEN – GRANDES INSTALACIONES (Canal de Isabel II, Valdemingómez, centros hospitalarios, etc.)		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023 – 2030 (1º fase 2023-2025 y 2º fase 2026-2030)		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE1) **Impulsar** la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables* *(OE4) **Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.* *(OE5) **Reducir** las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire*		

BOCM-20240115-10

A-24	DESARROLLO E IMPULSO DE MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA INDUSTRIA	ENERGÍA, INDUSTRIA Y UTILITIES

OBJETIVO ESPECÍFICO

Fomentar y verificar la aplicación de medidas de eficiencia energética en el sector de la industria, lo que redundará en una reducción de las emisiones de contaminantes atmosféricos y de GEI

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Plan para la verificación del cumplimiento del Real Decreto 56/2016, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos y promoción de la eficiencia del suministro de energía.
- Impulso a la implantación de buenas prácticas y tecnologías de descarbonización (para CO_2, gases fluorados y compuestos orgánicos volátiles) en la industria de la Región (PDCM).
- Desarrollo de esquemas de apoyo para actuaciones de ahorro y eficiencia energética en el sector industrial
- Fomento de la electrificación del sector industrial

PRINCIPALES METAS	✓ Ampliar las empresas con auditorías energéticas más allá de las obligadas por la norma	**ÁREAS ASOCIADAS**	A22 Aprovechamiento del calor residual y gestión eficiente de los procesos A23 Fomento de la cogeneración de alta eficiencia A25 Reducción de las emisiones difusas de gases fluorados en el sector industrial y comercial A26 Incorporación de renovables en el sector industrial en el marco del plan industrial
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	% empresas con auditoría energética Reducción de emisiones de CO2 eq ligadas al sector industrial (inventario emisiones CM) Reducción de emisiones de contaminantes atmosféricos ligadas al sector industrial (Inventario emisiones CM) Reducción del consumo anual de energía final del sector industrial (ktep). (FENERCOM)		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE, ENERGÍA, INDUSTRIA Y ECONOMÍA – FUNDACIÓN DE LA ENERGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID – INSTALACIONES INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD DE MADRID		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023 - 2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE4)* ***Reducir*** *las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.* *(OE5)* ***Reducir*** *las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire.*		

BOCM-20240115-10

A-25 REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DIFUSAS DE GASES FLUORADOS EN EL SECTOR INDUSTRIAL Y COMERCIAL

ENERGÍA, INDUSTRIA Y UTILITIES

OBJETIVO ESPECÍFICO

Reducir la emisión de gases fluorados a la atmósfera

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Uso de incentivos para la sustitución en el sector doméstico de aparatos de refrigeración obsoletos.
- Plan para la reducción de las emisiones difusas de gases fluorados de la industria y comercio (poniendo énfasis en el impulso de las bombas de calor) (PDCM).
- Renovación del acuerdo voluntario para una gestión integral del uso del SF_6 en la industria eléctrica más respetuosa con el medio ambiente.
- Apoyo al cumplimiento de las restricciones al uso de SF_6, HFC y PFC de la normativa vigente.
- Promoción del uso de otros compuestos con menor potencial de calentamiento atmosférico.
- Control de la recuperación y gestión de los gases fluorados al final de la vida útil de los equipos que los utilizan.
- Promoción de cursos de formación para los profesionales del sector.

PRINCIPALES METAS	✓ Reducción de un 33 % las emisiones de gases fluorados respecto a 2005 *	**ÁREAS ASOCIADAS**	A22 Aprovechamiento del calor residual y gestión eficiente de los procesos A23 Fomento de la cogeneración de alta eficiencia A24 Desarrollo e impulso de herramientas de control y gestión de las emisiones de contaminantes atmosféricos y de GEI A26 Incorporación de renovables en el sector industrial en el marco del plan industrial
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Emisión a la atmósfera de gases fluorados (kt CO2eq) (Inventario de la CM) Reducción de emisiones de CO_2 eq ligadas al sector industrial (inventario emisiones CM)		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE, ENERGÍA, INDUSTRIA Y ECONOMÍA – INDUSTRIAS Y COMERCIOS DE LA COMUNIDAD DE MADRID – FENERCOM – DISTRIBUIDORES DE APARATOS DE REFRIGERACIÓN Y BOMBAS DE CALOR		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023 - 2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE4) **Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.* *(OE7) **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.*		
*	*Cálculo de reducción de emisiones procedente de las modelizaciones de la UPM*		

BOCM-20240115-10

A-26 INCORPORACIÓN DE RENOVABLES EN EL SECTOR INDUSTRIAL

ENERGÍA, INDUSTRIA Y UTILITIES

OBJETIVO ESPECÍFICO

Contribuir a la descarbonización de la industria madrileña apoyando soluciones energéticas renovables

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Desarrollo de las medidas contempladas en el **Plan Industrial de la Comunidad de Madrid 2020-2025** y planes posteriores, y valoración un año antes de la finalización del periodo estratégico.
- Fomento el autoconsumo con tecnologías renovables y la instalación de acumuladores de energía en las industrias madrileñas.

PRINCIPALES METAS	✓ 25 % de empresas industriales que utilicen alguna energía renovable*	**ÁREAS ASOCIADAS**	A16 Fomento de la instalación de tecnologías de generación eléctrica renovable A22 Aprovechamiento del calor residual y gestión eficiente de los procesos A23 Fomento de la cogeneración de alta eficiencia A24 Desarrollo e impulso de herramientas de control y gestión de las emisiones de contaminantes atmosféricos y de GEI A25 Reducción de las emisiones difusas de gases fluorados en el sector industrial y comercial A33 Impulso de las energías renovables térmicas A34 Apoyo a la implantación de la energía geotérmica de alta entalpía
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	% de empresas con proyecto de renovables % reducción de emisiones de CO_2 eq ligadas al sector industrial (inventario emisiones CM) % reducción del consumo final de combustibles fósiles en el sector industrial		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE, ENERGÍA, INDUSTRIA Y ECONOMÍA – FUNDACIÓN DE LA ENERGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID – EMPRESAS INDUSTRIALES		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023 – 2030 (1ª fase 2022-2025 y 2ª fase 2026-2030)		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE3) **Promover** el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono* *(OE4) **Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.* *(OE5) **Reducir** las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire.*		
*	*De acuerdo con las previsiones de la DG de Descarbonización y Transición Energética.*		

BOCM-20240115-10

A-27 EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ENERGÍA RENOVABLE EN LA GESTIÓN DEL AGUA

ENERGÍA, INDUSTRIA Y UTILITIES

OBJETIVO ESPECÍFICO

Mejorar la eficiencia energética y el autoconsumo en las empresas de gestión del agua urbana (Canal de Isabel II, Aguas de Alcalá, entre otras) mediante fuentes de origen renovable o de alta eficiencia

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Desarrollo del **Plan Estratégico del Canal de Isabel II 2018-2030:**
  - ✓ Plan de generación limpia.
  - ✓ Plan de eficiencia energética y cambio climático.
  - ✓ Plan para el desarrollo de energías limpias.
- Mejora de la gestión de la información energética en el sector del agua.
- Promoción de la eficiencia energética en el resto de empresas del sector.

PRINCIPALES METAS	✓ 100% de autoconsumo renovable o con energías limpias en las instalaciones de CYII* ✓ Mejorar la eficiencia energética y el autoconsumo en el resto de empresas suministradoras de agua urbana	**ÁREAS ASOCIADAS**	A29 Fomento del uso responsable del agua
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	% Implementación de los planes % reducción del consumo energético en el CYII % reducción de las emisiones de GEI del CYII % reducción de las emisiones de contaminantes atmosféricos del CYII		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE Y ENERGÍA – EMPRESAS DE SUMINISTRO DE AGUA – CANAL DE ISABEL II		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023 - 2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE1) **Impulsar** la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables* *(OE4) **Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.* *(OE5) **Reducir** las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire*		
*	*De acuerdo con el Plan Estratégico del CYII*		

BOCM-20240115-10

A-28	MEJORA DE LA HUELLA HÍDRICA EN ENTORNOS PRODUCTIVOS, COMERCIALES Y EDIFICIOS PÚBLICOS	ENERGÍA, INDUSTRIA Y UTILITIES

OBJETIVO ESPECÍFICO

Implementar medidas para el ahorro de agua en industrias, edificios comerciales y en el sector primario para garantizar la gestión eficiente del recurso

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Fomento de la gestión del agua en edificios públicos, comerciales y zonas verdes, así como sector primario.
- Desarrollo de la huella hídrica (por ejemplo, bajo la norma ISO14046) en edificios.
- Apoyo a los agentes para la mejora del consumo en edificios públicos y privados, incluida la concienciación a empleados y actuaciones de difusión del buen uso del agua.
- Uso de agua regenerada en entornos urbanos.
- Impulso de nuevas tecnologías de regeneración/reutilización del agua en el sector industrial.
- Impulso a la renovación de las plantas de depuración de aguas industriales.

PRINCIPALES METAS	✓ Mantener el nivel de garantía de suministro actual en los escenarios previsibles de cambio climático y con un aumento de población sostenido equivalente a la media de los últimos 15 años*	**ÁREAS ASOCIADAS**	A29 Fomento del uso responsable del agua
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Consumo de agua por instalación Porcentaje agua sometida a tratamiento terciario frente al agua derivada para consumo Consumo de agua por empleado		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y PATRIMONIO (CONCRETAMENTE, ORGANISMO COMPETENTE EN VIVIENDA, REHABILITACIÓN Y ARQUITECTURA Y ORGANISMO COMPETENTE EN PATRIMONIO). – EMPRESAS – CIUDADANÍA EN GENERAL		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023 - 2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE6) **Avanzar** en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas.* *(OE7) **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.*		
*	*De acuerdo con el Plan Estratégico del CYII*		

BOCM-20240115-10

A-29 FOMENTO DEL USO RESPONSABLE DEL AGUA

ENERGÍA, INDUSTRIA Y UTILITIES

OBJETIVO ESPECÍFICO

Optimizar el uso del recurso hídrico por parte de los ciudadanos para lograr un territorio adaptado a los efectos del cambio climático

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Desarrollo de los **planes del Canal de Isabel II** que contribuyen a preservar el recurso hídrico:
  - ✓ Plan -25: que propone reducir en un 25 % el volumen de agua derivada para consumo por habitante.
  - ✓ Plan Smart-región: 100 % de los contadores inteligentes en la Comunidad de Madrid.
  - ✓ Plan Sanea: 100 % de las redes de saneamiento adecuadas a los planes directores.
  - ✓ Plan Sanea y Plan RED: Fomento de la gestión hídrica para garantizar la eficiencia en la gestión de los procesos del ciclo del agua.
  - ✓ Plan Innova100: 100 proyectos innovadores o de investigación
  - ✓ Plan de Automatización de la Explotación.
- Apoyo al diseño y planificación de regadíos en base a criterios de eficiencia hídrica en el sector de la agricultura con acciones como:
  - ✓ Impulso al desarrollo del plan de modernización de sistemas de riego dentro de las competencias de la Comunidad de Madrid.
- Uso de incentivos al consumo responsable de agua.
- Fomento de la introducción de ordenanzas para garantizar el uso eficiente del agua.

PRINCIPALES METAS	✓ Mantener el nivel de garantía de suministro actual en los escenarios previsibles de cambio climático y con un aumento de población sostenido equivalente a la media de los últimos 15 años*	**ÁREAS ASOCIADAS**	A27 Eficiencia energética y energía renovable en la gestión del agua A28 Mejora de la huella hídrica en entornos productivos, comerciales y edificios públicos A32 Mejora de la capacidad de adaptación de los sectores productivos ante los efectos del cambio climático A45 Estudios de impacto, vulnerabilidad y capacidad de adaptación en el sector agrícola y ganadero
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	% reducción del consumo de agua en la región Consumo de agua por habitante incluyendo todos los usos del agua potable urbana		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE, AGRICULTURA Y VIVIENDA (CONCRETAMENTE EL ORGANISMO EN MATERIA DE VIVIENDA, REHABILITACIÓN Y ARQUITECTURA Y EL ORGANISMO COMPETENTE EN URBANISMO). – CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO, CANAL DE ISABEL II Y OTRAS EMPRESAS DE SERVICIOS DE AGUA URBANA – MUNICIPIOS – CIUDADANÍA EN GENERAL		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023 - 2030		

BOCM-20240115-10

A-29	FOMENTO DEL USO RESPONSABLE DEL AGUA	ENERGÍA, INDUSTRIA Y UTILITIES
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE6) **Avanzar** en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas.* *(OE7) **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.*	
*	*De acuerdo con el Plan Estratégico del CYII*	

BOCM-20240115-10

A-30	GESTIÓN DE LOS RESIDUOS BASADA EN UN ENFOQUE DE ECONOMÍA CIRCULAR	ENERGÍA, INDUSTRIA Y UTILITIES

OBJETIVO ESPECÍFICO

Aplicar los principios de la economía circular en la gestión de los residuos de la Comunidad de Madrid, con el fin de lograr una reducción de las emisiones de GEI y otros contaminantes atmosféricos

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Desarrollo de la **Estrategia de Gestión Sostenible de Residuos de la Comunidad de Madrid** para garantizar el cumplimiento del objetivo de la medida:
  - ✓ Línea de acción 1. Comunicación, información y sensibilización.
  - ✓ Línea de acción 2. Aumentar la vida útil de los productos. Reutilización y reparación.
  - ✓ Línea de acción 3. Prevención de residuos en las empresas.
  - ✓ Línea de acción 5. Prevención de residuos en las administraciones públicas de la Comunidad de Madrid.
- Fomento de la implantación de modelos de economía circular para la prevención y gestión sostenible de los residuos mediante nuevas infraestructuras de tratamiento que reducirán el depósito en vertedero y mejorarán el aprovechamiento de las instalaciones industriales existentes (incluyendo los subproductos generados) para la recuperación energética de los residuos no reciclables y/o reutilizables..

PRINCIPALES METAS	✓ 15 % de reducción en peso de los residuos generados en 2030 con respecto a 2010*	**ÁREAS ASOCIADAS**	A31 Utilización de residuos para generación de gases renovables y biocombustibles A35 Favorecer el desarrollo de los combustibles sintéticos A50 Formación en materia de cambio climático y desarrollo sostenible
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Reducción de la generación de residuos en la Comunidad de Madrid (%)		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA COMPETENTE EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE – MANCOMUNIDADES DE RESIDUOS – AYUNTAMIENTOS – EMPRESAS Y CIUDADANOS		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023 - 2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE4) Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.* *(OE5) Reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire.* *(OE7) Favorecer el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.*		
*	*Artículo 17 de la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular*		

BOCM-20240115-10

A-31	UTILIZACIÓN DE RESIDUOS PARA GENERACIÓN DE GASES RENOVABLES Y BIOCOMBUSTIBLES	ENERGÍA, INDUSTRIA Y UTILITIES

OBJETIVO ESPECÍFICO

Contribuir a la descarbonización mediante la gestión integral de los residuos regionales, bajo esquemas de economía circular y aprovechamiento de gases renovables y biocombustibles

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Promoción y apoyo a iniciativas basadas en la generación de gases renovables como el biogás, el biometano o el hidrógeno verde y su inyección a red.
- Elaboración de guías y estrategias para el uso del biogás y demás gases renovables.
- Apoyo al desarrollo de proyectos de generación de hidrógeno renovable basados en residuos.
- Apoyo al desarrollo de proyectos de producción de biocombustibles líquidos y gaseosos

PRINCIPALES METAS	✓ Incrementar la producción de gases y combustibles renovables	**ÁREAS ASOCIADAS**	A30 Gestión de los residuos basada en un enfoque de economía circular A35 Favorecer el desarrollo de los combustibles sintéticos A50 Formación en materia de cambio climático y desarrollo sostenible
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Gases renovables producidos por tonelada de residuos Energía eléctrica o térmica producida a partir de residuos (ktep) Generación de gases renovables y/o biocombustibles a partir de residuos (ktep)/ residuos totales Generación de BIOGAS a partir de purín de cerdo y otros efluentes ganaderos. Tonelada de biocomustible/toneladas total combustible		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE, ENERGÍA, AGRICULTURA Y GANADERÍA – CENTROS DE I+D+i REGIONALES – EMPRESAS DEL SECTOR – MANCOMUNIDADES DE RESIDUOS		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023 - 2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE3) **Promover** el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono* *(OE4) **Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.* *(OE5) **Reducir** las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire.* *(OE7) **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.*		

BOCM-20240115-10

A-32	MEJORA DE LA CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN DE LOS SECTORES PRODUCTIVOS ANTE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO	ENERGÍA, INDUSTRIA Y UTILITIES

OBJETIVO ESPECÍFICO

Mejorar la capacidad de adaptación de los sectores productivos ante los efectos del cambio climático mediante el estudio y la aplicación de medidas de adaptación frente a esos impactos.

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Revisión del estado del arte y estudios realizados en diversos sectores: industrial, turismo, etc.
- Análisis de las vulnerabilidades con respecto a los escenarios futuros de cambio climático, tanto respecto a instalaciones como a bienes producidos y a posibles cambios en las demandas.
- Fomento de la adopción de medidas de adaptación para la gestión de los riesgos derivados del cambio climático.

PRINCIPALES METAS	✓ Incrementar la capacidad de adaptación al CC de los sectores productivos ✓ Mejorar un 10% el IMCD*	**ÁREAS ASOCIADAS**	A8 Actuaciones sobre infraestructuras de transporte de la Comunidad de Madrid A29 Fomento del uso responsable del agua A39 Fomento de una agricultura y una ganadería sostenibles que contribuyan a la adaptación al cambio climático A49 Elaboración de planes y acciones municipales de adaptación al cambio climático A50 Formación en materia de cambio climático y desarrollo sostenible A55 Incorporación de la componente climática en las políticas regionales
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Nº de estudios/proyectos realizados Índice Madrileño de Concienciación sobre Descarbonización (IMCD).		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA COMPETENTE EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE – AYUNTAMIENTOS Y ENTIDADES LOCALES – SECTORES PRODUCTIVOS		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023 – 2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE6)* ***Avanzar*** *en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas.* *(OE7)* ***Favorecer*** *el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.*		
*	*Desarrollado a partir de una encuesta a elaborar con periodicidad bienal*		

BOCM-20240115-10

A-33 IMPULSO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES TÉRMICAS

ENERGÍA, INDUSTRIA Y UTILITIES

OBJETIVO ESPECÍFICO

Fomentar la implantación de instalaciones para la producción de energía renovable térmica (solar térmica, biomasa, geotermia, hidrotermia y aerotermia)*

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Diseño de esquemas de apoyo de proyectos que tengan como objeto la implantación de instalaciones para la producción de energía renovable térmica (solar térmica, biomasa, geotermia, hidrotermia y aerotermia) y el aprovechamiento de las energías residuales de las infraestructuras urbanas en diferentes sectores de la economía de la Comunidad de Madrid.
- Impulso a la ejecución de microrredes de distrito de calor y/o frío basadas en instalaciones de renovables térmicas.
- Promoción de cursos de formación para los profesionales del sector.

PRINCIPALES METAS	✓ Duplicar el uso de generación térmica renovable con respecto a 2019**	**ÁREAS ASOCIADAS**	A12 Apoyo al autoconsumo renovable tanto individual como compartido en el sector residencial y comercial A16 Fomento de la instalación de tecnologías de generación eléctrica renovable A22 Aprovechamiento del calor residual y gestión eficiente de los procesos A26 Incorporación de renovables en el sector industrial en el marco del plan industrial
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Incremento de la energía térmica producida por fuentes renovables respecto a la producida el año anterior Incremento del autoabastecimiento, medido como relación entre la energía total producida en la región y la energía total consumida		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE, ENERGÍA Y VIVIENDA (CONCRETAMENTE EL ORGANISMO COMPETENTE EN MATERIA DE VIVIENDA, REHABILITACIÓN Y ARQUITECTURA Y EL ORGANISMO COMPETENTE EN PATRIMONIO). – SECTORES PRODUCTIVOS – SECTOR RESIDENCIAL E INSTITUCIONAL		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023 – 2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE1) Impulsar la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables* *(OE2) Contribuir a la mejora de la disponibilidad, seguridad y calidad del suministro de energía a un precio razonable y promoviendo el autoabastecimiento.* *(OE3) **Promover** el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono.* *(OE4) **Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.* *(OE5) **Reducir** las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire*		
*	*Se considera exclusivamente la generación de energía 100% renovable*		
**	*De acuerdo con la estimación realizada por la DG de Descarbonización y Transición Energética*		

BOCM-20240115-10

A-34	APOYO A LA IMPLANTACIÓN DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA DE MEDIA-ALTA ENTALPÍA	ENERGÍA, INDUSTRIA Y UTILITIES

OBJETIVO ESPECÍFICO

Impulsar el aprovechamiento de la energía geotérmica a partir de fluidos de media- alta entalpía en la Comunidad de Madrid

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Revisión del estado del arte de las tecnologías de producción de energía geotérmica de media-alta entalpía.
- Impulso a la realización de estudios de viabilidad de las posibilidades de implantación de energía geotérmica de alta entalpía en la Comunidad de Madrid
- Apoyo a la realización de proyectos piloto de producción de energía eléctrica a partir del aprovechamiento de energía geotérmica obtenida de fluidos de media-alta entalpía
- Adaptación de la legislación vigente para favorecer el desarrollo de esta tecnología

PRINCIPALES METAS	✓ Introducir la producción de energía eléctrica mediante la utilización de energía geotérmica de alta entalpía, en el caso de que se demuestre tecnológica y económicamente viable	**ÁREAS ASOCIADAS**	A16 Fomento de la instalación de tecnologías de generación eléctrica renovable A26 Incorporación de renovables en el sector industrial en el marco del plan industrial
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Incremento de la energía geotérmica producida respecto a la producida el año anterior Incremento del autoabastecimiento, medido como relación entre la energía total producida en la región y la energía total consumida		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE Y ENERGÍA – SECTORES PRODUCTIVOS – UTILITIES Y COMERCIALIZADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023 – 2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE1) Impulsar la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables* *(OE2) Contribuir a la mejora de la disponibilidad, seguridad y calidad del suministro de energía a un precio razonable y promoviendo el autoabastecimiento.* *(OE3)* ***Promover*** *el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono.* *(OE4)* ***Reducir*** *las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.* *(OE5)* ***Reducir*** *las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire*		

BOCM-20240115-10

A-35 FAVORECER EL DESARROLLO DE LOS COMBUSTIBLES SINTÉTICOS

ENERGÍA, INDUSTRIA Y UTILITIES

OBJETIVO ESPECÍFICO

Introducir la producción y uso de combustibles sintéticos o e-fuels como sustituto de los combustibles fósiles

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Revisión del estado del arte sobre las tecnologías de producción de combustibles sintéticos
- Apoyo de proyectos de implantación y demostración de producción de combustibles sintéticos

PRINCIPALES METAS	✓ Introducir la producción y consumo de combustibles sintéticos	**ÁREAS ASOCIADAS**	A16 Fomento de la instalación de tecnologías de generación eléctrica renovable A30 Gestión de los residuos basado en un enfoque de economía circular A31 Utilización de residuos para generación de gases renovables y biocombustibles
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	% de energía consumida procedente de combustible sintético/ Total de energía procedente de combustibles consumida en la Comunidad de Madrid (sector del transporte)		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE Y ENERGÍA – SECTORES PRODUCTIVOS – EMPRESAS DE TRANSPORTE DE LARGO RECORRIDO Y DISTRIBUCIÓN DE MERCANCÍAS – EMPRESAS DE DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023 – 2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE2)* ***Contribuir*** *a la mejora de la disponibilidad, seguridad y calidad del suministro de energía a un precio razonable y promoviendo el autoabastecimiento.* *(OE3)* ***Promover*** *el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono.* *(OE4)* ***Reducir*** *las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.*		

BOCM-20240115-10

AGRICULTURA Y MEDIO NATURAL

BOCM-20240115-10

SECTOR DE LA AGRICULTURA Y EL MEDIO NATURAL

	ÁREAS DE ACTUACIÓN
36	MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS EXPLOTACIONES AGRARIAS Y LAS MAQUINARIA AGRÍCOLA
37	FOMENTO DEL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN LAS EXPLOTACIONES AGRARIAS
38	REDUCCIÓN DE EMISIONES DE METANO Y AMONIACO EN EL SECTOR GANADERO
39	FOMENTO DE UNA AGRICULTURA Y UNA GANADERÍA SOSTENIBLES QUE CONTRIBUYAN A LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO
40	FOMENTO DE LA AGRICULTURA DEL CARBONO
41	GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE Y RESILIENTE
42	FOMENTO DEL USO DE BIOMASA FORESTAL SOSTENIBLE DE LA COMUNIDAD DE MADRID
43	MEJORA DE LA BIODIVERSIDAD
44	EVALUACIÓN DETALLADA DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL PATRIMONIO NATURAL, LA BIODIVERSIDAD Y LA RED NATURA 2000
45	ESTUDIOS DE IMPACTO, VULNERABILIDAD Y CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN EN EL SECTOR AGRÍCOLA Y GANADERO
46	FOMENTO DE LA SILVICULTURA DEL CARBONO
47	FORTALECER LAS TAREAS DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES
48	PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES
49	ELABORACIÓN DE PLANES Y ACCIONES MUNICIPALES DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

BOCM-20240115-10

A-36 MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS EXPLOTACIONES AGRARIAS Y LA MAQUINARIA AGRÍCOLA

AGRICULTURA Y MEDIO NATURAL

OBJETIVO ESPECÍFICO

Apoyar al sector agrario en la necesaria transición energética, mejorando la eficiencia del consumo energético

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Implementación del Plan Estratégico de la Política Agraria Común 2023-2027 (PEPAC).
- Incorporación de criterios de eficiencia energética en los esquemas de ayudas públicas de modernización de explotaciones agrarias (en el marco del Programa de Desarrollo Rural de la Comunidad de Madrid) (también en el marco de la PEPAC).
- Organización de talleres técnicos de formación en técnicas energéticamente eficientes para profesionales del sector.
- Apoyo a las inversiones asociadas a:
  - ✓ la mejora de aislamiento térmico en explotaciones agrícolas y ganaderas cuando suponga una disminución del consumo energético (en el marco de la PEPAC).
  - ✓ la actualización de equipos de trabajo en explotaciones para una mayor eficiencia energética (en el marco de la PEPAC).
  - ✓ la sustitución de equipos de trabajo basados en motores de combustión, por equipos eléctricos (en el marco de la PEPAC).

PRINCIPALES METAS	✓ Reducir hasta un 50 % el consumo de energía proveniente de los derivados del petróleo en el sector agrario*	**ÁREAS ASOCIADAS**	A39 Fomento de una agricultura y una ganadería sostenibles que contribuyan a la adaptación al cambio climático
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	% del consumo de energía proveniente de los derivados del petróleo % reducción del consumo anual de energía final del sector agrario (ktep)		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE, ENERGÍA Y AGRICULTURA – IMIDRA – ASOCIACIONES AGRARIAS, PROFESIONALES Y EMPRESAS DEL SECTOR – COMUNIDADES DE REGANTES		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023 - 2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE1)* **Impulsar** la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables *(OE4)* **Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros. *(OE7)* **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.		
*	*Meta modelizada por la UPM en coherencia con el PNIEC*		

BOCM-20240115-10

A-37	FOMENTO DEL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN LAS EXPLOTACIONES AGRARIAS	AGRICULTURA Y MEDIO NATURAL

OBJETIVO ESPECÍFICO

Incrementar el uso de energía renovables en el sector agrario

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Fomento del uso de energías renovables en las explotaciones agrarias (PDCM. 4.4).
- Colaboración con el Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario para la transferencia de conocimiento y recursos al entorno profesional.
- Articulación de líneas de ayudas para:
  - ✓ el uso de fuentes de energías renovables en las infraestructuras y sistemas de riegos (almacenamiento, transporte y distribución) gestionados por las comunidades de regantes (en el marco de la PEPAC).
  - ✓ la utilización de biocombustibles.

PRINCIPALES METAS	✓ Duplicar el consumo energético del sector proveniente de energías renovables	**ÁREAS ASOCIADAS**	A20 Apoyo a la creación de comunidades energéticas A36 Mejora de la eficiencia energética en las explotaciones agrarias y la maquinaria agrícola A42 Fomento del uso de biomasa forestal sostenible de la Comunidad de Madrid
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	% del consumo energético proveniente de energías renovables % reducción del consumo anual de energía final del sector agricultura (ktep)		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE, ENERGÍA Y AGRICULTURA – IMIDRA – PROFESIONALES Y EMPRESAS DEL SECTOR – COMUNIDADES DE REGANTES		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023 – 2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE1)* **Impulsar** la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables *(OE3)* **Promover** el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono *(OE4)* **Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros. *(OE5)* **Reducir** las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire *(OE7)* **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.		

BOCM-20240115-10

A-38	REDUCCIÓN DE EMISIONES DE METANO Y AMONIACO EN EL SECTOR GANADERO

OBJETIVO ESPECÍFICO

Disminuir la contaminación provocada por el sector ganadero y específicamente en las emisiones de amoniaco y metano

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Elaboración de:
  - ✓ Un plan de reducción de emisiones de NH_3 y CH_4 en el sector que recoja las medidas recogidas en las normativas sectoriales (por ejemplo, el Real Decreto 306/2020, de 11 de febrero, de ordenación del sector porcino) y las medidas del PNIEC.
  - ✓ Una aplicación para calcular las emisiones de los contaminantes, de los gases de efecto invernadero y el consumo de recursos de las granjas a lo largo del proceso productivo.
- Impulso al establecimiento de planes de abonado y fertilización.
- Incentivo de la gestión de estiércoles en alojamientos de animales.
- Promoción de la organización de talleres técnicos de formación.
- Apoyo a las actividades relacionadas con la medida ya incluidas en la PEPAC.
- Fomento del uso de las Mejores Técnicas Disponibles aplicadas en la granja.
- Fomento del aprovechamiento energético de los residuos agrícolas mediante digestión anaerobia.

PRINCIPALES METAS	✓ Conseguir una reducción del 21 % en las emisiones de amoniaco en granjas respecto a las emisiones de 2005 * ✓ Contribuir a la reducción de emisiones de CH4 vinculadas con la ganadería *	**ÁREAS ASOCIADAS**	A39 Fomento de una agricultura y una ganadería sostenibles que contribuyan a la adaptación al cambio climático A40 Fomento de la agricultura del carbono
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Emisiones de CO2 eq ligadas al sector agricultura y medio natural. Emisiones de cont. atmosféricos ligadas al sector agricultura y medio natural		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE, ENERGÍA Y AGRICULTURA – IMIDRA – PROFESIONALES Y EMPRESAS DEL SECTOR		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023 – 2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE4)* **Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros. *(OE5)* **Reducir** las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire *(OE7)* **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.		
*	*Objetivos en coherencia con la propuesta nacional del PNIEC*		

BOCM-20240115-10

A-39	FOMENTO DE UNA AGRICULTURA Y UNA GANADERÍA SOSTENIBLES QUE CONTRIBUYAN A LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

OBJETIVO ESPECÍFICO

Fomentar las prácticas sostenibles en el sector primario, impulsar la modernización de las explotaciones agrícolas y ganaderas a través del desarrollo de actuaciones para contribuir a su adaptación al cambio climático. Fomentar el comercio de productos de proximidad

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Impulso del plan Estratégico de la Política Agraria Común 2023-2027 (PEPAC) con acciones como:
  - ✓ Apoyo a las inversiones asociadas a la conversión a variedades vegetales mejor adaptadas a las nuevas condiciones climáticas.
  - ✓ Apoyo a las inversiones asociadas a la instalación de cultivos en invernadero para reducir el impacto de las variaciones del clima en la producción.
- Redacción de una guía para la disminución de emisiones en el sector agrícola, la contención de la erosión y la prevención frente a fenómenos meteorológicos (PDCM 4.3).
- Centro de Transferencia y Cesión de Maquinaria para la implantación de nuevas técnicas de cultivo (PDCM 4.6).
- Fomento de la contratación de seguros agrarios frente a fenómenos meteorológicos adversos (PDCM. 4.7).
- Promoción de MADRIDRURAL: circuito corto de comercialización de productos hortofrutícolas para el consumo de productos de proximidad (PDCM. 4.7).

PRINCIPALES METAS	✓ Aumentar la resiliencia del sector a los efectos del cambio climático	**ÁREAS ASOCIADAS**	A32 Mejora de la capacidad de adaptación de los sectores productivos ante los efectos del cambio climático A36 Mejora de la eficiencia energética en las explotaciones agrarias y la maquinaria agrícola A37 Fomento del uso de energías renovables en las explotaciones agrarias A38 Reducción de emisiones de metano y amoniaco en el sector ganadero A40 Fomento de la agricultura del carbono A45 Estudios de impacto, vulnerabilidad y capacidad de adaptación en el sector agrícola y ganadero
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	% reducción del consumo anual de energía final del sector agricultura (ktep) % reducción del consumo anual de agua del sector agricultura (m3)		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE, ENERGÍA Y AGRICULTURA – ORGANISMO COMPETENTE EN URBANISMO – MUNICIPIOS – IMIDRA		

BOCM-20240115-10

A-39	**FOMENTO DE UNA AGRICULTURA Y UNA GANADERÍA SOSTENIBLES QUE CONTRIBUYAN A LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO**	AGRICULTURA Y MEDIO NATURAL
	– PROFESIONALES Y EMPRESAS DEL SECTOR – COMUNIDADES DE REGANTES – ASOCIACIONES DE GANADEROS Y AGRICULTORES	
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023-2030	
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE6)* **Avanzar** en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas. *(OE7)* **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.	

BOCM-20240115-10

A-40	FOMENTO DE LA AGRICULTURA DEL CARBONO	AGRICULTURA Y MEDIO NATURAL

OBJETIVO ESPECÍFICO

Fomentar prácticas agrícolas que potencien la función de captura de carbono de los suelos agrícolas a la vez que aumenten la biodiversidad y la correcta gestión del agua y del suelo.

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Desarrollo del Plan Estratégico de la Política Agraria Común 2023-2027 (PEPAC).
- Fomento de la mejora en la gestión del suelo mediante la diversificación de cultivos, la agricultura de precisión y ecológica y la ganadería extensiva (PDCM 4.1).
- Impulso a la valorización de sumideros agrícolas para captura de CO_2: aprovechamiento de prados y gestión de pastos (PDCM 4.2).
- Conservación y mejora de los Ecosistemas agrarios de Cultivos leñosos (Olivar, Viñedo, Frutos secos).
- Elaboración de un mapa del contenido de carbono en suelos agrícolas.
- Realización de una evaluación del estado actual de los suelos agrícolas de la región y mejora de sus propiedades físico-químicas mediante el empleo de cubiertas vegetales o inertes.
- Promoción de talleres de asesoramiento y difusión de buenas prácticas agrícolas.
- Apoyo al establecimiento de proyectos piloto de captura de dióxido de carbono en suelos agrícolas.

PRINCIPALES METAS	✓ Mejorar la capacidad de captura de carbono de suelos agrícolas		
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Estado de elaboración del mapa del contenido de carbono en suelos agrícolas Estado de elaboración de la evaluación del estado actual de los suelos agrícolas Nº de talleres de asesoramiento realizados Nº de proyectos piloto implementados Emisiones de CO_2 eq ligadas al sector agricultura y medio natural	**ÁREAS ASOCIADAS**	A46 Fomento de la silvicultura del carbono
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE, ENERGÍA Y AGRICULTURA. ORGANISMO COMPETENTE EN URBANISMO – IMIDRA – MUNICIPIOS – PROFESIONALES Y EMPRESAS DEL SECTOR – COMUNIDADES DE REGANTES – ASOCIACIONES DE GANADEROS Y AGRICULTORES		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023-2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE4)* **Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros. *(OE6)* **Avanzar** en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas.		

BOCM-20240115-10

A-40 FOMENTO DE LA AGRICULTURA DEL CARBONO

(OE7) **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.

A-41 GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE Y RESILIENTE

OBJETIVO ESPECÍFICO

Incrementar las prácticas de gestión forestal sostenible y resiliente en la Comunidad de Madrid que contribuyan a disminuir el riesgo de incendios, a alcanzar un buen estado fitosanitario de las masas forestales y a proporcionar recursos naturales renovables que redunden en empleo y beneficios económicos para el medio rural

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Gestión forestal sostenible con acciones como:
  - ✓ Promover la certificación forestal.
  - ✓ Fomentar la realización de planes de gestión en los montes más grandes de propiedad particular o la adhesión de los más pequeños a referentes silvícolas definidos y aprobados por la Consejería competente en materia forestal.
  - ✓ Elaborar planes de gestión en todos los montes de gestión pública.
- Elaboración de instrucciones técnicas para homogeneizar el contenido de los planes de gestión (planes de ordenación, planes dasocráticos, planes técnicos o figuras equivalentes).
- Elaboración de referentes silvícolas o modelos tipo de gestión forestal para las especies más abundantes en la Comunidad de Madrid.
- Fomento del aprovechamiento de productos forestales (maderas, leñas, entre otros)
- Desarrollo de sistemas de gestión de la información sobre las masas forestales.
- Fomento de la generación de productos de mayor valor añadido para que esa gestión venga acompañada por la creación de empleo rural y con proyección a largo plazo.
- Continuidad del programa 3 (ordenación y fomento del aprovechamiento múltiple, racional y sostenible de los recursos forestales) en el nuevo Plan Forestal.

PRINCIPALES METAS	✓ 50 % de los montes de la Comunidad de Madrid con planes de gestión forestal sostenible o referente silvícola*		
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	% de los montes de la Comunidad de Madrid con planes de gestión forestal o referente silvícola % emisiones compensadas (kt CO_2 eq) (Inventario de emisiones de la CM) Nº de proyectos ejecutados	ÁREAS ASOCIADAS	A42 Fomento del uso de biomasa forestal sostenible de la Comunidad de Madrid A47 Fortalecer las tareas de prevención de incendios forestales
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE Y BIODIVERSIDAD. ORGANISMO COMPETENTE EN URBANISMO – EMPRESAS FORESTALES DE LA COMUNIDAD DE MADRID		

BOCM-20240115-10

A-41	GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE Y RESILIENTE
	– PROPIETARIOS DE LOS TERRENOS FORESTALES – AYUNTAMIENTOS Y MANCOMUNIDADES
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023-2030
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE6)* **Avanzar** en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas. *(OE7)* **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.
*	*Propuesta de la Dirección General de Biodiversidad y Recursos Naturales*

BOCM-20240115-10

A-42	FOMENTO DEL USO DE BIOMASA FORESTAL SOSTENIBLE DE LA COMUNIDAD DE MADRID	AGRICULTURA Y MEDIO NATURAL

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Fomentar la correcta gestión de los residuos forestales para contribuir a la prevención de incendios y la obtención de energía térmica en zonas rurales

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES *

- Elaboración de un plan de despliegue y aprovechamiento de la biomasa residual forestal.
- Desarrollo normativo para toda la cadena de valor de la biomasa.
- Impulso al uso de la biomasa forestal mediante acciones como:
  - ✓ el fomento de la sustitución de calderas de combustibles fósiles por calderas de biomasa de alta eficiencia y bajas emisiones en instalaciones del sector agrario y en el ámbito rural.
  - ✓ el impulso a la recogida de restos de poda por parte de los servicios públicos.
- Difusión de los centros de recogida y almacenamiento de biomasa (centros logísticos) a nivel municipal o intermunicipal.
- Establecimiento de penalizaciones derivadas del depósito de residuos de restos de poda o de tratamientos silvícolas en vertedero.

PRINCIPALES METAS	✓ Incremento del uso sostenible de la biomasa forestal	**ÁREAS ASOCIADAS**	A41 Gestión forestal sostenible y resiliente A47 Fortalecer las tareas de prevención de incendios forestales
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Nº de centros logísticos de biomasa % de las calderas de combustibles fósiles sustituidas por calderas de biomasa		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE Y BIODIVERSIDAD. ORGANISMO COMPETENTE EN URBANISMO – EMPRESAS FORESTALES DE LA COMUNIDAD DE MADRID – AYUNTAMIENTOS Y MANCOMUNIDADES		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023-2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE3)* **Promover** el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono *(OE4)* **Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros. *(OE5)* **Reducir** las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire *(OE7)* **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.		
*	Limitaciones de esta medida: Únicamente para el uso de biomasa certificada y calderas certificadas que cumplan con unos estándares de calidad tanto en eficiencia energética como en emisiones atmosféricas; Únicamente en zonas rurales con buenos índices de calidad del aire		

BOCM-20240115-10

A-43 MEJORA DE LA BIODIVERSIDAD

AGRICULTURA Y MEDIO NATURAL

OBJETIVO ESPECÍFICO

Mejorar la biodiversidad en la región

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Desarrollo de la Estrategia de Biodiversidad 2030 para la Comunidad de Madrid.
- Desarrollo del Proyecto Campos Vivos para fomentar e incentivar la agricultura compatible con la fauna esteparia aprovechando la nueva Política Agraria Común 2023-2027 (PEPAC) con acciones como:
  - ✓ Apoyo al agricultor para alcanzar compromisos agroambientales en superficies agrarias: apicultura y agricultura para la biodiversidad.
  - ✓ Mejora del hábitat para la avifauna en superficies agrarias.
  - ✓ Fomento de actividades agrarias tradicionales que preserven la biodiversidad. Ayudas al mantenimiento del olivar tradicional.
  - ✓ Inversiones no productivas en explotaciones en pro de la biodiversidad.
- Continuación del Proyecto Arco Verde que conecte el medio urbano con el medio natural.
- Continuación del Plan de Actuación sobre Humedales Catalogados y fomentar la restauración de humedales (PDC 4.11) de cara a fomentar la conectividad entre las poblaciones de la fauna asociada a estos ecosistemas, sobre todo terrestre, como los anfibios.
- En materia de Infraestructura Verde en la región y restauración de ecosistemas degradados:
  - ✓ Fomento de la existencia de paisajes en mosaico que favorezcan la biodiversidad asociada a este tipo de paisajes culturales y a la vez funcionen como cortafuegos naturales frente a incendios cada vez más virulentos. Favorecer la utilización de márgenes de las explotaciones para la biodiversidad sobre todo insectos polinizadores (PDCM 4.13).
  - ✓ Realización de estudios específicos que analicen la necesidad de replantar exclusivamente con especies autóctonas y resistentes al cambio climático y a las características climáticas de la región. Inclusión de especies ambientalmente adecuadas en los nuevos proyectos que se desarrollen, donde se contemple el factor de aclimatación de dichas especies.
  - ✓ Planificación y selección adecuadas de las especies a utilizar en proyectos de repoblación a partir de las previsiones para 2050 o 2100 en función de la evolución del cambio climático, a fin de disponer de las especies con mayores probabilidades de supervivencia a largo plazo.

PRINCIPALES METAS	✓ Mejora de la biodiversidad en la región	**ÁREAS ASOCIADAS**	A41 Gestión forestal sostenible y resiliente A44 Evaluación detallada de los efectos del cambio climático sobre el patrimonio natural, la biodiversidad y la red natura 2000 A46 Fomento de la silvicultura del carbono A48 Protección frente a inundaciones
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Nº de especies amenazadas Nº de proyectos ejecutados		

BOCM-20240115-10

A-43	MEJORA DE LA BIODIVERSIDAD
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE, BIODIVERSIDAD, AGRICULTURA Y GANADERIA. ORGANISMO COMPETENTE EN URBANISMO – AYUNTAMIENTOS
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023-2030
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE6)* **Avanzar** en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas. *(OE7)* **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.

BOCM-20240115-10

A-44	EVALUACIÓN DETALLADA DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL PATRIMONIO NATURAL, LA BIODIVERSIDAD Y LA RED NATURA 2000	AGRICULTURA Y MEDIO NATURAL

OBJETIVO ESPECÍFICO

Realizar una evaluación detallada de los efectos del cambio climático sobre el patrimonio natural y la biodiversidad de la región y, específicamente, sobre la Red Natura 2000 (requerimiento de la Ley 7/2021)

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Evaluación de los efectos del cambio climático sobre los espacios protegidos de la Comunidad de Madrid, en concreto sobre la Red Natura 2000 y, especialmente, sobre las especies y hábitat objeto de conservación dentro de dichos espacios.
- Actualización de los planes de gestión (PG) Red Natura 2000 y de los planes de ordenación de los recursos naturales (PORN) de los espacios protegidos considerando la variable cambio climático.

PRINCIPALES METAS	✓ Evaluación y actualización de los planes mencionados	**ÁREAS ASOCIADAS**	A43 Mejora de la biodiversidad
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Nº de PG y PORN actualizados Nº de proyectos ejecutados		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE Y BIODIVERSIDAD		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023-2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE6)* **Avanzar** en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas.		

BOCM-20240115-10

A-45 ESTUDIOS DE IMPACTO, VULNERABILIDAD Y CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN EN EL SECTOR AGRÍCOLA Y GANADERO

AGRICULTURA Y MEDIO NATURAL

OBJETIVO ESPECÍFICO

Estudiar los impactos y vulnerabilidades a las que se enfrenta el sector agrícola y ganadero en la Comunidad de Madrid, así como proponer medidas de adaptación frente a esos impactos

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Revisión del estado del arte y estudios realizados en el sector agrícola y ganadero.
- Análisis de las vulnerabilidades con respecto a los escenarios futuros de cambio climático, con especial atención a los impactos sobre los principales tipos de cultivos y especies ganaderas.
- Apoyo a la adaptación de los sistemas productivos. Apoyo a la instalación de plantas de digestión anaerobia para la producción de biogás a partir de purín y otros efluentes ganaderos, para su posterior purificación (*up-grading*) hasta biometano.
- Elaboración de escenarios de cambio climático para las comarcas agrícolas (PDC. 4.5).

PRINCIPALES METAS	✓ Analizar los riesgos y vulnerabilidades del sector agrícola y ganadero frente al cambio climático, así como mejorar su capacidad de adaptación frente a dichos impactos.	**ÁREAS ASOCIADAS**	A29 Fomento del uso responsable del agua A39 Fomento de una agricultura y una ganadería sostenibles que contribuyan a la adaptación al cambio climático A50 Formación en materia de cambio climático y desarrollo sostenible A55 Incorporación de la componente climática en las políticas regionales
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Nº de estudios realizados Índice Madrileño de Concienciación sobre Descarbonización (IMCD).		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE, AGRICULTURA Y GANADERÍA. ORGANISMO COMPETENTE EN URBANISMO. – AYUNTAMIENTOS Y ENTIDADES LOCALES – CIUDADANÍA EN GENERAL – SECTOR PRIVADO – PROFESIONALES Y EMPRESAS DEL SECTOR – COMUNIDADES DE REGANTES		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023 - 2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE6)* **Avanzar** en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas. *(OE7)* **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.		

BOCM-20240115-10

A-46	FOMENTO DE LA SILVICULTURA DEL CARBONO	AGRICULTURA Y MEDIO NATURAL

OBJETIVO ESPECÍFICO

Establecer una valoración de los servicios de los ecosistemas, gestión adecuada de la biodiversidad y fomento de la absorción de carbono por los ecosistemas forestales de la Región

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Estudio de actividades destinadas a potenciar los sumideros de carbono y la evaluación de su efecto (positivo o negativo) sobre la biodiversidad.
- Mejora del estado ecológico de los sistemas agroforestales y dehesas para que sean considerados sistemas silvopastoriles y contabilicen el efecto sumidero.
- Fomento de la gestión forestal para incrementar el carbono secuestrado por el ecosistema (parte aérea y subterránea de la planta y por el suelo).
- Uso de incentivos a las absorciones de carbono (silvicultura del carbono).
- Restauración hidrológico-forestal en zonas con alto riesgo de erosión mediante la corrección y estabilización de cuencas.
- Inventario y valoración de las masas forestales y los suelos de la región teniendo en cuenta su potencial como sumideros de carbono.
- Promoción del establecimiento de un sistema de gestión de tierras que recompense a los selvicultores por la captura de carbono adicional que consigan.
- Promover la realización de campañas de divulgación de los valores de los humedales y de sus servicios ecosistémicos.

PRINCIPALES METAS	✓ Elaboración de estudios y proyectos de los servicios ecosistémicos y de fomento de la absorción de carbono	**ÁREAS ASOCIADAS**	A40 Fomento de la agricultura del carbono A43 Mejora de la biodiversidad A48 Protección frente a inundaciones A49 Elaboración de planes y acciones municipales de adaptación al cambio climático
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	✓ Nº de proyectos ejecutados ✓ Índice Madrileño de Concienciación sobre Descarbonización (IMCD).		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE Y BIODIVERSIDAD. ORGANISMO COMPETENTE EN URBANISMO – AYUNTAMIENTOS – EMPRESAS DEL SECTOR FORESTAL		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023-2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE6)* **Avanzar** en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas. *(OE7)* **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.		

BOCM-20240115-10

A-47	FORTALECER LAS TAREAS DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES

OBJETIVO ESPECÍFICO

Incrementar las labores preventivas que contribuyan a disminuir los riesgos de incendios forestales y a facilitar las tareas de extinción

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Apoyo al Plan de Protección Civil contra incendios forestales en la Comunidad de Madrid (INFOMA).
- Incorporación de nuevas tecnologías en los sistemas de alerta temprana.
- Impulso a los aprovechamientos forestales y a los tratamientos silvícolas para disminuir la carga de combustible en los montes.
- Desarrollo del Proyecto de pastoreo preventivo con la articulación de instrumentos de financiación público-privada que promuevan el pastoreo tradicional en terrenos forestales.
- Elaboración de manuales enfocados a la ciudadanía para la prevención de incendios.
- Supervisión de quemas prescritas.
- Fomento de la realización de fajas perimetrales de defensa en áreas de especial valor ecológico o en zonas estratégicas de apoyo a la extinción.
- Mejora de la transitabilidad en las pistas forestales con actuaciones de desbroce y conformación de la capa de rodadura.

PRINCIPALES METAS	✓ Disminuir el riesgo de incendio y minimizar su magnitud	**ÁREAS ASOCIADAS**	A41 Gestión forestal sostenible A42 Fomento del uso de biomasa forestal sostenible de la Comunidad de Madrid
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Incendios Forestales declarados en la Comunidad de Madrid (nº) Superficie forestal quemada (ha)		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE Y BIODIVERSIDAD. ORGANISMO COMPETENTE EN URBANISMO – SERVICIO DE INCENDIOS FORESTALES DEL CUERPO DE BOMBEROS – DG DE EMERGENCIAS – EMPRESAS DEL SECTOR FORESTAL – AYUNTAMIENTOS		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023-2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE5)* **Reducir** las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire *(OE6)* **Avanzar** en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas. *(OE7)* **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.		

BOCM-20240115-10

A-48 PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES

AGRICULTURA Y MEDIO NATURAL

OBJETIVO ESPECÍFICO

Impulsar soluciones frente al riesgo de inundación

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Impulso a la ejecución del Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones en la Comunidad de Madrid (INUNCAM).
- Impulso del Proyecto HIDROFOREST para la ejecución de actuaciones de mejora en las cabeceras cuenca (PDCM. 4.10) de cara a evitar su erosión y a maximizar la cantidad de agua que llega a los embalses disponible para abastecimiento.
- Elaboración de Planes de Actuación Municipal ante el riesgo de Inundaciones siguiendo la guía desarrollada al efecto (PAMINUN, 2021), con el apoyo de la Comunidad de Madrid para la creación de la estructura organizativa y los procedimientos, la catalogación de elementos vulnerables, la zonificación del territorio en función del riesgo, el control de los tramos inundables de las carreteras y la información y alerta a la población en situaciones de riesgo.
- Plan Sanea de la Comunidad de Madrid, para la adecuación de los sistemas de alcantarillado de los municipios mejorando su capacidad de drenaje.

PRINCIPALES METAS	✓ Disminuir el riesgo de inundación y minimizar su magnitud	**ÁREAS ASOCIADAS**	A43 Mejora de la biodiversidad A46 Fomento de la silvicultura del carbono A49 Elaboración de planes y acciones municipales de adaptación al cambio climático
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Nº de planes de actuación municipal aprobados Superficie inundada (ha)		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE, BIODIVERSIDAD, PROTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS. ORGANISMO COMPETENTE EN URBANISMO – AYUNTAMIENTOS – CANAL DE ISABEL II		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023-2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE6)* **Avanzar** en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas. *(OE7)* **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.		

BOCM-20240115-10

A-49	ELABORACIÓN DE PLANES Y ACCIONES MUNICIPALES DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	AGRICULTURA Y MEDIO NATURAL

OBJETIVO ESPECÍFICO

Promover la elaboración de planes de adaptación a nivel municipal atendiendo a las condiciones específicas del territorio y realizar actuaciones para la adaptación al cambio climático

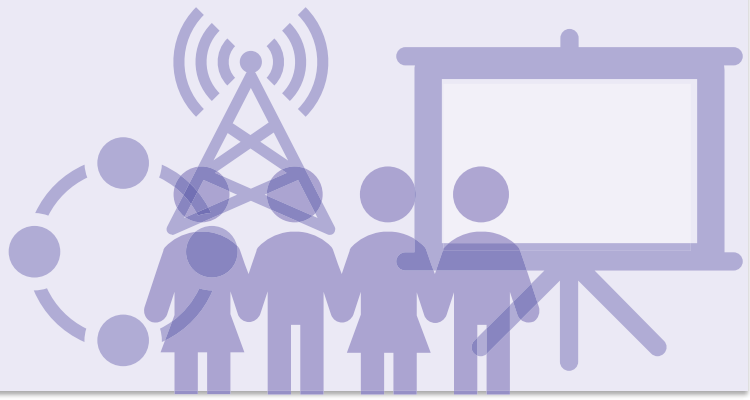
ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Impulso de incentivos para proyectos innovadores en materia de adaptación al cambio climático.
- Elaboración de una guía con medidas de adaptación para municipios.
- Acondicionar los espacios urbanos frente a las olas de calor (jardines con sombra, pérgolas verdes, refugios climáticos) (PDCM. 2.5).
- Elaboración de Planes Locales de Adaptación y su posterior puesta en marcha.
- Integración de la planificación urbana con las estrategias de gestión de riesgos.
- Planificación de infraestructuras verdes, superficies permeables y red urbana, con el fin de optimizar las condiciones bioclimáticas del entorno y contribuir a la lucha contra la contaminación y el cambio climático por medio de soluciones basadas en la naturaleza.
- Acciones de capacitación y formación.

PRINCIPALES METAS	✓ 100 % de los municipios de más de 50.000 habitantes con plan de adaptación*	**ÁREAS ASOCIADAS**	A32 Mejora de la capacidad de adaptación de los sectores productivos ante los efectos del cambio climático A43 Mejora de la biodiversidad A48 Protección frente a inundaciones
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	% de los municipios de más de 50.000 habitantes con plan de adaptación Nº de proyectos subvencionados		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA COMPETENTE EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE – AYUNTAMIENTOS		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023-2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE6)* **Avanzar** en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas.		
*	En coherencia con el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) 2021-2030 y el primer Programa de Trabajo 2021-2025 del PNACC para los municipios obligados por la Ley de Cambio Climático y Transición Energética a implementar ZBE que incluyen actuaciones de adaptación		

BOCM-20240115-10

TRANSVERSALES



BOCM-20240115-10

AREAS DE ACTUACIÓN TRANSVERSALES

	MEDIDAS
50	FORMACIÓN EN MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO, CALIDAD DEL AIRE Y ENERGÍA
51	IMPULSO DE I+D+i
52	ACCESO A LA INFORMACIÓN SOBRE ENERGÍA, CALIDAD DEL AIRE Y CAMBIO CLIMÁTICO PARA CIUDADANOS Y EMPRESAS
53	CONCIENCIACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN DE LA SOCIEDAD EN RELACIÓN CON LA DESCARBONIZACIÓN
54	MANTENER Y MEJORAR LAS REDES DE INFORMACIÓN RELACIONADAS CON LA CALIDAD DEL AIRE Y EL CAMBIO CLIMÁTICO
55	INCORPORACIÓN DE LA COMPONENTE CLIMÁTICA EN LAS POLÍTICAS REGIONALES
56	CONTRATACIÓN PÚBLICA VERDE BASADA EN ELFOMENTO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y LA DESCARBONIZACIÓN
57	REVISIÓN Y SIMPLIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS
58	LIDERAZGO DE LA ADMINISTRACIÓN REGIONAL EN EL FOMENTO Y APOYO A LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y CLIMÁTICA

BOCM-20240115-10

A-50	FORMACIÓN EN MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO, CALIDAD DEL AIRE Y ENERGÍA	

OBJETIVO ESPECÍFICO

Generar conocimiento y formar profesionales en transición energética, cambio climático (descarbonización) y calidad del aire

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Impulso para el desarrollo de formación profesional/master en gestión y tecnologías de descarbonización y adaptación (PDC)
- Apoyo la incorporación de materias ligadas a la transición energética y la descarbonización en planes de estudios profesionales
- Dinamización de programas de formación e inclusión de las materias de la estrategia en el currículum escolar/universitario
- Divulgación en los programas formativos y curriculares sobre la función social y medioambiental de la inspección técnica de vehículos

PRINCIPALES METAS	✓ Incrementar el grado de formación de la sociedad en las materias relacionadas con la estrategia	**ÁREAS ASOCIADAS**	A30 Gestión de los residuos basado en un enfoque de economía circular A31 Utilización de residuos para generación de gases renovables y biocombustibles A32 Mejora de la capacidad de adaptación de los sectores productivos ante los efectos del cambio climático A45 Estudios de impacto, vulnerabilidad y capacidad de adaptación en el sector agrícola y ganadero A53 Concienciación y sensibilización de la sociedad en relación con la descarbonización
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Índice Madrileño de Concienciación sobre Descarbonización (IMCD). Nº de ciclos y programas formativos que incluyan contenidos relativos a materias de la estrategia Nº programas formativos y curriculares con nuevo contenido divulgativo		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA – EMPRESAS – CIUDADANÍA EN GENERAL		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023-2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE7)* **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.		

BOCM-20240115-10

A-51 IMPULSO DE I+D+i

TRANSVERSALES

OBJETIVO ESPECÍFICO

Desarrollar y profundizar en I+D+i en materias de transición energética, descarbonización, calidad del aire y tecnologías del hidrógeno

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Impulso de I+D+i sobre transición energética y descarbonización a través de acciones como:
  - ✓ Alianzas para la innovación en descarbonización: cátedras de transición energética con las universidades y la industria madrileña (PDC)
  - ✓ Coordinación interdepartamental para posicionar la transición energética en las estrategias RIS3 regionales (Estrategia Regional de Investigación e Innovación) y los futuros planes de I+D+i
  - ✓ Apoyo a proyectos demostradores, pilotos y experiencias pioneras que tengan un enfoque de descarbonización y la mejora del comportamiento energético
  - ✓ Impulso a proyectos de análisis y evaluación detallados de las diferentes tecnologías de obtención de energía que incluyan el ciclo de vida completo, desde la generación hasta el consumo.
- Impulso de programas de I+D+i enfocados a la modernización del tejido empresarial e industrial de la Región en el ámbito de la cadena de valor del hidrógeno a través de acciones como:
  - ✓ Apoyo a la creación de un centro de Excelencia del Hidrógeno y Biocombustibles para la formación avanzada en tecnologías del Hidrógeno (PDCM)
  - ✓ Articulación de líneas de financiación para el impulso del I+D+i en materia de hidrógeno
  - ✓ Apoyo a una planta pionera de generación de hidrógeno verde con energía renovable y agua reciclada
- Impulso de la investigación en materia de contaminación atmosférica y sus efectos a través de acciones como:
  - ✓ Impulso a la elaboración de estudios sobre los efectos de la contaminación/calidad del aire en la salud humana, las especies animales y vegetales y en los ecosistemas de la región.
  - ✓ Vigilancia Epidemiológica de los efectos agudos de la contaminación atmosférica: Vigilancia semanal de las crisis asmáticas.
  - ✓ Fomento de estudios para determinar las emisiones de partículas que no son de escape (NEE– Non-exhaust emissions) debidas al desgaste de los frenos y de los neumáticos, el desgaste de la superficie de la carretera y la puesta en suspensión del polvo de la carretera

BOCM-20240115-10

A-51	IMPULSO DE I+D+i	TRANSVERSALES

- ✓ Proyecto piloto para el desarrollo de modelos de predicción de la contaminación de alta resolución, basadas en tecnologías de Inteligencia Artificial, Big Data e IoT, para localidades con pocos recursos

- Impulso a la investigación en materia de adaptación al cambio climático para lograr una comunidad resiliente a través de acciones como:
  - ✓ Fomento de un plan de I+D+i regional de adaptación climática
  - ✓ Articulación de la investigación, diseño y disposición de paquetes tecnológicos para diversificación productiva de cultivos considerando efectos del cambio climático:
    - Impulso del empleo de nuevas técnicas genómicas en cultivos agrícolas
    - Investigación de plagas y enfermedades en cultivos con mayor vulnerabilidad
    - Desarrollo de un Plan de apoyo a nuevos cultivos
- Suscripción de convenios de colaboración con universidades y organismos de investigación para impulsar la mejora del conocimiento en materia de calidad del aire y cambio climático.

PRINCIPALES METAS	✓ Mejorar el conocimiento científico en las materias de la estrategia	**ÁREAS ASOCIADAS**	A54 Mantener y mejorar las redes de información relacionadas con la calidad del aire y el cambio climático
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Nº de convenios suscritos Nº de estudios elaborados		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE, AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN, SANIDAD, EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA – CANAL DE ISABEL II		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023-2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE7)* **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.		

BOCM-20240115-10

A-52	ACCESO A LA INFORMACIÓN SOBRE ENERGÍA, CALIDAD DEL AIRE Y CAMBIO CLIMÁTICO PARA CIUDADANOS Y EMPRESAS	TRANSVERSALES

OBJETIVO ESPECÍFICO

Favorecer el cumplimiento de las políticas europeas y estatales en materia de acceso a la información ambiental y con relación a los consumos y costes energéticos

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Publicación de la información ambiental, en especial la relativa al seguimiento de la estrategia, para facilitar su consulta por la ciudadanía
- Elaboración del balance energético de la CM y su publicación bajo criterios de transparencia, en coherencia con las políticas estatales y europeas .

PRINCIPALES METAS	✓ Actualización permanente de los contenidos relativos a las materias de la estrategia	**ÁREAS ASOCIADAS**	A54 Mantener y mejorar las redes de información relacionadas con la calidad del aire y el cambio climático
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Índice Madrileño de Concienciación sobre Descarbonización (IMCD). Nº de visitas a las páginas de información de contenidos ambientales de la CM		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE Y ENERGÍA – ADMINISTRACIONES PÚBLICAS RELACIONADAS CON LAS MATERIAS DE LA ESTRATEGIA – CIUDADANÍA		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023-2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE7)* **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.		

BOCM-20240115-10

A-53	CONCIENCIACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN DE LA SOCIEDAD EN RELACIÓN CON LA DESCARBONIZACIÓN	

OBJETIVO ESPECÍFICO

Impulso de acciones de concienciación y sensibilización en relación con la descarbonización

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Plan de educación y sensibilización ciudadana sobre cambio climático y ahorro y eficiencia energética: campañas de sensibilización.
- Fomento de buenas prácticas entre la ciudadanía a través de acciones como:
  - ✓ Estrategia de comunicación sobre los beneficios de la movilidad activa y/o sostenible y sobre los beneficios de la conducción eficiente.
  - ✓ Fomento de la participación activa de la ciudadanía en la autogeneración y fomento de buenas prácticas en empresas.
  - ✓ Sensibilización de la ciudadanía sobre los efectos negativos del consumo de productos no reutilizables.
  - ✓ Sensibilización de la ciudadanía en relación con el biometano.
  - ✓ Sensibilización de la ciudadanía sobre el ahorro energético.
  - ✓ Campañas de comunicación sobre alimentación y cambio climático para un consumo responsable.
- Creación de premios al diseño de edificios descarbonizados para jóvenes arquitectos mediante un acuerdo con un medio de comunicación/universidad/colegio de arquitectos (PDC)
- Plan de comunicación para el cambio cultural hacia una economía descarbonizada (PDC)

PRINCIPALES METAS	✓ Incrementar el grado de concienciación de la sociedad	**ÁREAS ASOCIADAS**	A50 Formación en materia de cambio climático y desarrollo sostenible A58 Papel ejemplar de la administración regional en el fomento y apoyo a la transición energética y climática
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Índice Madrileño de Concienciación sobre Descarbonización (IMCD).		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE Y ENERGÍA – ADMINISTRACIONES PÚBLICAS RELACIONADAS CON LAS MATERIAS DE LA ESTRATEGIA – ADMINISTRACIÓN LOCAL – EMPRESAS Y CIUDADANÍA EN GENERAL		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023-2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE7)* **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.		

BOCM-20240115-10

A-54 MANTENER Y MEJORAR LAS REDES DE INFORMACIÓN RELACIONADAS CON LA CALIDAD DEL AIRE Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

OBJETIVO ESPECÍFICO

Ampliar las redes de calidad del aire y cambio climático de la Comunidad de Madrid para mejorar la información que se pone a disposición de los ciudadanos y organismos de investigación

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Renovación y actualización de los sistemas actuales de medida de la contaminación de aire con acciones como:
  - ✓ Ampliación de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid con 4 nuevas estaciones (PDC).
  - ✓ Renovación de equipos y analizadores de la actual Red de Calidad del Aire.
  - ✓ Inclusión de nuevas técnicas de medición como puede ser la tecnología de teledetección de las emisiones reales del tráfico rodado.
  - ✓ Fomento/apoyo en la implementación de sistemas remotos de control de emisiones en tiempo real.
- Mejora de la disponibilidad y trazabilidad de la información sobre la calidad del aire mediante acciones como:
  - ✓ Puesta en marcha de un sistema predictivo de episodios de alta contaminación con 48 horas de antelación, con información accesible al público (PDC)
  - ✓ Creación de una app para smartphone que facilite la información basada en el ICA (Índice de Calidad del Aire) con geolocalización
  - ✓ Implementación de la norma UNE-EN 17025 en las estaciones de la Red para mejorar la trazabilidad de los datos de calidad del aire.
- Difusión e intercambio de información sobre calidad del aire y cambio climático, desde el punto de vista de la afección a la salud:
  - ✓ Información al sistema asistencial sobre superaciones de los niveles de Ozono troposférico y de otros contaminantes atmosféricos: Ozono Troposférico (O3) Dióxido de Nitrógeno (NO2), partículas en suspensión (PM10, PM 2,5).
  - ✓ Vigilancia y control de los efectos de las temperaturas extremas en la salud: Plan de Vigilancia y Control de los Efectos del Frío en la Salud y Plan de Vigilancia y Control de los Efectos de las Olas de Calor.
- Mejora de las redes para la observación sistemática del clima:
  - ✓ Desarrollo de modelos climáticos adaptados a la Comunidad de Madrid.
  - ✓ Adquisición de equipos y analizadores para estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid ubicadas en posiciones estratégicas para la observación sistemática del clima.
  - ✓ Refuerzo de la recogida de parámetros clave para el seguimiento de los impactos del cambio climático en el ciclo hidrológico, uso del agua y eventos extremos, que

BOCM-20240115-10

A-54	MANTENER Y MEJORAR LAS REDES DE INFORMACIÓN RELACIONADAS CON LA CALIDAD DEL AIRE Y EL CAMBIO CLIMÁTICO	TRANSVERSALES

permita además realizar una gestión adecuada de las alertas ante avisos de fenómenos meteorológicos.

✓ Refuerzo de las redes de recogida de parámetros meteorológicos.

- Adaptación de los planes de acción a corto plazo a las nuevas exigencias normativas de calidad del aire y cambio climático, con actuaciones como:
  - ✓ Modificación del Protocolo Marco de NO_2 de la Comunidad de Madrid para incluir a los municipios de más de 50.000 habitantes y apoyo técnico a dichos municipios para que la aprobación de sus protocolos locales de actuación.
  - ✓ Elaboración del Plan marco de acción a corto plazo de la Comunidad de Madrid en caso de episodios de contaminación del aire ambiente por PM10, $PM_{2,5}$, NO_2, O_3 y SO_2 y apoyo técnico a los municipios para que aprueben o adapten sus protocolos locales de actuación a lo establecido en el mismo.
  - ✓

PRINCIPALES METAS	✓ Mantener y mejorar las redes de calidad del aire y seguimiento del cambio climático en la CM	**ÁREAS ASOCIADAS**	A51 Impulso de I+D+i A52 Acceso a la información relacionada con datos energéticos y de calidad y cambio climático para ciudadanos y empresas A57 Revisión y simplificación de procedimientos administrativos
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	N° de estaciones en la red de calidad del aire con actuaciones de mejora N° estaciones dedicadas al seguimiento del cambio climático		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE Y SANIDAD		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023-2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE5)* **Reducir** las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire *(OE6)* **Avanzar** en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas. *(OE7)* **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.		

BOCM-20240115-10

A-55 INCORPORACIÓN DE LA COMPONENTE CLIMÁTICA EN LAS POLÍTICAS REGIONALES

TRANSVERSALES

OBJETIVO ESPECÍFICO

Impulsar la integración de la componente climática en los planes e instrumentos legales

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Coordinación y supervisión de las actualizaciones de la normativa para **incorporar la componente climática** empleando la información publicada en planes como:
  - ✓ Plan Territorial de Protección Civil de la Comunidad de Madrid (PLATERCAM), Plan Especial de Emergencias por Incendios Forestales de la Comunidad de Madrid (INFOMA), Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones en la Comunidad de Madrid (INUNCAM) y el Plan de Inclemencias Invernales.
  - ✓ Plan de Vigilancia y Control de los efectos de las olas de calor y el Plan de Vigilancia y Control de los Efectos del Frío en la Salud
  - ✓ Planes de gestión de recursos hídricos de Fundación Canal Isabel II: Plan Smart Region, Plan Red, Plan SANEA, Plan Innova100 y Plan de Automatización de la Explotación
- Revisión de las diferentes **instrucciones técnicas para considerar la variabilidad climática** en elementos clave como el drenaje, materiales, superficies
- **Revisión de la normativa de prevención de riesgos laborales** para proponer alternativas de horarios laborales/lectivos/desplazamientos/modos de trabajo durante alertas meteorológicas
- Introducción de la variable climática en el planeamiento urbanístico

PRINCIPALES METAS	✓ Inclusión en los nuevos planes e instrumentos legales de la variable cambio climático	**ÁREAS ASOCIADAS**	A32 Mejora de la capacidad de adaptación de los sectores productivos ante los efectos del cambio climático A45 Estudios de impacto, vulnerabilidad y capacidad de adaptación en el sector agrícola y ganadero A57 Revisión y simplificación de procedimientos administrativos A58 Papel ejemplar de la administración regional en el fomento y apoyo a la transición energética y climática
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Índice Madrileño de Concienciación sobre Descarbonización (IMCD).		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE, SEGURIDAD, PROTECCIÓN CIVIL, FORMACIÓN Y URBANISMO – DG DE FUNCIÓN PÚBLICA (DIVISIÓN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES) – CANAL DE ISABEL II		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023-2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE6)* **Avanzar** en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas. *(OE7)* **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.		

BOCM-20240115-10

A-56	CONTRATACIÓN PÚBLICA VERDE, ENERGÉTICAMENTE EFICIENTE, BASADA EN EL FOMENTO DE LAS ENERGIAS RENOVABLES Y LA DESCARBONIZACIÓN	TRANSVERSALES

OBJETIVO ESPECÍFICO

Mejorar la huella de carbono del sector público, siendo más eficiente en el consumo energético directo de la CM y favoreciendo que los adjudicatarios de los contratos públicos disminuyan igualmente su huella de carbono.

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Introducción de criterios de sostenibilidad, ahorro y eficiencia energética en los procedimientos de contratación, tal y como estipula la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público (condiciones especiales de ejecución, artículo 202).
- Impulso de la contratación pública como herramienta de descarbonización incluyendo criterios de selección en pliegos (PDCM).
- Desarrollo de planes de ahorro y eficiencia energética para el sector público

PRINCIPALES METAS	✓ Inclusión de los criterios de sostenibilidad, ahorro y eficiencia energética en los contratos de las administraciones y entidades públicas de la CM	**ÁREAS ASOCIADAS**	A5 Renovación de la flota institucional y de la flota de autobuses urbanos e interurbanos A58 Papel ejemplar de la administración regional en el fomento y apoyo a la transición energética y climática
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Nº contratos sostenibilidad/ nº de contratos totales		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE Y ENERGÍA – ADMINISTRACIONES PÚBLICAS – EMPRESAS Y ENTES PÚBLICOS – EMPRESAS ADJUDICATARIAS Y SUMINSITRADORAS DE BIENES Y SERVICIOS A LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA – JUNTA CENTRAL DE COMPRAS		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023-2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE1)* **Impulsar** la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables *(OE3)* **Promover** el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono *(OE4)* **Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros. *(OE5)* **Reducir** las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire *(OE7)* **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.		

BOCM-20240115-10

A-57 REVISIÓN Y SIMPLIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS

TRANSVERSALES

OBJETIVO ESPECÍFICO

Agilizar y simplificar los procedimientos administrativos de los proyectos relacionados con la transición energética y descarbonización

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- **Simplificación de procedimientos administrativos** y eliminación de ciertos requisitos establecidos en la tramitación de los proyectos y solicitudes ligadas al ámbito de la descarbonización y la eficiencia energética cuyo balance de efectos medioambientales sea positivo, como por ejemplo la construcción de plantas gases renovables (PDCM).
- Establecimiento de oficinas regionales de ayuda a la ciudadanía en diversos trámites relacionados con las materias propias de la estrategia, así como un observatorio de control y mejora de dichas actuaciones.
- Elaboración de **manuales de buenas prácticas** internos de la Administración regional junto con formación al personal administrativo responsable
- Coordinación con el **IDAE** y otros **organismos estatales** el establecimiento de los desarrollos planteados en materia de agilización y simplificación
- Plan de choque para la aceleración de evaluaciones ambientales de proyectos de descarbonización, singularmente las instalaciones de generación solar

PRINCIPALES METAS	✓ Agilizar los procedimientos administrativos relacionados con las materias de la estrategia	**ÁREAS ASOCIADAS**	A56 Contratación pública verde basada en el fomento de las energías renovables y la descarbonización A58 Papel ejemplar de la administración regional en el fomento y apoyo a la transición energética y climática
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Nº de procedimientos administrativos revisados y simplificados con respecto al total de procedimientos		
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIAS DE MEDIO AMBIENTE Y ENERGÍA – COMISIÓN INTERDEPARTAMENTAL PARA LA REDUCCIÓN DE CARGAS ADMINISTRATIVAS Y SIMPLIFICACIÓN NORMATIVA DE LA COMUNIDAD DE MADRID – ADMINISTRACIONES PÚBLICAS COMPETENTES EN LAS MATERIAS RELACIONADAS CON LA ESTRATEGIA		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023-2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE1)* **Impulsar** la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables *(OE3)* **Promover** el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono *(OE4)* **Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros. *(OE5)* **Reducir** las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire *(OE7)* **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.		

BOCM-20240115-10

A-58	LIDERAZGO DE LA ADMINISTRACIÓN REGIONAL EN EL FOMENTO Y APOYO A LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y CLIMÁTICA	TRANSVERSALES

OBJETIVO ESPECÍFICO

Dotar a la administración pública de un papel ejemplarizante a través de la implementación de acciones hacia la lucha climática y hacia la transición energética

ACTUACIONES MÁS RELEVANTES

- Implementación de planes y estrategias sectoriales que apliquen sobre los edificios, instalaciones, y/o propiedades públicas pertenecientes a la Comunidad de Madrid y que estén orientados al ahorro energético y a la adaptación climática.
- Desarrollos normativos y consignación presupuestaria para asegurar el éxito de las iniciativas públicas en materia de transición energética y descarbonización.
- Dinamización de acciones internacionales y de intercambio de buenas prácticas en materia de agua, energía y biodiversidad (PDCM).

PRINCIPALES METAS	✓ Reducción del consumo total acumulado de energía en el conjunto de los edificios públicos de un 18 % en 2025 y de un 50% para 2030		
PROPUESTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO	% de reducción del consumo total acumulado de energía en el conjunto de los edificios públicos % de mejora de la calificación de eficiencia energética de los edificios públicos % de las energías renovables sobre el gasto energético total en los edificios de la Comunidad de Madrid, tanto con sistemas de aprovechamiento térmico como de generación eléctrica.	**ÁREAS ASOCIADAS**	A10 Certificación, rehabilitación energética y autoconsumo en los edificios públicos
PRINCIPALES AGENTES IMPLICADOS	– CONSEJERÍA/S COMPETENTE/S EN LAS MATERIA DE LA ESTRATEGIA		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	2023-2030		
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	*(OE1)* **Impulsar** la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables. *(OE3)* **Promover** el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono *(OE4)* **Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros. *(OE5)* **Reducir** las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire. *(OE6)* **Avanzar** en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas.		

BOCM-20240115-10

(OE7) **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.

BOCM-20240115-10

ANEXO: CUADRO RESUMEN OBJETIVOS E INDICADORES GLOBALES

OBJETIVO	DENOMINACIÓN DEL OBJETIVO	INDICADOR GLOBAL		
OE 1	**Impulsar** la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables	*OE1-IE1*	Intensidad energética	
		OE1-IE2	Consumo de energía eléctrica por habitante	
		OE1-IE3	Número de instalaciones de autoconsumo por CUP	
OE 2	**Contribuir** a la mejora de la disponibilidad, seguridad y calidad del suministro de energía a un precio razonable y promoviendo el autoabastecimiento.	*OE2-IE1*	Interrupciones Año (TIEPI)	
		OE2-IE2	Número de puntos de recarga eléctrica/habitante	
		OE2-IE3	Número de puntos de recarga/CUP	
OE 3	**Promover** el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono	*OE3-IE1*	Capacidad instalada de Energías renovables para producción eléctrica	
		OE3-IE2	Producción primaria de renovables/producción total	
OE 4	**Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.	*OE4-IE1*	Toneladas equivalentes de CO_2/ número de habitantes	
		OE4-IE2	Vehículos eléctricos/vehículos totales	
		OE4-IE3	Flota transporte público cero emisiones/total	
OE 5	**Reducir** las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire	*OE5-IE1*	Valor medio anual de concentración de NO_2	
		OE5-IE2	Valor medio anual de concentración de $PM_{2,5}$	
		OE5-IE3	Superaciones del umbral de información a la población de Ozono troposférico	
OE 6	**Avanzar** en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas.	*OE6-IE1*	Evolución de los parámetros climáticos en las redes de observación	
		OE6-IE2	Índice de percepción de la variable adaptación al cambio climático entre la población de la Comunidad de Madrid	
		OE6-IE3	Evolución parámetros relacionados con los recursos hídricos	Evolución consumo agua/habitante
				Porcentaje agua sometida a tratamiento terciario frente al agua derivada para consumo
OE 7	**Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.	*OE7-IE1*	Mejora en el Índice Madrileño de Concienciación sobre Descarbonización (IMCD)	

BOCM-20240115-10

ANEXO 2. PLAN DE MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE

BOCM-20240115-10

Índice de contenidos

1 Introducción 9
1.1 Estructura del documento 15
1.2 Contexto regional 16
1.3 Contexto normativo 20
1.4 Contaminantes atmosféricos 26
1.4.1 Óxidos de nitrógeno (NO_x) 27
1.4.2 Material Particulado (PM_{10} y $PM_{2,5}$) 28
1.4.3 Ozono (O_3) 29
1.4.4 Otros contaminantes 30
2 Diagnóstico 33
2.1 Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid 33
2.2 Sistema integral de la Calidad del aire del Ayuntamiento de Madrid 39
2.3 Evaluación de la calidad del aire 39
2.3.1 Dióxido de nitrógeno (NO_2) 41
2.3.2 Partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) 47
2.3.3 Ozono (O_3) 57
2.3.4 Otros contaminantes 63
2.3.5 Conclusiones 64
2.4 Diagnóstico de las emisiones de contaminantes atmosféricos 65
2.4.1 Inventario de emisiones 65
2.4.2 Análisis sectorial de las emisiones 67
2.4.3 Análisis de contribución de las distintas fuentes de emisión mediante modelización 73
2.4.4 Conclusiones 75
2.5 Evaluación de la ejecución del Plan Azul+ 76
3 Objetivos del Plan de calidad del aire 78
3.1 Estudio del nivel de ambición de la Estrategia de Energía, Clima y Calidad del Aire 78
3.2 Objetivos y sectores de la Estrategia de Energía, Clima y Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid. 79
3.3 Objetivos de reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera 81
3.4 Objetivos de mejora de la calidad del aire 82
4 Sectores estratégicos y áreas de actuación del Plan de Calidad del Aire 84
4.1 Sector 1. Transporte y movilidad. 84
4.1.1 Propuesta de áreas de actuación. 91
4.2 Sector 2. Residencial, Comercial e Institucional 93
4.2.1 Hoja de Ruta hacia la Neutralidad Climática para 2050 de la Ciudad de Madrid 96

BOCM-20240115-10

4.2.2 Propuesta de áreas de actuación. 97
4.3 Sector 3. Energía, industria y utilities (agua y residuos) 97
4.3.1 Propuesta de áreas de actuación. 101
4.4 Sector 4. Agricultura y medio natural 102
4.4.1 Propuesta de áreas de actuación. 107
4.5 Sector transversal 108
4.5.1 Propuesta de áreas de actuación. 110
5 Metodología. 111
5.1 Cuantificación de las reducciones de emisión GEI, contaminantes atmosféricos y consumo de combustibles en el escenario 2030. 113
5.2 Modelización del resultado de las Áreas de actuación de la nueva estrategia. 113
5.2.1 Elaboración de un escenario futuro de emisiones. 114
5.2.2 Simulación de la calidad del aire en 2030 114
5.2.3 Análisis de los resultados 114
6 Planes de acción a corto plazo durante episodios de alta contaminación 117
7 Plan de mejora de la calidad del aire por ozono 121
7.1 Formación del ozono troposférico 121
7.2 Valores legislados para el ozono troposférico 122
7.3 Estudios de investigación sobre el ozono troposférico 125
7.4 Investigación de medidas adicionales para reducir los niveles de O_3 en la región 127
7.5 Redacción del Plan de mejora de la calidad del aire por ozono troposférico en la Comunidad de Madrid. 127
8 Condiciones habilitantes y seguimiento del Plan 129
8.1 Condiciones habilitantes 129
8.2 Seguimiento de la ejecución del Plan de Calidad del Aire 130
8.3 Indicadores de seguimiento 131
8.3.1 Indicadores globales de seguimiento de objetivos 131
8.3.2 Indicadores específicos de seguimiento de objetivos 133
Referencias 140
Índice de abreviaturas 144

BOCM-20240115-10

Índice de tablas

Tabla 1. Valores límite fijados en el RD 102/2011, valores recomendados por la OMS en 2021 y 2005 y valores recogidos en la propuesta de revisión de la Directiva de calidad del aire publicada en octubre de 2022. (Elaboración propia) 23

Tabla 2. Objetivos de reducción de emisiones fijados en la Directiva de Techos y el I PNCCA. 25

Tabla 3. Principales datos de las distintas estaciones fijas de medida de la Red de la Comunidad de Madrid. (Área de Calidad Atmosférica, Dirección General de Medio Ambiente y Sostenibilidad, 2021) 35

Tabla 4. Evolución de la situación de la calidad del aire para el compuesto NO2 en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015-2021 según el número de superaciones del valor límite horario (Elaboración propia). 44

Tabla 5. Evolución de la calidad del aire para el NO2 en la Red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015-2021 según el número de superaciones del valor límite horario (Elaboración propia) 46

Tabla 6. Evolución de la situación de la calidad del aire para el compuesto PM10 en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015-2021 según el número de superaciones del valor límite diario sin descontar el aporte de polvo sahariano (Elaboración propia). 51

Tabla 7. Valores objetivo-propuestos para la mejora de la calidad del aire. 2023-2030 Fuente: Elaboración propia 83

Tabla 8. Áreas de actuación del Plan de Calidad del Aire 2021-2030 correspondientes al sector transporte y la movilidad. (Elaboración propia) 92

Tabla 9. Áreas de actuación del Plan de Calidad del Aire 2021-2030 correspondientes al sector RCI. (Elaboración propia) 97

Tabla 10. Medidas del Plan de Calidad del Aire 2021-2030 correspondientes al sector energía, industria y las utilities (agua y residuos). (Elaboración propia) 101

Tabla 11. Medidas del Plan de Calidad del Aire 2021-2030 correspondientes al sector agricultura y medio natural. (Elaboración propia) 107

Tabla 12. Medidas transversales del Plan de Calidad del Aire 2021-2030. (Elaboración propia) 110

Tabla 13. Resumen de emisiones bajo el escenario planteado 113

Tabla 14. Umbrales de contaminación establecidos en el Plan Marco de Acción a corto plazo en caso de episodios de alta contaminación por PM10, PM2,5, NO2, O3 y SO2. (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico - MITERD, 2021) 119

Tabla 15. Valores establecidos para el O3 en el Real Decreto Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire 122

Tabla 16. Umbrales establecidos para el O3 en el Real Decreto Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire 123

Tabla 17. Valores establecidos para el O3 en la propuesta de Directiva relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa por la que se revisan las Directivas 2004/107/CE y 2008/50/CE, publicada el 26 de octubre de 2022 123

Tabla 18. Objetivos establecidos para el O3 en a propuesta de Directiva relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa por la que se revisan las Directivas 2004/107/CE y 2008/50/CE, publicada el 26 de octubre de 2022 124

Tabla 19. Umbrales establecidos para el O3 en a propuesta de Directiva relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa por la que se revisan las Directivas 2004/107/CE y 2008/50/CE, publicada el 26 de octubre de 2022 124

BOCM-20240115-10

Tabla 20. Explicación del "Índice Nacional de Calidad del Aire" utilizado en la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid 135
Tabla 21. Rango de concentraciones utilizado para definir las categorías del índice de Calidad del Aire..... 136
Tabla 22. Detalle de los parámetros que son objeto de seguimiento diario en las estaciones de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid 138
Tabla 23. parámetros que son objeto de seguimiento diario en las estaciones de la Red de Calidad del Aire del Ayuntamiento de Madrid 139

BOCM-20240115-10

Índice Figuras

Figura 1. Datos poblacionales 16
Figura 2. Población empadronada y densidad de población de la Comunidad de Madrid 2021. (Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid, 2021) 17
Figura 3. Evolución de la población en la Comunidad de Madrid y su proyección 1985-2035 (Elaboración propia) 18
Figura 4. Población a 2022 y proyección a 2035 en la Comunidad de Madrid. (INE, 2020) 18
Figura 5. Proyecciones consideradas en el modelado energético para la población y el PIB de la Comunidad de Madrid (Elaboración propia) 19
Figura 6. Evolución de la renta per cápita en la Comunidad de Madrid 2008-2020 (INE, 2020) 19
Figura 7. Evolución de la población ocupada 2006 – 2021 y reparto de la ocupación por actividades económicas 2021. (Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid, 2022) 20
Figura 8. ODS relacionados con la contaminación atmosférica. (Organización de las Naciones Unidas, 2015) 24
Figura 9. Contaminación atmosférica: de las emisiones a la exposición. (Elaboración propia adaptado de Environmental Protection Agency- EPA) 26
Figura 10. Formación del Ozono Troposférico (Elaboración propia). 29
Figura 11. Zonificación y Red de calidad del aire de la Comunidad de Madrid. (Área de Calidad Atmosférica, Dirección General de Medio Ambiente y Sostenibilidad, 2021) 35
Figura 12. Red de estaciones fijas de control de calidad del aire del Ayuntamiento de Madrid. (Ayuntamiento de Madrid, 2022) 39
Figura 13. Media anual de NO2 en µg/m3 en 2021 en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid. (Elaboración propia) 42
Figura 14. Media anual y nº de superaciones del valor límite horario de NO2 en µg/m3 en 2021 en las estaciones de la Red del Ayuntamiento de Madrid. (Elaboración propia) 43
Figura 15. Evolución de la calidad del aire de NO2 en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015-2021 según el límite anual (Elaboración propia) 44
Figura 16. Evolución de la calidad del aire de NO2 en la Red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015-2021 según el límite anual (Elaboración propia) 46
Figura 17. Media anual y nº de superaciones del valor límite diario de PM10 (con y sin descuento del aporte de polvo sahariano) en µg/m3 en 2021 en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid. (Elaboración propia) 48
Figura 18. Media anual y nº de superaciones del valor límite diario de PM10 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en µg/m3 en 2021 en las estaciones del Ayuntamiento de Madrid. (Elaboración propia) 50
Figura 19. Evolución de la calidad del aire de PM10 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual (Elaboración propia) 51
Figura 20. Evolución de la calidad del aire de PM10 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual (Elaboración propia en base a los informes de calidad del aire del Ayuntamiento Madrid) 52
Figura 21. Evolución de la calidad del aire de PM10 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el número de superaciones del valor límite diario (Elaboración propia) 53
Figura 22. Media anual de PM2.5 (con y sin descuento del aporte de polvo sahariano) en µg/m3 en 2021 en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid. (Elaboración propia) 54

BOCM-20240115-10

Figura 23. Media anual de PM2.5 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en µg/m3 en 2021 en las estaciones del Ayuntamiento de Madrid. (Elaboración propia) 55
Figura 24. Evolución de la calidad del aire de PM2.5 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual. (Elaboración propia) 56
Figura 25. Evolución de la calidad del aire de PM2.5 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la Red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual. (Elaboración propia) 57
Figura 26. Número de superaciones en 2021 del valor objetivo de O3 para la protección de la salud en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid. (Elaboración propia).....58
Figura 27. Valor objetivo de O3 para la protección de la vegetación (AOT40) en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid. Año 2021. (Elaboración propia).....59
Figura 28. Número de superaciones del valor objetivo de O3 para la protección de la salud en las estaciones de la Red del Ayuntamiento de Madrid. (Elaboración propia) 60
Figura 29. Número de superaciones en el periodo 2015-2021 del valor objetivo de O3 para la protección de la salud en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid 61
Figura 30. Nº de superaciones del valor objetivo para la protección de la salud humana, periodo 2015-2021 en la red de estaciones del Ayuntamiento de Madrid. (Elaboración propia) 62
Figura 31. Evolución del valor objetivo de O3 para la protección de la vegetación en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015 – 2021 63
Figura 32. Evolución del consumo final de energía de la Comunidad de Madrid (kteps). (FENERCOM, 2022) 68
Figura 33. Contribución por sectores a las de las emisiones de los principales contaminantes atmosféricos en la Comunidad de Madrid en el año 2020. (Elaboración propia en base al inventario de emisiones de la Comunidad de Madrid).....69
Figura 34. Evolución de las emisiones en la Comunidad de Madrid de aquellos contaminantes para los que existen techos nacionales de emisión. (Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura, 2022) 70
Figura 35. Evolución de las emisiones de NOx (expresados como NO2) en la Comunidad de Madrid en el periodo 1990-2020. (Elaboración propia en base al inventario de emisiones de la Comunidad de Madrid). 71
Figura 36. Evolución de las emisiones de COVNM en la Comunidad de Madrid en el periodo 1990-2020(Elaboración propia).....71
Figura 37. Evolución de las emisiones de SOx (expresado como SO2) en la Comunidad de Madrid en el periodo 1990-2020. (Elaboración propia en base al inventario de emisiones de la Comunidad de Madrid) 72
Figura 38. Evolución de las emisiones de NH3 en la Comunidad de Madrid en el periodo 1990-2020. (Elaboración propia en base al inventario de emisiones de la Comunidad de Madrid).....72
Figura 39. Evolución de las emisiones de PM2,5 en la Comunidad de Madrid en el periodo 1990-2020. (Elaboración propia en base al inventario de emisiones de la Comunidad de Madrid).....73
Figura 40. Diagrama del flujo de información entre los diferentes componentes del sistema de simulación. (Universidad Politécnica de Madrid, 2022) 74
Figura 41. Objetivos Estratégicos. (Elaboración propia).....80
Figura 42. Sectores estratégicos de la Estrategia de Energía, Clima y Aire de la CM. (Elaboración propia) ...80
Figura 43. Reparto por clase de los vehículos inscritos en el Registro de la Jefatura Central de Tráfico 2021 (Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid, 2021) 85
Figura 44. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el sector transporte (ktep) (FENERCOM, 2022) 86

BOCM-20240115-10

Figura 45. Indicador global de electromovilidad. Datos a cierre de 2021. España (izquierda) y Europa (derecha). (ANFAC, 2022)....86
Figura 46. Indicador de penetración del vehículo electrificado en España (izquierda) e indicador de infraestructura de recarga en España (derecha). (ANFAC, 2022) 87
Figura 47. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el sector residencial y sector servicios (FENERCOM, 2022) 93
Figura 48. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el sector industria. (FENERCOM, 2022) 98
Figura 49. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el sector agricultura (FENERCOM, 2022) 104
Figura 50. Estructura de un sistema MER (Monitoreo, Evaluación y Reporte). 130

BOCM-20240115-10

1. Introducción

La contaminación atmosférica sigue siendo una de las principales causas de enfermedad y muerte prematura en Europa[100]. Afecta especialmente a los grupos más vulnerables como niños, ancianos y personas con enfermedades cardiovasculares, así como a la población socioeconómicamente más desfavorecida. Además, hay evidencias de que la contaminación del aire puede estar asociada con cambios en el sistema nervioso, como la demencia. Asimismo, supone una amenaza para el medio ambiente a través de la acidificación, la eutrofización y el daño por ozono, causando daños a los bosques, ecosistemas y cultivos.

Aunque se han logrado importantes mejoras en la calidad del aire en la Unión Europea durante las últimas tres décadas, la mayoría de las personas que viven en las ciudades europeas continúan expuestas a niveles de contaminación atmosférica que la Organización Mundial de la Salud (OMS) considera nocivos, según los datos sobre la calidad del aire publicados anualmente por la Agencia Europea de Medio Ambiente. Por esta razón, la emisión de sustancias contaminantes a la atmósfera se posiciona como una de las mayores preocupaciones sociales actuales.

Las directivas de la Unión Europea sobre la calidad del aire ambiente, que se encuentran actualmente en proceso de revisión, establecen límites para los principales contaminantes atmosféricos con el fin de proteger la salud de los ciudadanos y también los ecosistemas. Estos valores tienen en cuenta las directrices de la OMS, así como consideraciones de viabilidad técnica y económica en el momento de su adopción. Cabe señalar que la OMS ha establecido recientemente (septiembre de 2021) nuevas recomendaciones de calidad del aire para proteger la salud pública, de acuerdo a la revisión sistemática de las mejores pruebas científicas disponibles sobre los efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana, que demuestran que la contaminación atmosférica perjudica a la salud humana en concentraciones incluso inferiores a las consideradas anteriormente.

En este contexto, la mejora de la calidad del aire ha sido, y es, una de las principales líneas de trabajo de la política medioambiental de la Comunidad de Madrid, consciente de los efectos negativos que produce la contaminación atmosférica sobre la salud de las personas y los ecosistemas. Este compromiso se ha materializado a través de la elaboración de este Plan de Calidad del Aire 2023-2030 (inscrito dentro de la Estrategia de Energía, Clima y Aire 2023-2030), que da continuidad a sus antecesores.

De esta forma, en 1986 se elaboró el primer Plan de Saneamiento Regional de la Comunidad de Madrid, que permitió que la antigua Agencia de Medio Ambiente pusiera en marcha la Red de Control de la Contaminación Atmosférica de la Comunidad de Madrid. Posteriormente, con la aprobación de la nueva legislación comunitaria en materia de contaminación atmosférica y la necesaria adaptación de los mecanismos de vigilancia y control de la Red a las nuevas técnicas de evaluación de la calidad del aire, se puso en marcha el Plan de Saneamiento Atmosférico en la Comunidad de Madrid, para el periodo 1999-2002.

Tras la finalización de ese plan, se elabora la Estrategia de calidad del aire y cambio climático para el periodo 2006-2012, conocido como el “Plan Azul”, que estableció un ámbito de actuación ambicioso dando cabida a 111 medidas distribuidas en diferentes programas sectoriales y horizontales, a fin de alcanzar los objetivos de reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO_2), compuestos orgánicos volátiles (COVs), monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SO_x) y óxidos

[100] Air quality in Europe 2022, Report no. 05/2022 (Agencia Europea de Medio Ambiente).

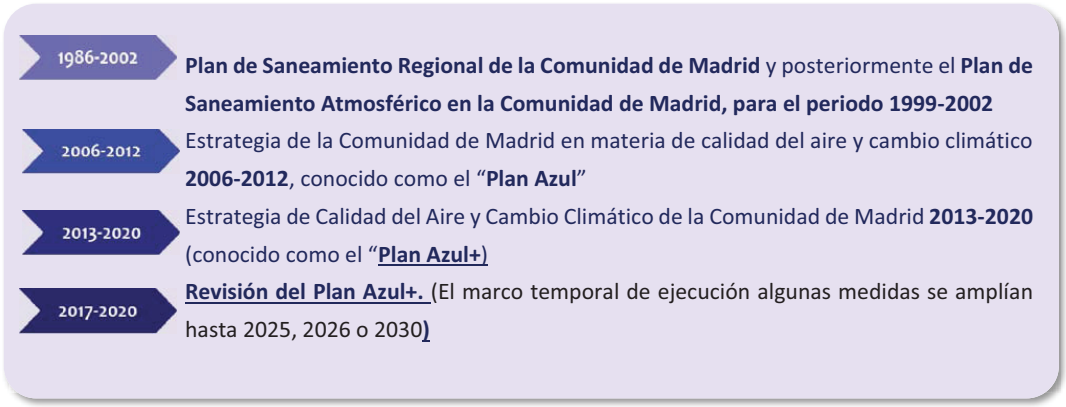
BOCM-20240115-10

de nitrógeno (NO_x). En relación con los objetivos de calidad del aire que se plantearon, cabe indicar que se cumplieron los establecidos para las partículas de diámetro inferior a diez micras (PM_{10}) y, sólo parcialmente, los de NO_x y el O_3.

Los trabajos desarrollados para continuar con el Plan Azul culminaron con la elaboración de la Estrategia de Calidad del Aire y Cambio Climático de la Comunidad de Madrid 2013-2020 (el llamado "Plan Azul+"), que apostó de forma decidida por continuar con la mejora de la calidad del aire y por la reducción de las emisiones de contaminantes y de gases de efecto invernadero. Este plan, se articulaba en 58 medidas encaminadas a alcanzar un objetivo final de reducción de 30.000 toneladas de sustancias emitidas a la atmósfera en el año 2020.

Posteriormente, en 2016 se iniciaron los trabajos de revisión del Plan Azul+, con la intención de redefinir en lo necesario los objetivos a cumplir y las medidas a adoptar, especialmente en aquellos ámbitos en los que resultaba necesario intensificar los esfuerzos, como es el caso de los óxidos de nitrógeno (NO_x) y el ozono (O_3). Dichos trabajos finalizaron en abril de 2019 con la redacción del documento de Revisión de la Estrategia de Calidad del Aire y Cambio Climático 2013-2020, "Plan Azul+". Este documento tiene como finalidad la consecución del cumplimiento de los objetivos establecidos en el Plan Azul+ para aquellos contaminantes que, según los datos proporcionados por la Red, superan los valores objetivo y valores límite fijados en la normativa y, además, encamina los esfuerzos hacia la consecución de los objetivos fijados tanto a nivel nacional como en los acuerdos internacionales recientemente adoptados. Se refuerza la acción fundamentalmente en materias como la movilidad eléctrica, la adaptación al cambio climático o la gobernanza sostenible. El resultado de este análisis se tradujo en la propuesta de 40 medidas adicionales, 12 nuevas y 28 complementarias a las ya incluidas en el Plan Azul+, con un periodo de ejecución superior al horizonte temporal del mismo, dando especial prioridad a aquellas actuaciones relacionadas con la reducción de las emisiones procedentes del transporte, así como la mitigación y adaptación al cambio climático.

En la siguiente figura se resumen los instrumentos de planificación en materia atmosférica elaborados por la Comunidad de Madrid:



Superado ese horizonte temporal, procede elaborar un documento de planificación en el que se establezcan nuevos objetivos, que se encuentren alineados con la necesidad de actuación que demanda la sociedad, con el fin fundamental de mejorar la calidad del aire y, con ello, la calidad de vida y el estado del medio ambiente en la Región.

BOCM-20240115-10

El presente Plan de Calidad del Aire se enmarca dentro de la Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid para el periodo 2023-2030. Tanto el Plan, como la propia Estrategia, son el fruto del trabajo conjunto de los distintos centros directivos y organismos dependientes de las consejerías que conforman el Gobierno regional, especialmente de aquellas que desarrollan competencias en materias tales como transporte y vivienda, así como de otras entidades e instituciones públicas implicadas en la lucha contra la contaminación atmosférica. En este sentido, es imprescindible destacar el papel desempeñado por la **Comisión Interdepartamental de Cambio Climático** de la Comunidad de Madrid, órgano colegiado integrado por representantes de las distintas Consejerías que forman el Gobierno regional, cuya labor ha sido y es clave en la interlocución de todos los agentes responsables, así como en el diseño de nuevas medidas para la reducción de la contaminación atmosférica en nuestra Región.

A su vez, las aportaciones del **Comité Científico-Técnico sobre Cambio Climático** durante la redacción del documento han resultado esenciales para otorgar el rigor sobre el que se consolidan necesariamente las propuestas que aquí se recogen. Dicho Comité está integrado por expertos que forman parte de entidades públicas, privadas e independientes reconocidas en el ámbito de la investigación y la ciencia.

Cabe señalar asimismo que para los trabajos de elaboración del presente Plan se ha contado con la asistencia de **IDOM CONSULTING ENGINEERING ARCHITECTURE, S.A.U.,** que ha prestado su apoyo y colaboración durante el desarrollo de todas las tareas que han culminado con la redacción de este documento.

Por otra parte, es fundamental que tanto el Plan, como la Estrategia se redacten de forma consensuada, sistemática y participada y cuenten con un proceso de gobernanza adecuado. Por ello, antes de iniciarse la redacción del Plan, la Comunidad de Madrid elaboró un documento preliminar de la Estrategia en el que se realizó una propuesta inicial de estructura y contenido. En dicho documento se identificaron los objetivos a alcanzar y se propusieron las grandes líneas de actuación a desarrollar, con un horizonte temporal a 2030 y una visión de largo plazo proyectada a 2050. Una vez finalizada la redacción de este documento, se llevó a cabo un proceso de consulta pública a través del portal de transparencia relativo a la redacción de la nueva Estrategia, cuya información estuvo activa para poder recibir aportaciones de cualquier persona u organización interesada desde el 4 hasta el 24 de junio de 2021, ambos incluidos. Durante este periodo se recibieron alegaciones por parte de 6 organismos, cuyas sugerencias se han tenido en cuenta en la redacción del documento.

Cabe señalar que estos trabajos se realizaron por la entonces Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Sostenibilidad[101] con el fin de elaborar un nuevo documento estratégico en el que establecer las grandes líneas de actuación a largo plazo para la mitigación y la adaptación al cambio climático y la mejora de la calidad del aire en la región. Posteriormente, el Decreto 237/2021, de 17 de noviembre, del Consejo de Gobierno, estableció la estructura orgánica de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura, encomendando a la misma las competencias

[101] En la actualidad, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior, DECRETO 235 /2023, de 6 de septiembre, del Consejo de Gobierno, por el que se establece la estructura orgánica de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior

BOCM-20240115-10

que en materia de energía estaban atribuidas a la extinta Consejería de Economía, Empleo y Competitividad[102].

Por este motivo, se hizo imprescindible analizar de nuevo la situación para integrar en un mismo instrumento de plantificación, además de las competencias en materia de cambio climático y calidad del aire, sobre las que ya se estaba trabajando, las relativas a energía. Por ello, al haberse incorporado los aspectos relacionados con la energía en el documento estratégico, se consideró indispensable volver a realizar una nueva consulta pública del proyecto para aprobar la futura Estrategia. De esta forma, durante el mes de abril de 2023 (del 30 de marzo al 21 de abril), se llevó a cabo un nuevo proceso de consulta en el que se recibieron un total de 10 alegaciones, mayoritariamente de asociaciones y entidades relacionadas con la energía y medio ambiente, cuyas aportaciones han sido analizadas y recogidas en la elaboración de la estrategia y del presente plan.

Asimismo, desde el 10 de agosto al 13 de octubre de 2023, el borrador de la Estrategia y todos sus documentos anexos fueron sometidos al trámite de audiencia e información pública en el Portal de Transparencia de la Comunidad de Madrid. En este periodo se recibieron 39 alegaciones procedentes de distintos ayuntamientos, empresas y asociaciones, cada una de ellas contemplando a su vez diversas observaciones y comentarios. En total, se han analizado más de 240 alegaciones, de las que aproximadamente el 60% han sido estimadas, en parte o en su totalidad, procediendo a incluirse las correspondientes aportaciones en el documento de la EECAM o en alguno de los anexos, mayoritariamente en el Anexo 1. Fichas de actuaciones o en el presente Plan.

Asimismo, cabe señalar que la elaboración del presente Plan está fundamentada en el proyecto de investigación denominado **"Modelización de la calidad del aire de la Comunidad de Madrid"** que se está llevando a cabo en el marco del **convenio de colaboración** firmado el 30 de diciembre de 2020 entre la **Comunidad de Madrid y la Universidad Politécnica de Madrid (UPM)**. El citado convenio tiene una duración de 3 años y permite a la Comunidad de Madrid, por un lado, definir, evaluar y realizar un seguimiento de las áreas de actuación encaminadas a mejorar la calidad del aire y a la lucha contra el cambio climático y, por otro, posibilita a la UPM evolucionar sus técnicas de modelización, aumentando paralelamente su capacidad docente y de investigación. Entre los trabajos desarrollados por el momento por la UPM es necesario mencionar **"El análisis de contribución de fuentes emisoras"** y el documento **"Definición del nivel de ambición de la estrategia 2021-2030"**, cuyos documentos resumen se han incluido como Anexos 3 y 4 de la Estrategia y que han sido tomados en consideración durante la redacción del presente Plan, como a continuación se describe.

El **análisis de contribución de fuentes emisoras** ha sido clave para dar el encuadre necesario al Plan y acotar el potencial de mejora que existe en cada sector. Este análisis se ha basado en métodos avanzados de contribución de fuentes integradas en modelos eulerianos fotoquímicos tridimensionales, que permiten hacer una contribución detallada de los contaminantes, incluso de los secundarios, de forma simultánea y totalmente consistente para todas las sustancias y sectores de interés.

Los resultados del citado análisis señalan al tráfico y al sector residencial, comercial e institucional (RCI) como las principales fuentes de contribución a los valores de inmisión de los contaminantes

[102] En la actualidad, la estructura orgánica queda establecida por el Decreto 235 /2023, de 6 de septiembre, del Consejo de Gobierno, por el que se establece la estructura orgánica de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior.

BOCM-20240115-10

más relevantes desde el punto de vista de la salud humana de la Comunidad de Madrid, fundamentalmente óxidos de nitrógeno y material particulado de menos de 2,5 µm de diámetro.

Por su parte, el documento **"Definición del nivel de ambición de la estrategia 2021-2030"** supone una reflexión inicial de los objetivos a alcanzar durante el periodo de ejecución del plan, teniendo en cuenta la valoración del impacto en calidad del aire de medidas de reducción de emisiones simuladas en el pasado (en el contexto del Plan Azul+) y el análisis de contribución de fuentes realizado dentro del Convenio. El objetivo final es dar una estimación aproximada de la magnitud de las reducciones de emisiones necesaria para dar cumplimiento a la legislación en materia de calidad del aire.

Por último, y en el marco del convenio de colaboración con la UPM, se ha llevado a cabo la evaluación del efecto de las medidas de reducción de emisiones definidas en la nueva Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid 2023- 2030 en relación con el cumplimiento de los valores límite de concentración para los contaminantes atmosféricos NO_2, O_3 y material particulado, y recogidos en el Real Decreto 102/2011, para el horizonte temporal definido en la estrategia (año 2030. Los resultados obtenidos se recogen en el documento **"Evaluación del efecto de las medidas de la estrategia de energía, clima y aire de la Comunidad de Madrid, 2023-2030"**, cuyo documento resumen se adjunta como Anexo 5 de la Estrategia, en el que también se reflexiona sobre la compatibilidad con el cumplimento de la actual propuesta de Directiva del Parlamento europeo y del Consejo relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia, de fecha 26 de octubre de 2022, así como con los valores guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

De esta forma, el Plan de Calidad del Aire va a plantear una serie de objetivos y de áreas sobre las que es necesario actuar para alcanzarlos, que se han establecido de forma consensuada entre las diferentes administraciones y agentes implicados, bajo la consideración de las siguientes premisas:

- Centrar los esfuerzos en la mejora de calidad del aire, abordando todos los ámbitos, pero focalizando la atención principalmente en aquellos sectores y contaminantes más significativos.
- Coordinar las actuaciones con otros instrumentos de planificación estratégica, tanto a nivel nacional (p.ej. el I Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica, en adelante PNCCA), como en el ámbito territorial de la propia Comunidad de Madrid (p.ej. la Estrategia de Energía, Clima y Aire 2023-2030, el Plan Estratégico de Movilidad Sostenible 2013-2025 o el Programa de ayudas a las actuaciones de rehabilitación energética de edificios residenciales y viviendas, entre otros).
- Impulsar las actuaciones ya emprendidas por aquellos municipios que han abordado planificaciones o medidas en relación con la mejora de la calidad del aire.
- Facilitar el marco general que dé cabida a las actuaciones que establezcan aquellos municipios que aún no han abordado la elaboración de planes de mejora de la calidad del aire.

En este sentido, cabe mencionar que, de los 10 municipios con más de 100.000 habitantes registrados en la Comunidad de Madrid (Alcalá de Henares, Alcobendas, Alcorcón, Fuenlabrada, Getafe, Leganés, Madrid, Móstoles, Parla y Torrejón de Ardoz), todos excepto uno de ellos han aprobado o se encuentran en fase de tramitación de su correspondiente plan de calidad del aire. Asimismo, todos ellos, tienen aprobado un protocolo de actuación para episodios de contaminación por NO_2 excepto el municipio de Valdemoro, que está actualmente en proceso de tramitación. El municipio de Madrid tiene, además, un protocolo adicional específico para el O_3.

BOCM-20240115-10

Para la elaboración de este Plan se ha tomado como base la información obtenida en la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid, así como los datos aportados por las estaciones pertenecientes a la Red de calidad del aire del Ayuntamiento de Madrid. La información que suministran estas redes de medida, que se detalla en el apartado 0 "2. **Diagnóstico**" del presente plan, permite constatar la mejora de la calidad del aire de la Región a lo largo de los años al observarse una reducción de la concentración media anual para el dióxido de azufre (SO_2), material particulado (PM_{10}, $PM_{2,5}$), metales pesados, benceno y benzo(a)pireno. En cuanto al dióxido de nitrógeno (NO_2), aunque se ha constatado una mejora generalizada en todas las estaciones, hasta el año 2021 se han seguido produciendo superaciones de los valores límite, sobre todo en aquellas estaciones del Ayuntamiento de Madrid ligadas al tráfico.

Respecto al ozono (O_3), cabe señalar que durante el verano se producen superaciones del valor objetivo a largo plazo para la protección de la salud (120 µg/m3 para la máxima diaria de medias móviles octohorarias) de forma generalizada en la mayoría de las estaciones de la Red e incluso del umbral de información a la población (180 µg/m3, promedio horario) en algunas de ellas. Estos valores de ozono se producen debido a los elevados niveles de radiación solar propios del estío y a la presencia de contaminantes primarios, que actúan como precursores para su formación, principalmente los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles. Además, al tratarse de un contaminante secundario, se da la paradoja de que su formación se produce en las zonas alejadas de los focos de emisión de estas sustancias precursoras. Debe también destacarse, tal y como se concluye en el informe de contribución de fuentes, que los valores medios de ozono están enormemente condicionados por los niveles de fondo existentes, que son debidos al transporte de este contaminante desde áreas de fuera la Comunidad de Madrid e incluso desde otras regiones y países. Todo ello supone una limitación importante para el planteamiento de medidas eficaces para disminuir los niveles de este compuesto. Por tanto, la reducción de los niveles de ozono requiere de un plan específico, que se irá desarrollando durante la implementación del Plan de Calidad del Aire. Para ello, la Comunidad de Madrid está colaborando con diferentes organismos de investigación, como el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), para realizar estudios en relación con el ozono y el *Black Carbon*. Además, la Comunidad de Madrid forma parte del grupo de trabajo del Plan Nacional de Ozono, cuyo objetivo principal es conocer mejor la compleja fenomenología de los episodios de contaminación por O_3 que ayuden a proponer medidas de forma coordinada a nivel estatal, regional y local para la lucha contra este contaminante.

También ha sido indispensable para la elaboración del presente Plan el análisis de los **inventarios de emisiones de contaminantes atmosféricos**[103] que se publican anualmente. Dicho estudio ha puesto de manifiesto un repunte en las emisiones de los contaminantes recogidos en la Directiva de Techos de Emisión (Directiva (UE) 2016/2284), en los años 2018 y 2019 tras una tendencia descendente. Los datos publicados para el año 2020, que muestran un descenso en las emisiones, no se han considerado representativos ya que están influenciados por los efectos de la pandemia del Covid-19.

El diagnóstico realizado coincide con lo señalado anteriormente en el estudio de contribución de fuentes y concluye con la necesidad de reducir las emisiones debidas al transporte, cuya consecución representa un desafío complejo que requiere de un esfuerzo de coordinación entre las diferentes

[103] https://www.comunidad.madrid/servicios/urbanismo-medio-ambiente/emisiones-gases-efecto-invernadero

BOCM-20240115-10

Administraciones Públicas y de un cambio cultural, que a la vez supone una oportunidad en el sector de las nuevas tecnologías de la gestión del tráfico y de la logística del transporte.

Bajo este escenario, la Comunidad de Madrid considera a los sectores transporte y residencial, comercial e institucional (RCI) como los prioritarios a la hora de abordar la ejecución de medidas en el marco del Plan de Calidad del Aire para el periodo 2023-2030. Cabe mencionar en este punto, las labores que ya se vienen desarrollando desde la Comunidad de Madrid para dar apoyo a todos los ayuntamientos de más de 50.000 habitantes para el establecimiento de Zonas de Bajas Emisiones (ZBE), como se verá más adelante.

1.1. Estructura del documento

Este Plan de Calidad del aire se estructura en cinco capítulos. En el primero de ellos, la introducción, se expone el objeto del plan y se resumen los principales instrumentos de planificación en materia atmosférica puestos en marcha por la Comunidad de Madrid; a continuación, para poner al lector en contexto, se introducen las principales características de la región, así como la normativa que va a condicionar el desarrollo del Plan. Finaliza el capítulo haciendo una breve introducción de los contaminantes atmosféricos con mayor incidencia en la región, indicando cómo se producen, sus principales impactos y su importancia en el ámbito de la Comunidad.

A continuación, el capítulo 2 recoge el diagnóstico de la calidad del aire. Para ello se describe la Red de Calidad del Aire y se presentan las 7 zonas en las que se ha dividido la Comunidad de Madrid. También se describe brevemente el Sistema Integral de la Calidad del Aire del Ayuntamiento de Madrid, por el efecto que tienen las emisiones de este municipio en la Comunidad de Madrid. Posteriormente, se hace referencia a los protocolos de actuación en caso de episodios de alta contaminación que ha sido aprobado para, posteriormente, realizar un análisis de la situación de la calidad del aire respecto a los principales contaminantes (NOx, PM_{10}, $PM_{2.5}$ y O_3) y de sus fuentes emisoras.

Una vez desarrollados los puntos anteriores, se proponen en el capítulo 3 los objetivos en cuanto a calidad del aire y reducción de emisiones a alcanzar en 2030. El Plan se ha diseñado con un horizonte temporal a 2030, pero se le ha dotado de cierta flexibilidad para dar cabida a la incertidumbre energética actual y, por tanto, a la incertidumbre en cuanto a la evolución de las emisiones contaminantes. Por ello, aunque se plantean objetivos concretos, se propone un proceso de seguimiento que permita ajustarse a las nuevas realidades a medida que transcurra el periodo de implementación. Para ello, se evaluará de forma continuada en qué situación nos encontramos y se propondrán nuevas medidas para encauzar la situación en caso de necesidad.

Para lograr alcanzar los objetivos, se identifican en el capítulo 4 las principales áreas de actuación o sectores estratégicos sobre los que actuar (transporte y movilidad; residencial, comercial e institucional; energía, industria y utilities y, por último, agricultura y medio natural) y se analizan las medidas en marcha en cada uno de esos sectores para, posteriormente, realizar una propuesta de nuevas actuaciones que las complementen y que, según vaya evolucionando la tecnología, el efecto de las ayudas, la normativa europea y la conciencia social, serán revisadas y podrán ser modificadas para lograr alcanzar los objetivos propuestos, dotando al plan de una naturaleza flexible y no coercitiva. Por último, en el capítulo 5 se identifican las condiciones habilitantes y se plantea la propuesta de seguimiento que garantizarán el éxito de la implementación del Plan.

BOCM-20240115-10

1.2. Contexto regional

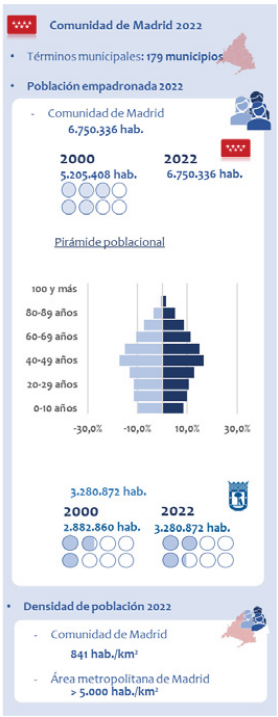
La Comunidad de Madrid tiene una extensión de 8.026,77 km^2 y se compone de 179 municipios. En el año 2021, según los datos definitivos del Padrón Municipal del Instituto Nacional de Estadística (INE), contaba con una población de 6.751.251 habitantes, cifra que supone un incremento del 30% respecto al año 2000 (INE, 2021). Es la tercera comunidad autónoma en términos de población del ámbito nacional. El 85,43% de la población madrileña reside en municipios de más de 50.000 habitantes y el 48,96 % en localidades de más de 500.000, concentrándose principalmente en la ciudad de Madrid que, con 3.305.408 habitantes alberga el 49% del total de la población censada en la Comunidad (Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid, 2021).

Por otro lado, la Comunidad de Madrid es la región más densamente poblada de España alcanzando, en 2021, los 840 habitantes por km^2, lo que equivale a un incremento de 191 habitantes por km^2 respecto a la cifra del año 2000. La densidad de población supera la cifra de 5.000 habitantes por km^2 en el área metropolitana de la ciudad de Madrid. Todo ello en un territorio bastante reducido (1,6% del total nacional) y con una actividad económica muy significativa.

La Comunidad de Madrid albergaba a un 14,25% de la población española en el año 2021, en una extensión del 1,59% del territorio nacional, con una media de población por municipio de 37.717 habitantes, lo cual representa una ratio seis veces y medio superior a la media española. En este territorio conviven municipios como el de Madrid, que es la ciudad más poblada del país, y otros mucho menos poblados, como la Acebeda, el municipio más pequeño de la región, situado en la Sierra Norte, con 55 habitantes (Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid, 2021).

En la figura que se muestra a continuación se han actualizado los datos de población actualizados al año 2022, así como la pirámide poblacional y su distribución por edades.

Figura 1. Datos poblacionales



Fuente: Instituto de Estadística de la CM, 2021

El territorio de la Comunidad de Madrid engloba actualmente un área metropolitana extensa, bastante dispersa y que traspasa, en algunas zonas, los límites regionales, ampliándose a otras provincias, como Toledo y Guadalajara. Esta estructura territorial conlleva una dependencia elevada de los medios de transporte y un aumento progresivo de las infraestructuras viarias para dar cabida al incremento de medios de circulación.

BOCM-20240115-10

Por ello, la Comunidad de Madrid se ha convertido en una de las regiones de Europa mejor conectadas a través de carreteras de gran capacidad, ferrocarril convencional y de alta velocidad, además de por vía aérea, con el primer aeropuerto de España por tráfico de pasajeros, carga aérea y número de operaciones. De hecho, los resultados de un estudio elaborado en el año 2010 indicaban que las emisiones de NO_x del aeropuerto representaban el 6% de todas las generadas en la Comunidad de Madrid. Cabe destacar también que la Comunidad de Madrid poses un sistema de transporte público integrado de referencia mundial, con 13 líneas de metro, además de las 4 de metro ligero, una extensa red de trenes de cercanías y numerosas líneas de autobuses urbanos e interurbanos que comunican los distintos puntos de la región.

Las proyecciones de población que realiza el Instituto Nacional de Estadística (INE) indican que el incremento en el número de habitantes va a continuar en la región. Se estima que para 2035 la población de la Comunidad de Madrid alcance los 7.361.474 habitantes (INE, 2020). Estas previsiones deben ser tenidas en cuenta a la hora de plantear y medir la potencial efectividad asociada a las medidas propuestas en la nueva estrategia.

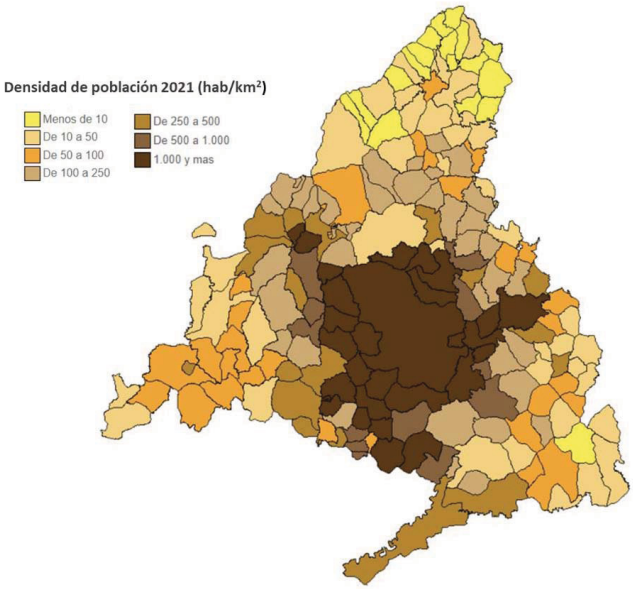


Figura 2. Población empadronada y densidad de población de la Comunidad de Madrid 2021. (Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid, 2021)

BOCM-20240115-10

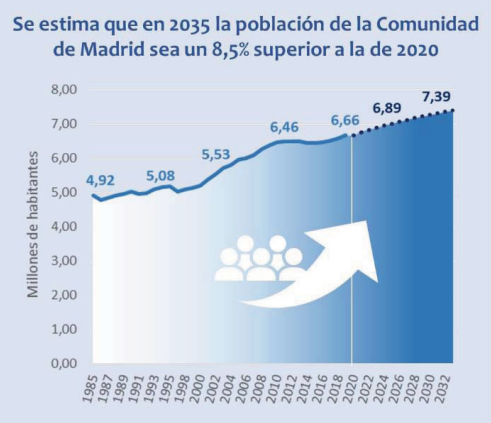


Figura 3. Evolución de la población en la Comunidad de Madrid y su proyección 1985-2035 (Elaboración propia)

En lo referente a la estructura demográfica de la región, la edad media de la población de la Comunidad de Madrid en 2021 fue de 42,7 años, lo que supone un incremento de 4,1 años respecto a la del año 2000 (INE, 2021). Esto supone un mayor peso de la población activa. De acuerdo con las proyecciones de evolución de la población del INE para 2035, se espera un envejecimiento de la población y una reducción del porcentaje de población activa en favor de la tercera edad. Además, también se espera una reducción del número de menores de 18 años.

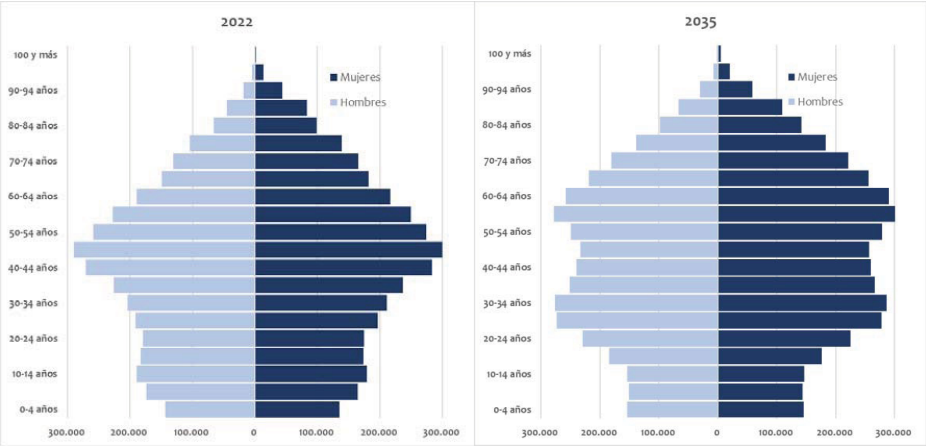


Figura 4. Población a 2022 y proyección a 2035 en la Comunidad de Madrid. (INE, 2020)

En términos macroeconómicos, la Comunidad de Madrid se presenta como una región desarrollada. El Producto Interior Bruto (PIB) alcanzó los 216.527 millones de euros en 2020, lo que supone un 19,3% del total nacional, consolidándose como la primera economía regional del país con un crecimiento medio anual en los últimos cinco años, excluyendo 2020, de un 4,34 % frente al 3,82% de la media nacional (Datos Macro, 2020).

Para realizar la estimación del PIB a futuro, se han evaluado los consumos históricos desde el año 2020 y se han comparado con los datos de carácter socioeconómico. La figura que se presenta a continuación recoge las proyecciones hasta 2030, tanto del PIB como del número de habitantes.

BOCM-20240115-10

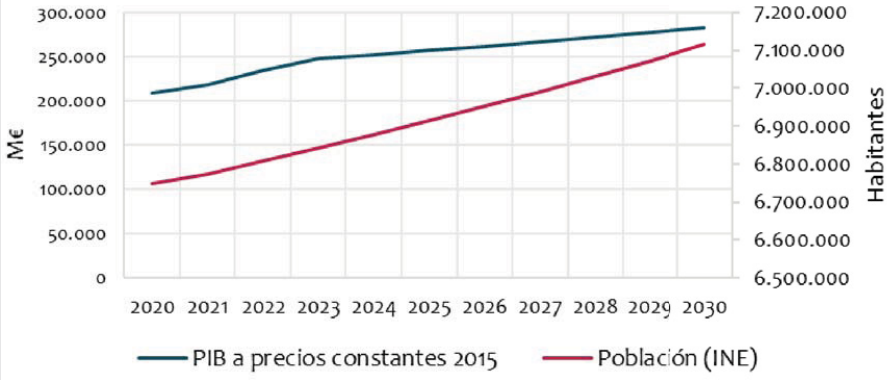


Figura 5. Proyecciones consideradas en el modelado energético para la población y el PIB de la Comunidad de Madrid (Elaboración propia)

En la parcela económica, la renta per cápita, indicador económico que relaciona el PIB de un territorio y el número de habitantes del mismo, se cifra en 2020 en 32.048 € por habitante, lo que supone un incremento del 50% respecto a los niveles de 2000 y un 3,8% respecto a 2010 (INE, 2020).

La renta per cápita, sin embargo, no se reparte de forma homogénea a lo largo de la Comunidad de Madrid, ya que son principalmente los municipios pertenecientes al área metropolitana de Madrid y al corredor de la A-6 los que presentan las mayores rentas. En este sentido, procede indicar que la literatura científica tiende a correlacionar la renta per cápita con la ratio de emisiones atmosféricas.

Figura 6. Evolución de la renta per cápita en la Comunidad de Madrid 2008-2020 (INE, 2020)

En cuanto a la población ocupada, en el último trimestre del año 2021 el número total alcanza los 3.175.600 trabajadores, la cifra más alta de la serie histórica (2002-2021), con un incremento del 1,5% respecto al trimestre anterior (46.300 ocupados más) (INE, 2022).

La Comunidad de Madrid dispone, además, de un denso tejido empresarial, con más de medio millón de empresas (INE, 2020), entre las que se encuentran un gran número de las principales compañías españolas y multinacionales extranjeras, lo que otorga a Madrid un papel de motor económico muy importante en el contexto nacional.

Madrid es, además, un destino turístico relevante dentro del conjunto de España. En 2021 la Región recibió un total de 2.176.107 viajeros foráneos, frente a los 1.706.053 de 2020 y los 7.640.980 de 2019, cuando se registró una cifra récord, respecto a la cual se ha recuperado el 28% (BACO - Banco de Datos de Coyuntura, 2021).

BOCM-20240115-10

Según las actividades económicas, el sector servicios ocupa a un mayor número de personas en la Comunidad de Madrid, el 84,8% de los 3,2 millones de población ocupada, y el sector industrial, por su parte, emplea a un 9,3% de la población ocupada total, lo que condiciona el perfil emisor de la región.

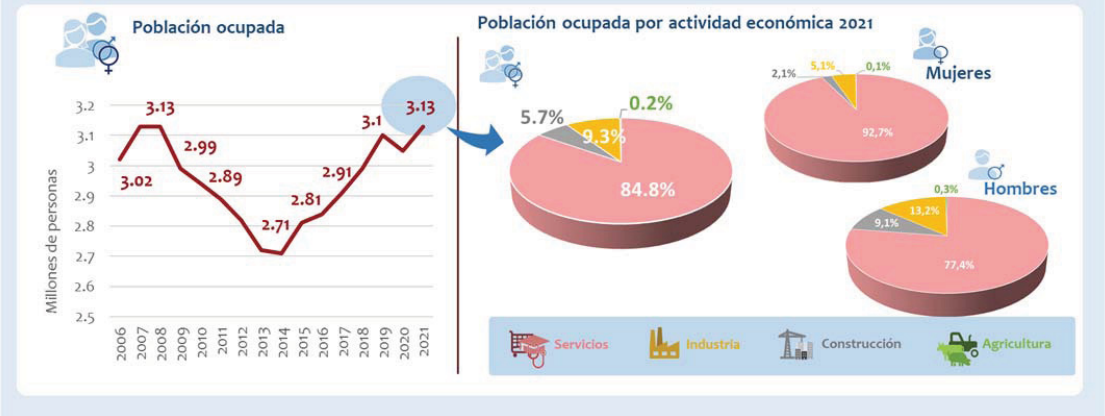


Figura 7. Evolución de la población ocupada 2006 – 2021 y reparto de la ocupación por actividades económicas 2021. (Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid, 2022)

En líneas generales, puede concluirse que la Comunidad de Madrid es una región dinámica, diversa e innovadora. Esta identidad es el resultado de décadas de esfuerzo y compromiso por parte de la sociedad madrileña en su conjunto, que le han llevado a convertirse en el principal motor de la economía nacional. Tal vocación debe mantenerse y fomentarse, siempre en los márgenes de la sostenibilidad, lo que implica un crecimiento económico acompañado del desarrollo social y cuidado del medio ambiente. Esta necesidad debe ser especialmente considerada, teniendo en cuenta las previsiones de crecimiento para la próxima década – la región podrá sobrepasar el umbral de 7 millones de habitantes en 2030 – y también de desarrollo económico. Estas circunstancias hacen que la Comunidad de Madrid se encuentre entre las regiones europeas más avanzadas y dinámicas, lo que supone un gran reto en lo que a la gestión de la calidad del aire se refiere.

1.3. Contexto normativo

El Plan de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid para el periodo 2023-2030 se ha elaborado considerando los textos legales más relevantes en esta materia. En este sentido, se ha tenido en cuenta la recién publicada Propuesta de Directiva sobre la calidad del aire ambiente y una atmósfera más limpia en Europa, que revisa los textos actualmente en vigor (Directivas 2008/50/CE y 2004/107/CE) y deberá ser incorporada a nuestro ordenamiento jurídico tras su aprobación, incorporando sus exigencias a la normativa estatal en la materia, como es Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera y el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

La Directiva europea 2008/50/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa, sustituyó a su vez a la Directiva Marco de calidad del aire (Directiva 96/62/CE) y a las tres primeras Directivas Hijas (Directivas 1999/30/CE y 2000/69/CE) e introducía regulaciones para nuevos contaminantes, como

BOCM-20240115-10

las partículas de tamaño inferior a 2,5 µm, así como nuevos requisitos en cuanto a la evaluación y los objetivos de calidad del aire, teniendo en cuenta las normas, directrices y los programas correspondientes a la Organización Mundial de la Salud.

Por su parte, la Directiva 2004/107/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 15 de diciembre de 2004 estableció valores objetivo para el arsénico, el cadmio, el níquel y el benzo(a)pireno, en representación de los hidrocarburos aromáticos policíclicos o HAPs (se exceptúa el mercurio), entendidos como la concentración en el aire ambiente fijada para evitar, prevenir o reducir los efectos perjudiciales de dichos contaminantes en la salud humana y el medio ambiente en su conjunto, que debe alcanzarse en lo posible durante un determinado período de tiempo.

A nivel nacional, la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera, representa la base jurídica para la evaluación y la gestión de la calidad del aire en España, y tiene como fin último alcanzar unos niveles óptimos de calidad del aire para evitar, prevenir o reducir riesgos o efectos negativos sobre la salud humana, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza. Esta norma habilita al gobierno a definir y establecer los objetivos de calidad del aire y los requisitos mínimos de los sistemas de evaluación de la calidad del aire. Asimismo, sirve de marco regulador para la elaboración de los planes nacionales, autonómicos y locales para la mejora de la calidad del aire.

Por su parte, el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, transpone al ordenamiento jurídico español los objetivos de calidad del aire establecido en las Directiva 2008/50/CE, para los contaminantes con más incidencia en la salud de las personas y en el medio ambiente. Además, en la disposición transitoria única de este real decreto, se establecen unos objetivos de calidad para otros contaminantes, los cuales derivan del Decreto 833/1975, de 6 de febrero, por el que se desarrolla la Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de protección del ambiente atmosférico. El Real Decreto 102/2011 se encuentra actualmente en proceso de modificación, para su adaptación a lo aprobado por Conferencia Sectorial de 9 de julio de 2021 en el Plan Marco de acción a corto plazo en caso de episodios de contaminación del aire ambiente por partículas inferiores a 10 micras (PM_{10}), partículas inferiores a 2,5 micras ($PM_{2,5}$) dióxido de nitrógeno (NO_2), ozono (O_3) y dióxido de azufre (SO_2).

Asimismo, cabe hacer mención a la Orden TEC/351/2019, de 18 de marzo, por la que se aprueba el Índice Nacional de Calidad del Aire (ICA), siguiendo las directrices del índice europeo («Air Quality Index»), que fue puesto en marcha en noviembre de 2017 por la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) y la Comisión Europea, y que permite a los usuarios comprobar la calidad actual del aire en ciudades y regiones de toda Europa. El Índice Nacional ayuda a representar la calidad del aire a nivel nacional de una manera fácilmente entendible por los ciudadanos e introduce recomendaciones sanitarias en función de la categoría del ICA para la población sensible y población general.

Es necesario destacar el papel que a nivel internacional juega la Organización Mundial de la salud (OMS), que establece las concentraciones máximas deseables (llamados valores guía, ya que son valores “recomendables”) para minimizar los efectos negativos de la contaminación atmosférica.

OMS – La OMS publica directrices que recomiendan niveles de calidad del aire para diferentes contaminantes como el material particulado, dióxido de nitrógeno, ozono y dióxido de azufre.

BOCM-20240115-10

En septiembre de **2021 se revisaron los valores guía** (WHO, 2021) cuya última actualización databa de **2005**. Los cambios más significativos se evidencian en la siguiente tabla, en la que se incluyen, además, los valores establecidos por ese mismo organismo en 2005 (WHO, 2005), y los valores legalmente preceptivos (concretados en el *RD 102/2011*). En este sentido, conviene resaltar que en octubre de 2022 la Comisión Europea ha publicado la propuesta de la nueva Directiva de calidad del aire[104] que, a su vez ha tenido en cuenta la actualización de las directrices mundiales de calidad del aire realizada por la OMS en septiembre de 2021 para plantear los valores límites que deberán deben alcanzarse antes del 1 de enero de 2030. Esos valores límite, aunque no son prescriptivos por tratarse todavía de una propuesta que aún no ha sido aprobada, también se recogen en la tabla 1 por entenderse que no sufrirán variaciones significativas (Comisión Europea, 2022).

[104] Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa COM (2022) 542 final/2

BOCM-20240115-10

Tabla 1. Valores límite fijados en el RD 102/2011, valores recomendados por la OMS en 2021 y 2005 y valores recogidos en la propuesta de revisión de la Directiva de calidad del aire publicada en octubre de 2022. (Elaboración propia)

Parámetro	NO_2 (µg/m³)		
	Valores límite RD 102/2011	**Valores guía OMS 2021(2005)**	**Valores límite (en 2030) Propuesta de Directiva (2022)**
Media anual	40	10 (40)	20
Media 24 h	-	25 (que no debe superarse más de 3 ocasiones al año) (-)	50 (que no debe superarse más de 18 ocasiones al año)
Media horaria	200 (que no debe superarse más de 18 ocasiones al año)	- (200)	200 (que no debe superarse más de 1 ocasión al año)
Parámetro	**PM_{10} (µg/m³)**		
	Valores límite RD 102/2011	**Valores guía OMS 2021(2005)**	**Valores límite (en 2030) Propuesta de Directiva (2022)**
Media anual	40	15 (20)	20
Media 24 h	50 (que no debe superarse más de 35 ocasiones al año)	45 (50) (que no debe superarse más de 3 ocasiones al año))	45 (que no debe superarse más de 18 ocasiones al año)
Parámetro	**$PM_{2.5}$ (µg/m³)**		
	Valores límite RD 102/2011	**Valores guía OMS 2021(2005)**	**Valores límite (en 2030) Propuesta de Directiva (2022)**
Media anual	25	5 (10)	10
Media 24 h	-	15 (25) (que no debe superarse más de 3 ocasiones al año))	25 (que no debe superarse más de 18 ocasiones al año)
Parámetro	**O_3 (µg/m³)**		
	Valor objetivo RD 102/2011	**OMS 2021 (2005)**	**Propuesta de Directiva (2022)**
Media máx. 8h	120	100 (100)	120 (que no debe superarse más de 18 días al año de media en 3 años)

Como se observa en la tabla, los nuevos valores guía de calidad del aire propuestos por la OMS son muy inferiores a las directrices previas del año 2005, aunque se establecen también metas intermedias con el fin de promover una reducción gradual desde concentraciones altas a otras más bajas. Como se ha comentado anteriormente, no son valores vinculantes ya que éstos se recogen en las citadas Directivas europeas de calidad del aire. Los valores límite incluidos en la nueva propuesta de Directiva, que deberán alcanzarse a partir del 1 de enero de 2030, no llegan a ser tan exigentes como los valores guía de la OMS, pero sí reducen considerablemente los límites que aplican en la actualidad.

BOCM-20240115-10

Es preciso, además, que el Plan de Calidad del Aire también se encuentre alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que fueron adoptados por las Naciones Unidas en 2015 como parte de la **Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible**.

El Plan de Calidad del Aire debe asegurar una mejora en la salud y bienestar de los ciudadanos, así como promover el empleo de energías limpias y preservar los ecosistemas, como persiguen los ODS (Organización de las Naciones Unidas, 2015). Tal como se ha indicado, los principales objetivos donde la contaminación atmosférica y la calidad del aire juegan un papel importante se muestran en la 8.

Figura 8. ODS relacionados con la contaminación atmosférica. (Organización de las Naciones Unidas, 2015)

En lo que respecta a la **normativa específica** relacionada con la reducción de emisiones de contaminantes atmosféricos, la regulación fundamental se concreta en la ***Directiva 2016/2284***, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de diciembre de 2016, también conocida como ***Directiva de Techos de emisión.***

La **Directiva de Techos de emisión (**o directiva NEC por sus siglas en inglés, *National Emission Ceilings***)** tiene como objetivo limitar, a nivel nacional, las emisiones anuales de ciertos contaminantes atmosféricos para conseguir niveles de calidad del aire que no perjudiquen la salud humana ni el medio ambiente. Esta Directiva, traspuesta al ordenamiento jurídico nacional a través del Real Decreto 818/2018, de 6 de julio, establece compromisos de reducción de emisiones atmosféricas antropogénicas de SO_2, NO_x, COVNM, NH_3 y $PM_{2,5}$, e impone la elaboración, adopción y aplicación, a cada Estado miembro, de programas nacionales de control de la contaminación atmosférica, así como el seguimiento de las emisiones y sus efectos de esos y otros contaminantes. Estos compromisos de reducción a 2030 toman como referencia las emisiones del año 2005. Su cumplimiento es fundamental para alcanzar el objetivo del **Paquete de aire puro para Europa** (Consejo Europeo, 2013) de reducir las muertes prematuras derivadas de la exposición a la

Directiva (UE) 2016/2284

(Directiva de Techos de emisión)

Establece para los Estados Miembros compromisos de reducción de las emisiones de: **dióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM), amoníaco (NH_3) y partículas finas ($PM_{2,5}$)**

BOCM-20240115-10

contaminación atmosférica y para alcanzar el objetivo de **Contaminación cero en el marco del Pacto Verde Europeo** (Comisión Europea, 2021).

En este sentido, los Estados miembros de la UE presentaron un Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica (PNCCA) donde se incluyeron las políticas y medidas (PaM) que éstos seleccionaron como relevantes para cumplir sus compromisos de reducción de emisiones establecidos para el periodo 2020-2029 y a partir de 2030. Los objetivos propuestos por el Estado español quedan recogidos en el I Programa Nacional de la Contaminación Atmosférica (I PNCCA). En la siguiente tabla, se muestran los objetivos fijados por la Directiva de Techos y por el I PNCCA:

I Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica

El PNCCA propone actuaciones para la próxima década en campos como la eficiencia energética, el transporte, la edificación, la industria o la agricultura

Tabla 2. Objetivos de reducción de emisiones fijados en la Directiva de Techos y el I PNCCA.

Contaminante	% reducción de emisiones en 2030 respecto a 2005	
	Directiva de Techos (compromisos nacionales)	I PNCCA (porcentaje previsto con las medidas del plan)
SO_2	88%	92%
NO_x	62%	66%
COVNM	39%	30%
NH_3	16%	21%
$PM_{2,5}$	50%	50%

En la Comunidad de Madrid corresponde a la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior[105] el ejercicio de las competencias autonómicas en materia de medio ambiente. El Decreto 235/2023, de 6 de septiembre, del Consejo de Gobierno, establece la estructura orgánica de dicha Consejería atribuyendo a la Dirección General de Transición Energética y Economía Circular las competencias en materia de cambio climático y calidad del aire. En concreto, y respecto al objeto del presente plan, las funciones desempeñadas por esta Dirección General son las siguientes:

[105] Según Decreto 235 /2023, de 6 de septiembre, del Consejo de Gobierno, por el que se establece la estructura orgánica de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior.

BOCM-20240115-10

a) Colaborar en la coordinación de las actuaciones de las diferentes consejerías de la Comunidad de Madrid, en relación con las actuaciones que lleven a cabo, y que tengan relevancia para la política regional sobre el clima y calidad del aire.
b) Coordinar los foros de participación que, en su caso, se constituyan a tal efecto en la Administración autonómica.
c) La elaboración y seguimiento de los planes y programas relacionados con la calidad del aire y con la lucha contra el cambio climático, así como la adopción de las medidas incluidas en los mismos que correspondan a la Comunidad de Madrid, salvo que estén atribuidas a otra unidad.
d) El mantenimiento y gestión de la Red de Calidad del Aire en la Comunidad de Madrid, así como el cumplimiento de las obligaciones legales en materia de evaluación e información de la calidad del aire.
e) La tramitación, resolución y seguimiento de las autorizaciones y notificaciones de las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera.

En este contexto normativo se elabora el presente Plan de Calidad del Aire, en el marco de la Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid para el periodo 2023-2030.

1.4. Contaminantes atmosféricos

La contaminación atmosférica es consecuencia de las emisiones de gases y material particulado derivados de la actividad humana (social y económica) y de las emisiones de fuentes naturales (polvo sahariano, incendios…). Las emisiones de esos gases contribuyen a alcanzar, por acumulación, concentraciones locales de contaminantes en zonas concretas, como puede ser una carretera con alta intensidad de tráfico, instalaciones industriales o explotaciones agrícolas intensivas (9). La exposición continuada a estos niveles de concentración de contaminantes provoca los impactos negativos, tanto en la salud humana como en los ecosistemas.

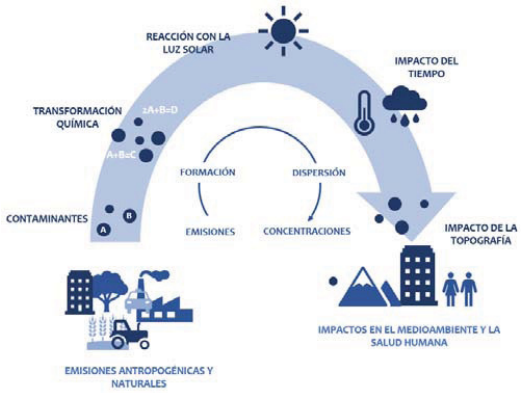


Figura 9. Contaminación atmosférica: de las emisiones a la exposición. (Elaboración propia adaptado de Environmental Protection Agency- EPA)

El impacto de la contaminación depende del volumen de emisión de cada contaminante y de sus interacciones con otras sustancias en el aire. También depende del lugar de emisión, de su tiempo de vida y de dónde acaba finalmente, además de la sensibilidad de la población y del medioambiente respecto a dicho contaminante (Environmental Protection Agency-EPA 2022).

Entre los contaminantes atmosféricos con distinta repercusión en la atmósfera y, por consiguiente, en la salud y los ecosistemas, se encuentran el dióxido de azufre (SO_2), los óxidos de nitrógeno (NO_x que agrupan al NO_2 y al NO), el amoníaco (NH_3), el ozono (O_3), el material particulado (PM_{10} y $PM_{2,5}$) y un elevado número de compuestos orgánicos volátiles (COV).

BOCM-20240115-10

En este punto es imperativo hablar de la diferencia entre calidad del aire y emisión. Por una parte, tal como se ha mencionado en el apartado anterior, la normativa establece compromisos en materia de calidad del aire, que viene determinada por los niveles de inmisión de los principales contaminantes, es decir, la concentración de cada uno de ellos en el aire ambiente o su depósito en superficies en un momento determinado. Estas concentraciones se miden, entre otros, en las denominadas redes de vigilancia de calidad del aire. Por otro lado, se han adquirido compromisos de reducción de emisión de dichos contaminantes en un período de tiempo determinado, esto es, la cantidad de contaminantes vertidos a la atmósfera desde las distintas fuentes de emisión. La cuantificación de dichas emisiones se lleva a cabo a nivel nacional, a través del Sistema Español de Inventario y Proyecciones de Emisiones a la Atmósfera de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos. Se trata de un instrumento esencial para evaluar el cumplimiento de los compromisos asumidos por España en el marco de la normativa internacional y europea de emisiones a la atmósfera, que se elabora anualmente, aunque con un desfase de dos años, es decir en el año 2022 se publica el inventario de emisiones correspondiente al año 2020.

Los contaminantes que, por tanto, son el objeto principal de este Plan de Calidad del Aire son los óxidos de (NO_x), el material particulado (PM_{10} y $PM_{2,5}$), el ozono (O_3) y, en menor medida, el dióxido de azufre (SO_2), los compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM) y el amoniaco (NH_3), cuyas principales características se detallan en los siguientes apartados.

1.4.1. Óxidos de nitrógeno (NO_x)

Los óxidos de nitrógeno, cuya vida media estimada es de días, se clasifican en función de su oxidación en:

- **Dióxido de nitrógeno (NO_2)**: gas fuertemente tóxico de color pardo rojizo. A partir del dióxido de nitrógeno se forma en la atmósfera el ácido nítrico que es absorbido por las gotas de agua, precipitando en forma de lluvia ácida.

- **Óxido nítrico (NO)**: gas tóxico e incoloro que reacciona con el ozono para formar NO_2. Participa activamente en las reacciones causantes del "smog fotoquímico", que es una niebla de color marrón-rojizo ocasionada por la presencia en la atmósfera de compuestos precursores del ozono.

Los efectos negativos de los óxidos de nitrógeno son los siguientes:

- **Efectos sobre la salud**: en altas concentraciones provocan daños a los pulmones y al sistema respiratorio.

- **Efectos medioambientales:** el dióxido de nitrógeno es un componente de la lluvia ácida (aerosoles ácidos) que puede dañar los ecosistemas naturales.

Los NO_x tienen un origen principalmente antropogénico. Su aparición está marcada, fundamentalmente, por la presencia del nitrógeno del aire en los procesos de combustión. Se originan en un amplio número de procesos industriales y por el empleo de cualquier clase de combustibles en todo tipo de motores. A mayor temperatura en los procesos de combustión, mayor es la cantidad producida de óxidos de nitrógeno.

Los focos emisores expulsan generalmente NO y NO_2, a los que se denomina contaminantes primarios. Con el tiempo el NO se oxida y genera NO_2 secundario, así pues, cerca de las fuentes la ratio NO/NO_2 es mucho más alta que en las zonas de fondo regional. Asimismo, como se ha comentado anteriormente, el NO_x es uno de los principales precursores del ozono troposférico.

BOCM-20240115-10

Históricamente, el sector emisor de NO_x en la Comunidad de Madrid con más relevancia ha sido el transporte, principalmente los vehículos automóviles de combustión y, dentro de estos, especialmente los diésel.

En términos de calidad del aire, los NO_x suponen un foco en el que centrar la atención ya que los límites legalmente establecidos han sido superados reiterativamente en ciertas estaciones durante el periodo 2015-2021, como se analiza en el punto 2 del presente Plan.

1.4.2. Material Particulado (PM_{10} y $PM_{2,5}$)

Dentro del término "partículas" o "material particulado" se incluye un amplio espectro de sustancias sólidas o líquidas, orgánicas o inorgánicas, de tamaño reducido (diámetro inferior a 500 micrómetros) dispersas en el aire y procedentes tanto de fuentes naturales como antropogénicas.

Su composición y tamaño es bastante variable, lo que condiciona su tiempo de residencia en la atmósfera, que también está influenciado por las condiciones meteorológicas (vientos, lluvias, etc.). Las partículas pueden resuspenderse localmente o ser transportadas a grandes distancias desde su lugar de emisión.

En el tracto respiratorio las partículas de más de diez micras de diámetro no son peligrosas, por lo que la legislación solo regula la fracción de partículas de tamaño inferior, esto es las PM_{10} y $PM_{2.5}$.

Las partículas PM_{10} (aquellas de un diámetro aerodinámico igual o inferior a las 10 micras) pueden ser inhaladas y penetrar así en el sistema respiratorio; las de menor tamaño (diámetro igual o inferior a 2,5 micras), es decir, las $PM_{2,5}$, son 100% respirables pudiendo alcanzar incluso los alveolos pulmonares. Además, estas partículas de menor tamaño pueden estar compuestas por elementos tóxicos, como metales pesados y compuestos orgánicos. De este modo, las partículas (en especial las $PM_{2,5}$) pueden estar implicadas en el incremento de la mortalidad y de la morbilidad por causas respiratorias y cardiovasculares.

Los principales efectos negativos del material particulado son los siguientes:

- **Efectos sobre la salud:** los efectos dependen del tamaño de las partículas, siendo los seres vivos más vulnerables a aquellas de menor tamaño, ya que presentan mayor capacidad de penetrar al interior del organismo por medio de las vías respiratorias, produciendo irritación de las mismas y otros efectos dependiendo de su composición.

- **Efectos medioambientales:** las partículas interfieren en la fotosíntesis de las plantas perturbando el proceso de intercambio de CO_2.

En cuanto a su generación, el origen puede ser primario o secundario:

- **Primario:** son las partículas emitidas directamente a la atmósfera. Se distinguen dos tipos de fracciones en función de su naturaleza:

  – Origen natural: partículas minerales provenientes de la erosión natural del terreno y los materiales, resuspensión local de partículas en terrenos áridos, partículas orgánicas provenientes de la emisión de polen, mohos, esporas, así como también debido a intrusiones saharianas (o calimas), que son masas de aire que llegan a nuestro espacio geográfico y que proceden de África.

BOCM-20240115-10

- Origen antropogénico: partículas asociadas a ambientes urbanos, al tráfico rodado y a la circulación de vehículos (incluyendo tanto las emisiones de combustión como el desgaste de frenos y neumáticos), a otros procesos de combustión (en especial industriales, pero también relacionados con la calefacción de edificios y viviendas), a otras fuentes de emisión industriales y a la construcción.

- **Secundario:** son las partículas que se producen en la atmósfera como resultado de reacciones químicas a partir de gases precursores. En función de dichos precursores, las partículas secundarias se agrupan en:

  - Compuestos inorgánicos, derivados de la reacción de los gases primarios, como los NO_x y el SO_2 en presencia de amoniaco (NH_3).

  - compuestos orgánicos, que se originan a partir de COVs, tanto naturales como antropogénicos.

Históricamente, las emisiones de **PM_{10}** y **$PM_{2,5}$ son generadas principalmente por el sector residencial, comercial e institucional, el transporte y la industria**. En términos de calidad del aire, no son contaminantes que hayan presentado superaciones de los límites legales preceptivos durante el periodo 2015-2021 en la región. No obstante, actualmente no se alcanzan los valores guía de concentración recomendados por la OMS en el año 2021.

1.4.3. Ozono (O_3)

El ozono es un gas incoloro que puede resultar beneficioso o nocivo para la salud, dependiendo de si se encuentra en las capas más altas de la atmósfera o a nivel del suelo. Por ello, se habla de "ozono bueno", es decir, el que se encuentra en la estratosfera, y de "ozono malo", es decir, el que se forma en la troposfera, que es la capa de la atmósfera que está en contacto con la superficie de la Tierra.

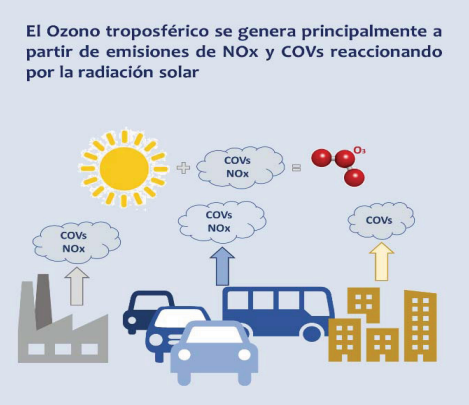


Figura 10. Formación del Ozono Troposférico (Elaboración propia).

A diferencia de los contaminantes primarios, el ozono troposférico no se emite directamente a la atmósfera, sino que se forma, casi en su totalidad, a partir de reacciones químicas complejas de gases precursores, principalmente los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles no metánicos que están presentes en la atmosfera. A escala continental, el metano (CH_4) y el monóxido de carbono (CO) también juegan un papel en la formación de O_3. La radiación solar es otro factor determinante que condiciona la velocidad y el grado de formación de O_3, por lo que los niveles más elevados de este contaminante se producen en primavera y verano.

BOCM-20240115-10

En definitiva, se puede afirmar que la química de formación de este contaminante es muy compleja y es por ello muy difícil encontrar soluciones viables y factibles para su control.

Además, la dinámica de formación del ozono hace que las mayores concentraciones se den en las zonas rurales, alejadas del centro de las ciudades donde se generan sus precursores. Es decir, la reacción fotoquímica para generar O_3 se produce a una cierta distancia a partir de sus precursores. Además, el ozono es rápidamente consumido en entornos urbanos con altos niveles de NO, mediante la oxidación de NO a NO_2. Es por ello que, en zonas urbanas, con alta densidad de tráfico, los niveles de O_3 suelen ser más bajos que en entornos menos urbanizados, con una concentración de NO menor.

En términos de calidad del aire, el O_3 ha registrado niveles de concentración que han dado lugar al incumplimiento de los valores objetivo establecidos en la legislación en el periodo 2015-2021 en la mayoría de las estaciones de la Red.

Según el informe "El Medio Ambiente en Europa, segunda evaluación (1998)" de la Agencia Europea de Medio Ambiente, si se cumplieran los objetivos para las emisiones de óxidos de nitrógeno, precursor del ozono, establecidos en el Convenio de contaminación transfronteriza a larga distancia y en el Quinto Programa de Acción Medioambiental de la Comisión Europea, las concentraciones máximas de ozono se reducirían solamente entre un 5 y un 10 por ciento. Por este motivo, el mero control de los COVs o los NO_x puede resultar ineficaz a escala regional y transfronteriza; es necesario el control de ambos en todos los casos para reducir el problema y, aun así, los procesos que dan como resultado las pautas diversas de concentración del ozono son tan complejos que, en ocasiones, medidas para reducir su concentración pueden tener un efecto opuesto al esperado si no se conoce bien la fotoquímica de su formación. Es por ello que se ha considerado oportuno prestar especial atención a la problemática del ozono en la región y se plantea diseñar un **"Plan específico de mejora de la calidad del aire por ozono"** que se irá desarrollando durante la implementación del presente plan de calidad del aire, tal como se detalla en el punto 5 de este documento.

Para la elaboración de este plan se ha previsto, en el marco del Convenio con la UPM antes mencionado, una actividad relativa a la investigación de medidas para reducir los niveles de O_3 en la región. Asimismo, se tendrán en cuenta las directrices que se acuerden en el grupo de trabajo del Plan Nacional de Ozono, actualmente en redacción, del que forma parte la Comunidad de Madrid, cuyo objetivo principal es conocer mejor la compleja fenomenología de formación de este contaminante, que sirvan de base científica para proponer medidas para el control de este contaminante de forma coordinada a nivel estatal, regional y local.

1.4.4. Otros contaminantes

Dióxido de azufre (SO_2)

El dióxido de azufre (SO_2) es un gas incoloro y no inflamable. Posee un olor fuerte e irritante a altas concentraciones. Tiene una vida media en la atmósfera estimada en días y se combina fácilmente con el agua de la atmósfera dando lugar al ácido sulfúrico, responsable de la lluvia ácida.

Los efectos negativos de SO_2 son los siguientes:

- **Efectos sobre la salud:** tiene carácter irritante, pudiendo afectar a altas concentraciones a los ojos, mucosas y piel, aunque se ha producido un descenso acusado de sus emisiones en los últimos años.

BOCM-20240115-10

- **Efectos medioambientales:** causa determinados efectos sobre las plantas, que varían de unas especies a otras dependiendo de la temperatura, la humedad del suelo, la concentración y las sinergias con otros contaminantes. El más preocupante es el efecto de los compuestos ácidos originados en su deposición húmeda y seca sobre las cubiertas vegetales, suelos y masa de agua.

- **Daños a la propiedad:** los aerosoles ácidos pueden degradar una amplia gama de materiales de construcción.

El origen del SO_2 es principalmente antropogénico. Se produce en la combustión de carburantes con un cierto contenido en azufre como el carbón, el fuel y los gasóleos, asociado a procesos industriales, centrales térmicas, tráfico de vehículos pesados y calefacciones de carbón y fuel. La aportación de estos compuestos a la atmósfera depende de la **cantidad de azufre que contenga el combustible.** Por ello, la reducción de los niveles de SO_2 que se ha venido registrando en la región se debe a la promoción de políticas que fomentan el uso de combustibles con bajos contenido en azufre como el gas natural.

Históricamente, el principal emisor de SO_2 ha sido el **sector industrial**. Sin embargo, debido a la reducción importante de la emisión de SO_2 por parte de este sector entre 2007 y 2014 se ha conseguido disminuir drásticamente sus niveles, por lo que, actualmente, los principales emisores en la Comunidad de Madrid son las calefacciones domésticas y el tráfico rodado.

En términos de calidad del aire, el SO_2 no ha presentado superaciones de los límites legales preceptivos en el periodo 2015-2021 en la Comunidad ni en la ciudad de Madrid, por lo que no supone un contaminante prioritario sobre el que poner el foco de actuación.

Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano (COVNM)

Los Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) son todos aquellos hidrocarburos que se presentan en estado gaseoso o que son altamente volátiles a temperatura ambiente. Los COVs distintos del metano, denominados COVs No Metánicos (COVNM), son un grupo heterogéneo de compuestos orgánicos que incluye alcoholes, aldehídos, alcanos, cetonas y algunos compuestos aromáticos (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico - MITECO, 2022).

Los efectos negativos de los COVNM son los siguientes:

- **Efectos sobre la salud:** provocan problemas respiratorios, irritación de ojos y garganta, mareos, etc. Además, a largo plazo, pueden causar daños renales, al hígado o al sistema nervioso central. Algunos COV tienen efecto cancerígeno, como por ejemplo el benceno. Estos compuestos son liposolubles por lo que se bioacumulan en las grasas de los organismos vivos.

- **Efectos medioambientales:** dado que, como se ha comentado anteriormente, los COVNM son precursores del ozono troposférico, su emisión tiene efectos negativos sobre el medioambiente.

Los COVNM tienen un origen tanto natural (COV biogénicos) como antropogénico, emitiéndose a la atmósfera como productos de combustión, vapores procedentes de la gasolina, los disolventes, los ambientadores, pinturas y aerosoles, los perfumes y muchas otras fuentes, a menudo cuando los productos se utilizan en entornos de trabajo o en el hogar (Department for Environment Food & Rural Affairs, United Kingdom, 2019).

BOCM-20240115-10

Históricamente, el principal emisor de COVNM ha sido la industria.

Amoniaco (NH_3)

El amoniaco es un gas que se emite a la atmósfera y posteriormente se deposita en el suelo o se convierte en material particulado mediante reacciones. Permanece en la atmósfera unas horas en estado gaseoso, pero alcanza una vida media de varios días si se convierte en material particulado.

Los efectos negativos del NH_3 son los siguientes:

- **Efectos sobre la salud:** puede provocar enfermedades respiratorias y cardiovasculares.
- **Efectos medioambientales:** el amoníaco puede causar un daño significativo a largo plazo en los hábitats sensibles, depositando más nitrógeno en el suelo y en aguas dulces de lo que pueden absorber, lo que puede provocar cambios significativos en los ecosistemas vegetales y también en las especies animales que de ellos dependen.

Históricamente, el principal emisor de NH_3 ha sido el sector de la agricultura y medio natural.

BOCM-20240115-10

2. Diagnóstico

2.1. Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid

Para la evaluación de la calidad del aire la Comunidad de Madrid dispone de su propia Red de estaciones de medición (en adelante la Red), que se suma a la red del Ayuntamiento de Madrid. La finalidad de estas redes es medir los niveles de concentración de los principales contaminantes atmosféricos. La información proporcionada por las citadas redes permite dar a conocer a los ciudadanos el estado de la calidad del aire, localizar las zonas con mayores problemas de contaminación, evaluar el grado de cumplimiento de los requerimientos normativos, así como obtener la información necesaria para recomendar, en su caso, las actuaciones necesarias encaminadas a la protección de la salud de las personas y el medio ambiente.

Los **objetivos principales** de la Red son:

- **Determinar el estado de la calidad del aire en** la **Comunidad.**
- Localizar las zonas de la Comunidad de Madrid con **mayores problemas de contaminación**.
- **Conocer la evolución** de la contaminación atmosférica en el conjunto del territorio de la Comunidad y a lo largo del tiempo.
- Comprobar el cumplimiento con las **Directivas europeas** en materia de protección del aire atmosférico que exigen conocer la contaminación allí donde se produzca.
- Detectar de manera rápida y eficiente las posibles situaciones de alerta atmosférica y de esta forma poner en marcha planes y medidas a corto plazo o a más largo plazo, según corresponda.
- Informar a las administraciones públicas y a la población en general sobre la calidad del aire regional.

Hasta diciembre de 2018, la Red estaba constituida por 23 estaciones automáticas fijas y dos laboratorios de referencia móvil (unidades móviles). El 1 de enero de 2019 entró en funcionamiento una nueva estación fija de medida en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama, denominada “Puerto de Cotos”, con los objetivos de reforzar y consolidar los datos que se obtienen en la Red, así como obtener información de las concentraciones de ozono en zonas alejadas de sus precursores a fin de conocer las variaciones que se producen con la altura de este contaminante. Los datos obtenidos son puestos a disposición del público en general, con especial atención a los centros de investigación y a la comunidad científica en su conjunto, de forma que se faciliten los estudios que se están realizando para la reducción de éste y otros contaminantes.

Por lo tanto, actualmente, la Red está constituida por 24 estaciones fijas de medida, repartidas territorialmente en 7 zonas, delimitadas por su comportamiento homogéneo en lo que a calidad del aire se refiere:

- Zona 1, la **Aglomeración Madrid-ciudad**, con un área de 604 km^2, que tiene su propia red de medición, gestionada por el Ayuntamiento de Madrid, y que está constituida por 24 estaciones. Esta Red se describe con mayor detalle en el siguiente apartado.
- Zonas urbanas o aglomeraciones 2, 3 y 4: **Aglomeración Corredor del Henares** (zona 2 con un área de 915 km^2), **Aglomeración Urbana Sur** (zona 3 con un área de 1.413 km^2) y **Aglomeración Urbana Noroeste** (zona 4 con un área de 1.016 km^2).

BOCM-20240115-10

- Zonas rurales 5, 6 y 7: **Sierra Norte** (zona 5 con un área de 1.951 km^2), **Cuenca del Alberche** (zona 6 con un área de 1.181 km^2) y **Cuenca del Tajuña** (zona 7 con un área de 942 km^2).

La configuración actual de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid es el resultado del estudio de zonificación llevado a cabo por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid en el año 2005 y sus posteriores revisiones de 2010, 2014 y 2019. La realización de este estudio se lleva a cabo de acuerdo a la legislación nacional y europea vigente en cada momento. Así, en la última revisión, de 2019, se tuvo en consideración lo establecido en la Directiva 2008/50/CE, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa, y en el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

En la citada revisión de 2019, se evalúo la zonificación vigente en ese momento, la caracterización de las estaciones y el cumplimiento de los criterios de micro y macroimplantación establecidos en la normativa de aplicación. Como resultado de esta revisión, se mantuvieron las zonas definidas en el año 2014 y se consideró que ubicación de las estaciones fijas de medición de la calidad del aire era adecuada, el único cambio que se efectúo fue la incorporación de la estación de Puerto de Cotos a la Zona Rural Sierra Norte.

La caracterización de las estaciones fijas de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid, en función de los contaminantes, es la siguiente:

- Zonificación para monóxido de carbono, dióxido de azufre, benceno, metales y benzo(a)pireno.
- Zonificación para partículas PM_{10}, partículas $PM_{2,5}$ y dióxido de nitrógeno.
- Zonificación para óxidos de nitrógeno (protección de la vegetación y los ecosistemas).
- Zonificación para ozono.

En relación con las tres primeras zonificaciones, de las 24 estaciones de la Red, 8 de ellas son de tráfico, 2 industriales y 14 de fondo. Atendiendo al tipo de área en relación con el ozono, 10 estaciones son urbanas, 8 suburbanas y 6 rurales, de cuales 3 son remotas y 3 regionales.

La siguiente figura muestra la localización de las estaciones, donde se puede observar la zona a la que pertenece cada una y el tipo de estación de acuerdo con los criterios legales de clasificación (tráfico, industrial, de fondo rural o de fondo urbano).

BOCM-20240115-10

Figura 11. Zonificación y Red de calidad del aire de la Comunidad de Madrid. (Área de Calidad Atmosférica, Dirección General de Medio Ambiente y Sostenibilidad, 2021)

En la siguiente tabla se identifican los contaminantes que detecta cada estación de la Red, así como el tipo de estación y la zona donde se ubica cada una de ellas.

Tabla 3. Principales datos de las distintas estaciones fijas de medida de la Red de la Comunidad de Madrid. (Área de Calidad Atmosférica, Dirección General de Medio Ambiente y Sostenibilidad, 2021)

Zonas		Estaciones	Tipo de estación*	Tipo de Área**	Subárea rural	NO_x	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2,5}$	O_3	BTX	HC	Black Carbon
CORREDOR DEL HENARES	1	Alcalá de Henares	T	U		√	√	√	√	√	√			
	2	Alcobendas	T	U		√			√		√	√	√	
	3	Algete	F	S		√			√	√	√			
	4	Arganda del Rey	I	U		√			√		√			
	5	Coslada	T	U		√			√	√	√			
	6	Rivas-Vaciamadrid	F	S		√			√		√			

BOCM-20240115-10

Zonas		Estaciones	Tipo de estación*	Tipo de Área**	Subárea rural	NO_x	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2,5}$	O_3	BTX	HC	Black Carbon
	7	Torrejón de Ardoz	F	S		√			√	√	√			
URBANA SUR	1	Alcorcón	F	U		√				√	√			
	2	Aranjuez	F	S		√			√		√			
	3	Fuenlabrada	I	U		√			√		√			
	4	Getafe	T	U		√			√	√	√			
	5	Leganés	T	U		√			√	√	√			√
	6	Móstoles	F	S		√	√	√	√		√			
	7	Valdemoro	F	S		√				√	√			
URBANA NOROESTE	1	Colmenar Viejo	T	U		√		√	√		√			
	2	Collado Villalba	T	U		√	√			√	√			
	3	Majadahonda	F	S		√			√		√			
SIERRA NORTE	1	El Atazar	F	R	Remota	√	√	√	√	√	√			
	2	Guadalix de la Sierra	F	R	Regional	√			√		√			
	3	Puerto de Cotos	F	R	Remota	√			√	√	√			
CUENCA DEL ALBERCHE	1	San Martín de Valdeiglesias	F	R	Regional	√			√		√			
	2	Villa del Prado	F	R	Remota	√	√	√	√	√	√			
CUENCA DEL TAJUÑA	1	Orusco del Tajuña	F	R	Remota	√	√	√	√		√			
	2	Villarejo de Salvanés	T	S		√				√	√			

*T Tráfico (8), I Industrial (2) y F Fondo (14) **U Urbana (10) S Suburbana (8) y R Rural (6)

Todas las estaciones se encuentran equipadas con analizadores, equipos manuales de toma de muestra de última generación, así como de sistemas de comunicación que transmiten los datos en tiempo real al Centro de Proceso de Datos (CPD) de la Comunidad de Madrid. El CPD consta de un servidor central y los periféricos necesarios para la comunicación con las estaciones a través del sistema de transmisión de datos que hay en cada una de ellas.

Diariamente se reciben en la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid datos de concentración de los principales contaminantes procedentes de estaciones fijas de medida, que permiten realizar un seguimiento y control de la calidad del aire. Estos datos, así como los informes diarios, mensuales, trimestrales y anuales, elaborados en base a los datos registrados, son accesibles al público a través de la dirección url: http://www.madrid.org/calidaddelaire.

En dicho enlace se puede consultar, además del Índice de Calidad del Aire de cada estación, los datos en tiempo real de todas las estaciones, datos históricos, avisos de superaciones de umbrales,

BOCM-20240115-10

documentación, legislación, etc., permitiendo descargar los datos de una manera cómoda y sencilla. También está disponible, en el Portal de Datos Abiertos de la Comunidad de Madrid, los datos horarios en un formato adecuado para los usuarios que de forma reiterativa utilizan esta información, tales como investigadores, divulgadores y gestores de aplicaciones de calidad del aire.

Como novedad, a partir del año 2020, se encuentran disponibles en el portal de Datos Abiertos de la Comunidad de Madrid, además de los datos de calidad del aire, los datos meteorológicos https://datos.comunidad.madrid/catalogos?q=aire&sort=score+desc%2C+metadata_modified+desc.

En los últimos años se ha venido realizando un importante proceso de actualización informática y de comunicaciones con los siguientes objetivos:

- Conexión de todas las estaciones de la Red al SharePoint de Madrid Digital, lo que permite disponer de un repositorio directo y totalmente accesible para los distintos registros que se generan en el mantenimiento y aseguramiento de la calidad de los distintos equipos.
- Instalación, en todas las estaciones, del Office institucional, con mayores prestaciones que el Open Office existente.
- Actualización de algunos routers para permitir las nuevas utilidades de comunicación.
- Acceso remoto a los menús de configuración y operación de los distintos equipos automáticos de la Red.
- Actualización del software encargado de la gestión de la Red para integrar en el mismo todas las tareas y registros del aseguramiento de calidad de los equipos de la Red.
- Creación de la sala multiusos SEAC (Seguimiento Episodios Alta Contaminación), sala multiusos en la que se ha instalado un videowall y sistemas de comunicaciones que permiten conocer en detalle la evolución de los niveles de contaminación medidos en las diferentes estaciones de la Red.

Por otro lado, desde mayo de 2018, la Red dispone de dos unidades móviles (anteriormente solo existía una), que están preparadas para analizar concentraciones de contaminantes como el dióxido de azufre, el monóxido de carbono, los óxidos de nitrógeno, el ozono troposférico, el benceno, el tolueno, el xileno, los hidrocarburos totales, metánicos y no metánicos y las partículas en suspensión (PM_{10} y $PM_{2,5}$).

Estas unidades móviles se emplean para llevar a cabo diversas campañas en lugares donde se ha producido algún evento que tenga capacidad de influir en la calidad del aire, como incendios, fugas de gases, etc., así como en aquellas localidades de la Comunidad de Madrid que no disponen de estación de medida fija. También se emplean para realizar estudios de intercomparación de los equipos de las estaciones fijas, o para satisfacer la demanda de campañas de medida solicitadas por los Ayuntamientos u otros organismos.

La Dirección General de Transición Energética y Economía Circular de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior[106] de la Comunidad de Madrid, dentro de sus competencias y siendo consciente de la importancia que tiene para la sociedad la evaluación de la calidad del aire, tiene implantado un Sistema de Gestión de la Calidad en la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid, certificada por la norma UNE-EN- ISO 9001:2015.

[106] Según Decreto 235 /2023, de 6 de septiembre, del Consejo de Gobierno, por el que se establece la estructura orgánica de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior.

BOCM-20240115-10

Mediante la Política de Calidad se establecen las directrices y objetivos generales de la Red que permitan la fijación de objetivos concretos y la mejora continua en su gestión. Por ello, la Dirección de la Red asume los siguientes compromisos:

- Asegurar la fiabilidad y trazabilidad de los datos y el suministro de información sobre los mismos, conforme a la normativa vigente en materia de calidad del aire.
- Establecer la evaluación y mejora continua de la gestión en todos los procesos relacionados con la adquisición de los datos de contaminantes atmosféricos, su validación y posterior difusión al ciudadano de forma clara y comprensible.
- Informar y formar a todo el personal que integra la Red, tanto propio de la Consejería como de la asistencia técnica contratada, para garantizar una alta participación en la mejora de los procesos.
- Garantizar en todo momento una rápida transmisión de los avisos a administraciones, instituciones, organizaciones y ciudadanos, en caso de alertas atmosféricas.
- Verificar que se da respuesta a las demandas de información, sugerencias y reclamaciones formuladas por las partes interesadas, con el propósito de aumentar la satisfacción de las mismas, haciendo uso de las tecnologías de información y comunicación más avanzadas.
- Potenciar la comunicación con las administraciones, instituciones y organizaciones interesadas.

Conviene mencionar en este punto algunos de los trabajos de mejora que se han llevado a cabo en los últimos años en las estaciones de la Red:

- Renovación de 1 analizador automático de NOx, 10 analizadores automáticos de O_3, 1 generador de aire cero, 1 analizador automático de PM10 y 1 analizador automático de hidrocarburos.
- Adquisición de un equipo secuencial de bajo volumen para el muestreo de PM10 o PM2,5.
- Renovación de 5 equipos para calibración de los analizadores de gases y 5 turbinas de aire del manifold.
- Renovación de 1 juego completo de meteorología (sensor de velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad, radiación solar, presión barométrica, pluviómetro).
- Realización de 12 campañas con laboratorio móvil en diferentes emplazamientos a petición de los diferentes ayuntamientos.
- Mantenimiento y mejora de la certificación del Sistema de Gestión de Calidad de la Red de acuerdo con la nueva “Norma UNE-EN ISO 9001:2015. Sistema de Gestión de Calidad. Requisitos”.
- Mantenimiento y mejora de la trazabilidad de las mediciones siguiendo un sistema basado en la norma “UNE-EN ISO/IEC 17025:2017. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración”.

BOCM-20240115-10

2.2. Sistema integral de la Calidad del aire del Ayuntamiento de Madrid

El Ayuntamiento de Madrid dispone del denominado Sistema Integral de la Calidad del Aire, que permite conocer en cada momento los niveles de contaminación atmosférica en el municipio. Dicho Sistema está compuesto por tres subsistemas que hacen referencia a funciones distintas: Vigilancia, Predicción e Información.

En lo que se refiere al subsistema de vigilancia, la Red del Ayuntamiento de Madrid está conformada por 24 estaciones fijas automáticas, de las cuales, 9 son estaciones de tráfico (situadas próximas al viario), 12 estaciones de fondo urbano (más alejadas del tráfico, generalmente en parques o calles y plazas con tráfico reducido) y 3 estaciones suburbanas (situadas fuera del núcleo urbano consolidado). Por otro lado, el Ayuntamiento ha establecido una zonificación de la ciudad de Madrid orientada a la gestión de situaciones de altos niveles de contaminación, como los picos de contaminación por NO_2, cuando se pone en marcha la aplicación del protocolo de actuación aprobado por el Ayuntamiento de Madrid a tal fin. En la Figura 12 se recoge con más detalle la ubicación de las estaciones.

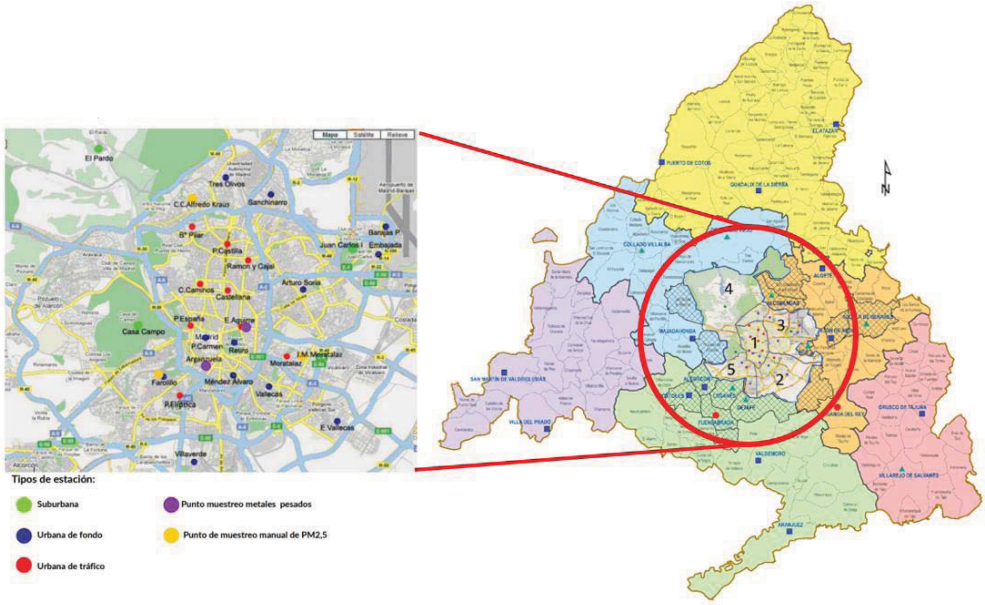


Figura 12. Red de estaciones fijas de control de calidad del aire del Ayuntamiento de Madrid. (Ayuntamiento de Madrid, 2022)

Además, la Red cuenta con dos puntos adicionales para partículas en suspensión $PM_{2,5}$, dos puntos de muestreo para metales pesados y uno para benzo(a)pireno, todos ellos integrados en el Sistema Integral de Vigilancia, Predicción e Información.

2.3. Evaluación de la calidad del aire

La evaluación de la calidad del aire, la valoración de los datos del inventario de emisiones y el análisis de contribución de fuentes (incluido como Anexo 3), constituyen la base para poder diagnosticar el

BOCM-20240115-10

estado de la calidad del aire en la Comunidad de Madrid. La realización de este diagnóstico permite, a su vez, identificar las zonas con mayores niveles de contaminación, los compuestos críticos y las fuentes de emisión más relevantes, con el fin último de diseñar un plan en el que establecer medidas de mejora de la calidad aire.

Para realizar el diagnóstico de la calidad del aire se toman como base los informes anuales que la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior, a través del Área de Calidad Atmosférica, elabora a partir de las concentraciones de los contaminantes principales registrados en las estaciones de la Red. En el presente apartado se analizan tanto los resultados específicos obtenidos en el informe anual del año 2021, como los resultados históricos disponibles desde el año 2015. El análisis se ha estructurado en función de las zonas en las que se divide la Comunidad de Madrid. En la Zona 1, correspondiente al municipio de Madrid, se han utilizado los valores recogidos en la Red de Vigilancia de la Calidad del Aire del Ayuntamiento de Madrid, mientras que para el resto de las zonas se han utilizado los datos de las estaciones de la Red de calidad del Aire de la Comunidad de Madrid.

La normativa de referencia para realizar este diagnóstico es el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, que transpone a nuestro ordenamiento jurídico los objetivos de calidad del aire establecidos por las directivas europeas, para los contaminantes con más incidencia en la salud de las personas y en el medio ambiente. Este Real Decreto ha sido modificado recientemente a través del Real Decreto 34/2023, de 24 de enero, con el fin de adaptar su contenido a lo dispuesto en el nuevo Plan Marco de Acción a corto plazo en caso de episodios de alta contaminación, aprobado por la Conferencia Sectorial de Medio Ambiente el 9 de julio de 2021, en el que se establecen nuevos umbrales de contaminación que no se recogían en el anterior real decreto.

Como se ha indicado en el apartado 1.3. las Directivas de calidad del aire descritas se encuentran actualmente en proceso de revisión, habiéndose publicado el 26 de octubre de 2022 la propuesta de Directiva relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa.

Por otra parte, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha actualizado en septiembre de 2021 sus directrices mundiales de calidad del aire del año 2005. Los nuevos valores guía son inferiores a los que figuraban en las directrices previas del año 2005, aunque se establecen también metas intermedias con el fin de promover una reducción gradual desde concentraciones altas a otras más bajas. Estos valores guía no son vinculantes, sin embargo, se ha considerado de interés incluir en este apartado, únicamente con carácter informativo, la comparación de las concentraciones de los principales contaminantes regulados registrados en la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid, con los valores guía de la OMS del año 2005 y 2021, así como con los valores que figuran actualmente en la propuesta de Directiva.

Es importante mencionar en este punto, en el que se van a interpretar los datos recogidos en las distintas estaciones, la repercusión de la situación vivida por la pandemia mundial causada por la Covid-19, cuyo impacto comenzó a partir del mes de marzo del año 2020. Por este motivo, los datos medidos durante el año 2020 podrían no ser representativos y tener diferencias significativas respecto a los recogidos en años anteriores. Ese efecto se ve reflejado, en muchos casos, en las gráficas donde se muestra la evolución de la situación durante el periodo de estudio. A continuación, se presentan los resultados para los contaminantes más problemáticos en la región, como son NO_2, Partículas (PM_{10}, $PM_{2.5}$) y O_3.

BOCM-20240115-10

2.3.1. Dióxido de nitrógeno (NO_2)

Las figuras siguientes muestran la situación de la calidad del aire respecto al NO_2 en las estaciones de la Comunidad de Madrid y del Ayuntamiento de Madrid en el año 2021, con la representación de los valores límite establecidos por la normativa de referencia (Real Decreto 102/2011). Dicha normativa establece dos valores límites para la protección de la salud: uno sobre la media anual (límite de concentración anual de 40 µg/m^3) y otro sobre la media horaria (límite de concentración de 200 µg/m^3 que no puede superarse en más de 18 ocasiones al año).

Como se observa, el valor límite anual no fue superado en el año 2021 en ninguna de las estaciones de la Red. En cuanto al valor límite horario, ninguna estación ha superado los 200 µg/m^3 en 2021. Es decir, la Comunidad de Madrid cumplió con la normativa de referencia y se mantuvo por debajo de los valores límite para el NO_2 en 2021.

En cambio, si se comparan las observaciones de la Red con el nuevo valor límite anual (20 µg/m^3) recogido en la propuesta de Directiva, se observa que la mitad de las estaciones incumplirían dicho valor. Es decir, si la Directiva que finalmente se apruebe mantiene este valor, se deberán adoptar medidas para reducir los valores medios de NO_2 y de esta forma cumplir con los niveles que serán preceptivos en 2030.

Con respecto al valor límite horario que actualmente recoge la propuesta de Directiva, los valores relativos al año 2021 muestran una situación de cumplimiento ya que, como se ha comentado anteriormente, ninguna estación alcanzó los 200 µg/m^3.

Por último, si se comparan los datos de las estaciones con los valores guía de la OMS publicados en 2021 (10 µg/m^3 de media anual), tan sólo las estaciones rurales como El Atazar, Guadalix de la Sierra, Puerto de Cotos, San Martín de Valdeiglesias, Villa del Prado y Orusco del Tajuña se encontrarían por debajo de los mismos.

En la siguiente figura puede comprobarse que las estaciones de tráfico cuentan con las concentraciones más elevadas seguidas por las de las de tipo industrial.

BOCM-20240115-10

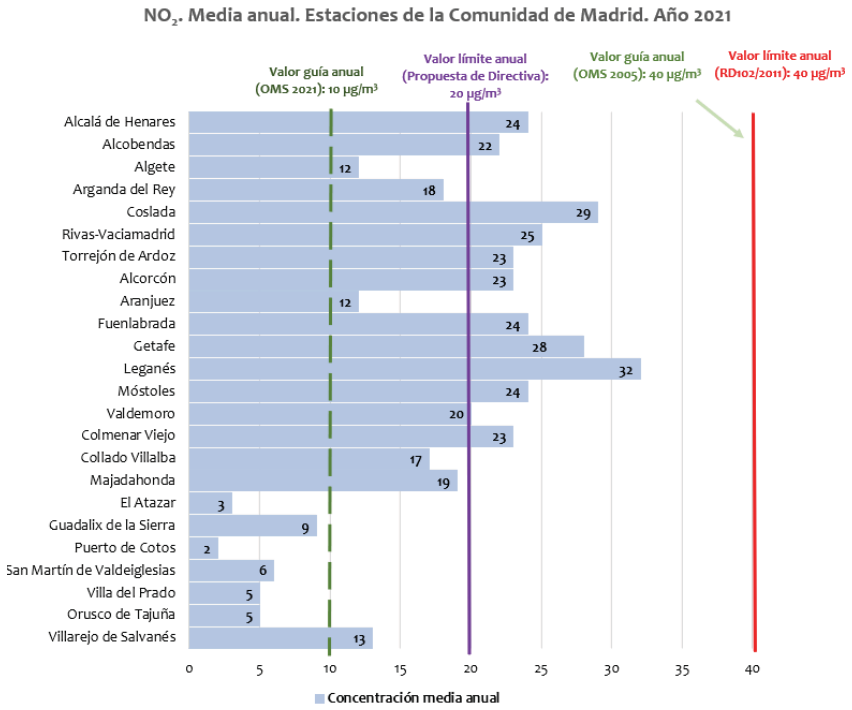


Figura 13. Media anual de NO2 en µg/m3 en 2021 en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid. (Elaboración propia)

En lo que respecta a las Red del Ayuntamiento de Madrid, la estación de Plaza Elíptica, con una media anual de 41 µg/m^3, ha superado el valor límite anual vigente en 2021. No obstante, la situación empeora drásticamente si se comparan los valores medios anuales medidos en las estaciones con el límite anual recogido en la propuesta de Directiva: todas las estaciones del Ayuntamiento excepto Casa de Campo y El Pardo, estarían sobrepasando el valor actualmente propuesto. En el caso de comparar los valores con las recomendaciones de la OMS para 2021, se observa que todas las estaciones están por encima de ese valor guía.

En cuanto al valor límite horario actualmente en vigor, si bien ninguna estación lo ha incumplido, sí se han registrado valores superiores a los 200 µg/m^3 en algunas de ellas: 1 superación en Ensanche de Vallecas y Plaza Elíptica, 2 superaciones en Ramón y Cajal y Villaverde y 5 superaciones en Cuatro Caminos. Excepto las dos primeras, donde tan solo se ha registrado una superación, el resto de las estaciones estarían incumpliendo el valor límite horario propuesto para 2030 por la nueva Directiva (200 µg/m^3 que no debe superarse más de 1 ocasión al año).

BOCM-20240115-10

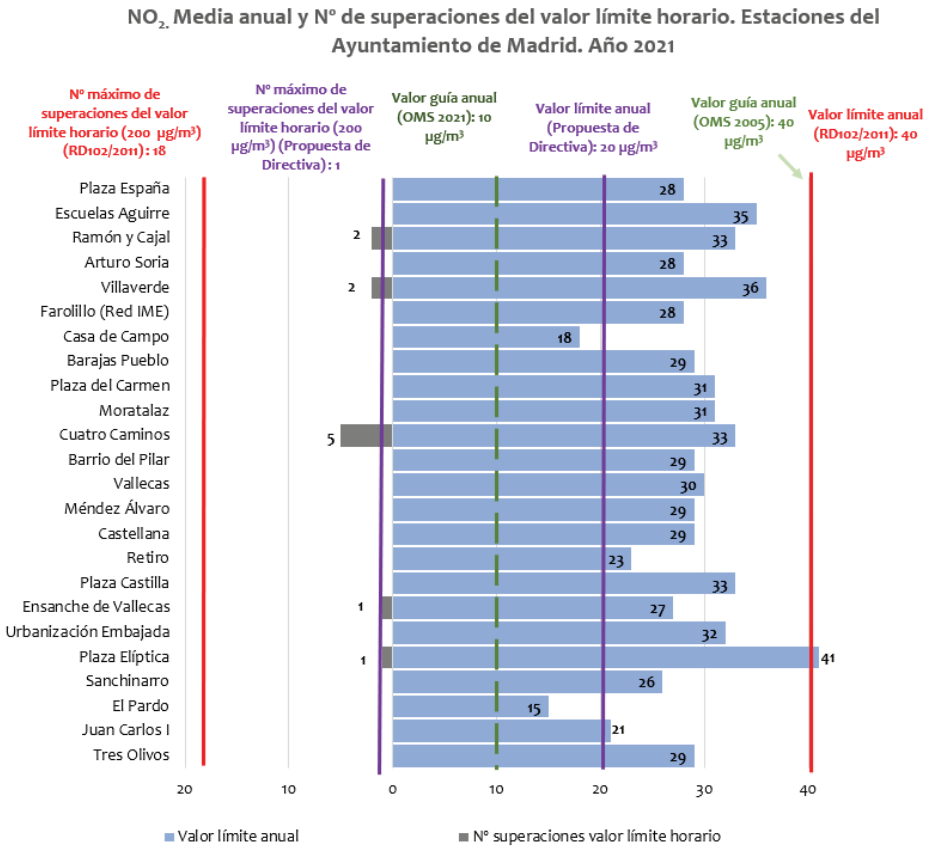


Figura 14. Media anual y nº de superaciones del valor límite horario de NO2 en µg/m3 en 2021 en las estaciones de la Red del Ayuntamiento de Madrid. (Elaboración propia)

La evolución de la calidad del aire para NO_2 desde el año 2015 hasta 2021 tanto en la Comunidad de Madrid como en el Ayuntamiento de Madrid se puede observar en las siguientes figuras.

BOCM-20240115-10

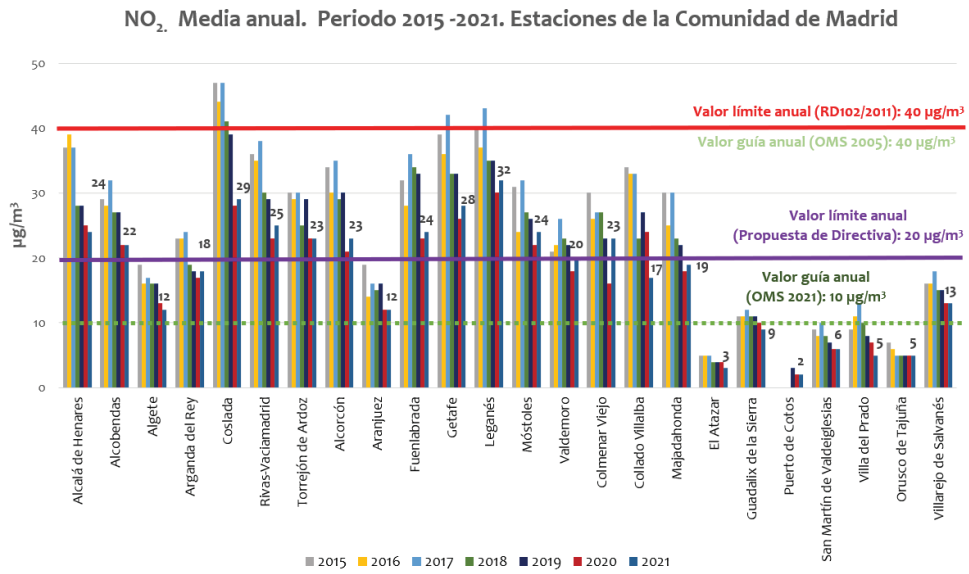


Figura 15. Evolución de la calidad del aire de NO2 en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el límite anual (Elaboración propia)

Como se puede observar, tres estaciones de la Comunidad han superado el **valor límite anual** durante el periodo de estudio. En concreto las superaciones han sido las siguientes:

Zona Corredor del Henares:

- Coslada (tráfico): en esta estación se superó el valor límite anual para la protección de la salud en 2015, 2016, 2017 y 2018, con un valor medio anual de 47, 44, 47 y 41 µg/m^3 respectivamente.

Zona Urbana Sur:

- Getafe: en el año 2017 se superó el valor límite anual, registrándose un valor de 42 µg/m^3 de media anual.
- Leganés: en el año 2017 se superó el valor límite anual, registrándose un valor de 43 µg/m^3 de media anual.

Tabla 4. Evolución de la situación de la calidad del aire para el compuesto NO2 en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015-2021 según el número de superaciones del valor límite horario (Elaboración propia).

Estaciones	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Alcalá de Henares	8	0	0	0	0	0	0
Alcobendas	9	0	1	0	0	0	0
Algete	0	0	0	0	0	0	0
Arganda del Rey	0	0	0	0	0	0	0
Coslada	18	0	4	0	1	0	0
Rivas-Vaciamadrid	4	0	0	0	0	0	0

BOCM-20240115-10

Estaciones	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Torrejón de Ardoz	3	0	0	0	0	0	0
Alcorcón	1	0	0	0	0	0	0
Aranjuez	0	0	0	0	0	0	0
Fuenlabrada	0	0	0	0	0	0	0
Getafe	21	2	15	0	2	0	0
Leganés	1	0	0	0	0	0	0
Móstoles	2	0	0	0	0	0	0
Valdemoro	0	0	0	0	0	0	0
Colmenar Viejo	3	0	0	0	0	0	0
Collado Villalba	2	2	2	0	0	0	0
Majadahonda	4	2	0	0	0	0	0
El Atazar	0	0	0	0	0	0	0
Guadalix de la Sierra	0	0	0	0	0	0	0
Puerto de Cotos	-	-	-	-	0	0	0
San Martín de Valdeiglesias	0	0	0	0	0	0	0
Villa del Prado	0	0	0	0	0	0	0
Orusco de Tajuña	0	0	0	0	0	0	0
Villarejo de Salvanés	0	0	0	0	0	0	0
*Nº de superaciones del valor límite horario (200 µg/m^3) > **18** (RD102/2011)							
Nº máximo de superaciones del valor límite horario (200 µg/m^3) > **1** (Propuesta de Directiva)							

Para el valor límite horario, solamente una estación, la de Getafe en la zona Urbana Sur, incumplió este parámetro en el año 2015 registrando 21 superaciones. En el período 2016-2021 ninguna de las estaciones de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid ha superado el valor límite horario (más de 18 horas por encima de 200 µg/m^3).

Es notable resaltar la mejora generalizada de los valores medios anuales que se viene observando con el paso de los años.

No obstante, si comparamos estos valores con los establecidos en la propuesta de Directiva se observa que todas las estaciones, excepto Algete, Aranjuez, así como las 2 de la Sierra Norte, las 2 de la Cuenca del Alberche y las 2 de la Cuenca del Tajuña superarían dichos valores.

En cuanto a la zona Municipio de Madrid, tal y como se observa en las siguientes figuras, se han producido superaciones de los valores límite horario y anual de este contaminante en diversas estaciones durante el periodo de estudio.

BOCM-20240115-10

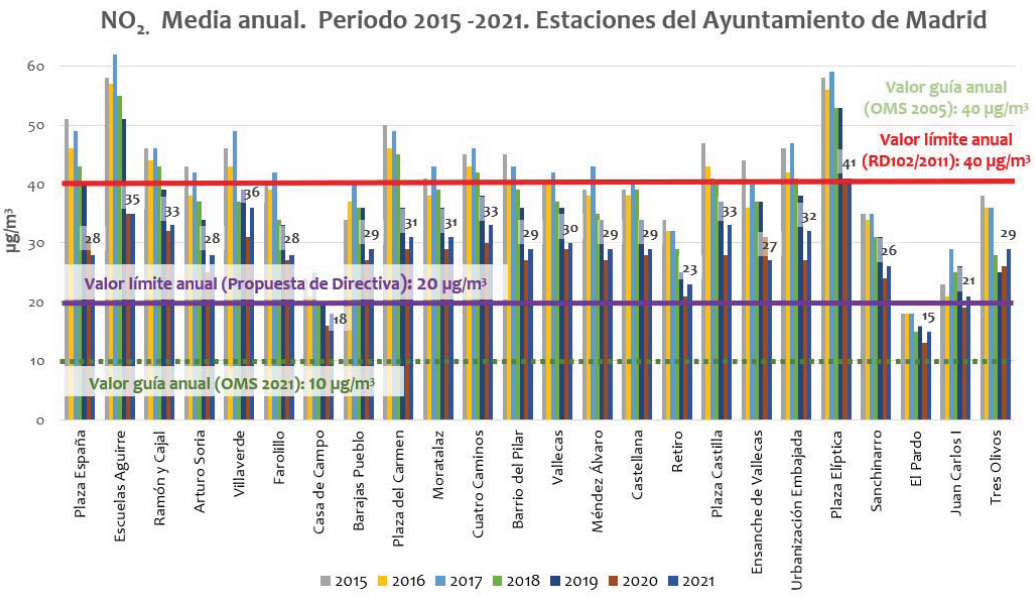


Figura 16. Evolución de la calidad del aire de NO2 en la Red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el límite anual (Elaboración propia)

Tabla 5. Evolución de la calidad del aire para el NO2 en la Red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015-2021 según el número de superaciones del valor límite horario (Elaboración propia)

Estaciones de medición	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Plaza España	12	6	7	2	1	0	0
Escuelas Aguirre	39	36	41	5	7	0	0
Ramón y Cajal	65	39	49	24	15	6	2
Arturo Soria	18	0	12	1	4	0	0
Villaverde	62	13	19	0	0	0	2
Farolillo	6	1	1	0	0	0	0
Casa de Campo	0	0	0	0	0	0	0
Barajas Pueblo	3	0	3	1	0	1	0
Plaza del Carmen	0	0	0	0	0	0	0
Moratalaz	6	0	0	0	0	0	0
Cuatro Caminos	28	15	20	11	1	1	5
Barrio del Pilar	95	29	23	13	6	0	0
Vallecas	4	0	0	0	0	0	0
Méndez Álvaro	10	3	11	0	0	0	0
Castellana	4	2	5	1	0	0	0
Retiro	2	0	0	0	0	0	0
Plaza Castilla	6	4	2	2	0	0	0
Ensanche de Vallecas	71	13	22	4	8	0	1
Urbanización Embajada	6	0	8	1	2	0	0
Plaza Elíptica	63	46	88	33	47	5	1
Sanchinarro	48	15	15	3	5	0	0

BOCM-20240115-10

Estaciones de medición	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
El Pardo	0	0	0	0	0	0	0
Juan Carlos I	1	0	0	1	0	0	0
Tres Olivos	0	0	0	0	0	0	0
*Nº de superaciones del valor límite horario (200 µg/m^3) > **18** (RD102/2011)							
Nº máximo de superaciones del valor límite horario (200 µg/m3) > 1 (Propuesta de Directiva)							

Como se ha comentado anteriormente, el NO_2 es un contaminante cuya principal fuente emisora en la Comunidad de Madrid es el tráfico rodado. El motivo por el que la ciudad de Madrid ha superado casi todos los años el valor límite anual y el valor límite horario para NO_2 es debido a las especiales circunstancias que coinciden en este municipio, que por su condición de capital del Estado y sus características geográficas, económicas y sociales, la convierten a día de hoy en un gran núcleo generador de actividad y, por tanto, de tráfico rodado, tanto propio como del resto de municipios del área metropolitana y otras zonas de la región.

A la vista de los resultados registrados para el NO_2, el Plan necesariamente debe considerar medidas de mejora de la calidad del aire dirigidas a toda la región, especialmente en las zonas donde se han detectado superaciones. Estas actuaciones deberán dirigirse principalmente a reducir las emisiones procedentes del tráfico rodado, fuente con mayor contribución a los niveles de NO_2 (ver apartado 0).

2.3.2. Partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$)

El RD 102/2011 establece para las emisiones de partículas PM_{10} dos límites para la protección de la salud, uno sobre la media anual (40 µg/m^3) y otro sobre la media diaria (50 µg/m^3 que no puede superarse en más de 35 ocasiones a lo largo del año).

En el caso del material particulado, se realiza una distinción entre las emisiones debidas a procesos naturales, como pueden ser las intrusiones de polvo del Sahara, y las emisiones antropogénicas, como pueden ser las generadas a través de la quema de biomasa.

La figura siguiente muestra las medias anuales de emisiones de PM_{10}, con y sin descontar las concentraciones de partículas debidas a aportes naturales.

BOCM-20240115-10

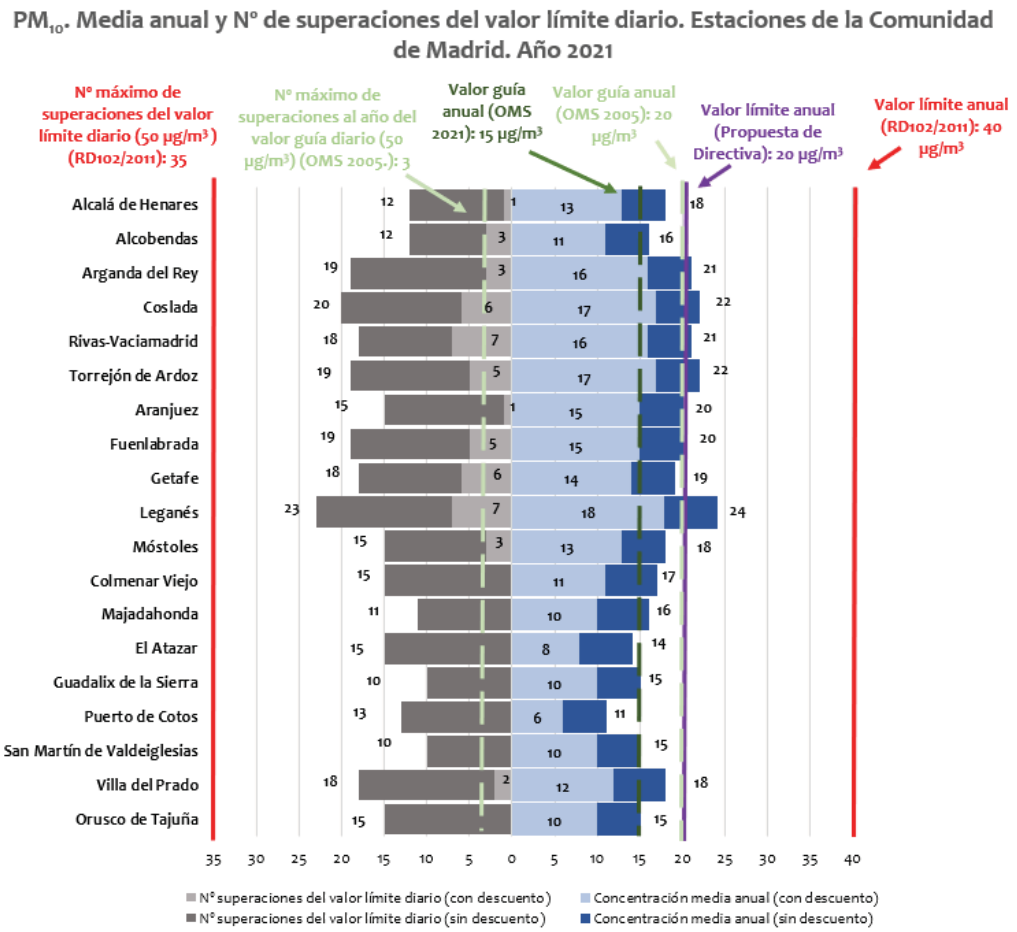


Figura 17. Media anual y nº de superaciones del valor límite diario de PM10 (con y sin descuento del aporte de polvo sahariano) en µg/m3 en 2021 en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid. (Elaboración propia)

Como se observa en la figura, el límite anual establecido en el RD 102/2011 (40 µg/m^3) no fue superado en el año 2021 en ninguna de las estaciones de la Red. Sin embargo, al comparar estos datos con el nuevo valor límite anual establecido en la propuesta de Directiva, que coincide a su vez con el valor guía anual de la OMS del 2005 (20 µg/m^3), si no se descuenta el aporte de polvo sahariano, 5 estaciones registran valores superiores (Arganda del Rey, Coslada, Rivas Vaciamadrid, Torrejón de Ardoz y Leganés). En caso de descuento, todas las estaciones estarían cumpliendo ambos valores.

A su vez, si se comparan las medias anuales con los actuales valores guía de la OMS (2021) la perspectiva es muy diferente. Todas las estaciones de la Red, excepto Puerto de Cotos y El Atazar se encontrarían por encima de esos valores guía recomendados (sin descontar los aportes de polvo

BOCM-20240115-10

sahariano). Sin embargo, tras los descuentos debidos al polvo sahariano solo 5 estaciones incumplirían dicho valor.

Respecto al valor límite diario establecido en el RD 102/2011, aunque los 50 µg/m^3 fue superado en varias ocasiones en diversas estaciones, no se llegó a alcanzar el límite de 35 superaciones anuales que permite el RD. En este sentido, fue la estación de Leganés la que más superaciones tuvo, con un total de 23, aunque este valor se reduce a 7 si se tiene en cuenta el descuento por el aporte de las intrusiones saharianas. En cambio, si se comparan estos valores con el nuevo límite diario establecido en la propuesta de Directiva (45 µg/m^3 que no puede superarse en más de 18 ocasiones a lo largo de un año), analizando los valores sin descuento que aparecen publicados en el apartado 4 del informe anual sobre la calidad del aire en la Comunidad de Madrid del año 2021, 9 estaciones estarían incumpliendo dicho límite (Arganda del Rey, Coslada, Rivas Vaciamadrid, Torrejón de Ardoz, Fuenlabrada, Getafe, Leganés, Móstoles y Villa del Prado) y todas las estaciones incumplirían el valor guía de 2021 de la OMS (45 µg/m^3 que no puede superarse en más de 3 ocasiones a lo largo de un año).

En lo que respecta a las estaciones del Ayuntamiento de Madrid, en la siguiente figura se representan los valores relativos al año 2021, sin descontar los episodios de intrusiones por polvo sahariano, ya que en los informes anuales de calidad del aire publicados anualmente por dicho Ayuntamiento no figuran los datos con los descuentos de dichas intrusiones.

Como se puede apreciar, los valores no superaron en ningún momento del año 2021 el valor límite anual establecido por la normativa de referencia ni tampoco se sobrepasó en más de 35 ocasiones el valor límite diario de 50 µg/m^3. Sin embargo, en las estaciones de Vallecas, Plaza Castilla y Urbanización Embajada se superaría el valor límite anual reflejado en la propuesta de Directiva, que coincide con el valor guía anual de la OMS de 2005. Por último, cabe señalar que todas las estaciones, excepto la de Tres Olivos, se encontrarían por encima del valor guía anual propuesto por la OMS en 2021.

En lo que respecta al valor límite diario, este se cumple en todas las estaciones, ya que en ninguna de ellas se ha superado en más de 35 ocasiones. Como se observa en la figura, no se ha representado ni el nuevo valor límite diario propuesto por la Directiva, ni el valor guía propuesto por la OMS en 2021 ya que las superaciones de estos valores, al hacer referencia a 45 µg/m^3 y no a los 50 µg/m^3 no se evalúan en los informes de seguimiento.

BOCM-20240115-10

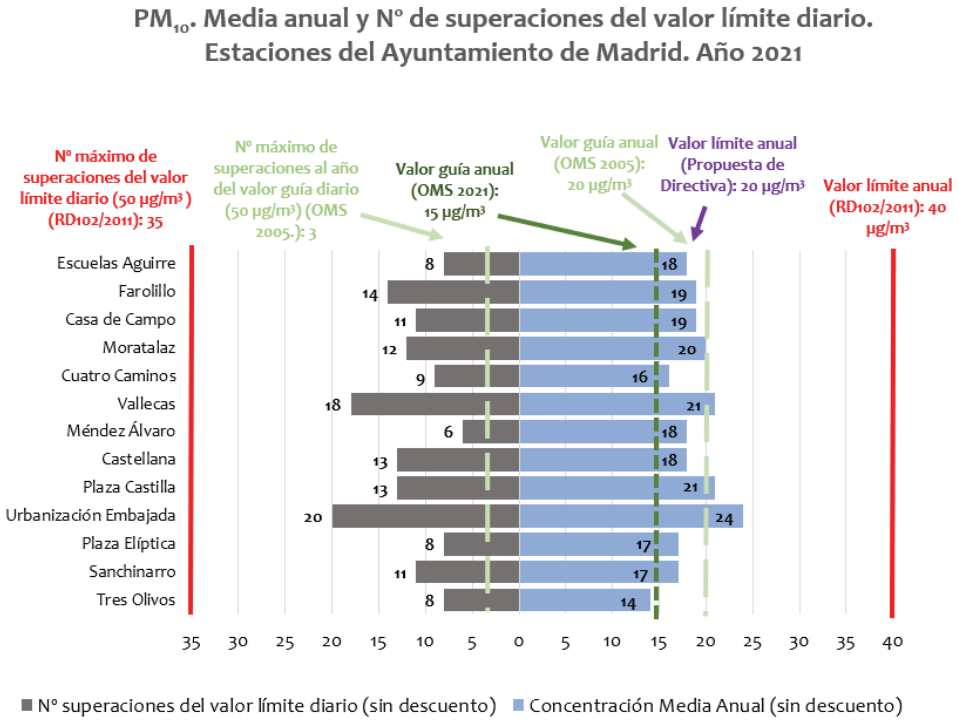


Figura 18. Media anual y nº de superaciones del valor límite diario de PM10 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en µg/m3 en 2021 en las estaciones del Ayuntamiento de Madrid. (Elaboración propia)

En las siguientes figuras se refleja la evolución de este contaminante observada en el periodo 2015-2021 sin contabilizar el aporte de polvo sahariano, tanto en las estaciones de la Comunidad de Madrid como en las del Ayuntamiento, ya que, como se ha comentado anteriormente, el Ayuntamiento de Madrid solo ofrece la información sin descontar estos aportes:

BOCM-20240115-10

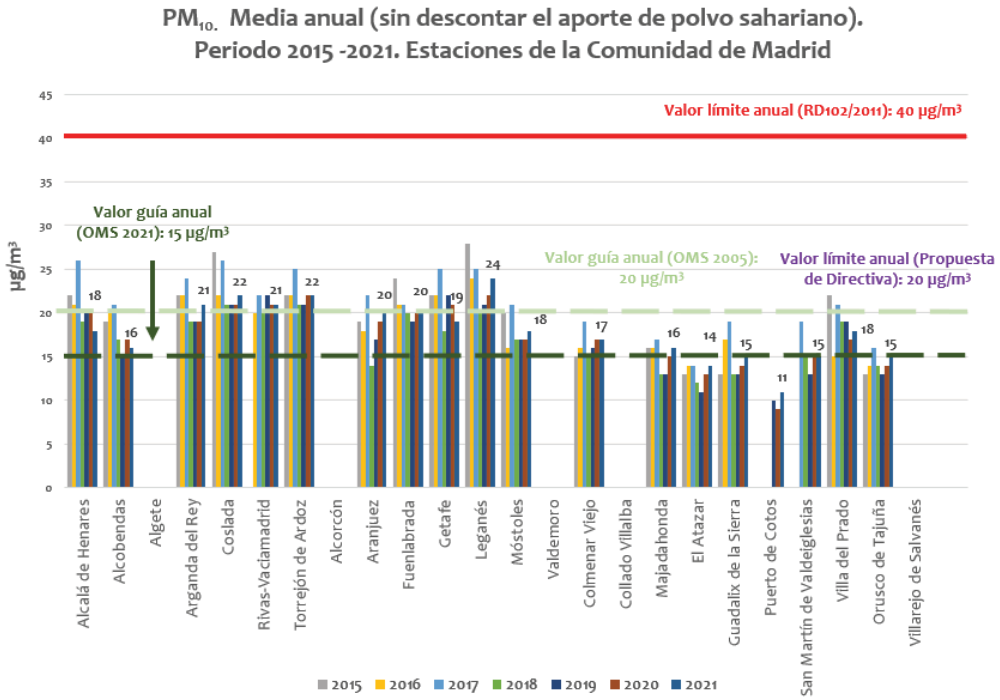


Figura 19. Evolución de la calidad del aire de PM10 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual (Elaboración propia)

Tabla 6. Evolución de la situación de la calidad del aire para el compuesto PM10 en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015-2021 según el número de superaciones del valor límite diario sin descontar el aporte de polvo sahariano (Elaboración propia).

Estaciones	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Alcalá de Henares	4	13	23	4	5	7	12
Alcobendas	10	10	8	3	2	5	12
Arganda del Rey	12	14	14	3	7	6	19
Coslada	24	13	15	5	8	12	20
Rivas-Vaciamadrid		7	16	2	15	8	18
Torrejón de Ardoz	10	20	18	8	6	16	19
Aranjuez	1	14	14	2	0	6	15
Fuenlabrada	21	15	7	6	5	9	19
Getafe	11	17	17	5	16	16	18
Leganés	26	20	20	9	10	20	23
Móstoles	2	5	11	4	0	6	15
Colmenar Viejo	0	4	4	3	2	7	15
Majadahonda	2	5	3	1	0	5	11

BOCM-20240115-10

Estaciones	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
El Atazar	2	5	3	4	1	7	15
Guadalix de la Sierra	8	7	8	2	0	4	10
Puerto de Cotos					2	4	13
San Martín de Valdeiglesias			6	5	0	5	10
Villa del Prado	5	4	9	13	3	7	18
Orusco de Tajuña	1	9	4	4	1	6	15
*Nº de superaciones del valor límite diario (50 µg/m^3) > 35 (RD102/2011)							

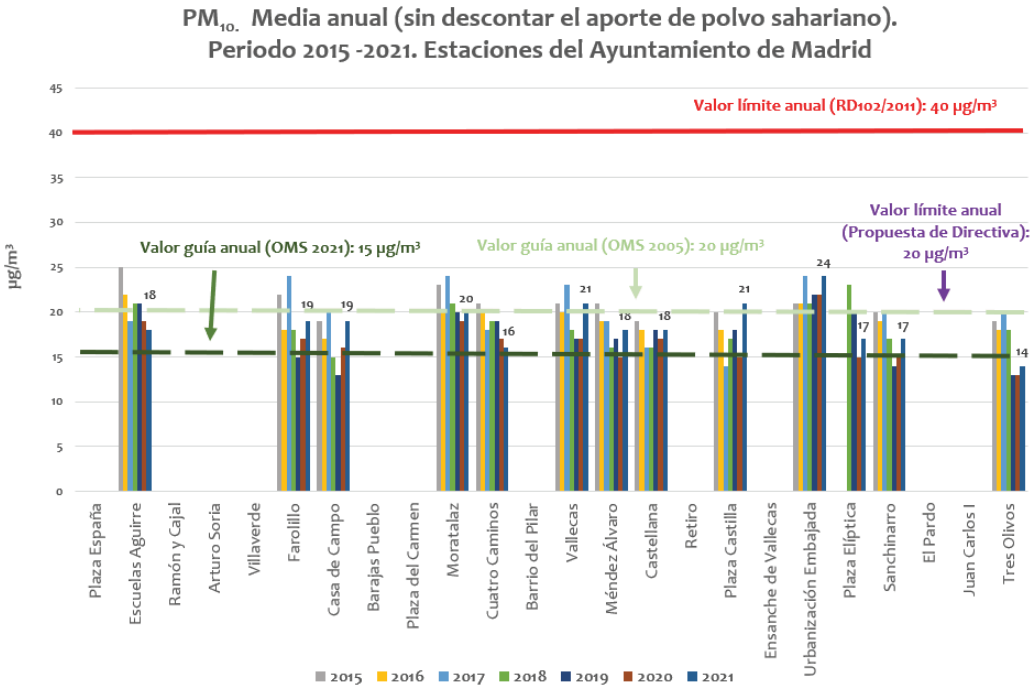


Figura 20. Evolución de la calidad del aire de PM10 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual (Elaboración propia en base a los informes de calidad del aire del Ayuntamiento Madrid)

BOCM-20240115-10

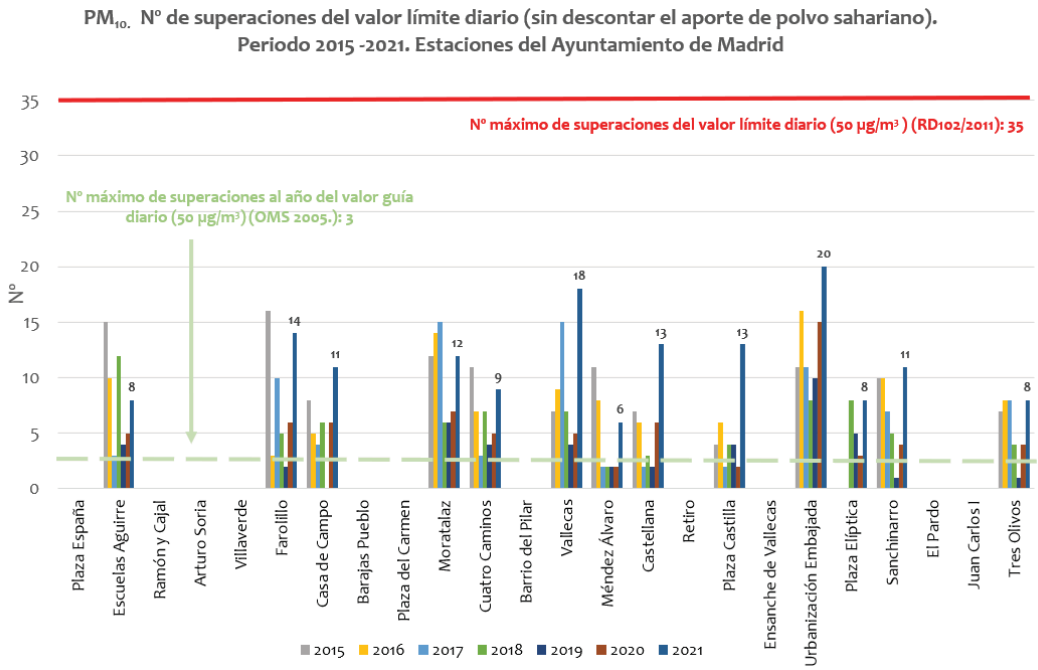


Figura 21. Evolución de la calidad del aire de PM10 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el número de superaciones del valor límite diario (Elaboración propia)

En cuanto a las partículas $PM_{2,5}$, el RD 102/2011 establece un límite para la protección de la salud sobre la media anual de 25 µg/m^3 hasta 2015 y de 20 µg/m^3 a partir de 2020. En la figura siguiente se muestran las medias anuales de $PM_{2,5}$ considerando y sin considerar los aportes naturales. Como se puede observar, el límite anual no fue superado en el año 2021 en ninguna de las estaciones de la Red. Si los valores se comparan con el límite anual propuesto en la nueva Directiva para 2030 (10 µg/m^3), la situación se mantiene, es decir, todas las estaciones se encontrarían por debajo de ese valor una vez realizados los descuentos debidos al polvo sahariano.

BOCM-20240115-10

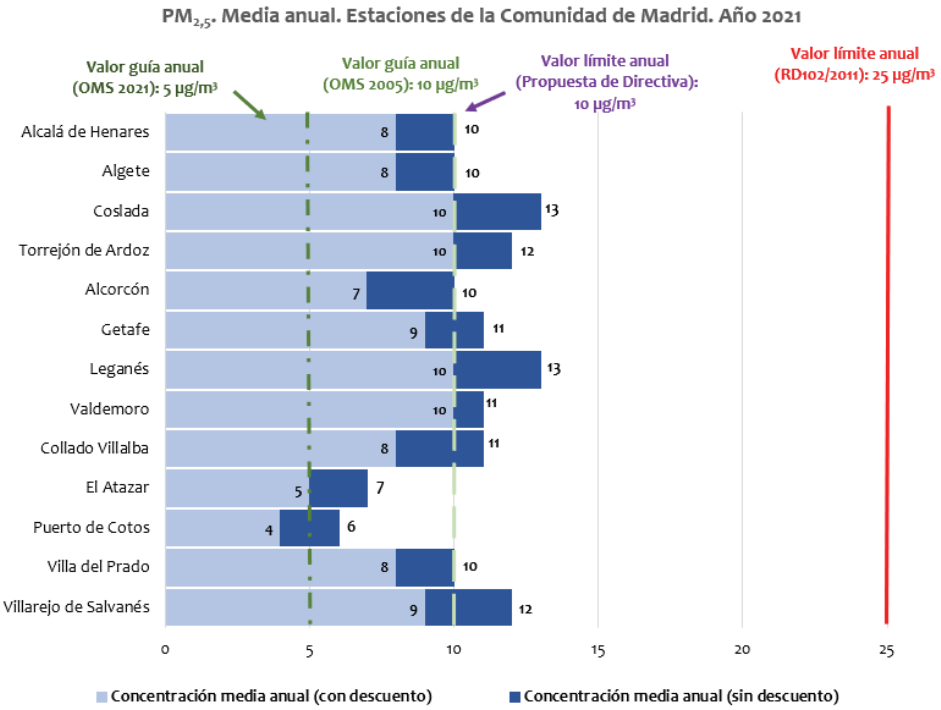


Figura 22. Media anual de PM2.5 (con y sin descuento del aporte de polvo sahariano) en µg/m3 en 2021 en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid. (Elaboración propia)

Sin embargo, si los datos se comparan con el valor guía anual propuesto por la OMS en 2021 (5 µg/m^3), todas las estaciones que miden $PM_{2,5}$, excepto las 2 de la Sierra Norte, El Atazar y Puerto de Cotos, superarían ese valor aun descontando los aportes de polvo sahariano.

Por otra parte, al analizar los valores de $PM_{2,5}$ (sin descontar el aporte de polvo sahariano) recogidos en las estaciones del Ayuntamiento de Madrid, todas las estaciones estarían por debajo del valor límite actual (25 µg/m^3) pero la mayoría de ellas se encontraría, bien en el límite propuesto por la nueva Directiva (10 µg/m^3), o bien con valores muy próximos al mismo.

BOCM-20240115-10

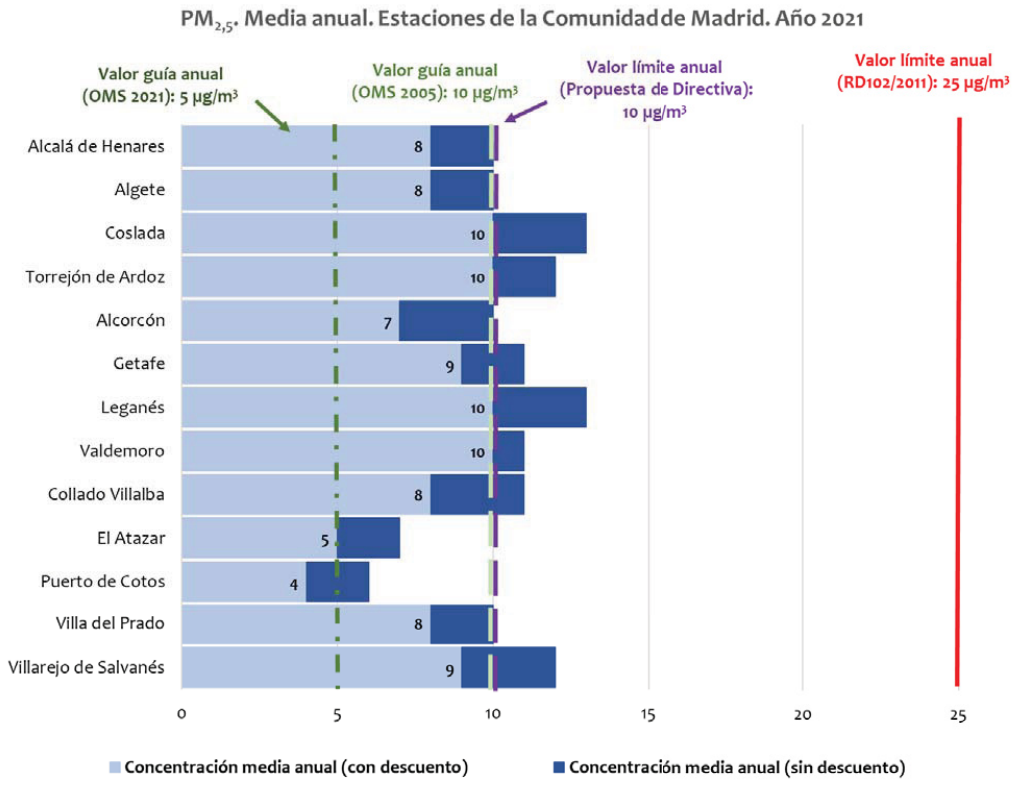


Figura 23. Media anual de PM2.5 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en µg/m3 en 2021 en las estaciones del Ayuntamiento de Madrid. (Elaboración propia)

Al analizar la evolución de ese contaminante a lo largo del periodo de estudio mostrado en las gráficas siguientes, donde se muestran los registros sin descontar las intrusiones de polvo sahariano, la situación no es nada concluyente, aunque sí se observa que se encuentran muy por debajo del valor límite anual actual.

BOCM-20240115-10

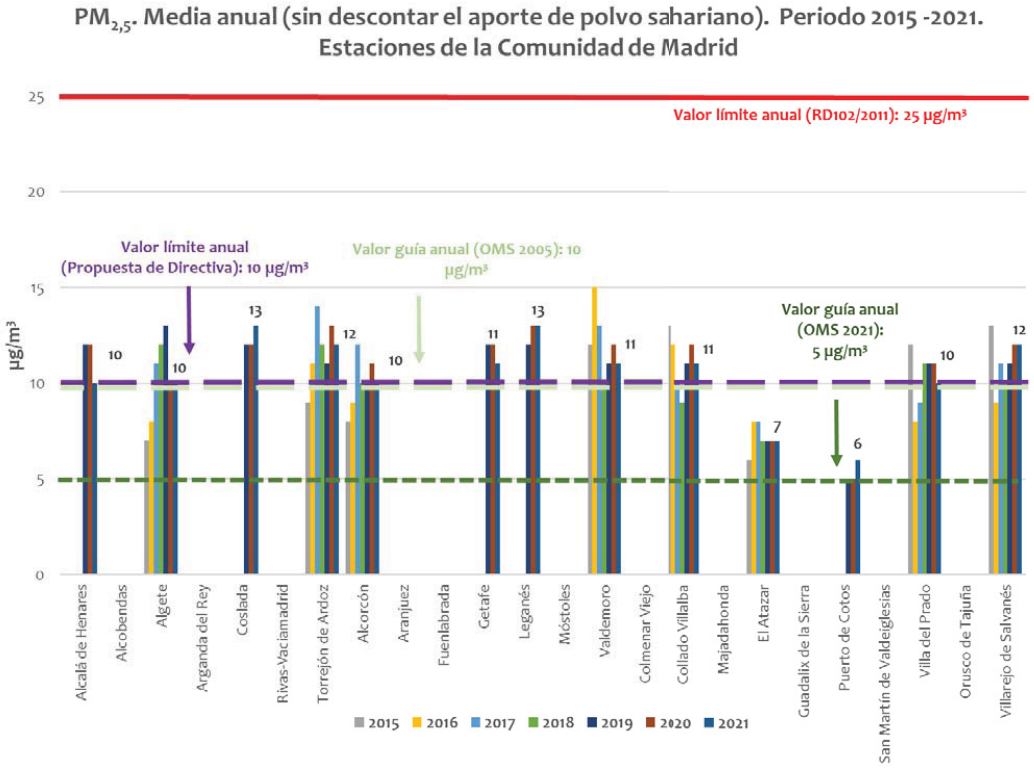


Figura 24. Evolución de la calidad del aire de PM2.5 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual. (Elaboración propia)

BOCM-20240115-10

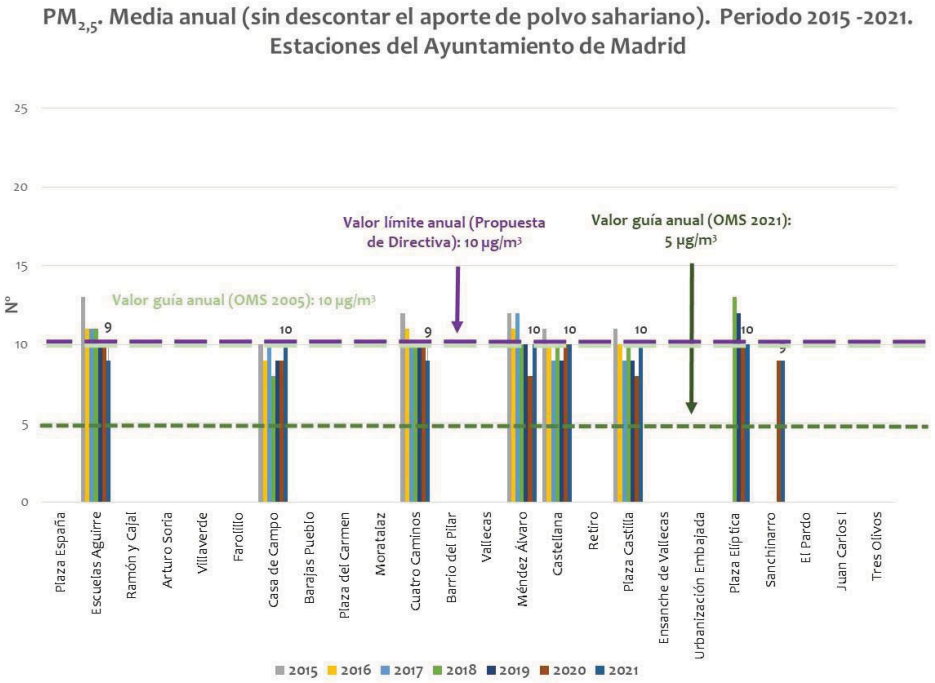


Figura 25. Evolución de la calidad del aire de PM2.5 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la Red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual. (Elaboración propia)

Como cabría esperar, las concentraciones de PM_{10} y $PM_{2,5}$ registradas en las estaciones clasificadas como "rurales" son las más bajas, ya que se encuentran en zonas con poca exposición a fuentes de contaminación. En el otro extremo, las estaciones clasificadas como "tráfico" son las que obtienen los valores más altos, ya que se encuentran en puntos donde la calidad del aire está directamente influenciada por las emisiones del transporte por carretera, principal fuente de emisión de partículas, junto al sector residencial, en la Comunidad de Madrid. En el caso de las estaciones clasificadas como "fondo urbano" e "Industrial" se observa mucha más variabilidad entre las diferentes estaciones.

2.3.3. Ozono (O_3)

El Real Decreto 102/2011 establece para el ozono un valor objetivo para la protección de la salud de 120 µg/m³ (máxima diaria de las medias móviles octohorarias) que no deberá superarse más de 25 días por cada año civil de promedio en un periodo de 3 años. Además, establece como valor objetivo para la protección de la vegetación un AOT40 de 18.000 µg/m³xh de promedio en un periodo de 5 años, calculado a partir de medias horarias entre mayo y julio. El valor AOT40, acrónimo de «Accumulated Ozone Exposure over a threshold of 40 Parts Per Billion», es la suma de la diferencia entre las concentraciones horarias superiores a los 80 µg/m³, equivalente a 40 nmol/mol o 40 partes por mil millones en volumen, y 80 µg/m³ a lo largo de un período dado utilizando únicamente los valores horarios medidos entre las 8:00 y las 20:00 horas, HEC, cada día, o la correspondiente para las regiones ultraperiféricas. El citado Real Decreto establecía como fecha límite de cumplimiento para ambos valores el 1 de enero de 2010.

BOCM-20240115-10

Las siguientes gráficas muestran la comparativa de los datos registrados en las estaciones con los valores regulados.

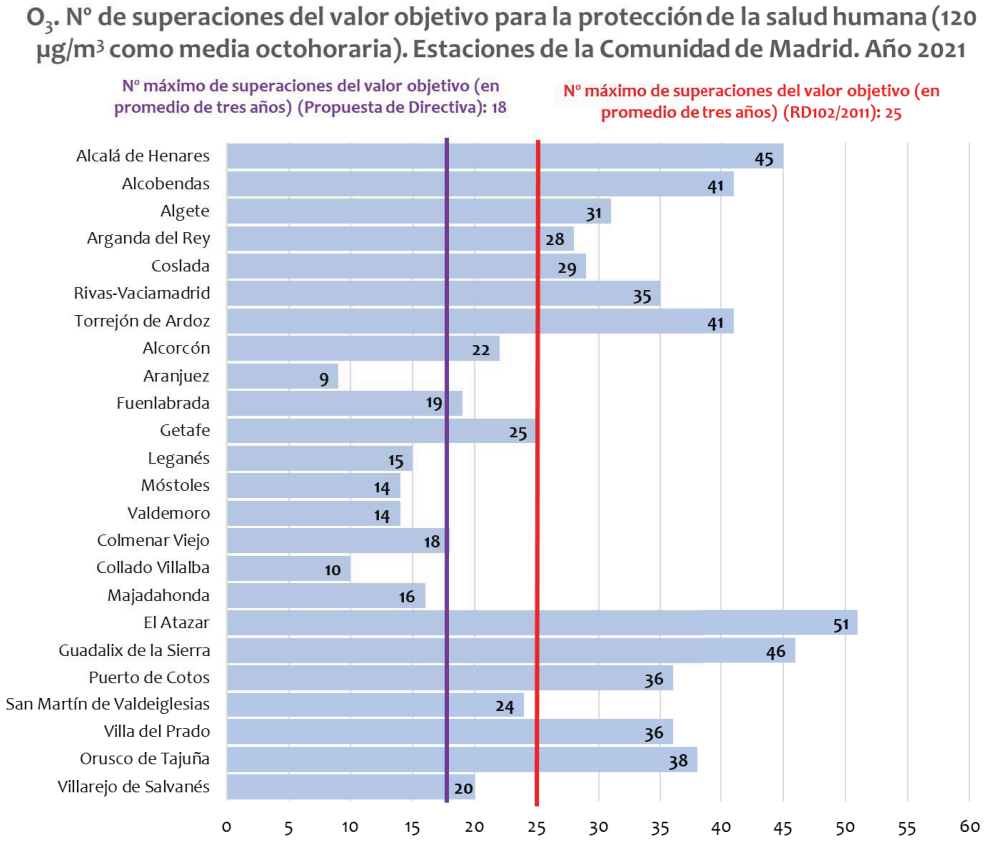


Figura 26. Número de superaciones en 2021 del valor objetivo de O3 para la protección de la salud en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid. (Elaboración propia)

BOCM-20240115-10

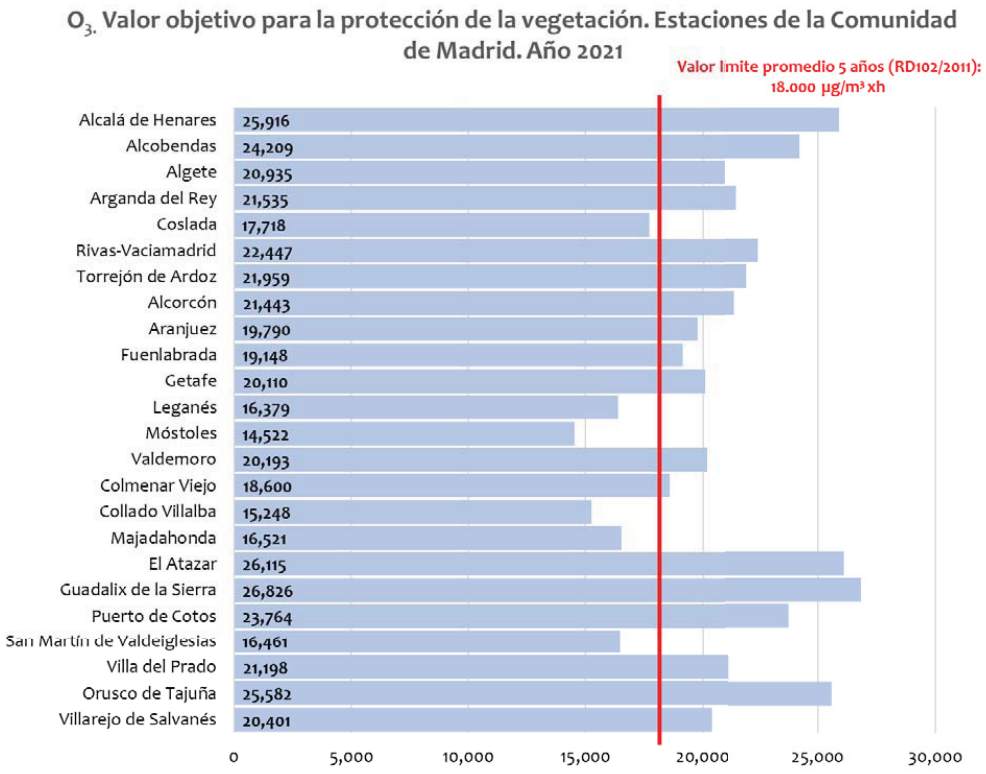


Figura 27. Valor objetivo de O3 para la protección de la vegetación (AOT40) en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid. Año 2021. (Elaboración propia)

BOCM-20240115-10

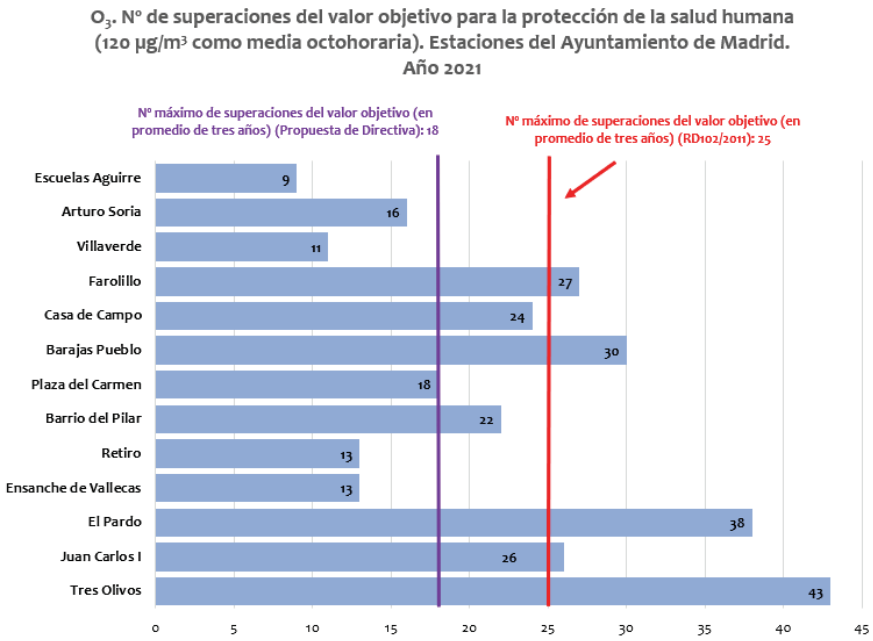


Figura 28. Número de superaciones del valor objetivo de O3 para la protección de la salud en las estaciones de la Red del Ayuntamiento de Madrid. (Elaboración propia)

Según se ilustra en ambas figuras, tanto el objetivo a largo plazo para la protección de la salud humana como los valores de la AOT40 para la protección de la vegetación registraron superaciones generalizadas en toda la Red. Se observa cómo el número de concentraciones máximas diarias de las medias móviles octohorarias por encima de 120 µg/m^3 es superior a 25 (objetivo a largo plazo para la protección de la salud humana) en prácticamente la mitad de las estaciones de la Red, alcanzándose los valores más elevados en las estaciones rurales (El Atazar 51 y Guadalix de la Sierra 46 superaciones). Considerando que el valor de referencia para este parámetro es de 18 ocasiones en la propuesta de Directiva, el número de superaciones sería sustancialmente mayor, y solo 6 de las 24 estaciones estarían cumpliendo con los valores objetivo propuestos a 2030.

En lo que respecta al objetivo para la protección de la vegetación (AOT40 de mayo a julio < 18000 µg/m^{3}xh), en 2021 se incumple en todas las estaciones excepto en Coslada, Leganés, Móstoles, Collado Villalba, Majadahonda y San Martín de Valdeiglesias. Las estaciones con mayores superaciones del valor de referencia de AOT40 (en el periodo Mayo-Julio) son el Atazar y Guadalix de la Sierra, con una excedencia del 60% y 47% respectivamente. Conforme a estos datos, todas las estaciones están sumamente alejadas del valor objetivo a largo plazo para la protección de la vegetación (AOT40 de mayo a julio < 6000 µg/m^{3}xh). Al contrario que el NO_2, los valores máximos se registran típicamente en verano.

En la Red de Calidad del Aire del Ayuntamiento de Madrid, 3 de las 13 estaciones que miden O_3 registraron en el año 2021 más de 25 superaciones del valor objetivo octohorario (120 µg/m^3).

BOCM-20240115-10

Respecto a la evolución de la concentración de este contaminante, tal y como se observa en la 9, durante el periodo 2015-2021 se han registrado de forma generalizada niveles por encima del valor objetivo para la protección de la salud en todas las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid. Ocurre lo mismo en todas las estaciones de la Red del municipio de Madrid, según se indica en los informes anuales de calidad del aire de la ciudad de Madrid de los años 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021 (Dirección General de Sostenibilidad y Control Ambiental, Ayuntamiento de Madrid, 2021).

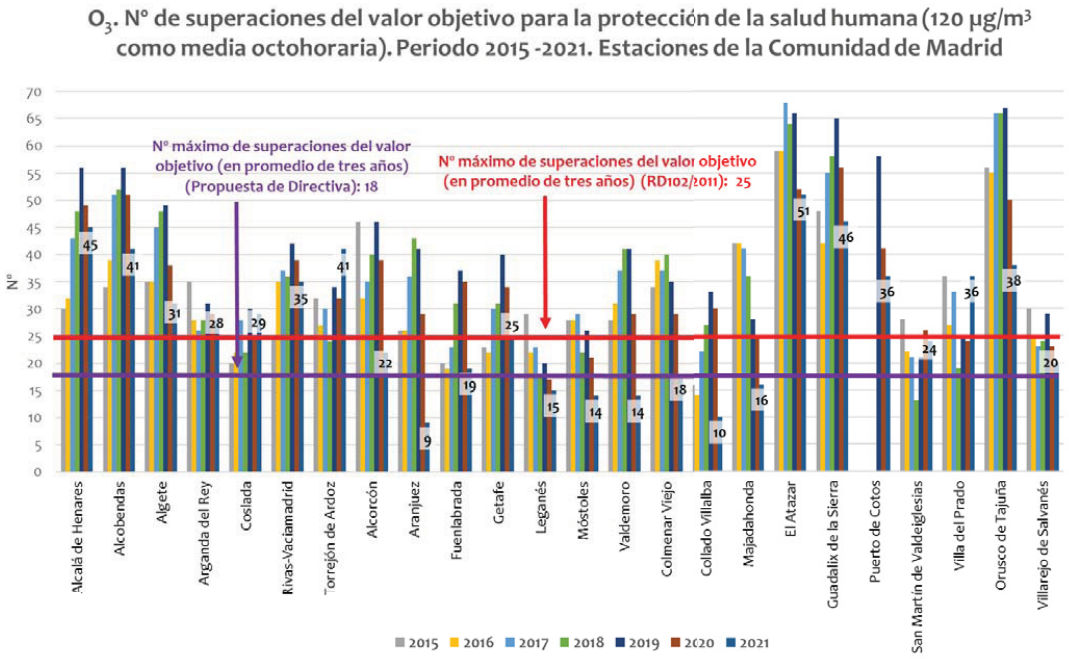


Figura 29. Número de superaciones en el periodo 2015-2021 del valor objetivo de O3 para la protección de la salud en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid. (Elaboración propia)

BOCM-20240115-10

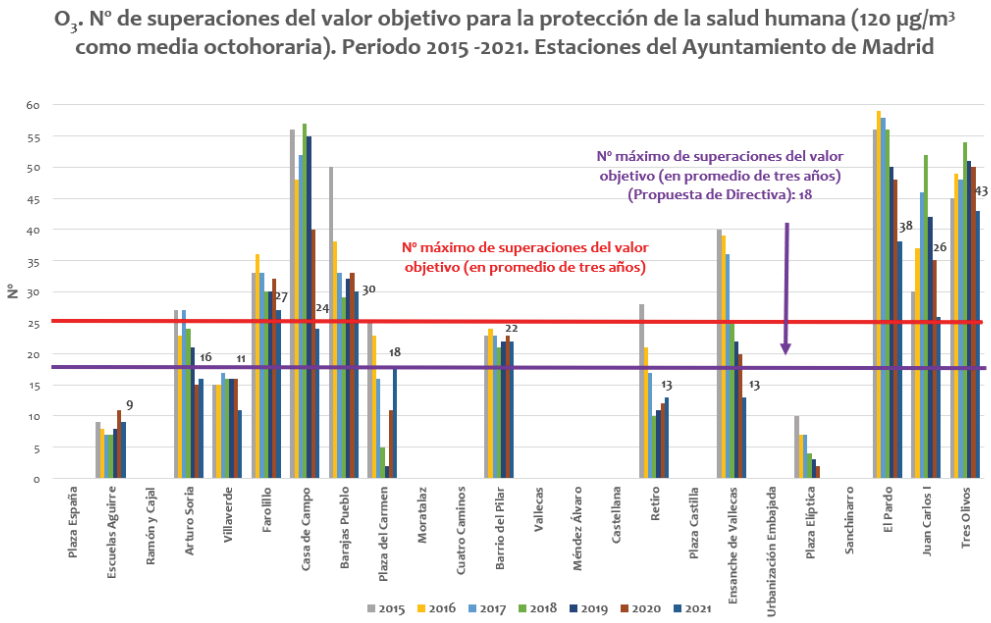


Figura 30. Nº de superaciones del valor objetivo para la protección de la salud humana, periodo 2015-2021 en la red de estaciones del Ayuntamiento de Madrid. (Elaboración propia)

BOCM-20240115-10

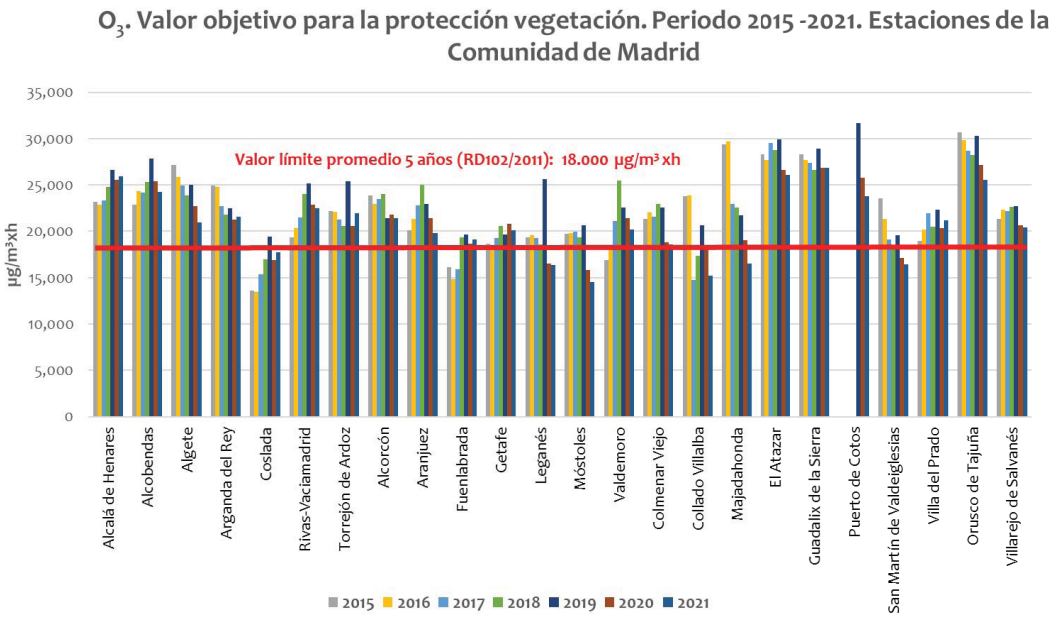


Figura 31. Evolución del valor objetivo de O3 para la protección de la vegetación en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015 – 2021. (Elaboración propia)

Como se observa en la 31, las superaciones del valor objetivo para la protección de la vegetación presentan un patrón similar, superándose los valores de forma generalizada.

Por otra parte, en el Real Decreto 102/2011 se establece un umbral de Información (180 µg/m^3) y un umbral de alerta (240 µg/m^3 durante 3 horas consecutivas) ambos en base a una concentración media horaria. El umbral de alerta no se ha superado nunca en la Comunidad de Madrid, pero el umbral de información sí ha sido superado en varias estaciones de la Red durante el periodo de estudio (Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura, 2022).

2.3.4. Otros contaminantes

Los valores registrados en las estaciones de las distintas zonas de calidad del aire para el resto de los contaminantes (dióxido de azufre, benceno, monóxido de carbono, metales pesados y benzo(a)pireno), han permanecido alejados de los valores establecidos por la legislación vigente.

A continuación, se resume la evolución de cada contaminante y se ofrece la evaluación del cumplimiento de límites:

- Con relación al **SO_2**, los niveles de concentración media anual para las diferentes zonas de calidad del aire muestran una tendencia de reducción, a pesar del ligero aumento registrado en 2017. Asimismo, en todo el periodo 2015-2021 en ninguna estación de la Red se han registrado superaciones de los valores límite horario (350 µg/m^3) y diario (125 µg/m^3) para la protección de la salud, ni del nivel crítico para la protección de los ecosistemas y la vegetación relativo al año civil e invierno (20 µg/m^3). De igual modo, el umbral de alerta (500 µg/m^3) no

BOCM-20240115-10

ha sido superado nunca en ningún municipio de la Comunidad de Madrid, incluido el de Madrid.

- Para el **resto de los contaminantes** regulados: benceno, monóxido de carbono, metales pesados (plomo (Pb), arsénico (As), cadmio (Cd) y níquel (Ni)) y benzo(a)pireno, los valores registrados en todas las estaciones de la Red han permanecido muy alejados de los valores límite y valores objetivo establecidos en la legislación vigente.

2.3.5. Conclusiones

Del análisis realizado en los apartados anteriores se puede concluir que durante el año 2021 los datos registrados por las estaciones de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad del Madrid y del Ayuntamiento de Madrid ponen de manifiesto que:

- Las partículas en suspensión (PM_{10} y $PM_{2,5}$), el dióxido de azufre (SO_2), el monóxido de carbono (CO), el benceno (C6H6,) el plomo (Pb), el arsénico (As), el cadmio (Cd), el níquel (Ni) y el benzo(a)pireno (B(a)P) presentan concentraciones alejadas de los valores límite establecidos por la normativa de aplicación en vigor actualmente en las estaciones de la Comunidad de Madrid.
- En cuanto al dióxido de nitrógeno (NO_2), únicamente se ha superado el valor límite anual en una de las estaciones de la Red del Ayuntamiento de Madrid (Plaza Elíptica), encontrándose el resto de estaciones en situación de cumplimiento, tanto en la Red de la Comunidad de Madrid como en la del Ayuntamiento.
- Respecto al ozono (O_3), en 12 de las 24 estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid se han registrado más de 25 superaciones del valor objetivo en 2021 (120 µg/m^3) y en 3 de las 13 estaciones que miden O_3 del Ayuntamiento de Madrid registraron más de 25 superaciones de dicho valor. El objetivo a largo plazo para el ozono, sin fecha definida de cumplimiento, ha sido superado en 2021 al menos en alguna ocasión en todas las estaciones de la Red. Asimismo, en el año 2021 se ha detectado un incremento en las superaciones del umbral de información a la población en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid, registrándose 19 horas aditivas por encima de 180 µg/m^{3}en (8 horas no aditivas) frente, por ejemplo, a la única superación registrada en 2020. Sin embargo, en las estaciones del Ayuntamiento de Madrid no se ha producido ninguna superación del umbral de información a la población.
- El análisis comparativo de los datos registrados en el año 2021 con respecto a años anteriores muestra, en términos generales, una mejor calidad del aire en la región. Cabe señalar que todavía en el año 2021 el comportamiento de los contaminantes atmosféricos continúa viéndose afectado por la actual pandemia Covid-19, registrando niveles de contaminación superiores a los detectados en 2020 pero no tan elevados como en años anteriores.

Del estudio relativo a la evolución de la calidad del aire durante el periodo 2015-2021 se desprenden los siguientes aspectos:

- Con respecto a los NO_2, ninguna de las estaciones de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid ha superado el valor límite horario (más de 18 horas por encima de 200 µg/m^3) en los últimos seis años (en 2015 se produjo superación en la estación de Getafe). El número de superaciones de este valor límite ha ido disminuyendo de forma progresiva en los últimos años, no registrándose ningún valor horario por encima de 200 µg/m^3 en los años

BOCM-20240115-10

2019 y 2021. Con respecto al valor límite anual, entre el 2016 y el 2018 varias estaciones de la Red (Coslada, Getafe y Leganés) registraron valores por encima de este valor límite, sin bien en los restantes años de la serie no se ha superado este valor límite en ninguna estación, manteniéndose los registros en valores más bajos respecto a años anteriores. En lo que respecta a las estaciones pertenecientes a la red del Ayuntamiento de Madrid, se registran superaciones del valor límite anual y el valor límite horario en varias estaciones a lo largo del periodo estudiado. No obstante, se observa una mejoría en los valores registrados en los últimos años, pasando de incumplir el valor límite anual en 13 estaciones en 2015 a solo una estación en 2021 (Plaza Elíptica)[107]. A su vez, para el valor límite horario, se pasa de registrar incumplimientos en 8 estaciones en 2015 a ninguna en 2021.

- Los valores de partículas (PM_{10} y $PM_{2,5}$) registrados en las estaciones de la Red se han mantenido en todo momento por debajo del valor límite anual durante todo el periodo 2015-2021. Tampoco se registran incumplimientos de los parámetros regulados para las partículas durante el periodo estudiado para las estaciones del Ayuntamiento de Madrid.
- En cuanto al ozono, se han registrado de forma generalizada niveles por encima del valor objetivo para la protección de la salud y para la protección de la vegetación en todas las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid. El umbral de alerta a la población (240 $\mu g/m^3$ de media horaria) no se ha superado nunca en la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid. En lo relativo al Ayuntamiento de Madrid, también se registran incumplimientos del valor objetivo para la protección de la salud a lo largo del periodo, si bien no en todas las estaciones, pasando de superarse en 12 estaciones en el año 2015 a únicamente en 3 en 2021. Asimismo, tampoco se ha superado nunca el umbral de alerta en ninguna de las estaciones del Ayuntamiento de Madrid.
- Para el resto de contaminantes analizados, las concentraciones se han mantenido similares respecto a años anteriores, con ligeras variaciones dependiendo del contaminante o de la zona estudiada, pero manteniéndose en cualquier caso inferiores a los valores límite u objetivos establecidos en la normativa de aplicación en la totalidad de la Comunidad de Madrid.

Si se comparan los datos registrados en las estaciones de ambas redes con los valores límite propuestos en la nueva Directiva a cumplir en 2030, se observan superaciones de dichos valores en 2021 en los principales contaminantes evaluados: NO_2, Partículas y ozono, lo que hace necesaria la adopción de nuevas medidas.

2.4. Diagnóstico de las emisiones de contaminantes atmosféricos

2.4.1. Inventario de emisiones

Desde el año 2003, la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior de la Comunidad de Madrid ha venido desarrollando inventarios anuales que analizan de manera individualizada las emisiones generadas durante un periodo determinado. Estos inventarios tienen por objetivo cuantificar las emisiones a la atmósfera que se generan en la región madrileña desde todos los focos emisores significativos, lo cual permite contar con la información que permita tomar las decisiones adecuadas para centrar los esfuerzos en reducir dichas emisiones y, de esta forma, contribuir a alcanzar una calidad de aire adecuada. Debido a la complejidad que supone la elaboración de los inventarios, estos tienen un desfase de 2 años, es por ello que, a fecha de realización del presente

[107] En el año 2022 no se ha registrado ninguna superación del valor límite anual.

BOCM-20240115-10

Plan, el último inventario publicado corresponde al de las emisiones que se produjeron en el año 2020, es decir, ofrece datos de toda la serie 1990-2020 ya que en cada edición del inventario se recalculan las emisiones de todo el periodo.

En concreto, los inventarios permiten analizar aspectos como la concentración de contaminantes primarios en la atmósfera, la oxidación de origen fotoquímico, los flujos transfronterizos y la contaminación a larga distancia de contaminantes, la acidificación, o la contribución al calentamiento general de la atmósfera, entre otros.

En el presente apartado se incluye un análisis de los inventarios realizados para la serie temporal 1990-2020, que proporciona la información necesaria para tener un conocimiento de las principales fuentes emisoras de contaminantes agrupadas por sectores, tales como industrias, actividades agropecuarias, tráfico, consumos energéticos, etc., así como la evolución de estas emisiones en el tiempo. Por tanto, constituye la base, junto con los datos proporcionados por la Red de Calidad del Aire analizados en el apartado anterior y el análisis de contribución de fuentes realizado en el marco del convenio con la UPM, que se analiza en el siguiente apartado, para la identificación de las áreas de actuación y el diseño y planteamiento de las medidas del presente plan.

La estructura por sectores de los inventarios se basa en la nomenclatura NFR (*Nomenclature For Reporting*), establecida por el Convenio LRTAP (Convenio de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE/ONU) de 1979 sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia). Esta nomenclatura establece 5 sectores: energía, IPPU (*Industrial Processes and Product Use* – Procesos Industriales y Uso de Productos), agricultura, residuos y emisiones naturales. Estos sectores, a su vez, se subdividen en categorías. Es preciso indicar que, a diferencia de ediciones anteriores (Plan Azul y Plan Azul+), en el presente Plan no se hace referencia a la nomenclatura SNAP (*Selected Nomenclature for Air Pollution*, SNAP-97) y se trabaja únicamente con nomenclatura NFR, por ser la nomenclatura oficial que emplea España para el reporte de contaminantes atmosféricos y con la que se establecieron los objetivos de reducción de emisiones en la Directiva de Techos.

Las categorías principales incluidas en la nomenclatura NFR incluyen las siguientes actividades:

- NFR1: Actividades energéticas (donde se incluyen, entre otras, las emisiones debidas al transporte y las emisiones del sector residencial, comercial e institucional.
- NFR2: Procesos industriales y uso de productos.
- NFR3: Actividades agrícolas.
- NFR5: Sector de los residuos.
- NFR6: Otros.

Cabe señalar que, de acuerdo con dicha Directiva y a los efectos del cumplimiento de los objetivos de reducción de emisiones de SO_2, NO_x, COVNM, NH_3 y $PM_{2,5}$ aplicables entre 2020 y 2029 y a partir de 2030, en la nomenclatura NFR no contabilizan las siguientes emisiones (además del tráfico marítimo que no afecta a la Comunidad de Madrid):

- Las emisiones de las aeronaves fuera del ciclo de aterrizaje y despegue.
- Las emisiones de óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles no metánicos de las actividades contempladas en las categorías 3B (gestión de estiércol) y 3D (suelos agrícolas).

En la página web de la Comunidad de Madrid (https://www.comunidad.madrid/servicios/urbanismo-medio-ambiente/calidad-aire) es posible acceder a los datos de los inventarios de emisiones, así como a los diferentes gráficos sobre la evolución de los contaminantes estudiados y el análisis de su

BOCM-20240115-10

contribución global a los impactos ambientales tales como la acidificación, la formación de ozono troposférico o el cambio climático.

A partir del Inventario del año 2020, correspondiente a la serie 1990-2018, la entonces Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura llevó a cabo un cambio significativo respecto a ediciones anteriores, al alinearlo metodológicamente con el Inventario Nacional de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero y de contaminantes atmosféricos. Este cambio afectó a las emisiones de toda la serie y supuso una modificación en las estimaciones realizadas respecto a los inventarios elaborados hasta esa fecha. Si bien dicho cambio produjo una discontinuidad respecto a la serie de datos obtenida en años anteriores, el inventario ganó en consistencia metodológica, dado que las estimaciones de las emisiones y proyecciones por el Sistema Español de Inventario (SEI) se realizan de acuerdo con las directrices y criterios validados por las instancias internacionales y europeas implicadas y son sometidas periódicamente a revisiones y control de calidad por dichos organismos. Se trata de una fuente esencial de información para el conocimiento del estado del medio ambiente, el diseño de políticas ambientales y la evaluación de su efectividad o el desarrollo de estudios e investigaciones, entre otras finalidades.

A partir del año 2020 el **Inventario de emisiones de la Comunidad de Madrid se ha alineado metodológicamente con el Inventario Nacional** de emisiones y absorciones de GEI y de contaminantes atmosféricos

2.4.2. Análisis sectorial de las emisiones

La Comunidad de Madrid con sólo 8.027,9 km^2 2 (el 1,6% de la superficie total nacional) comprende una población de derecho superior a los 6 millones de habitantes (el 14,2% del total en 2022) distribuida en 179 municipios. Esto la sitúa como la primera Comunidad Autónoma en términos de densidad en España (840,9 habitantes por km^2 frente a 94,11 en el total nacional) y en un lugar destacado en Europa (casi duplica la de zonas tan densas como Bélgica y Holanda), como corresponde a su papel de región capital.

En concreto en el municipio de Madrid (donde habitan 3.280.782 habitantes), se contabilizan 5.418,47 habitantes por km2, densidad de las más altas de Europa, pero que incluso es superada por la del municipio de Coslada (6900,33 habitantes por km2).

La geografía social madrileña se caracteriza por la existencia de marcadas diferencias que definen una clara especialización territorial y originan una situación enormemente diversa. Así, frente a un municipio que supera los tres millones de habitantes, nueve que superan los 100.000 y otros catorce que se sitúan entre 50.000 y 100.000 habitantes (es decir, 24 conglomerados urbanos en un territorio que, como se indica, apenas supera los 8.000 km2), existen 6 municipios con menos de 100 habitantes (el menor La Acebeda, con 62 habitantes a 1 de enero de 2022).

En medio de una especialización económica terciaria bastante generalizada en la capital y en las zonas del oeste, se encuentra una potente industria, especialmente en el sur y el Corredor del Henares, y aún pervive un alto porcentaje de municipios agrarios en el suroeste, norte y sureste de la región.

Por tanto, el modelo territorial actual de la Comunidad de Madrid engloba un área metropolitana extensa, lo que conlleva una dependencia del transporte elevada y un aumento progresivo de las infraestructuras viarias para dar cabida al incremento de medios de circulación.

BOCM-20240115-10

Además, dispone de un denso tejido empresarial, con más de medio millón de empresas, entre las que se encuentra gran parte de las principales compañías españolas y multinacionales extranjeras, así como gran cantidad de pequeñas y medianas empresas.

Según las actividades económicas predominantes, el sector servicios ocupa a la mayoría de las personas. En 2021, concretamente, son 2,17 millones las personas que trabajan en el sector terciario, lo que equivale al 85% del total de la población ocupada de la región, tal como se ha señalado en la introducción del presente plan.

El sector industrial, por su parte, emplea a un total de 295 mil personas (9,3% de la población ocupada total). El sector de la construcción hace lo propio con 181 mil personas (5,7% sobre el total) y, por último, el sector de la agricultura emplea a 6.400 personas (0,2% de la población ocupada total) (BACO - Banco de Datos de Coyuntura, 2021). Cabe destacar que el tejido industrial de la Comunidad de Madrid, según los últimos datos publicados por el Directorio Central de Empresas (DIRCE), se compone principalmente de industrias manufactureras, las cuales cuentan con una cifra de negocios en el año 2018 de más de 44 mil millones de euros (un 65,3% de la cifra total de negocios del sector industrial de la región).

La estructura territorial y económica de la Comunidad de Madrid tiene su reflejo en el consumo energético sectorial, como se puede observar en la Figura 32.

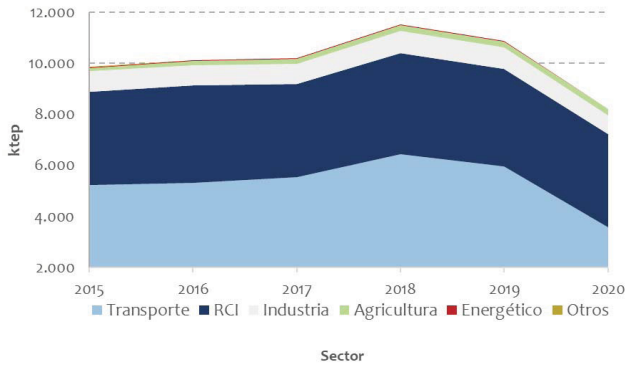


Figura 32. Evolución del consumo final de energía de la Comunidad de Madrid (kteps). (FENERCOM, 2022)

El sector transporte es el principal consumidor de energía en la región, con un 44% respecto del consumo total en el año 2020, seguido por el doméstico, con un porcentaje del 29% para ese mismo año. Estos dos sectores representan entorno al 73% de la demanda de energía total. El sector industrial representa un 9% del consumo total de energía y el sector servicios supone un 15%, mientras que la agricultura solo representaba el 3% en 2020.

Cabe destacar que 2020 fue un año particular debido a la influencia de la pandemia de Covid-19, que afectó especialmente al sector transporte debido a las restricciones de movilidad, lo que provocó que el consumo final de energía en la Comunidad de Madrid se viera reducido respecto a años anteriores.

BOCM-20240115-10

Respecto a los contaminantes atmosféricos, a continuación se muestra la contribución por sectores a las emisiones de NO_x, COVNM, SO_x, NH_3 y $PM_{2,5}$ en el año 2020 (3).

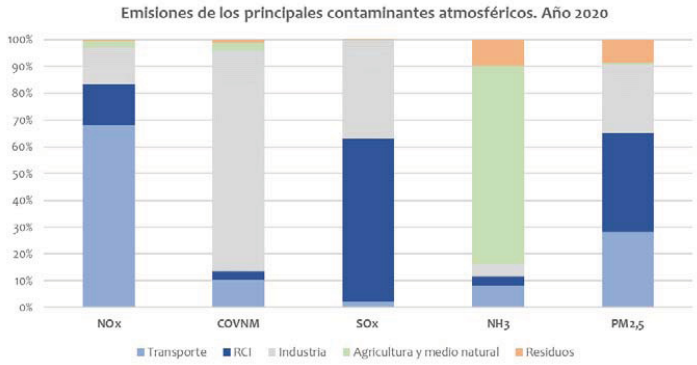


Figura 33. Contribución por sectores a las de las emisiones de los principales contaminantes atmosféricos en la Comunidad de Madrid en el año 2020. (Elaboración propia en base al inventario de emisiones de la Comunidad de Madrid)

Como se puede observar, las emisiones de óxido de nitrógeno (NO_x) se deben principalmente al transporte, con un 68% respecto del total en el año 2020. En el caso del material particulado ($PM_{2,5}$), las emisiones se reparten entre el transporte, el RCI (Residencial, Comercial e Institucional) y la industria, con unas aportaciones del 28, 37 y 25%, respectivamente. La industria y el RCI son los principales emisores de óxidos de azufre (SO_x), con una contribución del 98%. La industria es, a su vez, el sector que más contribuye a la emisión de compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM), con aproximadamente un 82% del total en el año 2020. La agricultura y el medio natural, por su parte, es el sector responsable principal en las emisiones de NH_3, con un 74% del total en el año 2020.

A partir de los datos de emisiones obtenidos de los inventarios anuales realizados, se ha elaborado la siguiente figura que muestra, además de la evolución de las emisiones de la Comunidad de Madrid, los porcentajes de reducción establecidos en la Directiva de techos, asignando a las emisiones de cada uno de estos compuestos en el año 2005 un valor de 100. Por tanto, es posible comparar las reducciones de emisiones necesarias a nivel estatal para lograr el cumplimiento de los techos nacionales de emisiones (líneas horizontales de puntos) y la evolución de las emisiones de la Comunidad de Madrid (líneas sólidas).

BOCM-20240115-10

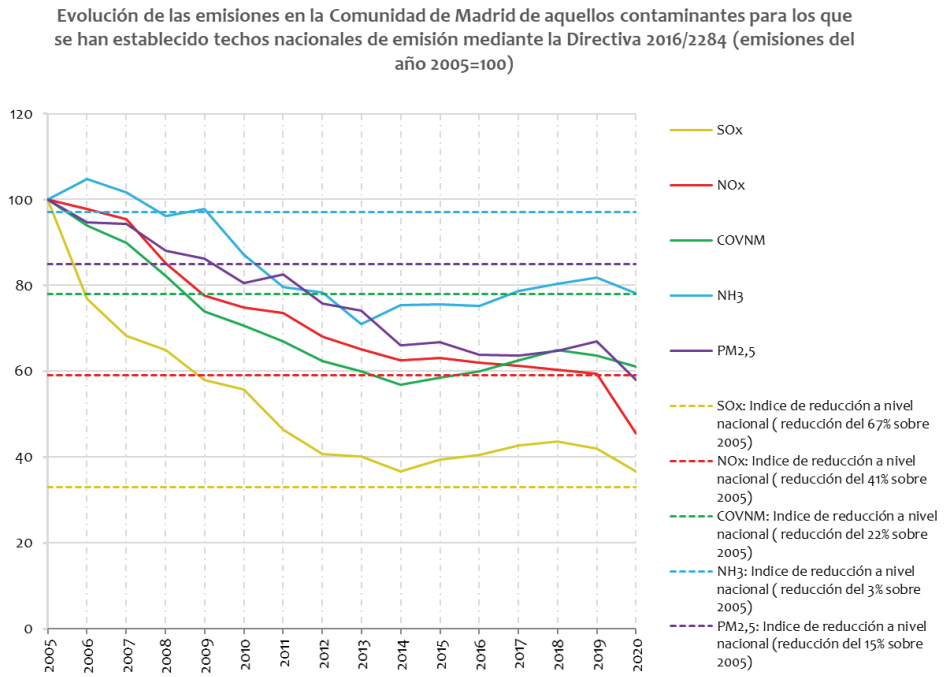


Figura 34. Evolución de las emisiones en la Comunidad de Madrid de aquellos contaminantes para los que existen techos nacionales de emisión. (Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura, 2022)

Como puede observarse, en 2020 tan solo las emisiones de SO_x en la Comunidad de Madrid no alcanzaban aún los objetivos establecidos a nivel estatal para ese año, mientras que las emisiones de NO_x, COVNM, NH_3 y $PM_{2,5}$ son ya inferiores a los objetivos fijados. Las emisiones de SO_x han sufrido una notable tendencia decreciente hasta 2014, debido a las medidas que se plantearon predominantemente en el sector industrial. En el año 2005 la Comunidad de Madrid ya partía de unos niveles de concentración de este contaminante muy bajos, por lo que resulta difícil disminuir más esos porcentajes. Además, como se ha visto en el apartado de calidad del aire, el SO_2 no es un contaminante problemático en la región ya que las concentraciones medidas en las estaciones de la Red son inferiores en todos los casos a los valores límite establecidos en la normativa de referencia.

En los siguientes gráficos se muestra la evolución de las emisiones y sus sectores de contribución para cada uno de los contaminantes anteriormente mencionados.

BOCM-20240115-10

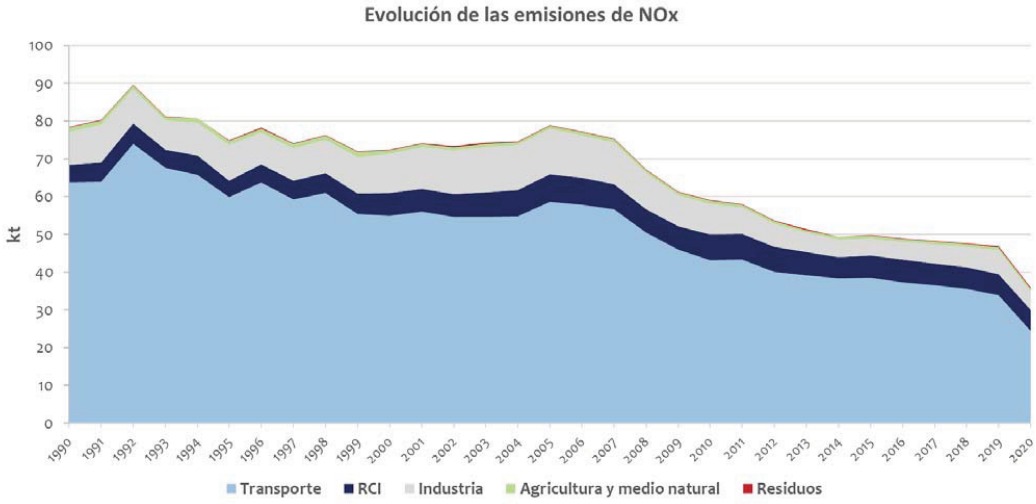


Figura 35. Evolución de las emisiones de NOx (expresados como NO2) en la Comunidad de Madrid en el periodo 1990-2020. (Elaboración propia en base al inventario de emisiones de la Comunidad de Madrid).

Tal como se observa en la figura anterior, el principal responsable a lo largo del periodo desde 1990 hasta 2020 de las emisiones de NO_x en la Comunidad de Madrid es el transporte, seguido del RCI y la industria. En cuanto a la evolución observada, se aprecia un descenso en las emisiones a partir de 2005. Así, mientras en 2005, año de referencia para los objetivos de reducción de emisiones, se emitieron 78,9 kt, en 2019 y 2020 fueron 46,8 y 35,9 kt, respectivamente.

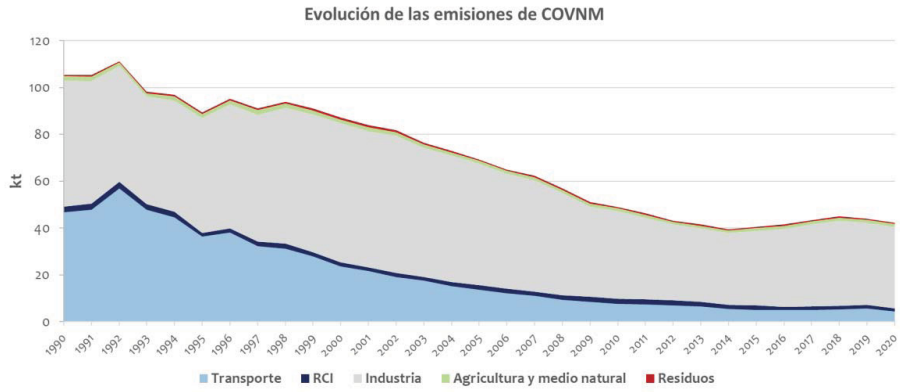


Figura 36. Evolución de las emisiones de COVNM en la Comunidad de Madrid en el periodo 1990-2020. (Elaboración propia en base al Inventario de emisiones de la Comunidad de Madrid)

En el caso de los COVNM, predominan las emisiones de la industria debido principalmente al uso de disolventes, suponiendo el 82% de las emisiones en 2020. Destaca la reducción desde 1990 en el sector transporte. Además, se observa una disminución de las emisiones a partir del año 2000, con un repunte a partir de 2015. No obstante, en 2005, año de referencia para los objetivos de reducción

BOCM-20240115-10

de emisiones, se emitieron 69,2 kt, mientras que las emisiones de los años 2019 y 2020 son de 44,0 y 42,2 kt respectivamente.

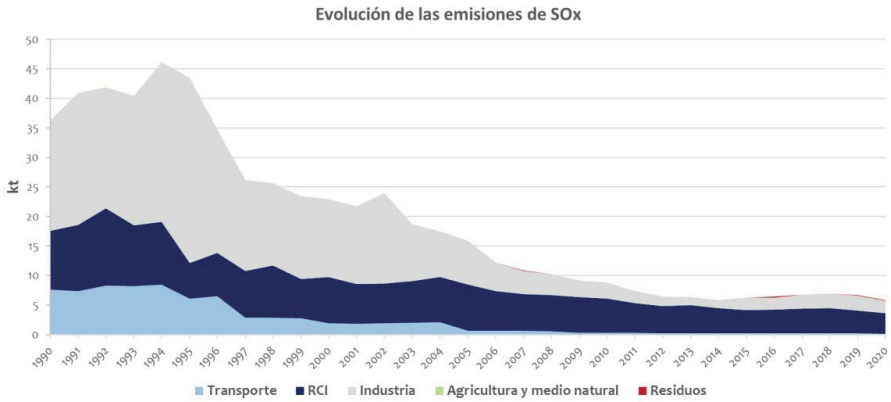


Figura 37. Evolución de las emisiones de SOx (expresado como SO2) en la Comunidad de Madrid en el periodo 1990-2020. (Elaboración propia en base al inventario de emisiones de la Comunidad de Madrid)

Las emisiones de SO_x han experimentado una reducción importante a lo largo del periodo. Así, en 1990 se emitieron 36,3 kt, mientras que en el año 2005 fueron de 15,9 kt, y en 2020 de 5,8 t. En lo relativo a los principales sectores responsables, destaca el sector industrial y el RCI, que constituyen la mayoría de las emisiones. No obstante, la industria muestra una importante reducción de sus emisiones de SO_x entre 1990 y 2005, debido a las anteriores políticas aplicadas de control de emisiones a este sector que promovió la sustitución del uso de fuel oil por otros combustibles menos contaminantes.

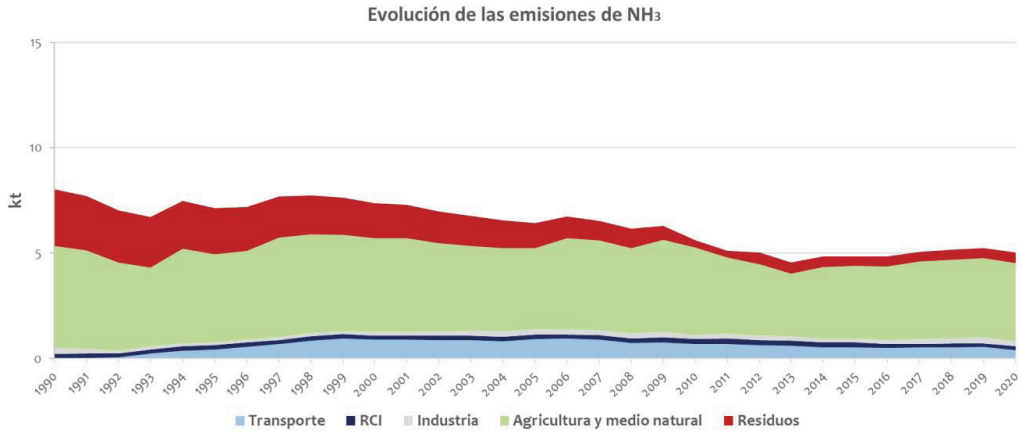


Figura 38. Evolución de las emisiones de NH3 en la Comunidad de Madrid en el periodo 1990-2020. (Elaboración propia en base al inventario de emisiones de la Comunidad de Madrid)

En lo relativo al NH_3, las emisiones se deben fundamentalmente a la agricultura, principal sector emisor. Si bien no se observa una reducción constante durante el periodo, el registro de emisiones

BOCM-20240115-10

del año 2020 es de 5,0 kt, frente a las 6,4 kt de 2005 y las 8,0 kt de 1990. El sector residuos presenta una disminución de 1990 a 2005, manteniéndose aproximadamente constante a partir de ese año.

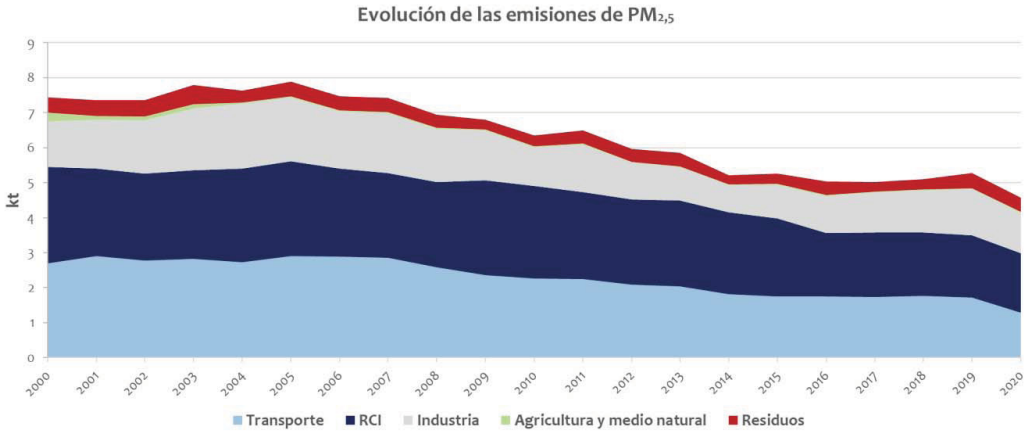


Figura 39. Evolución de las emisiones de PM2,5 en la Comunidad de Madrid en el periodo 1990-2020. (Elaboración propia en base al inventario de emisiones de la Comunidad de Madrid)

Por último, en cuanto a las partículas $PM_{2,5}$, como se observa en la 9, las emisiones se encuentran más repartidas entre el transporte, el sector RCI y la industria. También se observa una disminución más o menos constante a partir de 2005, registrando en 2020 4,5 kt frente a las 7,9 kt de 2005. Conviene mencionar que este contaminante comenzó a reportarse en el año 2000, por lo tanto, al no existir registros de emisiones anteriores a ese año, la figura muestra la evolución en el periodo 2000-2020 (y no desde 1990 como en el resto de contaminantes).

2.4.3. Análisis de contribución de las distintas fuentes de emisión mediante modelización

Como se ha comentado en el capítulo de introducción, en el marco del convenio establecido con la Comunidad de Madrid para la realización del proyecto de investigación **"Modelización de la calidad del aire en la Comunidad de Madrid"**, la UPM ha realizado un análisis de las fuentes emisoras con el objetivo de atribuir a los diferentes sectores (industria, transporte, residencial, etc.) su contribución a las concentraciones en el aire ambiente de los principales contaminantes de la región. Esta información es esencial para entender el margen de mejora asociado a cada uno de los sectores y orientar las medidas de reducción de emisiones de forma óptima. El informe resumen se incluye como Anexo 3 de la Estrategia.

El análisis se ha centrado en los contaminantes más problemáticos de la región, esto es el NO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$ y O_3, y se basa en la aplicación de un sistema de modelización de última generación que consta de tres componentes. El primero de ellos es el modelo WRF (*Weather Research and Forecasting*), que genera datos meteorológicos tridimensionales continuos durante todo el año base de estudio. Esta información es muy importante ya que el viento y otras variables meteorológicas influencian enormemente los niveles de contaminación. Asimismo, el modelo SMOKE (*Sparse Matrix Operator Kernel Emissions*) permite repartir las emisiones en el tiempo y el espacio a través de perfiles específicos para cada una de las fuentes presentes en el inventario de emisiones para simular con la mayor precisión posible los patrones reales de emisión. Por último, se ha utilizado el modelo de transporte-químico CMAQ, (*Community Multiscale Air Quality Modelling System*) que, con la

BOCM-20240115-10

información aportada por WRF y SMOKE, calcula la concentración de los contaminantes que se quieran estudiar en todas las zonas del dominio durante todo el año estudiado. Además, en este estudio se ha utilizado CMAQ-ISAM, una adición que permite trazar los contaminantes desde su lugar de emisión para explicar los niveles de concentración en el aire ambiente de forma consistente para todas las fuentes y sustancias, incluyendo contaminantes secundarios que no son emitidos directamente, sino que se forman a posteriori en la atmósfera por diversos procesos físico-químicos. Se trata de una metodología novedosa que permite solventar algunas de las limitaciones de otros métodos de atribución de fuentes y dar una imagen más completa y realista del origen de todos los contaminantes (figura 40).

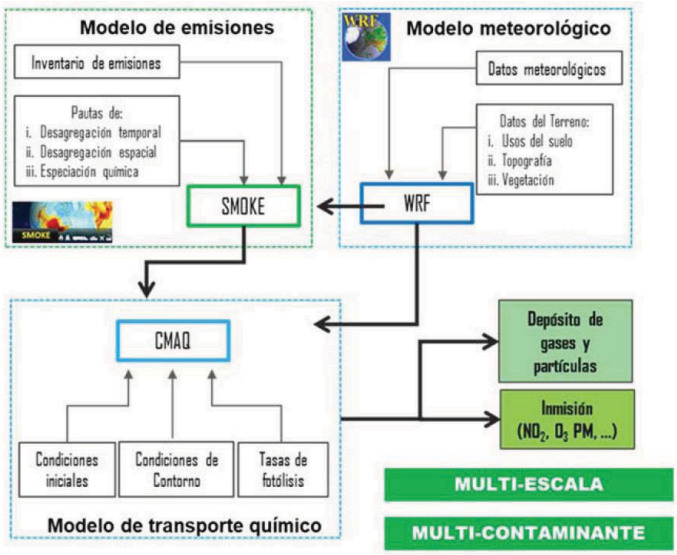


Figura 40. Diagrama del flujo de información entre los diferentes componentes del sistema de simulación. (Universidad Politécnica de Madrid, 2022)

Los principales resultados del estudio indican que:

- Con respecto al NO_2, los niveles más elevados de este contaminante se registran en la zona central y sur del municipio de Madrid y en la Zona 3 (Urbana sur) debido al algo porcentaje de tráfico rodado que soportan estas áreas. Sin embargo, se aprecia una diferencia más notable en cuanto al origen de las emisiones del tráfico rodado, en función de si evaluamos los valores medios anuales o los valores máximos horarios. Mientras que para la media anual la Comunidad de Madrid contribuye con un 74% y el municipio de Madrid con un 19%, en el caso de los valores horarios la contribución del municipio de Madrid crece hasta el 36%. Esto indica que el tráfico de la Comunidad de Madrid (excluyendo Madrid) tiene más influencia en los niveles medios de concentración, mientras que este municipio tiene más influencia en los picos de concentración. Las simulaciones muestran que en los valores horarios ganan influencia las emisiones del sector residencial, comercial e institucional, segundo sector emisor en importancia relativa. Además, las emisiones de este sector tienen mayor importancia en los picos de concentración, que suelen producirse en invierno, cuando se suman las emisiones del tráfico a las del sector residencial y suele haber condiciones meteorológicas favorables para episodios de alta contaminación.

BOCM-20240115-10

- Respecto a las PM_{10}, igual que para el NO_2, las zonas con los niveles más elevados son el municipio de Madrid y la Urbana Sur (Zonas 1 y 3 respectivamente). En este caso, la gran diferencia consiste en que los mayores contribuyentes a los niveles de concentración en el aire ambiente de PM_{10} son fuentes no antropogénicas. Puede notarse que, como media en la región, la suma del polvo mineral y el aerosol marino supera el 40%, lo que añadido a un 14% de contribución de fuentes externas (origen fuera del dominio de simulación, esto es, externo a la Comunidad de Madrid), reduce considerablemente el margen de actuación. En lo que respecta a las emisiones antropogénicas, de nuevo los sectores del tráfico y RCI son los más influyentes, con una contribución conjunta del 17%.
- La distribución geográfica de los niveles de concentración de $PM_{2,5}$ es muy parecida a la del PM_{10}, sin embargo, la contribución de fuentes es muy diferente, ya que las de origen natural suman solo un 10%. Esto se debe a la mayor importancia relativa de las fuentes antropogénicas asociadas a procesos de combustión para las partículas más finas. En este caso, la contribución a la media anual de los sectores tráfico y RCI se eleva hasta 40%.
- El ozono, por su parte, presenta patrones de contaminación muy distintos al del resto de contaminantes. En el caso de las máximas octohorarias, parámetro relevante para la salud humana, las concentraciones máximas no se dan en el sur del municipio, sino en el norte y en las zonas del Corredor del Henares (Zona 2), así como en el sur de la Sierra Norte (Zona 5). Esta distribución se justifica por su carácter de contaminante secundario. Por otro lado, los resultados del estudio vienen a confirmar los resultados de los realizados con carácter previo, que indican que los niveles medios de ozono están enormemente condicionados por los niveles de fondo cuyo mayor contribuyente, con un 59%, proviene de fuera del dominio de simulación.

2.4.4. Conclusiones

Del análisis de la información contenida en los inventarios de emisiones, que ha permitido identificar cuáles son los contaminantes que tienen mayor peso en la Comunidad de Madrid, y del estudio de contribución de fuentes realizado en el marco del convenio con la UPM, se han extraído las siguientes conclusiones que servirán de base para la adopción de medidas que mejoren la calidad del aire:

- En 2020 las emisiones de SO_x en la Comunidad de Madrid no alcanzan aún los objetivos establecidos a nivel estatal para el año 2020, mientras que las emisiones de NO_x, COVNM, NH_3 y $PM_{2,5}$ son ya inferiores a los objetivos nacionales fijados en la normativa.
- La mayor parte de las emisiones de NO_x proceden del sector transporte (68%), seguido del sector residencial, comercial e institucional, con una contribución del 15%. La tendencia de emisión de NO_x para todo el periodo desde 1990 es decreciente, observándose solamente un incremento significativo en el año 2005.
- Existe un amplio margen de mejora a través de la actuación sobre las fuentes localizadas en la Comunidad de Madrid para reducir los niveles de concentración de NO_2 y $PM_{2,5}$, al contrario de lo que sucede con el O_3, que mayoritariamente procede de fuera de la región.
- Los resultados del estudio de contribución de fuentes son consistentes con las conclusiones generales de estudios previos, que apuntan al tráfico rodado como fuente más relevante en las emisiones de NO_x y $PM_{2,5}$ y, por tanto, sector prioritario al que deben dirigirse las medidas del Plan de Calidad del Aire.
- Para poder alcanzar los valores límite recogidos en la propuesta de Directiva de calidad del aire que, presumiblemente, serán aplicables a partir de 2030, existe una necesidad imperativa de actuar sobre este sector, pese a la tendencia global y sostenida de reducción de sus emisiones a lo largo de los años.

BOCM-20240115-10

- En segundo lugar de importancia, se situaría el sector RCI, que también tiene un papel fundamental en los niveles de concentración de NO_2 y $PM_{2,5}$, sobre todo en invierno, debido principalmente a las calefacciones.
- En el caso de las partículas más gruesas (PM_{10}), las fuentes que puedan ser controladas por la administración son menores debido a que las aportaciones naturales (como el polvo sahariano) tienen una contribución muy significativa. Los sectores que más contribuyen a las emisiones de este contaminante vuelven a ser el tráfico y el sector RCI. Se puede mencionar además la contribución de la agricultura como tercer sector relevante en relación a la contaminación por material particulado.
- Los niveles medios de ozono en la Comunidad de Madrid están enormemente condicionados por lo que sucede fuera del ámbito de la propia Comunidad de Madrid. Esto supone una limitación importante en el planteamiento de medidas eficaces para reducir los niveles de este compuesto. Dicho planteamiento podría ser particularmente eficaz para reducir los niveles más altos de O_3, ya que existe una menor influencia de las fuentes externas a la región en comparación con la que existe cuando se evalúan los valores medios.
- Es necesario coordinar las políticas entre diversas administraciones, fundamentalmente con el Ayuntamiento de Madrid, ya que las emisiones de NO_x y material particulado producidas en este municipio tienen un efecto notable en toda la región. En un contexto más amplio, y en particular en lo que respecta al ozono, se precisa además la colaboración a nivel nacional e internacional para intentar alcanzar los niveles que marca la actual normativa en vigor, así como los valores límite que se recogen en el texto de la propuesta de nueva Directiva de calidad del aire, ya que, en algunos casos, sería inviable a través de actuaciones a nivel exclusivamente regional.

2.5. Evaluación de la ejecución del Plan Azul+

Como se ha indicado en la introducción, el Plan Azul+ tenía un horizonte temporal comprendido entre 2013 y 2020. Este documento de planificación se elaboró con el fin de establecer soluciones realistas y eficaces para abordar la mejora de calidad del aire de la Comunidad de Madrid.

La definición de los objetivos fijados en el Plan Azul+ se fundamentaba en los resultados del análisis de las emisiones y sus fuentes, llevados a cabo para su elaboración, así como en el diagnóstico de la calidad del aire y el cambio climático de la Comunidad de Madrid.

Así, esta estrategia contemplaba 58 medidas encaminadas a alcanzar un objetivo de reducción de 30.000 toneladas de sustancias emitidas a la atmósfera para el año 2020. Por su parte, el documento de Revisión del Plan Azul+, finalizado en abril de 2019, incorporó 40 medidas adicionales, 12 de ellas nuevas y 28 complementarias a las ya establecidas en el Plan Azul +. Dicho documento reforzaba principalmente las actuaciones en la reducción de las emisiones procedentes del transporte, además de contemplar medidas relacionadas con la adaptación al cambio climático, ampliando el periodo de ejecución de las medidas revisadas hasta 2025 o 2030 en algunos casos.

Las medidas del Plan Azul+ y de su documento de Revisión se han dirigido a los principales sectores contaminantes: transporte (32), residencial, comercial e institucional (14), industrial (10), agricultura y medio natural (10), así como una batería de medidas de carácter horizontal (32). Cabe señalar que el seguimiento de esta estrategia se ha llevado a cabo de manera continua, a fin de evaluar la eficacia de las medidas puestas en marcha a lo largo de su periodo de vigencia y, en su caso, la adopción de acciones encaminadas a corregir desviaciones o plantear mejoras. Hay que tener en cuenta que la gran mayoría de las medidas que recogía el Plan Azul + fueron concebidas como marcos de actuación en los que abordar actuaciones concretas. Por este motivo, muchas de ellas no llegan a

BOCM-20240115-10

ser consideradas como ejecutadas en su totalidad mientras se sigan implantando actuaciones que contribuyan al desarrollo de las mismas.

En el "Informe final del grado de ejecución del Plan Azul+ (2013-2020)" se analiza en detalle la situación de las medidas contempladas en dicho plan, así como el cumplimiento de los objetivos propuestos. Además, en la colección de informes sobre el estado del medio ambiente que anualmente publica la Comunidad de Madrid con la denominación de "Diagnóstico Ambiental" se ha ido analizando de manera periódica la situación de este documento de planificación, a través de una evaluación continuada de sus medidas y de los objetivos que se planteaban en el mismo.

De manera general, se puede concluir que, aunque la implementación del Plan Azul + ha tenido efectos positivos, no se han logrado cumplir todos los objetivos cuantificables planteados. Por tanto, es necesario reforzar los esfuerzos y las acciones a futuro, orientando las actuaciones hacia aquellos sectores que más contribuyen a las emisiones de los principales contaminantes en la Comunidad de Madrid.

BOCM-20240115-10

3. Objetivos del Plan de calidad del aire

Tal como se ha indicado, el análisis de los apartados anteriores permite concluir que es necesario incrementar los esfuerzos de la Comunidad de Madrid para seguir reduciendo las emisiones de los contaminantes atmosféricos, en particular considerando los ambiciosos objetivos de calidad del aire que actualmente han quedado reflejados en la propuesta de Directiva publicada en octubre de 2022.

El objetivo principal del presente Plan de Calidad del Aire deber dirigirse necesariamente a garantizar la **protección de la salud de los madrileños y de sus ecosistemas frente a los efectos de los contaminantes atmosféricos**, en línea con las últimas recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud y considerando, además, los objetivos climáticos de la región.

Este objetivo global se debe complementar con otros específicos y cuantificables, que permitan una evaluación continua de la eficacia del Plan y proporcionen información para determinar si las medidas propuestas están obteniendo los resultados esperados a fin de reorientar periódicamente las actuaciones. De esta forma, se dotará al plan de la necesaria flexibilidad, tanto en materia energética como climática, cuya evolución tiene una relación directa en términos de calidad del aire.

3.1. Estudio del nivel de ambición de la Estrategia de Energía, Clima y Calidad del Aire

En el marco del Convenio de investigación "Modelización de la Calidad del aire en la Comunidad de Madrid" mencionado en apartados anteriores, se ha realizado un estudio de reflexión inicial del nivel de ambición que debe tener la Estrategia de la Comunidad de Madrid, cuyo documento resumen se adjunta como Anexo 4 de la Estrategia, teniendo en cuenta la valoración del impacto en calidad del aire de medidas de reducción de emisiones simuladas en el pasado, en el contexto del Plan Azul+, y el análisis de contribución de fuentes realizado dentro de dicho Convenio.

El objetivo final de este estudio es el de ofrecer una estimación aproximada de la magnitud de las reducciones necesarias para dar cumplimiento a la legislación en materia de calidad del aire. Para ello, se ha analizado cómo contribuyen en la actualidad a los niveles de concentración en el aire ambiente de los contaminantes más relevantes en la Comunidad de Madrid (NO_2, y $PM_{2.5}$) diferentes sectores estratégicos (transporte por carretera y sector residencial, comercial e institucional). Adicionalmente, se han considerado otros objetivos más ambiciosos, como son los valores guía de la Organización Mundial de la Salud, para dar un contexto más amplio a esta valoración inicial del nivel de ambición.

Los resultados de este estudio, que utiliza 2018 como año base o periodo de referencia, tienen por finalidad ofrecer información que ayude a fijar los objetivos de reducción de emisiones de la Estrategia en la que se enmarca este Plan de Calidad del Aire. Las principales conclusiones del estudio se sintetizan a continuación:

- Para cumplir con el valor preceptivo para la media anual de NO_2 según el *RD 102/2011* (40 $\mu g/m^3$) será esencial actuar sobre el sector del tráfico ya que, incluso con una eliminación total de las emisiones de NO_x del resto de sectores, no se podría garantizar el cumplimiento de este valor en algunas estaciones de tráfico. Según el citado documento, se puede apuntar que una reducción de las emisiones del tráfico rodado aproximadamente a la mitad podría ser compatible con el cumplimiento de este valor en todas las estaciones de calidad del aire, tanto de la Comunidad de Madrid como del Ayuntamiento de Madrid.
- Las emisiones del tráfico son las que presentan, no sólo un mayor potencial, sino la mejor relación entre reducción de emisiones y mejora de calidad del aire. No obstante, se recomienda plantear reducciones en otros sectores, como el sector RCI o la combustión no

BOCM-20240115-10

industrial, ya que facilitaría la disminución de la concentración de NO_2, especialmente en los periodos más desfavorables, típicamente los meses de invierno.

- En lo que respecta a las partículas finas ($PM_{2,5}$), el tráfico y el sector RCI son también los principales contribuyentes, aunque, sobre este contaminante la influencia del sector residencial es ligeramente superior a la del tráfico. A diferencia del NO_2, cabe destacar que la media anual marcada por el *RD 102/2011* para la protección de la salud humana de $PM_{2,5}$ (20 µg/m^3) no se supera en ninguna estación de la Comunidad de Madrid o del Ayuntamiento de Madrid, por lo que el nivel de ambición no debe limitarse al cumplimento de la legislación.

3.2. Objetivos y sectores de la Estrategia de Energía, Clima y Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid.

La Estrategia de Energía, Clima y Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid, en la que se enmarca el presente Plan de Calidad del Aire, propone un conjunto de objetivos que, considerando el horizonte temporal establecido en la nueva Estrategia (2023 – 2030) están alineados con las políticas públicas promulgadas, tanto a nivel nacional como comunitario e, incluso, establezcan aspiraciones más restrictivas o ambiciosas que muestren a la Comunidad de Madrid como un territorio plenamente comprometido con la adaptación, la descarbonización, la lucha contra el cambio climático y la mejora de la calidad del aire

La Estrategia establece un marco energético, climático y de emisiones contaminantes deseable para el año 2030, con vistas a conseguir las ambiciones planteadas para 2050. Dicha Estrategia plantea abordar una serie de medidas en las diferentes áreas de actuación, agrupadas en los distintos sectores estratégicos con vistas a alcanzar un escenario de reducción de emisiones para el año 2030. Para ello, el citado documento de planificación propone **7 retos u objetivos estratégicos**, 3 de ellos ligados a la planificación energética (OE1, OE2 y OE3), 3 ligados a la planificación ambiental (OE4, OE5 y OE6) y 1 orientado al cambio social (OE7).

BOCM-20240115-10

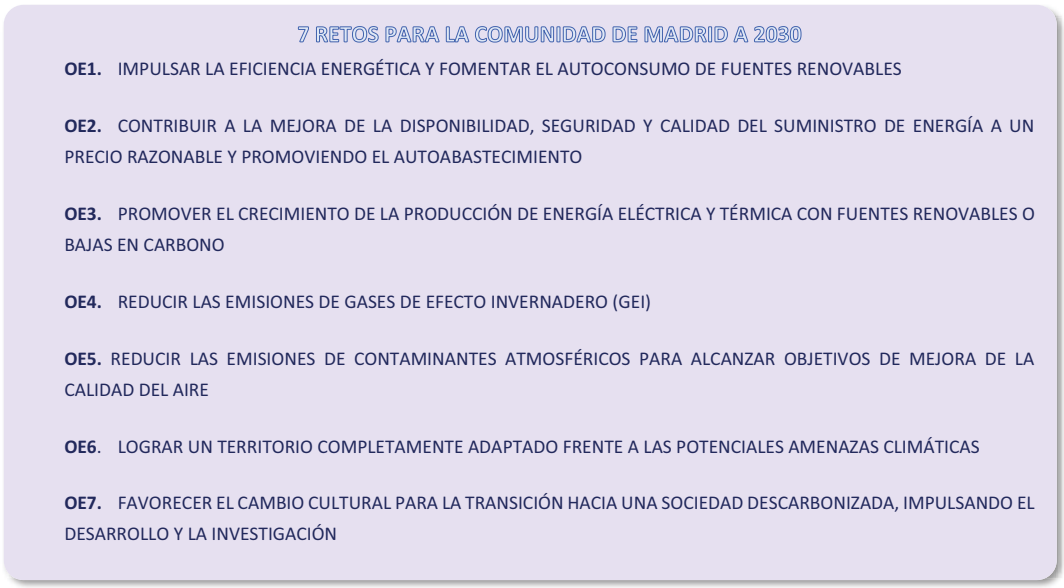


Figura 41. Objetivos Estratégicos. (Elaboración propia)

El **Plan de Calidad del Aire** está orientado, por tanto, a desarrollar el **objetivo estratégico 5** (OE5) del citado documento de planificación estratégica a nivel regional, cuyo propósito es alcanzar la reducción de emisiones contaminantes planteado en el mismo.

Además, la Estrategia identifica aquellas **áreas o sectores** en los que es necesario enfocar la atención, bien por su contribución a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y/o contaminantes atmosféricos, bien por la tendencia de las emisiones que generan, tal como se ha identificado en los estudios mencionados en los apartados anteriores, realizados en el marco del Convenio de colaboración con la UPM. Además, contempla un conjunto de acciones transversales orientadas a la financiación, investigación, educación, sensibilización y participación e innovación en la materia de energía, cambio climático y contaminación atmosférica.

Figura 42. Sectores estratégicos de la Estrategia de Energía, Clima y Aire de la CM. (Elaboración propia)

BOCM-20240115-10

Dentro de cada uno de estos sectores transversales la Estrategia ha diseñado una serie de áreas de actuación que desarrollarán medidas concretas orientadas a alcanzar el escenario de reducción de emisiones planteado, tal como se expone en los siguientes apartados.

3.3. Objetivos de reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera

La Comunidad de Madrid plantea unos **objetivos de reducción de emisiones para el año 2030,** en el marco del Objetivo Estratégico 5 (OE5), con el fin último de mejorar la calidad del aire de la región.

Cabe señalar que las interrelaciones entre calidad del aire y cambio climático hacen necesaria una aproximación conjunta a ambos problemas. No obstante, la diferencia en las escalas espacio-temporales relevantes, los procesos y sustancias de interés y los aspectos relacionados con la regulación y gobernanza de ambos ámbitos, dificultan en gran medida el planteamiento de unos objetivos de reducción consistentes. La necesidad imperiosa de reducir las emisiones de GEI y la existencia de compromisos a nivel internacional ha facilitado que las distintas administraciones definan objetivos a medio plazo, como es el caso del **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030** (PNIEC).

Por el contrario, identificar objetivos de reducción de emisiones basadas en la consecución de determinados niveles de calidad del aire es mucho más complejo, ya que los valores de concentración de contaminantes dependen de numerosos procesos físico-químicos, habitualmente no lineales, que además están condicionados, entre otros factores, por las emisiones a nivel nacional o internacional, según se ha reflejado en el "Análisis de contribución de fuentes emisoras" cuyo resumen se adjunta como Anexo 3 de la Estrategia.

De este modo, no es posible garantizar plenamente que un plan de reducción de emisiones a nivel regional cumpla una determinada normativa futura, como pueden ser los valores límite de la actual Directiva de Calidad del aire (2008/50/CE), los valores guía propuestos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) o los valores límite a 2030 contemplados en la propuesta de Directiva de calidad del aire, comentados a lo largo del presente documento.

La Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética define el PNIEC como la herramienta de planificación estratégica nacional que integra la política de energía y clima, y refleja la contribución de España a la consecución de los objetivos establecidos en el seno de la Unión Europea (UE) en materia de energía y clima, de conformidad con lo establecido en la normativa de la Unión Europea. Así, el PNIEC junto con la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo (ELP), configuran el marco básico de actuación nacional para alcanzar los objetivos de neutralidad climática fijados por la UE para antes de 2050.

La versión final del PNIEC fue adoptada por Acuerdo del Consejo de Ministros de 16 de marzo de 2021 y publicada en el Boletín Oficial del Estado mediante Resolución de 25 de marzo de 2021, conjunta de la Dirección General de Política Energética y Minas y de la Oficina Española de Cambio Climático. Con la aprobación de la Ley 7/2021, **los resultados contemplados en el PNIEC se convirtieron en objetivos mínimos nacionales para 2030**. Esta estrategia, en coherencia con lo establecido en la citada Ley 7/2021, plantea en la actualidad **reducir en el año 2030 las emisiones de gases de efecto invernadero del conjunto de España en, al menos, un 23 % respecto del año 1990**. Este objetivo de reducción implica eliminar una de cada tres toneladas de gases de efecto invernadero que se emiten actualmente. Se trata de un esfuerzo coherente con un incremento de la ambición a nivel europeo para 2030, así como con el Acuerdo de París. No obstante, el PNIEC se encuentra en la actualidad en proceso de actualización, a fin de adaptar su contenido al objetivo de neutralidad climática fijado por la Unión Europea en el Reglamento (UE) 2021/1119 "Legislación

BOCM-20240115-10

europea sobre el clima", que revisa al alza los objetivos de reducción de emisiones, fijando un objetivo intermedio de reducción de emisiones del 55% para 2030. Paralelamente y en consonancia con el objetivo anterior, el paquete "Objetivo 55" y el Plan REPower EU incluyen propuestas de revisión de un amplio rango de normativas, entre las que se incluyen las Directivas de Energías Renovables y de Eficiencia Energética, planteando objetivos más ambiciosos en sus ámbitos de aplicación.

Trasladando el objetivo de reducción de emisiones establecido en el PNIEC a la Comunidad de Madrid, este porcentaje implicaría reducir las emisiones directas de Gases de Efecto Invernadero actuales (tomando como año base 2018) en casi un 50%.

Debe considerarse que, tal como se ha analizado en el apartado 2 del presente Plan de Calidad del Aire, mientras que las emisiones de la Comunidad de Madrid para los principales compuestos relevantes para la calidad del aire se han reducido sustancialmente en la última década, las emisiones de CO2-equivalente actuales son superiores a las del año 1990, datos que sugieren que las reducciones que deben plantearse en este ámbito han de ser mucho más exigentes.

En consecuencia, el escenario de emisiones que se plantea en la Estrategia y, por ende, en el Plan de Calidad del Aire, se basa en una **reducción de GEI proporcional a los objetivos nacionales**, y también consistente con la **Hoja de Ruta para la neutralidad climática** planteada por el **Ayuntamiento de Madrid**, que marca el reto de reducir los gases de efecto invernadero un 65 % en 2030, todo ello en coherencia con la necesaria coordinación entre las Administraciones Publicas responsables, así como con otros planes municipales que se deriven del mismo.

Este reto va a implicar la puesta en marcha una serie de medidas de enorme calado, principalmente en los sectores del **tráfico y residencial, comercial e institucional (RCI),** con reducciones superiores al 60% (respecto al escenario base de 2018) en ambos casos. Con todo ello, tal como se indica en el Informe de nivel de ambición mencionado en el apartado 4.1 de este Plan, las reducciones aparejadas para otros contaminantes gracias a la implementación de estas medidas tendrían un efecto notable en la calidad del aire local.

3.4. Objetivos de mejora de la calidad del aire

Tal como se ha indicado a lo largo de este documento, el fin último del Plan de Calidad del Aire es minimizar los efectos negativos sobre la salud y los ecosistemas de la contaminación atmosférica, para lo que se orientarán todos los esfuerzos a alcanzar el cumplimiento de los objetivos y valores límite legalmente establecidos, no solo en la normativa que actualmente se encuentra en vigor, es decir, el Real Decreto 102/2011 de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, sino también en la que finalmente se defina una vez se apruebe la nueva Directiva actualmente en tramitación, en coherencia también con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud.

Para ello, la Estrategia de la Comunidad de Madrid y, por ende, este Plan de Calidad del Aire, plantea un escenario de reducción de emisiones de GEI a alcanzar en el año 2030, teniendo en cuenta que los niveles de concentración de contaminantes en la atmósfera dependen de complejas reacciones físico-químicas que normalmente no son lineales, asociadas a su vez a diferentes factores de difícil previsión.

Así, para evaluar el efecto previsible en términos de calidad del aire, se ha realizado una simulación, manteniendo constantes las condiciones de contorno, es decir, sin considerar el posible efecto de medidas y estrategias que se están implementando a nivel nacional o internacional, fuera del ámbito competencial de la Comunidad de Madrid, y que carecen del detalle suficiente para su integración en este ejercicio. Este estudio se denomina "Evaluación del efecto de las medidas de la Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid, 2023-2030". En el apartado correspondiente de la

BOCM-20240115-10

Estrategia se describen las hipótesis planteadas en cada sector en el escenario simulado, que han dado lugar a las reducciones de emisiones asociadas a cada contaminante.

Los resultados obtenidos en este ejercicio de modelización, que han sido incorporados a los documentos de la Estrategia COMO Anexo 5, permiten evaluar el grado de compatibilidad de las políticas climáticas en curso, con la revisión de los valores límite que se plantean en la propuesta de Directiva de Calidad del Aire actualmente en discusión. Esto ha generado información relevante para valorar la **proporcionalidad entre los objetivos climáticos y los de calidad del aire específicamente para la región de Madrid** y facilita la identificación de estrategias efectivas en ambos ámbitos con el objeto de asegurar la contribución de la Comunidad a la consecución de los objetivos globales asociados al cambio climático y de minimizar la exposición de sus ciudadanos a la contaminación atmosférica.

A continuación, se recogen los objetivos propuestos a 2030 relativos a la calidad del aire y las guías/normativas seguidas como referencia para su establecimiento.

Tabla 7. Valores objetivo-propuestos para la mejora de la calidad del aire. 2023-2030 Fuente: Elaboración propia

Contaminante	Periodo	Valor límite propuesto	Superaciones máximas permitidas	Normativa*
NO_2	Media horaria	200 µg/m^3	1 ocasión/año	Propuesta de Directiva (2022)
	Media diaria	50 µg/m3	18 ocasiones/año	Propuesta de Directiva (2022)
	Media anual	20 µg/m^3	-	Propuesta de Directiva (2022)
O_3	Protección de la salud Máxima diaria de medias octohorarias	120 µg/m^3	25 ocasiones/promedio 3 años	RD102/2011
	Protección de la vegetación Promedio horario en un periodo de 5 años	18.000 µg/m^3 x h	-	RD102/2011
PM_{10}	Media diaria	45 µg/m^3	18 ocasiones/año	Propuesta de Directiva (2022)
	Media anual	20 µg/m^3	-	Propuesta de Directiva (2022)
$PM_{2,5}$	Media diaria	25 µg/m^3	18 ocasiones/año	Propuesta de Directiva (2022)
	Media anual	10 µg/m^3	-	Propuesta de Directiva (2022)

BOCM-20240115-10

4. Sectores estratégicos y áreas de actuación del Plan de Calidad del Aire

Una vez realizado el diagnóstico y planteados los objetivos del Plan, procede definir una serie de áreas de actuación sobre las que dirigir los esfuerzos a fin de conseguir una reducción de las emisiones en todos los sectores que se han identificado como responsables de las mismas, con especial énfasis en el sector transporte y en el sector residencial, comercial e institucional.

Se ha preferido en el presente Plan, como en la Estrategia en su conjunto, establecer áreas de actuación dentro de los sectores estratégicos, previamente identificados en los estudios realizados durante la elaboración de ambos documentos de planificación, en vez de un catálogo de medidas cerradas y calendarizadas de antemano. En dichas áreas se irán definiendo medidas concretas a lo largo de todo su periodo de ejecución, a través de un proceso de análisis y seguimiento continuado de la evolución de los resultados evaluados mediante una serie de indicadores previamente fijados.

Tal como se ha señalado, el Plan de Calidad del Aire desarrolla el OE5 de la Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid (EECAM). Por lo tanto, las actuaciones aquí incluidas provienen de dicho documento de planificación. Cabe mencionar que, en el marco de los trabajos de simulación a realizar dentro de los trabajos del Convenio con la UPM, se ha cuantificado la reducción de emisiones en las distintas áreas de actuación hacia las que se dirige la Estrategia, bajo un escenario de emisiones de GEI compatible con los objetivos nacionales y consistente con la descarbonización planteada por el Ayuntamiento de Madrid en su hoja de ruta, con un escenario temporal 2030, tal y como se describe en los apartados correspondientes.

Los siguientes epígrafes recogen las áreas de actuación propuestas, agrupadas por el sector específico al que se dirigen. Además, en cada apartado se realiza un pequeño resumen de las medidas que ya están en marcha para, a continuación, incorporar las fichas de las actuaciones propuestas, con la información esquematizada en distintos apartados.

4.1. Sector 1. Transporte y movilidad.

Un transporte eficiente y no contaminante es esencial en una sociedad y economía desarrolladas. Esto es particularmente importante en una región como la Comunidad de Madrid, que ha visto incrementada su población en los últimos años, lo que implica un aumento en el número de desplazamientos habituales.

Según la información de la última encuesta de movilidad llevada a cabo por el Consorcio Regional de Transportes de Madrid (CRTM) en el 2018, cada habitante realizaba 2,44 viajes en un día laborable medio, con una distancia de 17,1 km, invirtiendo de media para ello una hora y diez minutos para viajar (CRTM, 2018). La citada encuesta señalaba diferencias sustanciales en el reparto modal entre la almendra central, la periferia urbana y las coronas metropolitana y regional, de manera que, aunque globalmente el 58% de los desplazamientos se realizan a pie o en transporte público, el modo peatonal es predominante en la almendra central mientras que el vehículo privado copa un 56 % de desplazamientos en las coronas. Se deduce, por ello, la necesidad de centrar los esfuerzos en favorecer progresivamente el número de desplazamientos en medios de transporte menos contaminantes teniendo en cuenta las distintas zonas de la región. Al respecto, opciones de transporte como la bicicleta y el transporte público son indispensables para desplazar al vehículo privado y acercarnos a conseguir los ambiciosos objetivos de mejora de calidad del aire y reducción de contaminantes propuestos, sin ralentizar el desarrollo económico de la región.

Conviene recordar en este punto que, según los resultados del estudio del nivel de ambición realizado en el marco del Convenio con la UPM, es preciso reducir las emisiones del tráfico rodado en más de

BOCM-20240115-10

un 50% para permitir que todas las estaciones de calidad del aire, tanto de la Comunidad de Madrid como del Ayuntamiento cumplan con el valor límite anual de NO_2 para la protección de la salud humana (concentración media anual de 40 según el RD102/2011). Esto implicaría una reducción de emisiones de NO_X del orden de 13.000 t/año. Se trata, por tanto, de un sector clave ya que ni aun disminuyendo el 100% las emisiones del sector residencial, comercial e institucional, se podría rebajar la concentración media anual por debajo de 40 µg/m^3 en todos los puntos de la Región. Las emisiones del tráfico son las que presentan no sólo un mayor potencial, sino la mejor relación entre reducción de emisiones y mejora de calidad del aire, según las conclusiones del citado estudio.

La Comunidad de Madrid cuenta con un sistema de transporte público integrado, de referencia mundial. Se trata de una de las redes más extensa de Europa, con casi 26.500 km y es también una de las más competitivas, por su sistema tarifario. El transporte público es el elemento vertebrador del territorio, llegando a todos y cada uno de los 179 municipios que componen esta región. Está formado por las redes ferroviarias de Metro, Renfe Cercanías y Metro Ligero, así como las redes de autobuses urbanos e interurbanos. Todo este sistema ha facilitado los 859,6 millones desplazamientos de viajeros que se produjeron en 2020, según datos del informe anual del Consorcio Regional de Transporte de Madrid, de los cuales el 77,7%, se realizan con el Abono Transporte (CRTM, 2020). Cabe mencionar que la pandemia supuso un descenso notable de la demanda en el Sistema de Transporte Público de la Comunidad de Madrid, representando una caída del 46,3% respecto al año anterior, en el que se llegó a 1.600,7 millones de viajeros. Aunque la red de transporte público de la Comunidad de Madrid se posiciona como protagonista en los esquemas de movilidad, siempre hay margen de mejora para convertir a la región en un ejemplo de movilidad sostenible, con sistemas inteligentes, interoperables, intermodales y seguros para que sea más cómoda y atractiva para el ciudadano e implique poco a poco un cambio de mentalidad que lleve al abandono del uso del vehículo privado en los desplazamientos.

El análisis de los vehículos inscritos en el Registro de la Jefatura Central de Tráfico de 2021 muestra que los turismos son el vehículo con mayor presencia en la Comunidad de Madrid, alcanzando una cifra de 3.989.542 unidades. A este número, le siguen 722.289 camiones y furgonetas, 414.843 motocicletas, 30.095 tractores industriales, 11.100 autobuses, 41.854 remolques y semirremolques y 43.664 vehículos catalogados como otros, que suman un total de 5.253.387 de vehículos de todos los tipos en la Comunidad de Madrid en 2021.

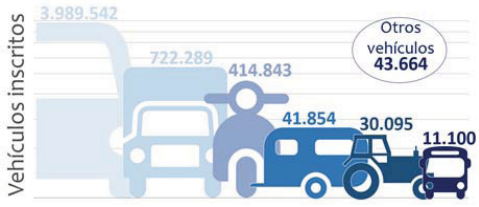


Figura 43. Reparto por clase de los vehículos inscritos en el Registro de la Jefatura Central de Tráfico 2021 (Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid, 2021)

Como ha quedado patente en los apartados anteriores, las emisiones de contaminantes atmosféricos producidas por parte del transporte son significativas, sobre todo en el caso del NO_2 que, de acuerdo con los datos de la edición del inventario de 2022, en 2020 constituyeron el 44% del total. Esto se debe principalmente a la dependencia del sector de los combustibles fósiles.

De acuerdo con el Balance energético de 2020, recientemente publicado, el consumo de los derivados del petróleo en el sector supone el 94% respecto del total de combustibles. Del mismo modo, el consumo de energía eléctrica en el sector se sitúa tan solo en un 4% (FENERCOM, 2022), ofreciendo un margen de mejora significativo

.

BOCM-20240115-10

En la figura 44 se muestra el desglose de consumos de combustibles por parte del sector en 2020.

Figura 44. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el sector transporte (ktep) (FENERCOM, 2022)

Pese a la alta dependencia del sector de los combustibles fósiles, el barómetro de electromovilidad realizado de manera anual por ANFAC muestra que la Comunidad de Madrid presenta el mejor indicador global de movilidad eléctrica en España a cierre de 2021 (5). Este indicador trimestral (con base 100) evalúa el cumplimiento de los objetivos para 2030, tanto de España y sus respectivas comunidades autónomas como del resto de Europa. Según los objetivos marcados para 2020 en el Barómetro, se pretendía alcanzar una cuota del 10% del vehículo electrificado; conseguir un 70% de penetración de vehículo puro respecto del vehículo electrificado; lograr obtener 3,3 puntos de recarga por cada 1.000 personas en edad motorizable y que el 30% de estas infraestructuras sean de carga rápida o superrápida. Una vez realizado el análisis de estos aspectos, se puntúa sobre 100 el nivel de cumplimiento de los objetivos (ANFAC, 2022).

A pesar de los buenos resultados de la Comunidad de Madrid en relación con el resto de las Comunidades Autónomas, España se encuentra muy lejos de países punteros como Noruega o los Países Bajos. Por tanto, es preciso seguir incidiendo en el fomento del empleo de vehículos eléctricos.

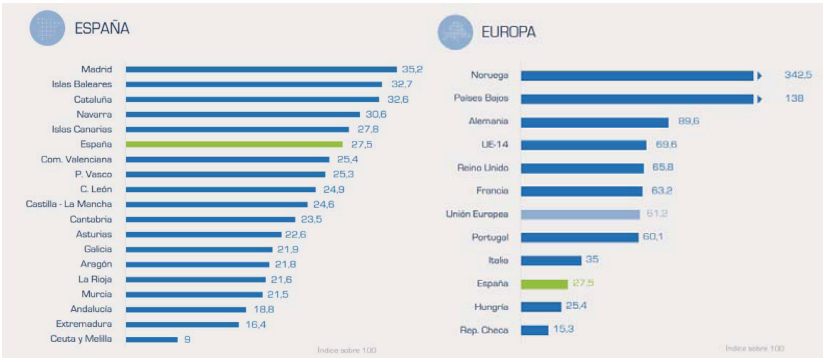


Figura 45. Indicador global de electromovilidad. Datos a cierre de 2021. España (izquierda) y Europa (derecha). (ANFAC, 2022)

Además, un análisis en mayor detalle permite identificar que, si bien Madrid es líder en penetración del vehículo electrificado, precisa de refuerzos en la infraestructura de recarga, ya que se encuentra por debajo de la media nacional (6).

BOCM-20240115-10

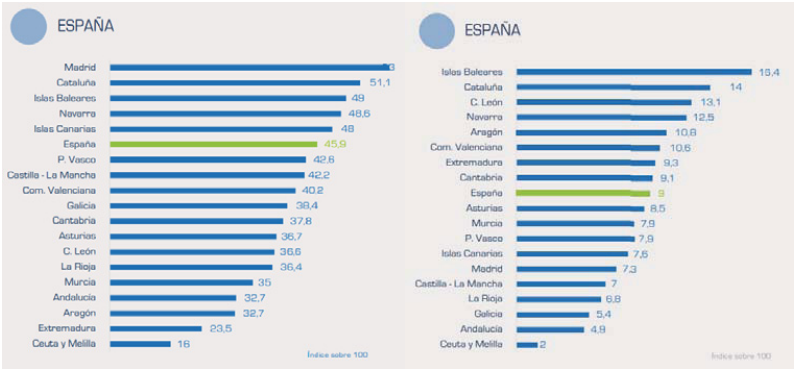


Figura 46. Indicador de penetración del vehículo electrificado en España (izquierda) e indicador de infraestructura de recarga en España (derecha). (ANFAC, 2022)

En conclusión, para la consecución de los objetivos propuestos en el plan, es fundamental desprenderse de manera paulatina del parque automovilístico contaminante (con motor de combustión interna, especialmente la flota diésel y los vehículos más antiguos) y fomentar un cambio modal en el que prime, por este orden:

1. La movilidad activa.
2. El uso de los medios de transporte públicos.
3. El vehículo compartido.
4. El vehículo cero emisiones o de bajas emisiones.

Es decir, es prioritario favorecer la transformación de una movilidad basada en el uso del vehículo privado hacia una basada en la movilidad activa y el uso del transporte público. Por lo tanto, el cambio modal es la principal fuerza motriz impulsora de la necesaria descarbonización del transporte. Adicionalmente, y en relación con la reducción del uso de combustibles fósiles, se establecen un gran reto: la implementación y consolidación de una infraestructura de recarga que fomente del uso del vehículo eléctrico.

A partir de 2023, todas las ciudades de más de 50.000 hab tendrán **ZBE** (Zona de Bajas Emisiones)

Esta necesaria tendencia se verá complementada con otra medida clave: la implantación de Zonas de Bajas Emisiones (ZBE) en las que se prevé la limitación del acceso a determinadas zonas urbanas, la circulación y el estacionamiento a los vehículos más contaminantes. La medida pretende reducir el uso del vehículo privado en los entornos urbanos a fin de facilitar desplazamientos cómodos, seguros y saludables en todas las ciudades de más de 50.000 habitantes. Se entiende por ZBE, "el ámbito delimitado por una Administración pública, en ejercicio de sus competencias, dentro de su territorio, de carácter continuo, y en el que se aplican restricciones de acceso, circulación y estacionamiento de vehículos para mejorar la calidad del aire y mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero, conforme a la clasificación de los vehículos por su nivel de emisiones de acuerdo con lo establecido en el Reglamento General de Vehículos vigente". Por tanto, se trata esencialmente de un cambio en la regulación, que puede o no ir acompañado de cambios físicos en el entorno urbano, para potenciar un cambio en el modelo de movilidad.

Con ella se pretende una transformación, en especial, de los ámbitos urbanos muy degradados por la congestión y contaminación que provoca el tráfico motorizado y garantizar la mejora de la calidad del aire y, por tanto, la mejora de la calidad de vida. El establecimiento de ZBE deriva de la Ley

BOCM-20240115-10

7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética que obliga a los municipios de más de 50.000 habitantes a adoptar Planes de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) que incluyan, entre otros aspectos, ZBE antes de 2023. Además, atendiendo al Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, también deben elaborar PMUS y ZBE los municipios de más de 20.000 habitantes cuando se superen los valores límite de los contaminantes regulados en la normativa.

Cabe señalar que con fecha 28 de diciembre de 2022 se ha publicado en el BOE el Real Decreto 1052/2022, de 27 de diciembre, por el que se regulan, las zonas de bajas emisiones al objeto de regular los requisitos mínimos que deberán satisfacer las ZBE que las entidades locales establezcan, conforme al artículo 14.3 de la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética.

Por lo tanto, el establecimiento de las ZBE, el uso de medios no motorizados y del vehículo compartido, el teletrabajo y el fomento y mejora del transporte público colectivo son medidas clave para posibilitarán el cumplimiento de los objetivos establecidos en el presente Plan y en la Estrategia de la Comunidad de Madrid.

Algunas de estas actuaciones ya están siendo implementadas en el marco del Plan de Descarbonización y cuidado del Medio Ambiente citado en apartados anteriores, que la entonces Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura puso en marcha en el último trimestre de 2021. Tal como se ha indicado, el Plan incluye cuatro objetivos estratégicos y 58 medidas o programas de actuación orientados a reducir las emisiones directas; incrementar la eficiencia energética y disminuir la dependencia; reforzar el liderazgo de la Comunidad de Madrid en la gestión del agua como fuente de energía limpia y renovable; y, por último, favorecer la investigación y la innovación en las nuevas tecnologías para ahondar en la descarbonización real de la región y consolidar una economía verde. Entre las medidas actualmente en ejecución se pueden citar las siguientes:

Ayudas para el fomento de la movilidad cero emisiones en la Comunidad de Madrid

La Comunidad de Madrid ha diseñado esta línea de subvenciones, destinada a favorecer los desplazamientos urbanos sin emisiones contaminantes, mediante el uso de medios de locomoción que rompen con la tradicional relación dicotómica entre el peatón y el vehículo a motor en las ciudades. Para ello, en octubre de 2020, se aprobaron las primeras normas reguladoras de esta línea de incentivos por el procedimiento de concesión directa. En un principio, las ayudas han estado destinadas a personas físicas, mayores de edad y residentes en municipios de la Comunidad de Madrid, con el fin de subvencionar la adquisición de patinetes eléctricos, bicicletas con sistema de asistencia al pedaleo y ciclomotores eléctricos, así como la obtención de bonos ambientales cero emisiones. En este sentido, la región de Madrid ha sido pionera con la implementación de un sistema de bonificación por el achatarramiento de vehículos sin etiqueta o con una antigüedad de más de diez años, por el que se facilita al usuario una cantidad económica, por valor de 1.250 euros, convertibles en kilómetros, minutos u otros costes. Dicho bono permite el uso de servicios de movilidad compartida con vehículos etiqueta cero emisiones en las empresas de carsharing y motosharing adheridas al convenio de colaboración firmado al efecto con la Comunidad de Madrid y la Asociación Empresarial para el Desarrollo e Impulso del Vehículo Eléctrico (AEDIVE) y 9 empresas de movilidad compartida.

En 2021 se modificaron las normas reguladoras, tomando como base la experiencia adquirida durante el primer ejercicio de concesión de las ayudas, a fin de simplificar tanto los requisitos exigidos a los vehículos subvencionables como la documentación a aportar por los posibles beneficiarios de las ayudas. De esta forma, se facilitó la presentación de las solicitudes y se agilizó la tramitación de

BOCM-20240115-10

los expedientes. Asimismo, se amplió el ámbito de aplicación de las subvenciones, dirigiendo las ayudas no solo a personas físicas, sino también a autónomos y a microempresas, al considerar que se trata de un sector crucial, tanto en cuanto a sus necesidades de desplazamientos en los entornos urbanos como a las cargas administrativas y laborales que soporta. Por último, se amplió también los vehículos objeto de subvención respecto a los contemplados en las normas aprobadas en 2020, incluyendo además las motocicletas entre los vehículos eléctricos que pueden ser adquiridos, a fin de favorecer otras formas de movilidad urbana e interurbana sostenibles.

Plan APARCA+T. Ampliación de la red de aparcamientos disuasorios

El Plan APARCA+T, promovido por la Consejería de Transportes, Movilidad e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid (Consorcio Regional de Transportes de Madrid), impulsa la creación de aparcamientos de intercambio modal asociados a las infraestructuras de transporte público. Además, prevé la dotación de plazas reservadas para vehículos ecológicos: eléctricos y de gas (GNV y GLP) en intercambiadores de transporte en la corona metropolitana de Madrid.

La elaboración de este plan estratégico de aparcamientos de intercambio modal responde a varios de los objetivos del Plan Estratégico de Movilidad Sostenible de la Comunidad de Madrid 2013–2025. Dicho plan se centra en la puesta en servicio de 100 instalaciones de aparcamiento de intercambio modal que agrupan más de 47.000 plazas. Se configura como un plan a largo plazo, dividido en tres fases, cada una con una duración de 4 años.

Fomento y mejora del transporte público

El sistema de transporte público desempeña un papel esencial en el desarrollo económico y social que experimenta la región. En este sentido, el CRTM se configura como autoridad del sistema de transporte público que vela por la consecución de un nivel de servicio homogéneo y equitativo para todos los ciudadanos de la región, adecuado a las características de los diferentes ámbitos espaciales e independiente de otros aspectos operativos. El CRTM se configura como uno de los agentes principales en la implementación de las medidas que, sobre el transporte público madrileño, se vienen contemplando en los diferentes instrumentos de planificación en materia de calidad del aire y cambio climático de la Comunidad de Madrid.

Con el objetivo de la mejora constante, las principales actuaciones se están dirigiendo a la ampliación de nuevas líneas de autobuses y metro y a la remodelación de las existentes, así como a la tecnificación de la información para mejorar la accesibilidad al servicio de transporte público. Dentro de las actuaciones realizadas, destaca la firma del convenio entre el Estado, el CRTM y el Ayuntamiento de Madrid para la adaptación del carril izquierdo de la autovía A-2 como carril BUS-VAO, en ambos sentidos. También se ha llevado a cabo la reforma y ampliación del intercambiador de Avenida de América. Además, se está trabajando en la sustitución y renovación de la flota de buses urbanos e interurbanos con vehículos de bajas o nulas emisiones.

La electrolinera más grande de España

La Comunidad de Madrid inauguró en enero de 2022 la mayor electrolinera de España, gracias al proyecto desarrollado por las empresas EYSA y Endesa X. Este espacio de recarga se encuentra situado en Ciudad de la Imagen, en el término municipal de Pozuelo de Alarcón, junto al segundo cinturón metropolitano M-40 y a las carreteras A5, M-502 y M-511. La capacidad de recarga de la electrolinera es de 46 vehículos de manera simultánea, contando con 20 plazas de aparcamiento con cargadores ultrarrápidos (150 kW) y 26 plazas con cargadores semirrápidos (hasta 22kW). El espacio está completamente automatizado y está disponible las 24 horas del día, todos los días del año. Además, cuenta con otras 160 plazas adicionales de aparcamiento. Los usuarios pueden acceder a la recarga de manera automática y realizar el pago desde su móvil, reservar y utilizar los puntos de

BOCM-20240115-10

recarga mediante una aplicación móvil desarrollada por EYSA. De esta manera se agilizan los pagos y se ahorra tiempo y dinero al conductor.

Delimitación de Zonas de Bajas Emisiones

Desde los ayuntamientos de los distintos municipios de la Comunidad de Madrid se han realizado diversas actuaciones para la implementación de ZBE entre las que destacan las realizadas en el municipio de Madrid, así como las que se están llevando a cabo por otros ayuntamientos a fin de dar cumplimiento a las obligaciones establecidas en la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética para todos aquellos municipios de más de 50.000 habitantes. Además, en la implementación de las ZBE se deberán tener en cuenta los requisitos mínimos recogidos en el recientemente aprobado Real Decreto 1052/2022, de 27 de diciembre, por el que se regulan las zonas de bajas emisiones.

"Madrid Zona de Bajas Emisiones (ZBE)" consiste en la ordenación de tráfico, que se establece de manera permanente en el ámbito geográfico definido por todas las vías públicas del municipio de Madrid, por la que se prohíbe el acceso y la circulación de todos los vehículos que figuran con clasificación ambiental "A" en el Registro de Vehículos de la Dirección General de Tráfico. La regulación de la ZBE se encuentra recogida en la Ordenanza de Movilidad Sostenible adoptada el 13 de septiembre de 2021, que declara toda la ciudad como Zona de Bajas Emisiones, compatibilizando la lucha contra la contaminación y el desarrollo de la actividad económica. Madrid 360 incluye dos Zonas de Bajas Emisiones de Especial Protección (ZBEDEP), Centro y Plaza Elíptica, donde los problemas de contaminación son más acusados. En ellas, los comerciantes cuentan con los mismos derechos de acceso y circulación que los residentes. Además de estas dos ZBEDEP, Madrid ZBE limita solo el acceso y circulación a los turismos con clasificación ambiental A (que carecen de distintivo ambiental), que representan, de media, el 14% de los vehículos que entran diariamente en la ciudad, excepto aquellos vehículos que a fecha 1 de enero de 2022 estén domiciliados en Madrid en el Registro de Vehículos de la Dirección General de Tráfico y figuren en el padrón del Impuesto sobre vehículos de Tracción Mecánica, que podrán pasar y circular por toda la ciudad hasta el 31 de diciembre de 2024, siempre que mantengan el cumplimiento simultáneo de ambos requisitos.

Además, la Junta de Gobierno de la Ciudad de Madrid, aprobó el 7 de julio de 2022 el texto definitivo del Plan de Movilidad Sostenible Madrid 360, un instrumento de planificación clave que vertebrará las políticas de movilidad de la capital hasta 2030. Dentro de las actividades previstas, los ejes estratégicos son:

- por un mejor y más transporte público;
- la mejora de las infraestructuras de transporte;
- la promoción de la movilidad activa, a pie y en bicicleta;
- la gestión de los aparcamientos en base a criterios de sostenibilidad;
- facilitar la integración modal a través de la micromovilidad y la intermodalidad;
- estimular el cambio del parque circulante hacia vehículos menos contaminantes;
- promover el cambio tecnológico y la optimización de la distribución urbana de mercancías;
- la aplicación de elementos tecnológicos y logísticos innovadores para optimizar los servicios de movilidad;
- avanzar hacia una movilidad segura;
- incentivar una movilidad responsable mediante la educación, la información y la gobernanza.

Otro municipio que ha implantado ZBE es Rivas Vaciamadrid, cuyas actuaciones se han centrado hasta ahora en los entornos escolares. Además, este municipio está actualmente trabajando en la

BOCM-20240115-10

ampliación de estas ZBE existentes en los colegios, extendiendo la ZBE a todas las vías urbanas, hasta el límite con el polígono industrial y reforzando las zonas de colegios con cámaras lectoras de matrículas e instalación de nuevos aparcamientos para bicicletas.

Para incentivar el establecimiento de las ZBE en la región, en diciembre de 2021, se publicó la Orden 1823/2021, de 10 de diciembre, de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura, por la que se aprobaron las bases reguladoras para la concesión de ayudas contempladas en el Plan de Impulso al Medio Ambiente (PIMA). Las ayudas se destinan a la implementación de actuaciones por parte de municipios y Entidades Locales de menos de 100.000 habitantes, que tengan por finalidad mejorar la calidad del aire, así como reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y apoyar la adaptación al cambio climático en el espacio urbano y periurbano, potenciando las sinergias entre las estrategias de adaptación y mitigación en la lucha frente al cambio climático. Entre los tipos de actuaciones subvencionables se encuentran las Zonas de Bajas Emisiones en municipios de más de 50.000 y de menos de 100.000 habitantes.

Incentivación de la adquisición de vehículos eléctricos y otras tecnologías de bajas emisiones en la Comunidad de Madrid.

Desde la Comunidad de Madrid se vienen llevando a cabo medidas para la promoción del uso de tecnologías y combustibles menos contaminantes a través del establecimiento de ayudas a la sustitución de vehículos autotaxi y vehículos comerciales, la firma de acuerdos con el sector automovilístico para la instalación de infraestructura de apoyo, la sustitución de la flota pública por vehículos de combustibles menos contaminantes, la renovación de la flota de autobuses urbanos e interurbanos.

Ejemplos de ayudas para la sustitución de vehículos contaminantes son el II Plan MUS (II Plan de Movilidad Urbana Sostenible) y el programa de incentivos a la movilidad eficiente y sostenible (Programa MOVES). Este programa, coordinado por el IDAE, ha sido gestionado por las comunidades y ciudades autónomas con el objeto de financiar “actuaciones de apoyo a la movilidad basada en criterios de eficiencia energética, sostenibilidad e impulso a energías alternativas, incluida la disposición de infraestructura de recarga de vehículos eléctricos”. En el ejercicio 2020, la Comunidad de Madrid ha gestionado el Programa MOVES II, para la adquisición de vehículos eléctricos, para la implantación de infraestructura de recarga de vehículos eléctricos, para la implantación de sistemas de préstamos de bicicletas eléctricas y para la implantación de medidas de movilidad sostenible al trabajo. Por otro lado, en el ejercicio 2021 la Comunidad de Madrid ha gestionado el Programa MOVES III, dotado con un presupuesto inicial de 52.974.173,05 €. De este importe, 37.081.000,00 euros, correspondientes al 70 por 100 de la dotación económica, han ido destinados al Programa de Incentivos 1-Programa de Apoyo a la adquisición de vehículos eléctricos, y 15.893.173,05 de euros, correspondientes al 30 por 100 restante, han ido destinados al Programa de Incentivos 2-Programa de Apoyo al despliegue de infraestructura de recarga.

Cabe destacar la labor de la Mesa Regional del Vehículo Eléctrico como foro que reúne a todos los agentes implicados en este sector y que se coordina a través de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior. El principal objetivo de este grupo de trabajo es poner en común conocimientos y experiencias para impulsar la progresiva implantación del vehículo eléctrico en la Comunidad de Madrid, venciendo las diferentes barreras que actualmente impiden dicha implantación.

4.1.1. Propuesta de áreas de actuación.

El presente Plan pretende dar continuidad a todas estas iniciativas puestas ya en marcha, e incorporar otras nuevas que ayuden a la consecución de los objetivos planteados. La Comunidad de

BOCM-20240115-10

Madrid deberá impulsar la llegada del vehículo eléctrico a todos los ayuntamientos de la región, promover la homogeneización regulatoria y fomentar canales que faciliten la gestión de ayudas, así como la puesta en marcha de infraestructuras de recarga. Otra iniciativa importante es el impulso de soluciones de movilidad compartida en el ámbito de la conurbación, más allá del área de influencia individual de cada municipio, dada la gran afluencia de movimientos no solo de los llamados commuters (viajeros que realizan trayectos diarios de un municipio a otro para ir/regresar a sus lugares de trabajo y residencial), sino también entre los anillos de la Región, que conectan unos municipios con otros más allá de la capital. Por su parte, los ayuntamientos deberán facilitar las gestiones administrativas que ayuden a desplegar infraestructuras de recarga de acceso público, así como también trabajar en desarrollos regulatorios que permitan a los ciudadanos que disponen de plazas de aparcamiento municipales poder instalar también puntos de recarga vinculada, así como promover el despliegue de este tipo de infraestructuras en vías públicas, a fin de dar respuesta a las necesidades de recarga de usuarios que no disponen de una plaza de recarga propia.

Asimismo, será clave el establecimiento de zonas de bajas emisiones (ZBE) en cada una de las ciudades de más de 50.000 habitantes de la Comunidad de Madrid, en el marco de las obligaciones establecidas en la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética. En su implantación se deberá tener en cuenta la pirámide de movilidad, dando prioridad al peatón, a la movilidad activa y al transporte público por delante del vehículo privado. En total, son 23 los municipios madrileños con más de 50.000 habitantes que deberán implementar obligatoriamente estas ZBE: Alcalá de Henares, Alcobendas, Alcorcón, Aranjuez, Arganda del Rey, Boadilla del Monte, Collado Villalba, Colmenar Viejo, Coslada, Fuenlabrada, Getafe, Leganés, Madrid, Majadahonda, Móstoles, Parla, Pinto, Pozuelo de Alarcón, Rivas Vaciamadrid, Las Rozas de Madrid, San Sebastián de los Reyes, Torrejón de Ardoz y Valdemoro. A todo ello servirá de impulso adicional la puesta en marcha de planes de incentivos locales para transformar flotas e impulsar la compra de vehículos eléctricos entre la ciudadanía.

Finalmente, es fundamental el compromiso que vayan adquiriendo los diferentes estamentos de la Administración Pública en la transformación de sus propias flotas, no solo como ejemplo para el resto de ciudadanos y empresas, sino también porque ayudará a acelerar la implementación de la movilidad eléctrica.

De acuerdo con lo anterior, se presentan a continuación las áreas de actuación que se proponen en el Plan, cuyas medidas serán definidas e implementadas a lo largo de todo su periodo de ejecución. Las fichas con el detalle de cada Área de actuación figuran en el Anexo 1 de la Estrategia de Energía, Clima y Aire 2023- 2030.

Tabla 8. Áreas de actuación del Plan de Calidad del Aire 2021-2030 correspondientes al sector transporte y la movilidad. (Elaboración propia)

ÁREAS DE ACTUACIÓN	
1	USO EFICIENTE DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE Y PROMOCIÓN DEL TRANSPORTE PÚBLICO
2	APOYO AL CAMBIO MODAL
3	IMPULSO A LA MOVILIDAD ELÉCTRICA Y BAJA EN EMISIONES

BOCM-20240115-10

4 IMPULSO A LA TRANSFORMACIÓN DE LAS FLOTAS DE TRANSPORTE DE VIAJEROS Y MERCANCÍAS MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍAS Y COMBUSTIBLES MENOS CONTAMINANTES

5 RENOVACIÓN DE LA FLOTA INSTITUCIONAL Y DE LA FLOTA DE AUTOBUSES URBANOS E INTERURBANOS

6 IMPULSO A LA MOVILIDAD BASADA EN EL HIDRÓGENO 100 % RENOVABLE

7 IMPLEMENTACIÓN DE ZONAS DE BAJAS EMISIONES EN LOS MUNICIPIOS DE LA COMUNIDAD DE MADRID

8 ACTUACIONES SOBRE INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE DE LA COMUNIDAD DE MADRID

4.2. Sector 2. Residencial, Comercial e Institucional

El sector Residencial, Comercial e Institucional (RCI) se identifica como un área clave en la mejora de la calidad del aire, particularmente en los núcleos urbanos densamente poblados, después del sector transporte. Se trata de un sector relevante hacia el que dirigir las actuaciones para reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos y contribuir así a mejorar la calidad del aire en cuanto a material particulado, SO_2 y NO_2.

La siguiente figura muestra el consumo de energía final en el sector residencial y servicios de acuerdo con el balance energético del año 2020, donde se observa la elevada dependencia de dicho sector del gas natural seguido de la energía eléctrica. En el sector servicios, la dependencia de la energía eléctrica es más pronunciada, alcanzando el 73% de participación en el consumo energético. Por lo tanto, la distribución del consumo energético en el sector presenta oportunidades para fomentar el autoconsumo renovable y contribuir a su descarbonización.

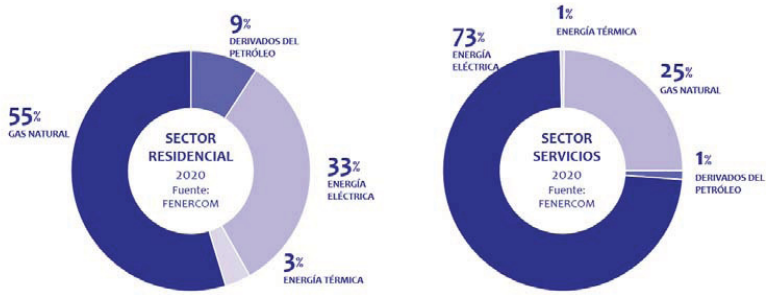


Figura 47. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el sector residencial y sector servicios (FENERCOM, 2022)

El sector residencial comparte junto con el de servicios (también llamado “comercial”) la necesidad de llevar a cabo mejoras en cuanto a eficiencia y autoconsumo energético. En este sentido, se presentan dos retos a la hora de proceder a su descarbonización y transformar el modo en que consumen energía. Uno de ellos es el alto coste de la rehabilitación de los edificios y la dificultad de alcanzar acuerdos entre los vecinos residentes en los mismos, y, el otro, es el elevado coste de las instalaciones de autoconsumo. Por tanto, el presente Plan, y también la Estrategia, dirige sus esfuerzos a poner en marcha líneas de actuación que promuevan la descarbonización del sector

BOCM-20240115-10

RCI, como son las ayudas para la rehabilitación del parque inmobiliario, así como las instalaciones de autoconsumo.

En este sentido, la Comunidad de Madrid se alinea con lo dispuesto en la Directiva 2018/844 sobre eficiencia energética en edificios (que modificó la Directiva 2010/31/UE sobre eficiencia energética en edificios y la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética), cuyo objetivo principal es acelerar la renovación de los parques nacionales de edificios residenciales y no residenciales, tanto públicos como privados, transformándolos en parques inmobiliarios con alta eficiencia energética y descarbonizados antes de 2050, facilitando así la transformación económicamente rentable de los edificios existentes en edificios de consumo de energía casi nulo. Los países de la UE deben establecer requisitos mínimos óptimos de eficiencia energética que serán revisados cada cinco años. Esta Directiva 2018/844 se ha traspuesto a nuestro ordenamiento jurídico a través de la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de Cambio Climático y Transición Energética, que en su artículo 15 dispone que antes del 1 de enero de 2023, todos los edificios de uso distinto al residencial privado que cuenten con una zona de uso aparcamiento con más de veinte plazas, ya sea en el interior o en un espacio exterior adscrito, deberán cumplir la exigencia relativa a las dotaciones mínimas para la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos establecida en el Código Técnico de la Edificación. Asimismo, la trasposición se ha llevado a cabo mediante el Real Decreto 390/2021, de 1 de junio, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación energética de los edificios, cuyo objeto es el establecimiento de las condiciones técnicas y administrativas que deben regir la realización de las certificaciones de eficiencia energética de los edificios y la metodología de cálculo de su calificación de eficiencia energética, con la finalidad de promocionar la eficiencia energética en los edificios y que la energía que estos utilicen proceda mayoritariamente de fuentes renovables.

La Comunidad de Madrid dispone de un parque residencial de más de tres millones de viviendas, de las que 1,7 millones son susceptibles de reformas debido a su antigüedad y a la necesidad de adaptarse a las normativas vigentes, tanto en lo que compete a accesibilidad y seguridad como a eficiencia energética y sostenibilidad. En este sentido, se vienen realizando esfuerzos importantes a fin de reducir las emisiones de este sector, sustituyendo y modernizando los aislamientos e instalaciones. Entre las actuaciones llevadas a cabo, se pueden destacar las siguientes.

Programas de ayudas para la rehabilitación de edificios, instalaciones y elementos constructivos

La Comunidad de Madrid ha puesto en marcha distintas líneas de subvención para la mejora de la eficiencia energética en los edificios, como el programa PAREER-CRECE (Programa de Ayudas para la Rehabilitación Energética de Edificios Existentes) que contemplaba ayudas para la mejora de la eficiencia energética de la envolvente térmica (tipo 1), de las instalaciones térmicas y la iluminación (tipo 2), sustitución de energías convencionales por biomasa (tipo 3) o geotérmica en las instalaciones térmicas (tipo 4), y el programa PAREER II, que le daba continuidad. Por otro lado, la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid aprobó el Programa PREE 5000 dirigido a incentivar actuaciones de rehabilitación energética en edificios existentes en municipios de reto demográfico. Estos fondos, procedentes del Mecanismo de Recuperación y Resiliencia de la Unión Europea, tienen como objetivo impulsar la sostenibilidad en el parque de edificios existente mediante actuaciones de mejora de la envolvente térmica, la sustitución de sistemas de energía convencional por renovables y la instalación de sistemas de iluminación eficiente, en inmuebles situados en poblaciones de hasta 5.000 habitantes y los municipios no urbanos de hasta 20.000 habitantes en los que todas sus entidades singulares de población sean de hasta 5.000 habitantes. Asimismo, se han puesto en marcha los planes Renove de Calderas o los programas para la renovación de

BOCM-20240115-10

elementos constructivos y de la edificación (renovación de ventanas, instalaciones eléctricas comunes, ascensores, etc.)

En mayo de 2022, se publicó la convocatoria de determinados programas de subvenciones en materia de rehabilitación residencial y vivienda social del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, regulados en el Real Decreto 853/2021, de 5 de octubre, financiado por la Unión Europea-Next Generation EU. El objetivo es subvencionar obras o actuaciones en los edificios de uso predominante residencial, tanto en ámbito urbano como rural, en las que se obtenga una mejora acreditada de la eficiencia energética, con especial atención a la envolvente edificatoria en edificios de tipología residencial colectiva, incluyendo sus viviendas, y en las viviendas unifamiliares (programa 3); la financiación de obras o actuaciones que se realicen en viviendas y en las que se consiga una reducción de la demanda energética anual global de calefacción y refrigeración o una reducción del consumo de energía primaria no renovable acreditada (programa 4) y la financiación de los gastos de elaboración del Libro del edificio, así como el desarrollo de proyectos técnicos de rehabilitación integral de edificios (programa 5).

Además, en el marco del Plan Estatal de Vivienda 2018-2021, cabe mencionar el Programa de Fomento de la Regeneración y Renovación Urbana y Rural, que permite financiar obras de rehabilitación de edificios y viviendas, tanto en su exterior como en el interior, así como realizar las adaptaciones necesarias para lograr la accesibilidad y la eficiencia energética. El 30 de julio de 2018 fue firmado el Convenio de Colaboración entre el Ministerio de Fomento y la Comunidad de Madrid para la aplicación del Plan Estatal de Vivienda 2018-2021 y, con fecha 31 de mayo de 2019, se aprobaron las bases reguladoras de las ayudas previstas dentro del citado Programa dirigidas a municipios de la región. Dentro de este programa, la Comunidad de Madrid está realizando importantes actuaciones de mejora de la calidad y sostenibilidad del medio urbano en los municipios de la región, a través de la firma de convenios con la Empresa Municipal de la Vivienda y con el Instituto Municipal de la Vivienda en los respectivos municipios.

Proyectos de mejora de la eficiencia energética y economía circular en los establecimientos de alojamiento turístico

En octubre de 2022, se publicó la convocatoria para la concesión de subvenciones de concurrencia no competitiva destinadas a proyectos de mejora de la eficiencia energética y economía circular en los establecimientos de alojamiento turístico de la Comunidad de Madrid con cargo al “Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (financiado por la Unión Europea) Next Generation EU”. Estas ayudas, con una dotación presupuestaria de 8.854.494,24 €, tienen por objeto promover la reactivación económica en la Comunidad de Madrid en el sector turístico, incrementando la competitividad de nuestras empresas turísticas mediante la incorporación de elevados estándares en materia de eficiencia energética y economía circular, para reducir así su huella de carbono y los costes energéticos.

Plan de Ahorro Energético en los edificios públicos de la Comunidad de Madrid

El Gobierno de la Comunidad de Madrid aprobó en 2017 el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética en Edificios Públicos 2017-2025, a fin de llevar a cabo medidas en sus edificios para conseguir reducir sus consumos energéticos, mejorar el confort de los trabajadores, así como por el valor ejemplarizante de estas actuaciones. El plan ha sido actualizado en noviembre de 2022, incidiendo en el ahorro energético y en el despliegue del autoconsumo, así como eliminando actuaciones ya obsoletas o totalmente implementadas en los edificios de la Comunidad de Madrid. Este Plan se desarrolla en cuatro ejes que se componen de diferentes medidas y líneas de actuación:

- En el EJE 1: MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA se analizarán las medidas conducentes a la mejora de la eficiencia energética de los edificios contemplando el conjunto de sus instalaciones y envolvente.

BOCM-20240115-10

- En el EJE 2: RACIONALIZACIÓN DEL GASTO ENERGÉTICO se analizarán las medidas conducentes a la mejora de la gestión y utilización de la energía en los edificios públicos.
- En el EJE 3: ENERGÍAS RENOVABLES Y COGENERACIÓN se analizarán las posibilidades del uso de las energías renovables para autoconsumo eléctrico (solar fotovoltaica) y térmico (solar térmica, geotermia, aerotermia y biomasa). Asimismo, se pretende lanzar el mensaje de la importancia del uso de sistemas de cogeneración de alta eficiencia en centros que cuenten con consumos importantes.
- En el EJE 4: FORMACIÓN se analizarán las medidas en aras, primero de una mayor concienciación y sensibilización de los usuarios de estos edificios (funcionarios y personal laboral); así como en una mayor difusión de los códigos de buenas prácticas en materia de ahorro energético, mediante campañas y cartelería; edición de Guías y cursos de formación.

El Plan se enmarca dentro de la política energética aprobada por el Gobierno de España y de las líneas estratégicas fijadas por la Comunidad de Madrid en su Hoja de Ruta hacia la Descarbonización y, además, se recoge en la Estrategia regional de Energía, Clima y Aire.

Alumbrado público

Cabe destacar la multitud de actuaciones puestas en marcha en los distintos municipios de la Comunidad de Madrid para reducir los consumos energéticos asociados al alumbrado público centradas mayoritariamente en la sustitución de las luminarias existentes por otras con tecnología LED o las ayudas para la mejora del alumbrado exterior de los polígonos industriales con objeto de mejorar su eficiencia energética.

Desarrollo de Madrid Nuevo Norte

Los esfuerzos de la Comunidad de Madrid y de sus ayuntamientos no se han centrado únicamente en edificios existentes, sino también en los nuevos desarrollos urbanísticos. Un proyecto ejemplar es el desarrollo de Madrid Nuevo Norte, que prevé la construcción de 10.500 viviendas con la máxima eficiencia energética que cubrirán las necesidades residenciales de la zona norte de la capital, el 20% de protección pública. Se crearán espacios cívicos y equipamientos comunes conectados con los medios de transporte públicos que se han proyectado, con la sostenibilidad como nexo entre todos ellos. Igualmente, se creará un Centro de Negocios de última generación con una oferta de oficinas de calidad ubicado junto a un nodo de transporte de primera magnitud internacional. Los 250.000 metros cuadrados de suelo para dotaciones públicas se situarán teniendo presente que no sólo deben atender las necesidades de los nuevos vecinos que vengan a vivir a la zona, sino también dar respuesta a las demandas históricas de los barrios limítrofes, ante la carencia de equipamientos públicos suficientes.

4.2.1. Hoja de Ruta hacia la Neutralidad Climática para 2050 de la Ciudad de Madrid

Es necesario destacar las actuaciones que se prevén desarrollar en el sector residencial y de servicios en el marco de la Hoja de Ruta hacia la Neutralidad Climática para 2050 de la Ciudad de Madrid, cuya implementación tendrá un impacto significativo, no solo en las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, con un objetivo de reducción en la ciudad de Madrid del 65% en 2030, respecto a 1990, sino también en las emisiones de los principales contaminantes atmosféricos, como son los NOx y las partículas.

Según se prevé en este documento de planificación, el sector residencial es el que debe contribuir con el mayor volumen de reducciones, seguido del sector servicios y el de transporte. La suma de las emisiones abatidas por estos tres sectores supone el 90% de las emisiones a reducir. En el sector

BOCM-20240115-10

residencial, se destacan 3 objetivos prioritarios: la integración de la bomba de calor, promoviendo la electrificación de la demanda en la climatización doméstica; los sistemas de control de la climatización; y la renovación de las calderas de gas natural. Por su parte, en el sector servicios, las principales palancas de descarbonización a priorizar a escala municipal incluyen la renovación de equipos, la rehabilitación y la eficiencia energética. Los principales ejes de acción municipal a destacar dentro de estas palancas son: la sustitución de sistemas que utilizan combustibles fósiles (gasóleo y gas natural) por bomba de calor u otras tecnologías de bajas emisiones; la eficiencia energética en la iluminación; y el ahorro y la eficiencia energética en instalaciones municipales.

4.2.2. Propuesta de áreas de actuación.

Teniendo en cuenta la situación de la Comunidad de Madrid y las diferentes iniciativas y actuaciones que se están promoviendo, en el Plan se proponen las siguientes áreas de actuación (Tabla 8) para continuar con los esfuerzos en la reducción de emisiones en el sector RCI. Las fichas con el detalle de cada Área de actuación figuran en el Anexo 1 de la Estrategia de Energía, Clima y Aire 2023-2030.

Tabla 9. Áreas de actuación del Plan de Calidad del Aire 2021-2030 correspondientes al sector RCI. (Elaboración propia)

	ÁREAS DE ACTUACIÓN
9	CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS DE LOS SECTORES RESIDENCIAL Y COMERCIAL
10	CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA, REHABILITACIÓN ENERGÉTICA Y AUTOCONSUMO EN LOS EDIFICIOS PÚBLICOS
11	RENOVACIÓN DE APARATOS QUE CONSUMEN ENERGÍA
12	APOYO AL AUTOCONSUMO RENOVABLE TANTO INDIVIDUAL COMO COMPARTIDO EN EL SECTOR RESIDENCIAL Y COMERCIAL
13	ALUMBRADO PÚBLICO EFICIENTE

4.3. Sector 3. Energía, industria y las utilities (agua y residuos)

La Comunidad de Madrid se caracteriza por su elevada terciarización. Es la primera región española suministradora de servicios y, dentro de ellos, los servicios públicos y los de alto valor añadido tienen un peso muy superior al promedio nacional.

El número de empresas activas a 1 de enero de 2021 se cifró en 547.040, lo que significa el 16,2% del total nacional. El sector servicios, con el mayor peso en la estructura poblacional empresarial, representa el 68,3% del total. En 2021 contaba con 373.805 empresas activas, incluyendo todas las dedicadas a hostelería, transporte y almacenamiento, información y comunicaciones, actividades financieras y de seguros, actividades inmobiliarias, profesionales, científicas y técnicas, actividades administrativas y de servicios auxiliares, educativas, sanitarias y de asistencia social. En cuanto al

BOCM-20240115-10

comercio, el peso de este sector supuso el 16,9% en 2021 respecto del total. Por último, las empresas del sector de la construcción representaron el 11%, y las de la industria, el 3,8% del total.

Desde el punto de vista del tamaño, en la Comunidad de Madrid predomina el minifundismo empresarial. Así, un 84,5% de las empresas tienen dos o menos asalariados. Por su parte, las microempresas (entre 1 a 9 asalariados) representan el 35,4% del tejido, las pequeñas empresas (10 a 49 asalariados) el 3,5%, las de tamaño mediano (con 50 a 199 trabajadores), representan el 0,7% y, por último, las grandes empresas (más de 200 asalariados) suponen solo el 0,3% del total.

Respecto al tejido empresarial industrial, el número de empresas activas a 1 de enero de 2021 en la Comunidad de Madrid se cifra en 20.965 empresas lo que, como se ha indicado, supone un porcentaje del 3,8 % del total de empresas existentes en nuestra región.

Si se analizan los datos del inventario de emisiones de la Comunidad de Madrid, se concluye que la industria es el sector principal emisor de COVNM, con casi un 82% respecto del total en el año 2020. En el caso del SO_2 las emisiones del sector industrial en la región tuvieron un peso del 38%. Sin embargo, las emisiones de NO_x, principal contaminante de la región, son poco significativas, suponiendo tan solo un 12% del total.

En cuanto al consumo de energía del sector industrial, los datos del balance energético de 2020 muestran que tanto el gas natural como la energía eléctrica suponen la mayoría del consumo, con un 39% y 37%, respectivamente. Si bien es cierto que la dependencia directa de los derivados del petróleo no supone un porcentaje elevado en el consumo del sector, las opciones de descarbonización son amplias a través de las acciones de autogeneración renovable y eficiencia energética.

Figura 48. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el sector industria. (FENERCOM, 2022)

En cuanto al sector residuos, cabe señalar que la Estrategia de Gestión Sostenible de los Residuos de la Comunidad de Madrid para el período 2017-2024 define la política regional en esta materia, estableciendo las medidas necesarias para cumplir con los objetivos fijados por la normativa europea y española y por el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022.

Dicha estrategia pretende avanzar en la implantación del nuevo modelo de economía circular en la Comunidad de Madrid y situar nuestra región entre las más avanzadas de Europa, dando cumplimiento al compromiso de continuar trabajando en la reducción de residuos con el horizonte puesto en el "vertido cero", favoreciendo el crecimiento económico y la generación de empleo verde.

La Estrategia define un modelo de gestión de los residuos que da respuesta a las necesidades de la Comunidad de Madrid teniendo en cuenta los aspectos ambientales, sociales y económicos. Conforme a este criterio general, los objetivos de la Estrategia son los siguientes:

BOCM-20240115-10

- Prevenir la generación de residuos en la Comunidad de Madrid.
- Maximizar la transformación de los residuos en recursos, en aplicación de los principios de la economía circular.
- Reducir el impacto ambiental asociado con carácter general a la gestión de los residuos y, en particular, los impactos vinculados al calentamiento global.
- Fomentar la utilización de las Mejores Técnicas Disponibles en el tratamiento de los residuos.
- Definir criterios para el establecimiento de las infraestructuras necesarias y para la correcta gestión de los residuos de la Comunidad de Madrid.

Cabe señalar, que los impactos potenciales asociados a la gestión de residuos son muy variados, entre los se destaca la emisión de gases de efecto invernadero y contaminantes a la atmósfera. En este sentido, según datos del Inventario, las emisiones de GEI generadas por el tratamiento y la eliminación de los residuos en la Comunidad de Madrid representan el 7,3 % del total regional, frente al 4,8% del conjunto de España respecto del total nacional. Es necesario indicar que, dentro de este sector del inventario, categorizado como CRF5, se incluyen las emisiones procedentes del depósito en vertederos, el tratamiento biológico de residuos sólidos, la incineración de residuos y el tratamiento de aguas residuales.

En cuanto a las emisiones de los principales contaminantes atmosféricos por parte, tanto del sector industrial como del tratamiento y eliminación de residuos, su contribución se analiza con detalle en el apartado 2 del presente plan. Según se detalla en el mismo, las emisiones de óxido de nitrógeno (NO_x) se deben principalmente al transporte, con un 68% respecto del total en el año 2020. En el caso del material particulado ($PM_{2,5}$), las emisiones se reparten entre el transporte, el RCI (Residencial, Comercial e Institucional) y la industria, con unas aportaciones del 28, 37 y 25%, respectivamente. La industria y el RCI son los principales emisores de óxidos de azufre (SO_x), con una contribución del 98%. Además, como se ha indicado, la industria es el sector que más contribuye a las emisiones de compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM), con aproximadamente un 82% del total en el año 2020, con la importancia que esto tiene, en la formación de ozono troposférico, al ser estos compuestos, junto con los NOx, unos de sus principales precursores.

La contribución del sector residuos a las emisiones puede reducirse de forma significativa promoviendo políticas que eviten el depósito de residuos biodegradables en vertedero. Además, la gestión sostenible de residuos ayuda a otros sectores económicos a reducir también sus emisiones de gases de efecto invernadero y de otros contaminantes atmosféricos. Asimismo, resulta fundamental continuar implementando políticas de residuos que apliquen rigurosamente el principio de jerarquía antes indicado a fin de contribuir a la implantación de modelos económicos circulares y sostenibles.

Por ello, al igual que con los sectores de transporte y RCI, la Comunidad de Madrid va a continuar impulsando iniciativas encaminadas a la reducción de las emisiones provenientes de este sector. En este sentido, conviene destacar las siguientes actuaciones:

Control de emisiones a la atmósfera

La Dirección General Transición Energética y Economía Circular de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior[108] y, en concreto, el Área de Calidad Atmosférica dentro del ámbito de sus competencias, lleva a cabo la vigilancia y control de la contaminación atmosférica de las diferentes instalaciones de la Comunidad de Madrid:

[108] Según Decreto 235 /2023, de 6 de septiembre, del Consejo de Gobierno, por el que se establece la estructura orgánica de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior.

BOCM-20240115-10

- Actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera (APCA), no incluidas en la legislación sobre prevención y control integrados de la contaminación (IPPC), conforme a la Ley 34/2007 y al Real Decreto 100/2011.
- Instalaciones de combustión medianas con una potencia térmica nominal igual o superior a 1 MW e inferior a 50 MW, conforme al Real Decreto 1042/2017.
- De las instalaciones que afectadas por el Real Decreto 117/2003, de 31 de enero, sobre limitación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades.
- Instalaciones afectadas por el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, conforme a la Ley 1/2005, de 9 de marzo.

Además, desde el Área de Calidad Atmosférica se lleva a cabo un seguimiento de la información presentada por las entidades acreditadas, relativa a los controles internos y externos, con el fin de detectar deficiencias o incumplimientos en los controles y proceder a su notificación a las instalaciones afectadas, a las entidades acreditadas y/o en su caso al Área de Disciplina Ambiental.

Plan PIMA-RESIDUOS

Se destacan las diferentes actuaciones llevadas a cabo en el marco del Plan de Impulso al Medio Ambiente-PIMA Residuos, cuyos créditos son aprobados periódicamente por la Conferencia Sectorial de Medio Ambiente. De esta forma, la Comunidad de Madrid pone en marcha todos los años líneas de subvencionas dirigidas a las entidades locales de la región para la ejecución de proyectos con la finalidad de mejorar la gestión de los residuos domésticos y garantizar el cumplimiento de los objetivos comunitarios en materia de gestión de los mismos. Las ayudas se destinan a impulsar proyectos de separación y reciclado en origen de biorresiduos mediante su compostaje doméstico, actuaciones de mejora de los puntos limpios existentes o proyectos de implantación, ampliación y mejora de la recogida separada de biorresiduos destinados a instalaciones específicas de tratamiento biológico (compostaje, digestión anaerobia o ambas), entre otros. Estas ayudas se basan en el esquema de prioridades y el principio de jerarquía en materia de residuos, fomentando la reducción del depósito en vertedero, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y contribuyendo al alargamiento de la vida útil de algunos productos y al incremento de la disponibilidad de materias primas secundarias para los procesos industriales, con el fin de reducir el consumo de materias primas vírgenes, con el consiguiente impacto positivo en la generación de empleo en la región.

Plan Estratégico del Canal de Isabel II 2018-2030

El Plan Estratégico de Canal de Isabel II afronta nuestros retos de modernización y sostenibilidad, y mantiene e impulsa los niveles tecnológicos y de excelencia en el servicio. Este Plan Estratégico describe el camino que el Canal de Isabel II se ha fijado para la próxima década, definiendo las estrategias para llevarlo a cabo, concretamente a través de diez grandes líneas que engloban noventa actuaciones específicas, mediante un modelo basado en la gestión integral del ciclo del agua destinado a todos los municipios de la Comunidad de Madrid. Cada línea estratégica se desglosa, a su vez, en una serie de planes estratégicos, hasta un total de 35, entre los que destacan los 10 planes estrella, uno para cada una de las líneas. Entre ellos, es necesario mencionar el Plan -25, con el que se pretende reducir en un 25 % el volumen de agua derivada para consumo por habitante, por su importancia en el ahorro en emisiones de Gases de Efecto Invernadero que supone, así como de otros contaminantes atmosféricos.

BOCM-20240115-10

4.3.1. Propuesta de áreas de actuación.

Consciente de la necesidad de seguir esforzándose en el control y reducción de emisiones provenientes en las actividades industriales implantadas en la región, así como las del sector de residuos, la Comunidad de Madrid propone continuar con las líneas que ya se encuentran en marcha, apostando además por el aumento de la eficiencia energética de procesos en el sector industrial o el impulso de las energías reonovables, junto con la supervisión y fomento de herramientas de control de emisiones en la industria. En la siguiente tabla se reflejan aquellas medidas relacionadas con el OE5 de las planteadas en la Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid para este sector (Tabla 9). Las fichas con el detalle de cada Área de actuación figuran en el Anexo 1 de la Estrategia de Energía, Clima y Aire 2023- 2030.

Tabla 10. Medidas del Plan de Calidad del Aire 2021-2030 correspondientes al sector energía, industria y las utilities (agua y residuos). (Elaboración propia)

	ÁREAS DE ACTUACIÓN
14	GARANTIZAR LA CALIDAD Y CONTINUIDAD DEL SUMINISTRO ENERGÉTICO
15	ADAPTACIÓN DE LAS REDES ELÉCTRICAS PARA LA INTEGRACIÓN DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA
16	FOMENTO DE LA INSTALACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA RENOVABLE
17	FOMENTO DEL DESPLIEGUE DE TECNOLOGÍAS DE ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO
18	FOMENTO DE LAS TECNOLOGÍAS DEL HIDRÓGENO EN LA COMUNIDAD DE MADRID
19	PROMOCIÓN DE LAS EMPRESAS DE SERVICIOS ENERGÉTICOS
20	APOYO A LA CREACIÓN DE COMUNIDADES ENERGÉTICAS
21	PROTECCIÓN DE LOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA
22	APROVECHAMIENTO DEL CALOR Y ENERGÍA RESIDUALES Y GESTIÓN EFICIENTE DE LOS PROCESOS
23	FOMENTO DE LA COGENERACIÓN DE ALTA EFICIENCIA
24	DESARROLLO E IMPULSO DE MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA INDUSTRIA
25	REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DIFUSAS DE GASES FLUORADOS EN EL SECTOR INDUSTRIAL Y COMERCIAL
26	INCORPORACIÓN DE RENOVABLES EN EL SECTOR INDUSTRIAL EN EL MARCO DEL PLAN INDUSTRIAL

BOCM-20240115-10

ÁREAS DE ACTUACIÓN	
27	EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ENERGÍA RENOVABLE EN LA GESTIÓN DEL AGUA
28	MEJORA DE LA HUELLA HÍDRICA EN ENTORNOS PRODUCTIVOS, COMERCIALES Y EDIFICIOS PÚBLICOS
29	FOMENTO DEL USO RESPONSABLE DEL AGUA
30	GESTIÓN DE LOS RESIDUOS BASADA EN UN ENFOQUE DE ECONOMÍA CIRCULAR
31	UTILIZACIÓN DE RESIDUOS PARA GENERACIÓN DE GASES RENOVABLES Y BIOCOMBUSTIBLES
32	MEJORA DE LA CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN DE LOS SECTORES PRODUCTIVOS ANTE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO
33	IMPULSO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES TÉRMICAS
34	INTRODUCIR Y FAVORECER LA IMPLANTACIÓN DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA DE MEDIA-ALTA ENTALPÍA
35	FAVORECER EL DESARROLLO DE LOS COMBUSTIBLES SINTÉTICOS

4.4. Sector 4. Agricultura y medio natural

La Comunidad de Madrid posee un medio natural extenso, diverso y bien conservado, en el que se encuentran elementos característicos y significativos de la naturaleza española. Tal variabilidad es origen, a su vez, de la diversidad de ecosistemas y de las especies de flora y fauna madrileña. Destaca la superficie forestal de su territorio, tanto por la notable extensión que posee como por la presión que soporta debido a las múltiples demandas de bienes y servicios de la población.

Cerca de un 49,13% del territorio de la Comunidad de Madrid, lo que supone unas 394.259 ha, se encuentra respaldado por una o varias de las categorías de protección derivadas de la legislación autonómica, estatal, comunitaria e internacional que consolidan su protección y conservación, a la vez que promueven un desarrollo sostenible. Siguiendo los criterios establecidos en la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, respecto a la protección de espacios, y en la Ley 7/1990, de 28 de junio, de Protección de Embalses y Zonas Húmedas de la Comunidad, la región cuenta con diferentes tipos de espacios:

BOCM-20240115-10

Tipo de espacio protegido	Superficie (ha)	% Superficie Comunidad de Madrid
Espacios Naturales Protegidos	120.964	15,1
Espacios protegidos Red Natura 2000	319.574	39,8
Áreas protegidas por instrumentos internacionales	120.885	15,1
Embalses y Humedales Catalogados (incluidos los Planes de Ordenación de Embalses)	20.794	2,6

La cubierta vegetal de los sistemas forestales desarrolla un papel primordial en la protección y evolución de los suelos, regula los ciclos biogeoquímicos, atesora una insustituible riqueza genética, constituye el hábitat y la principal fuente de alimento y refugio para la fauna y tiene la capacidad de actuar como sumideros de carbonos al captar el CO_2 de la atmósfera gracias a la energía del sol, además de su enorme valor paisajístico y recreativo.

Dada la importancia de estos espacios en la Comunidad de Madrid y la función esencial que desempeñan a la hora de abordar los impactos del cambio climático, no solo absorbiendo los gases de efecto invernadero, sino también creando paisajes con una mayor resiliencia, uno de los sectores de la Estrategia de Energía, Clima y Aire orienta sus actuaciones al medio natural.

Con respecto al sector agrario, cabe señalar que la parte del Valor Añadido Bruto (VAB) que procede de este sector es reducida en la región de Madrid en comparación con otros sectores como el de los servicios, si bien es necesario destacar su importancia al poder contribuir a fijar el carbono producido por la actividad humana y, a la vez, mejorar la tierra y la calidad de los cultivos, además de contener la erosión y favorecer la biodiversidad.

Según datos del Censo Agrario de 2020 del Instituto Nacional de Estadística, cuya actualización se lleva a cabo cada 10 años, el número de explotaciones agrícolas en la Comunidad era de 7.741, con respecto al total nacional de 914.819, lo que representa únicamente el 0,8%, observándose una reducción con respecto al ceso anterior del año 2009, en el que había un total de 7.981 explotaciones registradas.

Los cereales son los cultivos que ocupan una mayor superficie en la Comunidad de Madrid, principalmente trigo, maíz y cebada, siendo este último el que más representación tiene en la región, con 53.992 has de superficie cultivada según datos del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid correspondientes al año 2019. Los siguientes en importancia son los leñosos, y dentro de estos el olivar, con 26.696 has en 2019, y el viñedo, con 8.197 has, seguidos a continuación por las leguminosas de grano, con 9.281 has de terreno ocupado.

En lo que se refiere a número de cabezas ganaderas, la cabaña avícola es la más importante, sin duda, de la Comunidad de Madrid. Sin embargo, debido al bajo valor relativo que tienen sus producciones, es superada en importancia económica por la cabaña bovina, más en concreto por el vacuno de leche. La cantidad de leche producida alcanza los 81.000 miles de litros en 2020 de los cuales un 74% es de vaca, un 16% de oveja y un 10% es de cabra (según datos del Anuario de Estadística Agraria de 2020 de la Comunidad de Madrid).

En cuanto a las emisiones a la atmósfera, el sector agricultura tan sólo supuso el 1,7% de los gases de efecto invernadero del total de la Comunidad de Madrid, según datos del inventario de emisiones

BOCM-20240115-10

relativo al año 2020. Cabe señalar que, dentro de este sector, el inventario de emisiones contempla distintas categorías tales como la fermentación entérica, la gestión del estiércol, el cultivo del arroz, los suelos agrícolas, las quemas de residuos agrícolas, las enmiendas calizas, la fertilización con urea y la aplicación de fertilizante con carbono.

A nivel nacional, en el año 2020 este sector es el único sector que ha experimentado un incremento de las emisiones de GEI respecto al año anterior (+2,2 %), debido principalmente a las emisiones debidas a los cultivos, que aumentaron un +3,4 %, principalmente por los incrementos de emisiones de N_2O derivadas de la gestión de suelos agrícolas (+3 %) y de emisiones derivadas de la aplicación de urea (+19,7 %). Las emisiones debidas a las cabañas ganaderas, responsables del 65 % de las emisiones de este sector, incrementaron levemente sus emisiones (+1,6 %) debido fundamentalmente a las procedentes de la gestión de estiércol (+3,8 %), y, en menor medida, de la fermentación entérica (+0,5 %).

Es remarcable la reducción de las emisiones de la categoría ligada a las restricciones de quema de restos de cultivos como medida de prevención de incendios y la incentivación de prácticas conservadoras de suelo. Con la entrada en vigor de los compromisos y normas agroambientales a cumplir por los receptores de ayudas directas (condicionalidad) en el marco de la Política Agrícola Común (PAC), la práctica de quema de residuos agrícolas ha sido reducida notoriamente, aunque aún puede llevarse a cabo por motivos fitosanitarios, medioambientales o de prevención de incendios, y siempre bajo autorización de la autoridad competente autonómica.

Con respecto a la Comunidad de Madrid, se observa que el sector ha disminuido sus emisiones de GEI en 2020 con respecto al año anterior en un 3,4 %, debido principalmente a que disminuyeron las emisiones procedentes de la fermentación entérica (-5,7%), categoría que recoge las emisiones de metano (CH_4) generadas en los procesos de fermentación entérica que ocurren en el sistema digestivo de ciertas especies animales, y de la gestión del estiércol (-7,0%), así como las relativas a la aplicación de fertilizantes con carbono (-12,5%).

Si se analizan los datos del inventario en cuanto a los contaminantes atmosféricos, se observa que las emisiones producidas por el sector de la agrícola y ganadero no resultan significativas para la mayoría de los más problemáticos en la Comunidad de Madrid. Así, en el caso de los NO_x, contribuye con un 2% a las emisiones totales del año 2020, las $PM_{2,5}$ con un 1%, con un 3% para los COVNM y no contribuyen a las emisiones de SO_2. Sin embargo, este sector tiene importancia al constituir la fuente principal de emisiones de NH_3 en la Comunidad, contribuyendo, en 2020, con el 74% de estas.

El balance energético de 2020 evidencia la baja diversificación de fuentes de energía en el sector. El 98% del consumo final corresponde a derivados de petróleo mientras que el resto se abastece de energía eléctrica, lo cual plantea un escenario con un gran margen de mejora para la implementación de tecnologías y combustibles menos contaminantes.

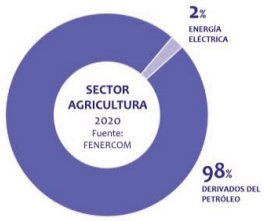


Figura 49. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el sector agricultura (FENERCOM, 2022)

Asimismo, el sector precisa de refuerzos para la reducción de las emisiones de NH_3 asociadas. Una mejor gestión de la fertilización nitrogenada de los suelos agrícolas y de los residuos ganaderos es

BOCM-20240115-10

clave para la consecución de los objetivos de reducción de este contaminante marcados por la normativa europea.

Las prioridades políticas de la agricultura y la ganadería se concretan en el logro de un sector agrario sostenible y en el desarrollo del medio rural para proporcionar alimentos seguros y de calidad. Es necesario conseguir una agricultura sostenible desde el punto de vista económico, social y sobre todo ambiental, optimizando recursos y produciendo con menores emisiones.

En cuanto al medio natural, las actuaciones de revegetación, reforestación y mejora de la gestión de los terrenos forestales de la Comunidad de Madrid al objeto de permitir que los bosques cumplan sus funciones ecológicas (incluida la diversidad biológica), económicas y sociales de manera sostenible resultarán clave para conseguir aumentar los sumideros de carbono, dado el potencial que presenta nuestra región con el elevado encuentra respaldado por una o varias de las categorías de protección derivadas de la legislación autonómica.

En este sector, entre las medidas puestas en marcha por la Comunidad de Madrid para la reducción de las emisiones atmosféricas, destacan las siguientes:

Controlar y certificar la producción ecológica

En la Comunidad de Madrid, el organismo que ejerce como Autoridad de Control de la Producción Agraria Ecológica es el Comité de Agricultura Ecológica de la Comunidad de Madrid (CAEM). Se trata de un órgano desconcentrado cuyas tareas principales son controlar y certificar la producción ecológica garantizando el cumplimiento de la normativa de producción ecológica, además de promover el consumo y la difusión de los productos agroalimentarios ecológicos. A su vez, esta actividad del CAEM es supervisada por la Dirección General de Agricultura, Ganadería y Alimentación de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior. Entre las funciones que se le confieren al CAEM destaca la de resolver sobre la conformidad o disconformidad con el régimen de control de los operadores de productos agroalimentarios ecológicos, previo informe vinculante del Comité de Calificación, así como formular propuestas en materia de producción agraria ecológica.

A finales de 2020 la superficie total inscrita en agricultura ecológica en la Comunidad de Madrid ha sido de 12.065,76 ha, frente a las 217 ha de 1996, año de creación del CAEM. El total de explotaciones inscritas en 2020 fue de 279. En cuanto a la ganadería ecológica, en 2020, en la Comunidad de Madrid existían 18 explotaciones que albergaban un total de 4.759 cabezas de ganado/caballos y 1.290 colmenas.

También se han llevado a cabo otras actuaciones de financiación de mejora de las explotaciones agrarias y producción agrícola y ganadera bajo estándares ecológicos, tales como las jornadas de formación de agricultores y ganaderos, la publicación de la "Guía de Puntos de Venta de Alimentos Ecológicos de la Comunidad de Madrid" o las campañas de promoción de los productos de Madrid, impulsando el consumo de cercanía y de temporada.

Ayudas a la modernización de explotaciones agrícolas

La Comunidad de Madrid fomenta la renovación de las explotaciones agrícolas mediante la articulación de subvenciones. Solo en 2020, 137 explotaciones fueron financiadas mediante estos esquemas. Las ayudas se dirigen a incentivar inversiones productivas basadas en un plan de mejora, inversiones para la mejora de las condiciones de las explotaciones agrarias e inversiones de mejora de los sistemas de riego en las explotaciones. Mediante Orden 453/2019, de 4 de octubre, se establecieron las bases reguladoras para la tramitación de estas ayudas y por Orden 2903/2021, de 30 de diciembre, se aprobó la convocatoria para la concesión de subvenciones en 2022, con un crédito de 5.400.000 euros, que posteriormente fue ampliado con 1.000.000 de euros más. Así

BOCM-20240115-10

mismo, la Comunidad de Madrid ha puesto en marcha también ayudas para la adopción y mantenimiento de prácticas y métodos de agricultura o ganadería ecológica, según el Programa de Desarrollo Rural de la Comunidad de Madrid para el período 2014-2020. Estas ayudas se convocan con un presupuesto total de carácter plurianual de 900.000 euros, distribuido en tres anualidades (2021/2023) de 300.000 euros cada una, correspondiendo al programa de adopción 150.000 euros y al de mantenimiento 150.000 euros en cada anualidad, y están cofinanciadas por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) en un 75 por 100, por la Administración General del Estado en un 7,5 por 100 y por la Comunidad de Madrid, en un 17,5 por 100 restante.

Labores de difusión y concienciación

En esta línea se fomenta el consumo de proximidad en la Región, con actuaciones como la promoción de la marca de garantía M PRODUCTO CERTIFICADO y los productos agroalimentarios de la Comunidad. Las labores de promoción inciden en distintos ámbitos, tales como ferias y eventos profesionales, campañas en la gran distribución, mercados tradicionales o de cercanía, actividades o jornadas en la restauración y la gastronomía, etc. También se han realizado campañas de promoción de los productos de Madrid, impulsando el consumo de temporada.

Todo esto sin olvidar las publicaciones y actividades de formación en materia ecológica y buenas prácticas para agricultores y ganaderos que se ponen a disposición de los profesionales del sector.

El Proyecto Arco Verde

Arco Verde es el gran proyecto de la Comunidad de Madrid para acercar la naturaleza a los ciudadanos. Se encuentra actualmente en redacción y aspira a conectar los 3 Parques Regionales con otros espacios naturales de interés rodeando el Anillo Ciclista de Madrid. Será el pilar de la futura red de infraestructuras verdes de la Comunidad de Madrid para favorecer, conservar y proteger la biodiversidad regional. El proyecto se enmarca en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, habiendo sido financiado en su totalidad por la Unión Europea, a través de los fondos Next Generation EU.

Arco Verde conectará 25 municipios de la Comunidad de Madrid con los 3 grandes Parques Regionales de la Comunidad (Cuenca Alta del Manzanares, curso medio del río Guadarrama y Sureste) a través de la red de Vías Pecuarias y otros caminos y senderos, para crear un gran Corredor Verde que rodeará Madrid y los municipios de su Área Metropolitana.

Además de los Parques Regionales, Arco Verde incluirá espacios de la Red de Parques Periurbanos, Montes de Utilidad Pública, áreas forestales de alto valor ambiental y espacios naturales de nueva creación.

Arco Verde contribuirá a la mejora de la biodiversidad de la Comunidad de Madrid gracias a la creación, refuerzo y protección de los espacios naturales; así como de actuaciones específicas destinadas a la mejora de los hábitats y la conectividad ecológica.

Algunas de las actuaciones propuestas son:

- Creación de 25 nuevas áreas de biodiversidad asociadas a hábitats mediterráneos y zonas húmedas con más de 306 nuevos espacios naturales.
- Actuaciones en más de 5.000 ha asociadas a 30 espacios forestales y diversos espacios de interés ambiental.
- Plantación de más de 540.000 árboles y arbustos autóctonos.
- Actuaciones específicas para la mejora de especies autóctonas de aves, anfibios, reptiles y polinizadores.

BOCM-20240115-10

- Manejo de especies exóticas e invasoras.
- Mantenimiento y conservación
- Seguimiento ambiental
- El recorrido será utilizado como recurso interpretativo para la difusión y puesta en valor de los espacios naturales a través de iniciativas de educación ambiental.

El proyecto Arco Verde constituye una oportunidad para poder contribuir a la mejora ambiental de la Comunidad de Madrid y se estima que las actuaciones propuestas puedan aportar los siguientes beneficios:

- Mejora de la biodiversidad y conectividad de hábitats.
- Fomento de la movilidad sostenible.
- Aumento de zonas naturales.
- Mitigación y adaptación al cambio climático.

4.4.1. Propuesta de áreas de actuación.

Teniendo en cuenta las medidas en marcha, el Plan plantea actuaciones que fomenten una agricultura y ganadería de bajas emisiones y diversificada, la eficiencia energética y el uso de renovables, además de la creación de nuevos espacios verdes y la mejora de la biodiversidad. En la siguiente tabla se reflejan aquellas medidas relacionadas con el OE5 de las planteadas en la Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid para este sector (Tabla 10). Las fichas con el detalle de cada Área de actuación figuran en el Anexo 1 de la Estrategia de Energía, Clima y Aire 203-2030.

Tabla 11. Medidas del Plan de Calidad del Aire 2021-2030 correspondientes al sector agricultura y medio natural. (Elaboración propia)

	ÁREAS DE ACTUACIÓN
36	MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS EXPLOTACIONES AGRARIAS Y LAS MAQUINARIA AGRÍCOLA
37	FOMENTO DEL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN LAS EXPLOTACIONES AGRARIAS
38	REDUCCIÓN DE EMISIONES DE METANO Y AMONIACO EN EL SECTOR GANADERO
39	FOMENTO DE UNA AGRICULTURA Y UNA GANADERÍA SOSTENIBLES QUE CONTRIBUYAN A LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO
40	FOMENTO DE LA AGRICULTURA DEL CARBONO
41	GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE Y RESILIENTE
42	FOMENTO DEL USO DE BIOMASA FORESTAL SOSTENIBLE DE LA COMUNIDAD DE MADRID
43	MEJORA DE LA BIODIVERSIDAD

BOCM-20240115-10

44	EVALUACIÓN DETALLADA DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL PATRIMONIO NATURAL, LA BIODIVERSIDAD Y LA RED NATURA 2000
45	ESTUDIOS DE IMPACTO, VULNERABILIDAD Y CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN EN EL SECTOR AGRÍCOLA Y GANADERO
46	FOMENTO DE LA SILVICULTURA DEL CARBONO
47	FORTALECER LAS TAREAS DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES
48	PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES
49	ELABORACIÓN DE PLANES Y ACCIONES MUNICIPALES DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

4.5. Sector transversal

La consecución de los objetivos fijados requiere de acciones multisectoriales como la concienciación y colaboración de todos los agentes implicados, en especial la ciudadanía. Por ello, es imprescindible la inclusión de actividades comunes a todos los sectores de actuación que promueva el cambio social necesario para la penetración de las medidas propuestas. Es de vital importancia para llegar a cumplir con los objetivos marcados por la propuesta de Directiva de calidad del aire que se cambien los hábitos actuales y se consiga que el uso del vehículo particular sea la última opción a considerar a la hora de realizar un desplazamiento.

La Comunidad de Madrid se presenta a lo largo del presente Plan como un elemento facilitador y promotor de medidas y actuaciones que sustenten una economía descarbonizada, que a su vez permita conseguir unos buenos niveles de calidad del aire. No obstante, si bien la Administración no puede ser el único elemento que impulse el cambio en la región, sí debe constituirse como un agente ejemplarizante para los diferentes actores implicados, ya que este es un primer paso, imprescindible en el proceso de concienciación. Además, el Gobierno regional debe acercar y facilitar la implicación de la ciudadanía, eliminando las trabas que lastran la correcta ejecución de las iniciativas, bien sea por el desconocimiento de, por ejemplo, la articulación de esquemas de ayudas públicas, o por las dificultades administrativas para acceder a las mismas.

A diferencia del resto de medidas sectoriales orientadas a la reducción de emisiones y mejora de los niveles de calidad del aire para determinados contaminantes, las transversales no ambicionan el logro de objetivos cuantitativos o cualitativos concretos, siendo que tienen por finalidad contribuir a alcanzar las metas a través de acciones que formen y conciencien a los agentes implicados, tal como se ha indicado.

Asimismo, para lograr el cumplimiento de los objetivos se requerirá la ejecución de actuaciones dirigidas a la financiación y al fomento de la investigación y la innovación, imprescindibles para avanzar en el conocimiento de los fenómenos físico-químicos que se producen en la atmósfera y que guardan relación con los niveles de calidad del aire.

En este sentido, desde el Gobierno regional, y muy especialmente desde los ayuntamientos y otros entes locales, se han venido desarrollando actividades de concienciación en diferentes ámbitos que

BOCM-20240115-10

incluyen la contaminación atmosférica y la calidad del aire. Entre las actuaciones promovidas por la Comunidad de Madrid, cabe mencionar las siguientes.

Difusión e intercambio de información sobre calidad del aire y cambio climático

Desde hace años, la Comunidad de Madrid lleva desarrollando diferentes actuaciones de difusión de conocimiento y concienciación sobre la calidad del aire. Para ello, se han realizado labores de renovación y ampliación de los contenidos web disponibles para la población. Estas mejoras incluyen, entre otros, un servicio de alertas SMS por superaciones de umbrales de información y alerta para el O_3, NO_2 y SO_2, el diseño del Índice de Calidad del Aire (ICA) para su publicación en la página web, la publicación de los datos recogidos por la Red de Calidad del Aire de manera abierta o el diseño de una aplicación para smartphone que facilite información basada en el ICA.

Además, también se prepara de manera periódica material informativo para la realización de charlas en colegios y universidades sobre calidad del aire y sobre la adquisición de hábitos más sostenibles, como es el uso del transporte público y los desplazamientos en bicicleta o a pie. Asimismo, se proporciona apoyo a solicitudes de información ambiental de manera escrita, telefónica y presencial. De esta manera, se pretende fomentar la participación de la ciudadanía en la lucha contra la contaminación atmosférica y mejora de la calidad del aire.

Finalmente cabe mencionar que la Comunidad también pone a disposición de la población cursos y programas de educación y sensibilización ambiental en centros de educación ambiental.

I+D+i para la mejora del conocimiento sobre la contaminación atmosférica y sus efectos

Desde la Comunidad de Madrid se apoya y fomenta el desarrollo de la I+D+i como motor de mejora del conocimiento sobre la contaminación atmosférica. Bajo este paraguas, se engloban actuaciones como el convenio firmado entre la Agencia Estatal de Meteorología y la Comunidad de Madrid para la realización del proyecto de investigación «Sistema de predicción de la calidad del aire a nivel regional» (SISPAIR). El proyecto consiste en el desarrollo de sistemas de predicción de las concentraciones de contaminantes atmosféricos, tales como óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, monóxido de carbono y partículas, en el ámbito geográfico de la región de Madrid para mejorar la información meteorológica y la predicción de la concentración de estas especies químicas a nivel regional.

También participa en diversos estudios de investigación, como es el caso del proyecto AIRTEC-CM, cuyo objetivo fundamental es entender las interacciones e interdependencias existentes entre los agentes bióticos, abióticos y factores meteorológicos en un contexto de clima cambiante para poder avanzar en el conocimiento de la exposición de las personas a la contaminación atmosférica en las ciudades. AITEC-CM incluye los programas científicos AIRBIOTA-CM (conocer y modelizar la contaminación biológica del aire urbano) y TECNAIRE-CM (técnicas innovadoras para la evaluación y mejora de la calidad del aire urbano), que han producido contribuciones científicas relevantes.

Otras actividades relevantes son el proyecto LIFE MINOx-STREET, que ha investigado la capacidad real que tienen algunos materiales fotocatalíticos para reducir las concentraciones de óxidos de nitrógeno (NO_x) en la atmósfera y mejorar así la calidad del aire urbano; o el proyecto LIFE GYSTRA que ha desarrollado un nuevo dispositivo basado en tecnología de medición remota, el RSD+, capaz de medir las emisiones reales de tráfico de NO, HC, CO, PM y NO_2 acorde a los estándares de las UE, con alta precisión y a gran escala.

Resulta por tanto lógico concluir que ya se están desarrollando actuaciones encaminadas a la concienciación de los diferentes estratos de la sociedad. Teniendo en cuenta estas actuaciones y la

BOCM-20240115-10

identificación de otras necesidades específicas, sirva de ejemplo el caso de la próxima entrada en vigor del nuevo régimen independiente de comercio de derechos de emisión de los combustibles utilizados en el transporte por carretera y en los edificios a partir de 2026, que requerirá del apoyo del Gobierno regional, se plantean las siguientes medidas:

4.5.1. Propuesta de áreas de actuación.

Teniendo en cuenta las medidas en marcha, el Plan plantea actuaciones que fomenten la importancia de avanzar hacia la consecución de unos valores óptimos de calidad del aire y una mejora del conocimiento en esta materia mediante el fomento de la investigación y la difusión de la información a todos los sectores de la población, tal y como se recoge en la siguiente tabla (

Tabla). Cabe señalar que estas actuaciones se desarrollan en el marco del objetivo estratégico *(OE7)* orientado a favorecer el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación. Si bien no tienen una contribución directa a la reducción de emisiones atmosféricas, su puesta en marcha conlleva una mayor concienciación ciudadana en materia de calidad del aire lo que consecuentemente contrubuirá a alcanzar el objetivo estratégico *OE5*. Las fichas con el detalle de cada Área de actuación figuran en el Anexo 1 de la Estrategia de Energía, Clima y Aire 2023- 2030.

Tabla 12. Medidas transversales del Plan de Calidad del Aire 2021-2030. (Elaboración propia)

	MEDIDAS
50	FORMACIÓN EN MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO, CALIDAD DEL AIRE Y ENERGÍA
51	IMPULSO DE I+D+i
52	ACCESO A LA INFORMACIÓN SOBRE ENERGÍA, CALIDAD DEL AIRE Y CAMBIO CLIMÁTICO PARA CIUDADANOS Y EMPRESAS
53	CONCIENCIACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN DE LA SOCIEDAD EN RELACIÓN CON LA DESCARBONIZACIÓN
54	MANTENER Y MEJORAR LAS REDES DE INFORMACIÓN RELACIONADAS CON LA CALIDAD DEL AIRE Y EL CAMBIO CLIMÁTICO
55	INCORPORACIÓN DE LA COMPONENTE CLIMÁTICA EN LAS POLÍTICAS REGIONALES
56	CONTRATACIÓN PÚBLICA VERDE BASADA EN ELFOMENTO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y LA DESCARBONIZACIÓN
57	REVISIÓN Y SIMPLIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS
58	LIDERAZGO DE LA ADMINISTRACIÓN REGIONAL EN EL FOMENTO Y APOYO A LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y CLIMÁTICA

BOCM-20240115-10

5. Metodología.

El desarrollo de las políticas encaminadas a la mejora de la calidad del aire se enmarca en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera, que dispone que las Administraciones Públicas, en el ámbito de sus competencias, adoptarán las medidas necesarias para mantener y, en su caso, mejorar la calidad del aire.

En su capítulo V, la citada Ley 34/2007 contempla diferentes instrumentos encaminados a fomentar e incentivar la investigación, el desarrollo y la innovación para prevenir y reducir la contaminación atmosférica y sus efectos en las personas, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza. Para alcanzar estos fines, se recoge la posibilidad de suscribir convenios voluntarios, con el fin último de contribuir a la protección de la atmósfera desde todos los ámbitos sociales.

Por todo ello, la Comunidad de Madrid ha establecido un convenio de colaboración con el Grupo de Investigación Tecnologías Industriales y Recursos Ambientales, adscrito a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), para realizar los trabajos de "Modelización de la calidad del aire en la Comunidad de Madrid". Por su parte, este proyecto permitirá a la UPM realizar trabajos de investigación y desarrollo encaminados al desarrollo de técnicas de modelización de la calidad del aire.

El convenio de referencia fue firmado por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) y la entonces Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Sostenibilidad (actual Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior) el 30 de diciembre de 2020 y, posteriormente, fue publicado en el Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid (BOCM) el 25 de enero de 2021.

Entre los trabajos a realizar en el marco de este convenio se encuentran el "**Análisis de contribución de fuentes"**, que se describe en el apartado 2.5.3. de este documento y que tiene por objeto el atribuir a los diferentes sectores (industria, transporte, residencial, etc.) su contribución a las concentraciones en el aire ambiente de los principales contaminantes en la Comunidad de Madrid. Esta información es esencial para entender el margen de mejora asociado a cada uno de los sectores y orientar las medidas de reducción de emisiones de esta Estrategia de forma óptima. Los contaminantes analizados en este estudio son el óxido de nitrógeno (NO_2), las partículas (PM_{10} y $PM_{2,5}$) y el ozono (O_3), que son los compuestos más relevantes de cara al cumplimiento de la legislación vigente según el RD 102/2011 y debido a sus impactos negativos en la salud y los ecosistemas.

Así mismo, tal y como se explica en el apartado 3.1. de este documento, se ha realizado un estudio para poder definir el "**Nivel de ambición**" que debe tener la Estrategia de Energía, Clima y Aire, teniendo en cuenta la valoración del impacto en calidad del aire de medidas de reducción de emisiones simuladas en el pasado (en el contexto del Plan Azul+) y el análisis de contribución de fuentes realizado dentro del Convenio. Se trata de ofrecer una estimación aproximada de la magnitud de las reducciones de emisiones que es necesaria para dar cumplimiento a la legislación en materia de calidad del aire. Asimismo, y dado que la Estrategia pretende ser también un instrumento para la descarbonización de la economía madrileña, el estudio concluye sobre el nivel de ambición necesario para alcanzar los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Una vez realizados ambos estudios y definidas las áreas de actuación hacia las que se van a dirigir los esfuerzos durante los próximos años con el fin de alcanzar los objetivos establecidos, se ha realizado una "**Evaluación del efecto de las medidas de la Estrategia de Energía, Clima y Aire-2023-2030"** a fin de analizar la repercusión que dichas actuaciones pueden tener en la reducción de emisiones de contaminantes atmosféricos, así como en los gases de efecto invernadero.

BOCM-20240115-10

Cabe señalar que las interrelaciones entre calidad del aire y cambio climático hacen necesaria una aproximación conjunta a ambos problemas. Sin embargo, la diferencia en las escalas espacio-temporales relevantes, los procesos y sustancias de interés y aspectos relacionados con la regulación y gobernanza de ambos ámbitos, dificultan en gran medida el planteamiento de objetivos de reducción consistentes.

La necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la existencia de compromisos a nivel internacional ha facilitado que las distintas administraciones definan objetivos a medio plazo como el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC). De esta forma, la Estrategia de Energía, Clima y Aire, consistentemente con la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, plantea reducir en el año 2030 las emisiones de gases de efecto invernadero en, al menos, un 23 % respecto del año 1990, lo que implica disminuir las emisiones directas actuales (en base al Inventario de emisiones del año 2020, serie 1990-2018) en casi un 50%, es decir, una disminución de más de 10.000 kt de CO2 equivalente

En cuanto a los contaminantes atmosféricos, establecer reducciones de emisiones basadas en la consecución de determinados niveles de calidad del aire resulta muy completo, ya que los niveles de concentración dependen de numerosos procesos físico-químicos, habitualmente no lineales y que además están condicionados entre otros factores por las emisiones a nivel nacional o internacional. Por este motivo, no es posible garantizar que un plan de reducción de emisiones a nivel regional o local cumpla una determinada normativa, como el Real Decreto 102/2011 de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, actualmente en vigor, o la futura Directiva de calidad del aire que establecerá los valores límite a cumplir a partir de 2030.

Por otra parte, es necesario señalar que mientras las emisiones de la Comunidad de Madrid para los principales compuestos relevantes para la calidad del aire, tales como NOX o PM2,5 se han reducido sustancialmente en la última década, las emisiones de CO2-equivalente actuales son muy superiores a las del año 1990, utilizado como referencia para GEI. Esto sugiere que las reducciones en este ámbito han de ser mucho más exigentes.

Por todo lo anteriormente expuesto, en la Estrategia de Energía, Clima y Aire se plantea un escenario de emisiones basado en una reducción de GEI, compatible con los objetivos nacionales y consistente con la Hoja de Ruta hacia la neutralidad climática del Ayuntamiento de Madrid. Esto implicará acometer una serie de actuaciones de enorme calado sobre los sectores del tráfico y residencial, comercial e institucional (RCI), con reducciones de emisiones superiores al 60% (respecto a 2018) en ambos casos. Según se indica en el estudio del nivel de ambición antes citado, las reducciones aparejadas para otros contaminantes gracias a la implementación de estas medidas, tendrían un efecto notable en la calidad del aire global.

De esta forma, la siguiente tarea a realizar en el marco del convenio de investigación con la UPM consiste en una simulación centrada en estudiar el efecto que tendría este escenario de emisiones en el año 2030, manteniendo constante las condiciones de contorno; es decir, sin considerar el posible efecto de medidas y estrategias a nivel nacional o internacional, fuera del ámbito competencial de la Comunidad de Madrid y que carecen del detalle suficiente para su integración en este ejercicio.

Dado el diseño del experimento, los resultados de la simulación permitirán evaluar el grado de compatibilidad de las políticas climáticas en curso con la revisión de los valores límite de concentración de contaminantes atmosféricos en el aire ambiente actualmente en discusión. Esto generará información relevante para valorar la proporcionalidad entre objetivos climáticos y de calidad del aire específicamente para la región de Madrid y facilitará la identificación de estrategias

BOCM-20240115-10

efectivas en ambos ámbitos con el objeto de asegurar la contribución de la Comunidad a la consecución de los objetivos globales asociados al cambio climático y minimizar la exposición de sus ciudadanos a la contaminación atmosférica.

5.1. Cuantificación de las reducciones de emisión GEI, contaminantes atmosféricos y consumo de combustibles en el escenario 2030.

En este apartado se resumen las reducciones de emisiones, que se describen en la Estrategia de Energía, Clima y Aire en la que se enmarca el presente Plan, cuantificadas bajo un escenario de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) compatible con los objetivos nacionales y consistente con la Hoja de ruta para la descarbonización planteada por el Ayuntamiento de Madrid con escenario temporal 2030.

La reducción de emisiones ha sido realizada tomando como base las áreas de actuación descritas en el apartado 5 de la Estrategia. Según se sintetiza en la siguiente tabla, el escenario planteado considera reducciones sustanciales en las emisiones en los sectores del tráfico rodado y residencial, comercial e institucional (RCI), que son los mayores contribuyentes a las emisiones atmosféricas en la Comunidad de Madrid, tanto en relación a gases de efecto invernadero como compuestos relevantes para la calidad del aire. En conjunto, las emisiones de GEI en 2030 serían aproximadamente la mitad que las de 2018, lo que sería compatible con una repercusión proporcional de los objetivos a nivel nacional y también consistente con la planificación climática del Ayuntamiento de Madrid. La reducción de emisiones de NOX tendría un orden de magnitud similar mientras que el impacto para el resto de contaminantes sería en general inferior al 20%.

Sector	**Reducción de emisiones anuales y total estimado para 2030 (t, excepto GEI en kt de CO_2-equivalente)**							
	SO_2	**NO_x**	**COVNM**	**CO**	**NH_3**	**$PM_{2,5}$**	**PM_{10}**	**GEI**
Transporte Rodado	27	16.171	626	7.481	247	478	558	5.975
RCI	679	4.918	1.494	2.569	-	303	304	4.139
Otros	2	239	95	111	821	35	35	824
Total	**709**	**21.327**	**2.215**	**10.161**	**1.068**	**816**	**897**	**709**
Emisiones en 2030	6.185	20.117	48.246	42.124	3.972	4.014	5.871	10.922
Variación (en % respecto a 2018)	***-10,3***	***-51,5***	***-4,4***	***-19,4***	***-21,2***	***-16,9***	***-13,3***	***-50,0***

La fila total difiere en algunos casos de la suma de las cifras indicadas para cada sector porque no se muestran decimales

Tabla 13. Resumen de emisiones bajo el escenario planteado

5.2. Modelización del resultado de las Áreas de actuación de la nueva estrategia.

En el documento resumen de la **"Evaluación del efecto de las medidas de la Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid-2023-2030"** se describen los trabajos de

BOCM-20240115-10

modelización realizados en el marco de las tareas del Convenio con la UPM. El trabajo en este punto proporciona una traslación del efecto de las áreas de actuación cuantificadas, según se ha mostrado en el apartado anterior, en términos de emisión, en los niveles de calidad del aire para los principales compuestos de interés (NO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$ y O_3), a través de los parámetros relevantes regulados según el RD 102/2011, relativo a la mejora de la calidad del aire. Las actividades necesarias para la consecución de este objetivo se resumen a continuación.

5.2.1. Elaboración de un escenario futuro de emisiones

En este punto es necesario proceder a la desagregación espacial de las emisiones de todos los sectores afectados por la Estrategia. Para ello, se utilizan distintas fuentes de información. Por ejemplo, para el sector transporte se consideran las emisiones por categoría de vehículo y combustible empleado en los ámbitos urbano, interurbano y rural. Los datos de desagregación espacial de tráfico utilizados para fuera de la Comunidad de Madrid proceden del Mapa de Tráfico de la DGC, mientras que los datos al interior de la Comunidad de Madrid proceden de la ejecución de modelo de tráfico del Ayuntamiento de Madrid. En el caso del sector RCI, se han desagregan las emisiones según el tipo de combustible empleado.

5.2.2. Simulación de la calidad del aire en 2030

Se trata de una de las tareas fundamentales del Convenio, ya que permite evaluar el efecto que tendrá la Estrategia en la calidad del aire. Esta evaluación está basada en la aplicación de un sistema de modelización de última generación compuesto principalmente por tres modelos, un modelo meteorológico (WRF), un modelo de emisiones (SMOKE) y un modelo de transporte químio (CMAQ). La metodología consiste en mantener la configuración del sistema de modelización llevadas a cabo en el análisis de contribución de fuentes, con la única diferencia de que los datos de entrada (emisiones y meteorología) corresponden a los nuevos escenarios previamente definidos, con el fin de asegurar que las únicas diferencias en los resultados obtenidos sean por las variantes en los datos de entrada.

Esta etapa incluye el pre y post-procesado de las principales variables de entrada (meteorología y emisiones) y salida (datos de concentración) que terminará con el cálculo de los principales indicadores de interés para todo el dominio con una resolución de 1 km^2. Adicionalmente, se simulará el efecto de este escenario considerando el cambio climático.

5.2.3. Análisis de los resultados

En esta fase se comparan los resultados de la simulación anual del año base con los obtenidos para 2030. El análisis de la diferencia de concentración para los parámetros de interés (medias y percentiles definidos en el RD 102/2011 para los compuestos de referencia) sirve para estimar el impacto de la Estrategia en términos de calidad del aire. Los resultados obtenidos se detallan en el documento que se adjunta como Anexo 5 de la Estrategia. Es importante señalar que las variaciones de concentración predichas se asocian al efecto de la Estrategia, que se aplica solamente en la Comunidad de Madrid, de tal manera que para tener una estimación más realista de los cumplimientos de los valores límite sería necesario considerar reducciones en otros ámbitos geográficos.

En lo que respecta al NO_2, los resultados más relevantes muestran una reducción de la concentración media anual del 40% como promedio en la Comunidad de Madrid y reducciones máximas de hasta el 58%. En el caso de los valores altos (percentil horario 99,8) la reducción promedio en la Comunidad

BOCM-20240115-10

de Madrid es del 55% con máximos de 73%. Esto tiene implicaciones importantes para las zonas y estaciones donde pueden producirse superaciones de los valores límite anuales y horarios y más aun teniendo en cuenta los valores límite más restrictivos de la propuesta de futura directiva de calidad del aire, así como de los valores guía propuestos por la OMS. En lo que respecta al NO_2, los resultados más relevantes muestran una reducción de la concentración media anual del 40% como promedio en la Comunidad de Madrid y reducciones máximas de hasta el 58%. En el caso de los valores altos (percentil horario 99,8) la reducción promedio en la Comunidad de Madrid es del 55% con máximos de 73%. Esto tiene implicaciones importantes para las zonas y estaciones donde pueden producirse superaciones de los valores límite anuales y horarios y más aun teniendo en cuenta los valores límite más restrictivos de la propuesta de futura directiva de calidad del aire, así como de los valores guía propuestos por la OMS.

En el caso del material particulado, la reducción de los niveles de concentración de PM_{10} y $PM_{2,5}$ como consecuencia de la aplicación de las medidas también es evidente. En el caso de fracción PM_{10}, la reducción promedio de los niveles de concentración es del 4% para el conjunto de la Comunidad de Madrid. No obstante, se producen mayores reducciones, entorno a un 13%, en aquellas zonas donde los niveles de concentración son más altos, lo que supone disminuciones en la concentración de hasta 2,6 $\mu g/m^3$ como media anual. En lo que respecta al percentil 90,4 de concentración de PM_{10}, la reducción promedio en la Comunidad de Madrid es del 5,6%, con máximos del 15%. En cuanto a la fracción $PM_{2,5}$, la mejora es ligeramente mayor que en el caso de la fracción PM_{10}, alcanzándose una reducción media para el conjunto de la Comunidad de Madrid de un 6,1% y reducciones máximas del 18%, lo que supone hasta 2,2 $\mu g/m^3$ como media anual en algunos puntos de la región. Estas reducciones permiten que se registren en las zonas con concentración más elevadas (centro ciudad y principales vías de comunicación) valores muy próximos a los valores límite propuestos por la propuesta de nueva directiva, que fija el valor límite en 10 $\mu g/m^3$.

Si este mismo análisis se realiza considerando los valores recomendados por la OMS (5 µg/m3), las concentraciones predichas por el modelo lo excederían hasta en 8 µg/m3 para algunas localizacio, alejando a la región de su cumplimiento.

En cuanto a la superación del número de días con medias octohorarias mayores de 120 µg/m3 para el O3, la variación entre simulaciones es poco significativa. El impacto de la Estrategia se traduce en una reducción como promedio en la Comunidad de Madrid del 1,5% y reducciones máximas del 4,6%. Estas reducciones se producen principalmente en lugares donde los niveles de concentración de O3 son altos (periferia de ciudad y zonas rurales). Cabe señalar que el estudio de contribución de fuentes realizado en el marco de este convenio concluye que la mayor contribución se debe a las condiciones de contorno, entorno al 59%, lo que quiere decir que las concentraciones de O3 se deben en gran parte al transporte de este contaminante desde áreas fuera del dominio de simulación, lo que supone una limitación importante para el planteamiento de medidas locales eficaces para reducir los niveles de este compuesto. Por el contrario, se podrían producir ligeros aumentos de concentración en el centro de la ciudad de Madrid; no obstante, a pesar de este ligero aumento, es descartable a priori cualquier tipo de superación en estas zonas.

Teniendo en cuenta las reducciones previstas para los indicadores analizados, se puede concluir que la implementación efectiva de la Estrategia y el presente Plan es compatible con el cumplimiento de los valores de calidad del aire en todas las zonas gestionadas por la Comunidad de Madrid y permitiría aproximarse a los valores límite de la actual propuesta de futura Directiva europea de calidad del aire a 2030. No obstante, es importante señalar que para tener una estimación más realista de los cumplimientos sería necesario considerar reducciones en otros ámbitos geográficos.

BOCM-20240115-10

En el caso del ozono y dadas sus particularidades, el análisis de posibles medidas debe basarse en estudios específicos del efecto de reducciones de emisiones concretas bajo las condiciones meteorológicas que típicamente se asocian a los picos de concentración de este compuesto. En este sentido, se están realizando trabajos en el marco del citado Convenio, tal como se describe en el apartado 7 de este Plan, que culminarán con la redacción de un “Plan de mejora de la calidad del aire por ozono”.

BOCM-20240115-10

6. Planes de acción a corto plazo durante episodios de alta contaminación

La Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera establece que las Comunidades Autónomas, además de adoptar planes y programas de mejora de la calidad del aire, deben adoptar planes de acción a corto plazo, con medidas inmediatas y a corto plazo, para las zonas y supuestos en que exista riesgo de superación de los objetivos de calidad del aire y los umbrales de alerta.

Por su parte, el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, establece que cuando en una zona o aglomeración determinada exista el riesgo de superación de los umbrales de alerta, las Comunidades Autónomas y, en su caso, las Entidades Locales, deben elaborar planes de acción que indicarán las medidas que deben adoptarse a corto plazo para reducir el riesgo de superación o la duración de la misma.

Por ello, y aunque en la Comunidad de Madrid nunca se ha superado el umbral de alerta establecido (400 µg/m^3 NO_2 durante tres horas consecutivas), se consideró necesario la adopción de un plan de acción, a fin de establecer el marco de actuación que permitiera evitar los episodios de contaminación por dióxido de nitrógeno y, en caso de producirse, quedaran minimizados sus efectos en cuanto a su duración, intensidad e impacto sobre la salud de las personas y el medio ambiente.

De esta forma, en el año 2017, mediante Decreto 140/2017, de 21 de noviembre, del Consejo de Gobierno, se aprobó el Protocolo Marco de Actuación durante episodios de alta contaminación por Dióxido de Nitrógeno (NO_2).

El Protocolo constituye un instrumento de planificación autonómica en la materia, definiendo los niveles de actuación, los escenarios posibles, la descripción de las potenciales medidas a adoptar y la Administración que en cada caso sea la más indicada para la ejecución de las mismas (Comunidad de Madrid, Consejería de Medio Ambiente, 2017).

Este protocolo recoge las pautas a seguir ante este tipo de situaciones, a través de una serie de medidas y recomendaciones dirigidas a los ayuntamientos. En él se establecen 3 niveles de actuación:

- Nivel de información y preaviso: Cuando en 2 estaciones de una misma zona se registren más de 180 µg/m^3 de NO_2 durante 2 horas consecutivas.
- Nivel de aviso: Cuando en 2 estaciones de una misma zona se registren más de 200 µg/m^3 NO_2 durante 2 horas consecutivas.
- Nivel de alerta: Cuando se superen los 400 µg/m^3 NO_2 durante 3 horas consecutivas en 3 estaciones de la Zona 1 (Madrid ciudad); o en 2 estaciones de la subzona 4 de Madrid; o en una estación de las Zonas 2 a 7 (el resto de la Comunidad, excepto la capital).

Estos niveles de actuación activarán a su vez cuatro escenarios:

- Escenario 1: se activará cuando lleve un día el nivel de información y preaviso, con previsión meteorológica desfavorable.
- Escenario 2: se activará cuando se sobrepase durante dos días consecutivos el nivel de información y preaviso o un día con superación del nivel de aviso, con previsión meteorológica desfavorable.
- Escenario 3: se activará cuando se supere durante dos días consecutivos el nivel de aviso, con previsión meteorológica desfavorable.
- Escenario 4: se activará cuando se cumpla un día completo con el nivel de alerta.

BOCM-20240115-10

Cabe señalar que una previsión meteorológica desfavorable, en lo que a contaminación atmosférica se refiere, es aquella en la que no se produce una correcta ventilación del aire debido a una situación de estabilidad atmosférica.

Cada uno de estos escenarios lleva asociado la adopción de una serie de medidas, que se van poniendo en marcha de manera progresiva, en función del tipo de escenario que se haya declarado, a fin de reducir tanto los niveles de contaminación como su duración. Desde la aprobación del Protocolo en 2017, no ha sido necesario activar ninguno de estos cuatro escenarios en las zonas competencia de la Comunidad de Madrid, que comprende todo el territorio de la región excepto el municipio de Madrid.

Con el fin de informar de la declaración de los distintos escenarios y de la activación de las medidas asociadas, la Comunidad de Madrid ha desarrollado una serie de aplicaciones para facilitar el proceso. Estas aplicaciones son:

- Hojas Excel con las superaciones horarias de 180 µg/m³ de NO_2 en cualquiera de las 48 estaciones que hay en la Comunidad de Madrid (24 de la Red de Vigilancia de la Calidad del Aire del Ayuntamiento de Madrid y 24 de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid). Esta información se remite mediante correos electrónicos a los Ayuntamientos.
- Aplicación web de Gestión de Protocolos, mediante la cual los municipios pueden gestionar sus respectivos protocolos locales de actuación por alta contaminación de NO_2, declarando los escenarios y las medidas asociadas, según lo establecido en su protocolo.
- App de Calidad del Aire, mediante la cual los ciudadanos reciben las notificaciones que hayan gestionado los municipios. Adicionalmente, esta app permite consultar la información más relevante sobre la calidad del aire de la Comunidad de Madrid a través del visor del Índice de Calidad del Aire, información de los datos en tiempo real, recomendaciones sobre salud relacionada con la calidad del aire, etc.

Por su parte, el Protocolo Marco de Actuación establece que todos aquellos municipios con población superior a 75.000 habitantes están obligados a elaborar y aprobar sus propios protocolos de actuación, circunscritos a su término municipal. Los municipios podrán establecer las concentraciones de NO_2 que permiten definir los niveles de actuación, pero en ningún caso estas concentraciones pueden ser superiores a las establecidas por la Comunidad de Madrid en este Protocolo. A la fecha de redacción del presente documento, de los 15 municipios de más de 75.000 habitantes existentes en la región todos han aprobado sus protocolos, a excepción de Valdemoro que se encuentran ultimando los trámites para su aprobación.

La Comunidad de Madrid ha emprendido un proceso de modificación del Decreto 140/2017 que aprueba el protocolo marco de actuación a fin de ampliar la obligatoriedad de aprobar protocolos locales para aquellos municipios de más de 50.000 habitantes. La necesidad de esta modificación ha surgido tras considerar las características demográficas de los grandes municipios de la Comunidad de Madrid y analizar el riesgo de superación de los niveles de contaminación en las mismas, además de considerar la necesidad para estos municipios de más de 50.000 habitantes de adoptar antes de 2023 planes de movilidad urbana sostenible, que contemplen, entre otros aspectos, el establecimiento de zonas de bajas emisiones, de acuerdo a lo establecido en la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética. Para la elaboración de los nuevos protocolos de actuación local, estos ayuntamientos contarán con el asesoramiento técnico de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior.

Por último, cabe señalar que la Conferencia Sectorial de Medio Ambiente aprobó en julio de 2021 el Plan Marco de Acción a corto plazo en caso de episodios de alta contaminación por partículas aéreas inferiores a 10 micras (PM_{10}), partículas inferiores a 2,5 micras ($PM_{2,5}$), dióxido de nitrógeno (NO_2),

BOCM-20240115-10

ozono (O_3) y dióxido de azufre (SO_2) (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico - MITERD, 2021). Este nuevo marco de acción nacional establece valores y actuaciones homogéneas para todas las administraciones, de tal manera que las respuestas que se puedan poner en marcha ante situaciones de alerta por contaminación sean similares para cada uno de los niveles de actuación, independientemente del ámbito geográfico.

El Plan Marco de Acción define tres umbrales de contaminación: umbral de activación, umbral de información y umbral de alerta.

Tabla 14. Umbrales de contaminación establecidos en el Plan Marco de Acción a corto plazo en caso de episodios de alta contaminación por PM10, PM2,5, NO2, O3 y SO2. (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico - MITERD, 2021)

Contaminante	Umbral de activación	Umbral de información	Umbral de alerta
Dióxido de nitrógeno (NO_2)	Cuando en dos estaciones de una misma zona se superan los 180 µg/m^3 de NO_2 durante dos horas consecutivas	200 µg/m^3 (media horaria)	400 µg/m^3 (media horaria durante 3 horas consecutivas)
Dióxido de azufre (SO_2)	200 µg/m^3 (media horaria)	350 µg/m^3 (media horaria)	500 µg/m^3 (media horaria durante 3 horas consecutivas)
Partículas ($PM_{2,5}$)	25 µg/m^3 (valor medio diario)	35 µg/m^3 (media diaria)	50 µg/m^3 (media diaria)
Partículas (PM_{10})	40 µg/m^3 (valor medio diario)	50 µg/m^3 (media horaria)	80 µg/m^3 (media diaria)
Ozono (O_3)	Máxima de las medias octohorarias de un día superen 120 µg/m^3	180 µg/m^3 (media horaria)	240 µg/m^3 (media horaria durante 3 horas consecutivas)

Además, este plan marco de acción introduce una componente predictiva y permite a los órganos competentes de las comunidades autónomas y ayuntamientos utilizar para prever situaciones de alta contaminación por O_3, NO_2, SO_2 PM_{10} y/o $PM_{2,5}$ la información de los modelos que hayan desarrollado en su territorito o, en su defecto, emplear las predicciones de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) u otros modelos que puedan también suministrar un pronóstico de la calidad del aire para los contaminantes objeto del Plan. Además, para los episodios de partículas podrán tenerse en cuenta las predicciones de intrusiones de partículas de origen africano facilitadas por el Ministerio.

En este sentido, conviene mencionar en este punto el Convenio entre la Agencia Estatal de Meteorología y la Comunidad de Madrid para la realización del proyecto de investigación **«Sistema de predicción de la calidad del aire a nivel regional» (SISPAIR)**, publicado mediante Resolución de 16 de diciembre de 2019, de la Agencia Estatal de Meteorología, ya mencionado en el apartado 4.5. de este docuemento. El proyecto tiene una vigencia de 3 años y consiste en el desarrollo de sistemas de predicción de las concentraciones de contaminantes atmosféricos, tales como óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, monóxido de carbono y partículas, en el ámbito geográfico de la región de Madrid. El objeto fundamental del convenio es mejorar la información meteorológica y la predicción

BOCM-20240115-10

de la concentración de estas especies químicas a nivel regional. La puesta en marcha del convenio implica la gestión, coordinación, optimización y prestación compartida de servicios meteorológicos, climatológicos y medioambientales:

- Estudios climatológicos.
- Predicciones meteorológicas y de calidad del aire.
- Datos climáticos regionalizados a nivel de la Comunidad de Madrid.
- Fenómenos climáticos extremos.

Estos sistemas de predicción serán clave en el nuevo Protocolo Marco de Actuación que la Comunidad de Madrid está actualmente elaborando para adaptarse a lo establecido en el citado Plan de acción nacional e incluir a los contaminantes O_3, NO_2, SO_2, PM_{10} y/o $PM_{2,5}$.

Actualmente, la Comunidad de Madrid dispone de protocolos de información que se activan de forma automática e inmediata al registro en la estación de superaciones de los umbrales de NO_2, SO_2 y O_3 en cualquiera de las estaciones que integran la Red de Calidad del Aire regional. Mediante dichos protocolos, se avisa y se informa con periodicidad horaria de las superaciones de los umbrales regulados a los municipios afectados (todos los incluidos en la zona donde se ha registrado la superación), al personal sanitario y a los responsables de la Comunidad de Madrid en materia de calidad del aire. De forma paralela, se procede a enviar una notificación a los ciudadanos a través de la App de Calidad del Aire con información sobre la superación de dichos umbrales (http://www.madrid.org).

BOCM-20240115-10

7. Plan de mejora de la calidad del aire por ozono

Tal como se ha indicado en el apartado 2.1.3. de este documento, el ozono es un gas incoloro que puede resultar beneficioso o nocivo para la salud, dependiendo de si se encuentra en las capas más altas de la atmósfera o a nivel del suelo. Por ello se habla de:

- Ozono bueno (ozono estratosférico): se localiza en la estratosfera, a una distancia de la superficie terrestre de entre 12 a 50 km, formando una capa que nos protege de los dañinos rayos ultravioleta del sol. Este es el ozono al que se hace referencia cuando se habla del "agujero de la capa de ozono".
- Ozono malo (ozono troposférico): se localiza en la troposfera, es decir, la parte de la atmósfera donde se desarrolla la vida humana. Este ozono se forma como resultado de reacciones químicas, en presencia de la luz solar, a partir de los contaminantes emitidos por automóviles, centrales térmicas, refinerías, procesos industriales diversos etc. Cuanto mayor sea la luz solar y la temperatura, mayor será la cantidad de ozono que se forme; por ello, las mayores concentraciones de este gas se dan en verano.

El ozono es un potente oxidante, por lo que su presencia en la troposfera produce efectos negativos sobre la salud humana, la vegetación y los materiales. En el marco de los estudios realizados por la Organización Mundial de la salud se han realizado estudios epidemiológicos que demuestran un impacto sobre la morbilidad y la mortalidad humanas con afectaciones en los aparatos respiratorio y cardiovascular, provocando afecciones tanto durante exposiciones episódicas, es decir a altas concentraciones durante cortos periodos de tiempo, como crónicas, a concentraciones moderadamente altas durante periodos de tiempo más prolongados.

7.1. Formación del ozono troposférico

El ozono troposférico (O_3) se caracteriza por un complejo mecanismo de formación basado en la fotooxidación de contaminantes, principalmente compuestos orgánicos volátiles (COVs), incluido el metano, en presencia de NO_X. Las emisiones de estos gases se producen a partir de fuentes antropogénicas y, en el caso de los COVs, también biogénicas (emitidos por la vegetación). Este esquema sigue un patrón no lineal, en el que los NO_X están implicados en la formación de O_3 pero también en su eliminación a través de la reacción del O_3 con NO para formar NO_2 y O_2.

Este contaminante secundario, tanto en la Comunidad de Madrid como en otras grandes áreas de España y Europa, presenta en primavera y verano concentraciones que superan los valores objetivo fijados por la normativa, como se ha descrito en el apartado 2 del presente documento. Esta situación es el resultado de diferentes factores atmosféricos, que están fuertemente vinculados a las condiciones meteorológicas y se ven favorecidos por los episodios de calor y altas presiones. La principal complejidad de este sistema radica en el hecho de que los diferentes factores que determinan la formación de O_3 están relacionados y contribuyen al incremento de las concentraciones de este contaminante en diferentes proporciones, pudiendo variar a lo largo del tiempo y del espacio en el área de estudio.

Por lo tanto, la contaminación por ozono tiene una importante dimensión espacial, dado que su formación requiere que se produzca la interacción entre la radiación del sol y los gases precursores, lo cual generalmente ocurre durante el transporte de las masas de aire. En este proceso están involucradas, no solo las masas de aire locales y regionales, sino también el transporte a larga distancia e incluso a nivel hemisférico. De esta manera, las concentraciones de este contaminante pueden ser el resultado de la mezcla del ozono generado a partir de emisiones locales, del formado

BOCM-20240115-10

a partir de precursores emitidos en zonas lejanas, incluso procedentes de otro continente, del ozono transportado desde zonas alejadas y también de las intrusiones procedentes de la estratosfera.

Este comportamiento dificulta los planes y medidas que puedan emprenderse para controlar los niveles de ozono troposférico que se ven influenciados por diferentes factores y que limitan el potencial de reducción de los niveles de concentración de este contaminante atmosférico mediante la reducción de las emisiones antropogénicas nacionales o regional. A escala global, hay un aumento de los valores de fondo que afecta a diferentes zonas del planeta y, a nivel regional o local, se aprecia un aumento de sus concentraciones por encima del fondo creciente.

Según se destaca en los informes sobre la calidad del aire en Europa, elaborados por la Agencia Europea de Medio Ambiente, las grandes aglomeraciones urbanas e industriales son los principales emisores de gases precursores del O_3, procedentes del tráfico, la industria, los aeropuertos, las actividades navieras y las plantas de combustión de biomasa, entre otros. Como se ha indicado, estos precursores son transportados por las masas de aire locales y regionales lejos de las aglomeraciones urbanas hacia zonas suburbanas y rurales, lo que provoca episodios de contaminación en estas áreas (aunque en las grandes ciudades también se pueden sobrepasar los límites de O_3).

Como consecuencia de todo ello, no es posible establecer una relación directa entre las emisiones de gases precursores del O_3 y las poblaciones expuestas a altas concentraciones de este contaminante. Por lo tanto, si bien parece que durante episodios agudos de O_3 en áreas específicas del Mediterráneo, las emisiones a nivel local-regional tienen un papel clave en la superación de los valores objetivo (Querol et al., 2016, 2018), su complejo mecanismo de formación provoca que la problemática de la contaminación por O_3 no pueda ser abordada únicamente con el emprendimiento de medidas a nivel local, sino que requieren de acciones en los distintos niveles de gobernanza y debe ser atajada de forma conjunta con los demás contaminantes atmosféricos.

7.2. Valores legislados para el ozono troposférico

En las tablas que figuran a continuación, se resumen los valores objetivo, objetivos a largo plazo y umbrales de activación, de información y de alerta relativos al ozono troposférico establecidos en la legislación actualmente en vigor, así como los propuestos en la nueva Directiva y los recomendados por la Organización Mundial de la Salud:

Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

Valores objetivo y objetivos a largo plazo para el ozono

Tabla 15. Valores establecidos para el O3 en el Real Decreto Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire

Objetivo	Parámetro	Valor	Fecha de cumplimiento
Valor objetivo para la protección de la salud humana	Máxima diaria de las medias móviles octohorarias (1)	**120 µg/m^3** que no deberá superarse más de 25 días por cada año civil de promedio en un período de 3 años	1 de enero de 2010 (3)
Valor objetivo para la protección de la vegetación	AOT40, calculado a partir de valores horarios de mayo a julio	**18 000 µg/m^3 × h** de promedio en un período de 5 años (2)	1 de enero de 2010 (3)

BOCM-20240115-10

Objetivo	Parámetro	Valor	Fecha de cumplimiento
Objetivo a largo plazo para la protección de la salud humana	Máxima diaria de las medias móviles octohorarias en un año civil	**120 µg/m^3**	No definida
Objetivo a largo plazo para la protección de la vegetación.	AOT40, calculado a partir de valores horarios de mayo a julio	**6.000 µg/m^3 × h**.	No definida

(1) El máximo de las medias móviles octohorarias del día deberá seleccionarse examinando promedios móviles de ocho horas, calculados a partir de datos horarios y actualizados cada hora. Cada promedio octohorario así calculado se asignará al día en que dicho promedio termina, es decir, el primer período de cálculo para un día cualquiera será el período a partir de las 17:00 h del día anterior hasta la 1:00 h de dicho día; el último período de cálculo para un día cualquiera será el período a partir de las 16:00 h hasta las 24:00 h de dicho día.

(2) Si las medias de tres o cinco años no pueden determinarse a partir de una serie completa y consecutiva de datos anuales, los datos anuales mínimos necesarios para verificar el cumplimiento de los valores objetivo serán los siguientes: Para el valor objetivo relativo a la protección de la salud humana: datos válidos correspondientes a un año. Para el valor objetivo relativo a la protección de la vegetación: datos válidos correspondientes a tres años.

(3) El cumplimiento de los valores objetivo se verifica a partir de esta fecha. Es decir, los datos correspondientes al año 2010 son los primeros que se utilizaran para verificar el cumplimiento en los tres o cinco años siguientes, según el caso.

Umbrales de activación, información y de alerta para el ozono

Tabla 16. Umbrales establecidos para el O3 en el Real Decreto Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire

Parámetro		Umbral
Umbral de activación	Promedio de 8 horas	**120 µg/m^3**
Umbral de información	Promedio horario	**180 µg/m^3**
Umbral de alerta	Promedio horario	**240 µg/m^3**

Propuesta de Directiva sobre la calidad del aire ambiente y una atmósfera más limpia en Europa

Valores objetivo para el ozono

Tabla 17. Valores establecidos para el O3 en la propuesta de Directiva relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa por la que se revisan las Directivas 2004/107/CE y 2008/50/CE, publicada el 26 de octubre de 2022

Objetivo	Período de cálculo de la media	Valor objetivo	
Protección de la salud humana	Máxima diaria de las medias octohorarias (1)	**120 µg/m^3**	No podrá superarse más de **18 días** por año civil, promediados en un período de tres años (2)
Protección del medio ambiente	Mayo a julio	AOT40 (calculada a partir de valores horarios)	**18 000 µg/m^3 × h** promediados en un período de 5 años (2)

BOCM-20240115-10

(1) La concentración máxima diaria de las medias móviles octohorarias se determinará examinando las medias octohorarias móviles, calculadas a partir de datos horarios y actualizadas cada hora. Cada media octohoraria calculada de ese modo se asignará al día en que concluya; dicho de otro modo, el primer período utilizado para el cálculo en cualquier día será el comprendido entre las 17.00 horas de la víspera y la 1.00 hora de ese día, y el último período utilizado para cualquier día será el comprendido entre las 16.00 y las 24.00 horas de ese día.

(2) Si los promedios de tres o cinco años no pueden determinarse a partir de una serie completa y consecutiva de datos anuales, los datos anuales mínimos requeridos para comprobar el cumplimiento de los valores objetivos serán los siguientes:

- valor objetivo para la protección de la salud humana: datos válidos para un año,
- valor objetivo para la protección de la vegetación: datos válidos para tres años.

Objetivos a largo plazo para el ozono

Tabla 18. Objetivos establecidos para el O3 en a propuesta de Directiva relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa por la que se revisan las Directivas 2004/107/CE y 2008/50/CE, publicada el 26 de octubre de 2022

Objetivo	Período de cálculo de la media	Valor objetivo	
Protección de la salud humana	Máxima diaria de las medias octohorarias (1)	**100 µg/m³** (1)	No podrá superarse más de **18 días** por año civil, promediados en un período de tres años (2)
Protección de la vegetación	Mayo a julio	AOT40 (calculada a partir de valores horarios)	**6 000 µg/m³ × h** a partir de valores horarios

(1) Percentil 99 (es decir, 3 días de superación al año).

Umbrales de activación, información y de alerta para el ozono

Tabla 19. Umbrales establecidos para el O3 en a propuesta de Directiva relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa por la que se revisan las Directivas 2004/107/CE y 2008/50/CE, publicada el 26 de octubre de 2022

Objeto	Período de cálculo de la media	Umbral
Información	1 hora	**180 µg/m³**
Alerta	1 hora	**240 µg/m³**

Valor recomendado por la OMS

O_3 100 µg/m³, media de ocho horas

En el apartado 2.4. de este documento se analiza en detalle la situación de los niveles de concentración de ozono en cuanto al cumplimiento de los valores que figuran en las tablas anteriores. De manera general se concluye que se han registrado de forma generalizada niveles por encima del valor objetivo para la protección de la salud y para la protección de la vegetación en todas las estaciones de la red de la Comunidad de Madrid. El umbral de alerta a la población (240 µg/m³ de media horaria) no se ha superado nunca. En lo relativo al Ayuntamiento de Madrid, también se

BOCM-20240115-10

registran incumplimientos del valor objetivo para la protección de la salud a lo largo del periodo, si bien no en todas las estaciones.

7.3. Estudios de investigación sobre el ozono troposférico

En el marco de los trabajos de la revisión del Plan Azul+, durante el año 2016 se puso en marcha un ambicioso estudio denominado "Análisis mediante campañas de medición adicionales y técnicas complementarias de modelización de la contaminación por ozono troposférico en la Comunidad de Madrid".

Estos trabajos se realizaron gracias a la colaboración de las tres administraciones con competencias en la materia (el entonces Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (actualmente Ministerio para la Transición Ecológica), Comunidad de Madrid y Ayuntamiento de Madrid) y en el mismo han participado en colaboración más de una docena de centros de investigación y universidades, como el Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (IDAEA) del CSIC, CIEMAT, CEAM, AEMET, IFQR-CSIC, LAO-IC3, AirModus, Instituto de Salud Carlos III, Universidad del País Vasco, Universidad Hanyang de Corea del Sur, Universidad Aix Marseille y Birmingham University.

El objetivo principal de estos trabajos fue complementar las mediciones de ozono obtenidas por la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid y la del Ayuntamiento de Madrid, con campañas adicionales realizadas en el verano de 2016 (principalmente en el mes de julio, que es cuando se registran las concentraciones de ozono más altas) y, mediante modelización, identificar, en su caso, posibles medidas eficaces y eficientes para reducir la contaminación del ozono troposférico en la Comunidad de Madrid.

Con los resultados de las intensas mediciones realizadas en superficie (200 dosímetros de O_3 y 200 dosímetros de NO_2 distribuidos por todo el territorio de la Comunidad de Madrid) y en altura (mediante un globo sonda aerostático entre el nivel del suelo y más de 1.000 metros de altitud), los diferentes organismos de investigación y universidades han realizado diversos estudios que fueron presentados en una jornada de debate en la sede del antiguo Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, hoy Ministerio para la Transición Ecológica, el pasado 25 de mayo de 2017. Las conclusiones son complejas, pero se puede destacar:

- Se identificaron 4 procesos que contribuyen al incremento de los niveles de O3 en la cuenca de Madrid:
  - Formación fotoquímica local-regional.
  - Aportes externos desde regiones sitas fuera de la cuenca.
  - Fumigación, desde estratos de reserva en altura con origen diverso (externo o regional recirculado), favorecida por el crecimiento de la capa de mezcla.
  - Aportes de O_3 y precursores del penacho urbano de Madrid.
- Se consideró necesario realizar nuevos estudios para:
  - Comprobar la causa-efecto de los escenarios meteorológicos de ciclos de acumulación episodios Tipo Advectivo y Acumulativo para al menos 2013-2017.
  - Realizar predicciones de los mismos por parte de grupos de expertos en este tipo de meteorología.
  - Aplicar estudios de contribución de fuentes a gran escala para aportes locales/regionales y externos a la cuenca y a escala regional/local para atribuir contribuciones a los diferentes sectores (tráfico rodado, industria, domésticas y residenciales, etc.).

BOCM-20240115-10

- Análisis de sensibilidad de O_3 a posibles escenarios de reducción de precursores. Complementar con estudios de respuesta de O_3 en fines de semana (con menores emisiones), y antes/después del inicio y final de periodo vacacional para periodos con escenarios meteorológicos constantes.

Por otra parte, cabe mencionar que el 1 de enero de 2019 entro en funcionamiento una nueva estación de medida en la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid, ubicada en Cotos. Dicha estación, entre otros fines, tiene por objeto dar continuidad a los trabajos de investigación sobre la afección del cambio climático en los espacios naturales del entorno de la Laguna de Peñalara así como la realización de estudios relacionados con el ozono troposférico. La ubicación de la citada estación fija de medida de calidad del aire, en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama, está permitiendo obtener datos de las concentraciones de ozono en zonas alejadas de los principales emisores de precursores y las variaciones de este contaminante que se producen con la altura, que son puestos a disposición del público en general, con especial atención a los centros de investigación mencionados y a la comunidad científica en su conjunto, de forma que se faciliten los estudios que se están realizando para la reducción de éste y otros contaminantes.

A nivel estatal los esfuerzos para reducir los niveles de este contaminante se han enfocado en la elaboración del **Plan Nacional de Ozono**, actualmente en redacción y sobre el que se espera obtener el primer borrador a lo largo de 2023. Para la elaboración del citado Plan se ha establecido el Convenio de colaboración científico-técnica entre el (Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), a través del Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (IDAEA-CSIC), y el Barcelona Supercomputing Center-Centro Nacional de Supercomputación (BSC-CNS), publicado en el BOE por Resolución de 30 de noviembre de 2021.

El objeto del convenio es establecer la colaboración científico-técnica entre el CSIC, a través del IDAEA, y el BSC, en la realización conjunta del Proyecto de I+D+i Plan Nacional de Ozono Troposférico, consistente en las investigaciones y actuaciones necesarias para evaluar los niveles y tendencias de ozono troposférico en España, estudiar la fenomenología de sus episodios de contaminación, obtener cuantificaciones de las contribuciones de los diferentes sectores emisores de sus precursores, así como proponer posibles estrategias de reducción de estas últimas con posible efectividad en la reducción de la contaminación por ozono, en los términos establecidos por las partes en este Convenio y en el Plan de Trabajo que estas acuerden y al que se hace referencia en la cláusula segunda.

En el marco del citado convenio de colaboración se están llevando a cabo estudios de gran interés para conocer la dinámica de formación del O_3 troposférico en el territorio español, tales como el análisis de tendencias de concentraciones de ozono y contaminantes relacionados, la investigación sobre variabilidad espacial y temporal de las concentraciones de O_3 durante el período de confinamiento por la COVID-19 o la modelización de episodios y el análisis de contribución de fuentes a los niveles de O_3, entre otros, cuyo resultado final culminará con la publicación del Plan Nacional de Ozono.

Cabe señalar que la Comunidad de Madrid forma parte del grupo de trabajo del Plan Nacional de Ozono, creado por el Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico durante los trabajos de redacción del citado plan, a fin de tener un espacio de intercambio de información y celebrar reuniones periódicas donde compartir la documentación que se va generando. En este grupo, además del resto de Comunidades Autónomas, participan también los organismos de investigación que forman parte del Convenio de colaboración, así como otros organismos que están desarrollando trabajos para el futuro Plan Nacional de Ozono, tales como la Universidad País Vasco, la Universidad

BOCM-20240115-10

de Zaragoza, el Centro Universitario de la Defensa, el Instituto Tecnología Cerámica UJI y la Universidad de Huelva.

7.4. Investigación de medidas adicionales para reducir los niveles de O_3 en la región

Al objeto de contribuir al desarrollo del Plan Nacional de Ozono citado en el apartado anterior, la Comunidad de Madrid está realizando a su vez trabajos de investigación en el marco del Convenio de colaboración con la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) descrito en el punto anterior.

Los resultados obtenidos en el "Análisis de contribución de fuentes", analizados en el apartado 2.5.3. de este documento, sugieren que para este contaminante el margen de control a través de medidas locales es muy reducido. Se propone, por tanto, realizar estudios de detalle para dirimir posibles medidas que permitan reducir los picos de concentración de este contaminante secundario, donde se contemplen específicamente los regímenes actuales de concentración en el aire ambiente de NO_X/COVNM.

De esta forma, se plantea la oportunidad de realizar simulaciones de medidas bajo episodios de alta concentración de ozono. Este trabajo proporcionará una traslación del efecto de las medidas cuantificadas en términos de emisión en los niveles de calidad del aire para los principales compuestos de interés (NO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$ y O_3), a través de los parámetros relevantes regulados según el RD 102/2011, relativo a la mejora de la calidad del aire. Las simulaciones a 2030 se llevarán a cabo mediante la ejecución del modelo CMAQ (Community Multiscale Air Quality Modeling System) a partir de la elaboración de un escenario futuro de emisiones, meteorología y condiciones de contorno idénticas a las de la simulación del año base (2018). Posteriormente se compararán los resultados de la simulación anual del año base con los obtenidos para 2030. El análisis de la diferencia de concentración para los parámetros de interés (medias y percentiles definidos en el RD 102/2011 para los compuestos de referencia) servirá para estimar el impacto de la Estrategia de Energía, Clima y Aire en términos de calidad del aire y para la investigación de medidas adicionales para reducir los niveles de O_3 en la región.

Los trabajos a realizar se resumen a continuación:

- Selección de episodios. Se analizarán los valores observados (2018) y predichos para el escenario de 2030 para identificar un periodo relevante (un mes tentativamente) en términos de concentraciones altas de ozono.
- Análisis de contribución de fuentes específico para esas condiciones, incluyendo su contribución a los niveles medios, pero también los máximos.
- Análisis de sensibilidad a reducciones de emisiones de los principales precursores (NOX y COVs) para las principales fuentes (a priori tráfico y uso de disolventes). Este estudio se realizará tanto para las condiciones meteorológicas actuales como para las futuras esperables bajo un escenario de acusado cambio climático (regionalización del escenario RCP 8.5).
- Simulación de alguna medida específica, adicional a las ya consideradas en la estrategia, que pueda identificar la Comunidad de Madrid.

7.5. Redacción del Plan de mejora de la calidad del aire por ozono troposférico en la Comunidad de Madrid.

Una vez concluyan los trabajos descritos en los apartados anteriores, se redactará el **Plan de mejora de la calidad del aire por ozono troposférico** de la Comunidad de Madrid en el que se

BOCM-20240115-10

contemplarán medidas adicionales a las recogidas en este Plan de Calidad del Aire, cuando se disponga de conclusiones consistentes sobre la sensibilidad a las reducciones de emisiones de los principales precursores del ozono troposférico (NOX y COVs) para las principales fuentes (a priori tráfico y uso de disolventes). De esta forma, la región dispondrá de un instrumento de planificación específico en el que basar las actuaciones de los próximos años a fin de lograr reducir los niveles de concentración de este contaminante, si bien los esfuerzos deben alinearse a diferentes escalas de actuación ya que, como se ha indicado, solo una actuación coordinada a nivel nacional e internacional permitirá alcanzar los valores propuestos en la normativa.

BOCM-20240115-10

8. Condiciones habilitantes y seguimiento del Plan

8.1. Condiciones habilitantes

En el presente Plan se contemplan multitud de actuaciones en diversas áreas de actividad que son ejecutadas bajo diferentes ámbitos competenciales. Por tanto, para garantizar una adecuada implantación del Plan, es necesaria una supervisión que permita recopilar, consolidar y evaluar el avance en las actuaciones de las diferentes Consejerías competentes, Entidades Locales implicadas, así como otros organismos públicos y privados que participen activamente en el desarrollo de las medidas establecidas.

El seguimiento del Plan de Calidad del Aire se realizará de manera conjunta con la Estrategia de Energía, Clima y Aire, al estar el Plan integrado en la misma. Dicho seguimiento debe plantearse como una actividad continua que permita evaluar la eficacia de las medidas que se vayan poniendo en marcha a lo largo de su periodo de vigencia y, en su caso, la adopción de acciones encaminadas a corregir desviaciones o plantear mejoras.

El seguimiento del **Plan de Calidad del Aire** se realizará de manera conjunta con la **Estrategia de Energía, Clima y Aire**

En esa línea, la Comunidad de Madrid lleva realizando esfuerzos en los últimos años orientados a la introducción de la gobernanza sostenible en sus procesos internos, con acciones como el establecimiento del **Comisión Interdepartamental de Cambio Climático.** Este órgano colegiado está constituido por representantes, con rango de director general o director gerente, de las diferentes consejerías, organismos o empresas competentes en todas las materias, tales como administración local, economía, comercio y consumo, industria, sanidad, transportes, seguridad, etc, a fin de dotarla de una visión multidisciplinar. Entre sus destacan la formulación de propuestas dirigidas a asegurar el desarrollo de la Estrategia, así como la evaluación de los recursos y necesidades presupuestarias y propuesta de asignación de los fondos públicos destinados a las diferentes medidas que la integren. con el fin de reforzar su compromiso en la lucha contra el cambio climático y canalizar la labor de impulso y coordinación de las actuaciones de las diferentes consejerías y la propia Comunidad de Madrid en dicha tarea

Por su parte, se cuenta con el asesoramiento y apoyo del **Comité Científico-Técnico de Cambio Climático, formado por** expertos que ofrecen opinión cualificada para poder elaborar los planes y programas relacionados con la prevención y mitigación real del cambio climático para poder aplicarlos a las políticas públicas regionales. Los expertos que integrarán el citado comité forman parte de entidades públicas, privadas e independientes reconocidas en el ámbito de la investigación y la ciencia, a nivel nacional e internacional. Así, participan expertos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), de la Oficina Española del Cambio Climático, del Instituto de Salud Carlos III, la Fundación para la Investigación del Clima, la Agencia Española de Meteorología (AEMET), el laboratorio de ideas Economycs for Energy, el Instituto Madrileño de Estudios Avanzados (IMDEA) Agua e IMDEA Energía o Grupo Red Eléctrica, entre otros, así como investigadores de universidades públicas madrileñas como la Universidad Politécnica de Madrid, Universidad de Alcalá, Universidad Carlos III, Universidad Autónoma de Madrid y Universidad Rey Juan Carlos.

Además, y en cuanto a las materias reguladas en el presente Plan, es necesario destacar la labor desarrollada por la **Sección de Calidad del Aire.** Se trata de un órgano creado al amparo del Decreto Decreto 103/1996, de 4 de julio, por el que se crea el Consejo de Medio Ambiente de la Comunidad

BOCM-20240115-10

de Madrid, modificado posteriormente por el Decreto 10/2011, de 17 de febrero. Se constituye como apoyo a la autoridad ambiental, ejerciendo las funciones en materia de evaluación y gestión de calidad del aire atribuidas a la Comunidad de Madrid. Dichas funciones se concretan en coordinar, valorar, proponer y protocolizar la adopción de las medidas tendentes a evitar la superación de los umbrales de alerta o, en su caso, paliar los efectos de las superaciones de dichos umbrales, según la legislación vigente sobre la materia.

No obstante, la creación de estos órganos, que buscan aprovechar las potencialidades y sinergias y servir de agente coordinador de las diferentes áreas de gobierno, no disminuye la importancia de la colaboración y coordinación a todos los niveles administrativos para asegurar la consecución de los objetivos. Todos estos factores se han tenido en cuenta para la definición de la gobernanza del Plan y la designación de los agentes implementadores. En este sentido, cabe destacar que el éxito de las políticas en materia de calidad del aire depende, no solo de las actuaciones llevadas a cabo por las Administraciones Públicas, sino del conjunto de la sociedad, implicando a empresas, instituciones y ciudadanos en la necesidad de avanzar progresivamente en la consecución de los objetivos. De esta forma, la Administración se constituye en el elemento facilitador esta concienciación progresiva de la sociedad hacia una economía descarbonizada y una mejor calidad del aire.

8.2. Seguimiento de la ejecución del Plan de Calidad del Aire

El seguimiento del Plan se realizará a través de un sistema de monitorización, evaluación y reporte (MER) que permita conocer y comunicar de manera efectiva el progreso de las acciones que se están llevando a cabo en el Plan. Como se ha mencionado anteriormente, se trata de una oportunidad para calibrar cada decisión tomada, para aprender de la evidencia que se va obteniendo conforme las medidas y actuaciones van siendo implantadas, para evaluar la eficacia relativa de las diferentes opciones de diseño, así como para corregir aquellas acciones que no funcionen en las primeras etapas. Este sistema favorece la participación y la involucración de los diferentes agentes y puede ser de utilidad para tomar decisiones fundamentadas y fomentar la mejora continua de las acciones planteadas. La estructura típica de un sistema MER se recoge en la figura 50.

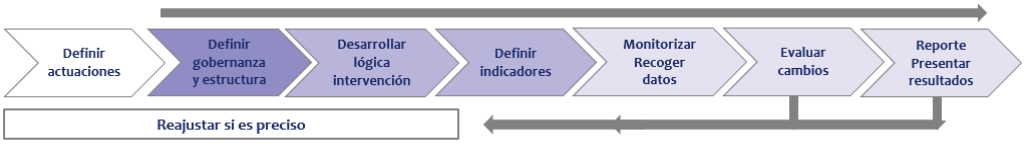


Figura 50. Estructura de un sistema MER (Monitoreo, Evaluación y Reporte). (C40, 2021))

Así, de manera **mensual**, se llevará a cabo un monitoreo y evaluación del estado de las actuaciones planteadas en cada medida, y se le otorgará un **porcentaje de avance** en función del estado de implementación. Con los resultados de la evaluación de todas las medidas, se generará un **informe mensual** de seguimiento del Plan. Con la información contenida en estos informes, se elaborarán **informes anuales**. Estos son los que identificarán la necesidad de esfuerzos adicionales en ciertas medidas y que plantearán la revisión de las mismas.

La propuesta de **revisión de medidas se hará cada 2 años**. El proceso de revisión será liderado por la Dirección General de Transición Energética y Economía Circular, que contará con el apoyo de las Direcciones Generales sectoriales implicadas en la implementación de las actuaciones, así como de los órganos colegiados mencionados en el apartado anterior.

BOCM-20240115-10

Sirva como ejemplo una medida donde se fomente la adquisición de vehículos eléctricos, en la que se tiene una meta numérica específica de número de vehículos eléctricos y reducción de emisiones asociadas. La medida puede haberse implementado en su totalidad, pero no haberse logrado la meta fijada de vehículos y/o de reducción de emisiones. En el caso de que una medida no tenga un indicador asociado específico, evaluará el grado de implementación en función con el grado de avance o efectividad de la medida, es decir, su impacto. Si se dispone de ambos, se valorará de manera conjunta.

Por último, se realizará una **revisión global del Plan cada 4 años**. Esta revisión podrá basarse en los datos proporcionados por la herramienta de seguimiento, los informes anuales y mensuales generados, así como los resultados obtenidos y lecciones aprendidas del ejercicio de revisión de las medidas. Esta etapa será liderada por el Área de Calidad Atmosférica.

8.3. Indicadores de seguimiento

Como se ha indicado en apartados anteriores, el presente Plan se enmarca en la Estrategia de Energía, Clima y Aire, que establece un marco energético, climático y de emisiones contaminantes deseable para el año 2030, con vistas a conseguir las ambiciones planteadas para 2050. Dicha Estrategia plantea abordar una serie de medidas en las diferentes áreas de actuación, agrupadas en los distintos sectores estratégicos con vistas a alcanzar un escenario de reducción de emisiones para el año 2030. Para ello, el citado documento de planificación propone **7 retos u objetivos estratégicos**, 3 de ellos ligados a la planificación energética (OE1, OE2 y OE3), 3 ligados a la planificación ambiental (OE4, OE5 y OE6) y 1 orientado al cambio social (OE7). El presente Plan de Calidad del Aire está orientado, por tanto, a desarrollar específicamente el **objetivo estratégico 5 (OE5)** del citado documento de planificación estratégica a nivel regional, cuyo propósito es alcanzar la reducción de emisiones contaminantes planteado en el mismo.

Por lo tanto, dado que el fin de la Estrategia es minimizar los efectos negativos sobre la salud y los ecosistemas de la contaminación atmosférica, los esfuerzos se orientarán a alcanzar el cumplimiento de los objetivos y valores límite legalmente establecidos, no ya en la normativa que actualmente se encuentra en vigor, esto es, el Real Decreto 102/2011 de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, sino en la que finalmente se defina una vez se apruebe la nueva Directiva actualmente en tramitación, en coherencia también con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud, tal como se ha explicado en el apartado 3 de este documento.

8.3.1. Indicadores globales de seguimiento de objetivos

Al igual que la Estrategia, el Plan de Calidad del Aire se constituye como una herramienta viva y necesariamente flexible, que pretende alcanzar unos objetivos de mejora constante involucrando a la totalidad de los madrileños y, por tanto, ha de disponer de sistemas de seguimiento y control de los resultados globales.

Con este objetivo, la Estrategia define en su apartado 6 una serie de indicadores globales de evaluación y seguimiento para cada uno de los 7 objetivos estratégicos establecidos.

En concreto, y con respecto al **objetivo estratégico 5 (OE5)**, la estrategia define los siguientes indicadores:

BOCM-20240115-10

OE5-IE1. Valor medio anual de concentración de NO_2 registrado en las estaciones de control de la calidad del aire la Comunidad de Madrid.

La fuente principal de emisión de este contaminante en la Comunidad de Madrid son los vehículos a motor.

Para el NO_2 la legislación actualmente en vigor, Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, establece un Valor límite anual (VLA) de NO_2 para la protección de la salud humana de concentración anual de 40 µg/m^3 referenciado al año civil. La propuesta de Directiva relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa por la que se revisan las Directivas 2004/107/CE y 2008/50/CE, publicada el 26 de octubre de 2022, propone un VLA más exigente de 20 µg/m^3 que deberá cumplirse, de aprobarse esta norma, a más tardar el 1 de enero de 2030.

- **Definición. –** Valor Límite Anual de NO_2 para la protección de la salud.
- **Unidad**. **–** Microgramo por metro cúbico (µg/m^3).
- **Situación actual. –** En 2021 ninguna estación de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid ha superado el VLA. En la Red del Ayuntamiento de Madrid la Estación de Plaza Elíptica superó este valor (41 µg/m^3).
- **Objetivo a 2030.-** Cumplimiento del VLE establecido en la normativa en vigor.
- **Revisión.-** Anual

OE5-IE2 Valor medio anual de concentración de $PM_{2,5}$ registrado en las estaciones de control de la calidad del aire la Comunidad de Madrid.

La fuente principal de emisión de este contaminante en la Comunidad de Madrid es el sector residencial, comercial e institucional, el transporte y la industria.

Para las partículas $PM_{2,5}$, la legislación actualmente en vigor, Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, establece un Valor límite anual para la protección de la salud de 20 µg/m^3. La propuesta de Directiva relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa por la que se revisan las Directivas 2004/107/CE y 2008/50/CE, publicada el 26 de octubre de 2022 propone un VLA más exigente de 10 µg/m^3 que deberá cumplirse, de aprobarse esta norma, a más tardar el 1 de enero de 2030.

- **Definición. –** Valor Límite Anual de $PM_{2,5}$ para la protección de la salud.
- **Unidad**.- Microgramo por metro cúbico (µg/m^3).
- **Situación actual. –** En términos de calidad del aire, este contaminante no presenta superaciones del VLA en la Comunidad de Madrid.
- **Objetivo a 2030.-** Cumplimiento del VLE establecido en la normativa en vigor.
- **Revisión.-** Anual

OE5-IE3 Umbral de información a la población de Ozono troposférico, O_3, registrado en las estaciones de control de la calidad del aire la Comunidad de Madrid.

A diferencia de los contaminantes primarios, el ozono troposférico no se emite directamente a la atmósfera, sino que se forma, casi en su totalidad, a partir de reacciones químicas complejas de gases precursores, principalmente los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles no metánicos que están presentes en la atmosfera. A escala continental, el metano (CH_4) y el monóxido de carbono (CO) también juegan un papel en la formación de O_3. La radiación solar es otro factor determinante que condiciona la velocidad y el grado de formación de O_3, por lo que los niveles más elevados de este contaminante se producen en primavera y verano. Se trata de un contaminante con una química de formación muy compleja, por lo que es difícil encontrar soluciones viables y factibles

BOCM-20240115-10

para su control. El último estudio de contribución de fuentes, elaborado en el marco del Convenio con la UPM, sugiere que el margen de control a través de medidas locales es muy reducido. En consecuencia, se plantea realizar estudios de detalle para dirimir posibles medidas que permitan reducir los picos de concentración de este contaminante secundario. Por este motivo, como complemento del Plan de calidad del aire de la Comunidad de Madrid y a partir de los trabajos desarrollados en el marco del Convenio de investigación firmado con la UPM, se va a elaborar un "Plan de mejora de la calidad del aire por ozono", que se encontrará alineado con el Plan nacional de Ozono, actualmente en desarrollo.

Por todo lo anteriormente expuesto, se plantea hacer un seguimiento de la evolución de este contaminante a través de, entre otros, el número de superaciones del umbral de información a la población que se producen en las estaciones de control de la calidad del aire de la Comunidad de Madrid.

- **Definición. –** Umbral de información a la población
- **Unidad**.- Microgramo por metro cúbico (µg/m^3).
- **Situación actual. –** En el año 2021 se ha detectado un incremento en las superaciones del umbral de información a la población, registrándose 19 horas aditivas por encima de 180 µg/m3 en toda la Red (8 horas no aditivas) frente, por ejemplo, a la única superación registrada en 2020.
- **Objetivo a 2030.-** No registrar superaciones del umbral de información a la población en las estaciones de la Red de Calidad del Aire.
- **Revisión.-** Anual

8.3.2. Indicadores específicos de seguimiento de objetivos

Para el seguimiento y control de los niveles de inmisión de contaminantes, se cuenta con la información proporcionada por todas las estaciones de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid y la Red del Ayuntamiento de Madrid. A través de los niveles de concentración de los principales contaminantes atmosféricos registrados en las distintas estaciones se definen las actuaciones o políticas que es necesario poner en marcha para la mejora de la calidad del aire, tanto en las zonas en las que los niveles de uno o más contaminantes regulados superen dichos objetivos, como para las acciones a corto plazo en los que se determinen medidas inmediatas para las zonas y supuestos en que exista riesgo de superación de los objetivos de calidad del aire y los umbrales de alerta.

Diariamente, en la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid, se reciben los datos de concentración de los principales contaminantes procedentes de estaciones fijas de medida, que permiten realizar un seguimiento y control de la calidad del aire. Entre los contaminantes más relevantes destacan el dióxido de nitrógeno (NO_2), el dióxido de azufre (SO_2), el monóxido de carbono (CO), el benceno (C_6H_6), los hidrocarburos totales, metánicos y no metánicos, el ozono troposférico (O_3), las partículas en suspensión (PM_{10} y $PM_{2,5}$) y el Black Carbon. Adicionalmente, con la periodicidad establecida, se determinan las concentraciones de los metales plomo, arsénico, cadmio, níquel, así como de los hidrocarburos aromáticos policíclicos, entre los que destaca el benzo(a)pireno.

Estos datos se utilizan para la elaboración de **informes diarios**, que se ponen a disposición del público a través de la dirección url: http://www.madrid.org/calidaddelaire.

Accediendo a dicho enlace se puede consultar, además del **Índice de Calidad del Aire** de cada estación, los datos en tiempo real de todas las estaciones, los datos históricos, las predicciones a

BOCM-20240115-10

24-48 horas para los principales contaminantes, los avisos de superaciones de umbrales, la documentación y legislación relacionada, etc., permitiendo descargar los datos de una manera cómoda y sencilla. También está disponible, en el ***Open Data***, los datos horarios en un formato adecuado para los usuarios que de forma reiterativa utilizan los datos de calidad del aire, tales como investigadores, divulgadores y gestores de aplicaciones de calidad del aire.

Cabe señalar que el **Índice de Calidad del Aire (ICA)** es un indicador que permite comprobar, en tiempo real y de forma sencilla, la calidad del aire que marcan las estaciones de medición de las redes de vigilancia. El ICA incluye además recomendaciones sanitarias para la población general y la población sensible.

El ICA en la Comunidad de Madrid sigue la misma metodología de cálculo del "Índice Nacional de Calidad del Aire" aprobado mediante Orden TEC/351/2019, de 18 de marzo, publicada en el boletín Oficial del Estado del 28 de marzo de 2019 y modificada por la Resolución de 2 de septiembre de 2020, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico publicada en el BOE del 10 de septiembre de 2020.

Este índice está basado en los datos en tiempo real obtenidos en las 24 estaciones de medida de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid y es el resultado de la valoración integrada de cinco contaminantes: PM_{10}, $PM_{2,5}$, NO_2, O_3, SO_2.

El ICA refleja en cada estación de la Red el peor nivel de cualquiera de los cinco contaminantes representándose con 6 colores, que definen las 6 categorías de calidad del aire: buena, razonablemente buena, regular, desfavorable, muy desfavorable, y extremadamente desfavorable.

En la tabla se describen las categorías de calidad del aire.

BOCM-20240115-10

Tabla 20. Explicación del "Índice Nacional de Calidad del Aire" utilizado en la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid

ÍNDICE DE CALIDAD AL AIRE (ICA)

CALIDAD DEL AIRE	MENSAJES PARA LA SALUD	RECOMENDACIONES PARA LA SALUD	
		GRUPOS DE RIESGO Y PERSONAS SENSIBLES*	POBLACIÓN GENERAL
BUENA	Calidad del aire satisfactoria	Disfrute de sus actividades al aire libre con normalidad	Disfrute de sus actividades al aire libre con normalidad
RAZONABLEMENTE BUENA	Calidad del aire aceptable, no supone un riesgo para la salud	Disfrute de sus actividades al aire libre con normalidad	Disfrute de sus actividades al aire libre con normalidad
REGULAR	La calidad del aire probablemente no afecta a la población general, pero puede suponer un riesgo moderado para los grupos de riesgo	Considere reducir las actividades prolongadas e intensas al aire libre. Las personas con asma o enfermedades respiratorias deben seguir cuidadosamente su plan de medicación. Las personas con problemas de corazón pueden experimentar palpitaciones, dificultad para respirar o fatiga inusual	Disfrute de sus actividades al aire libre con normalidad pero vigile la aparición de síntomas como tos, irritación de garganta, falta de aire, fatiga excesiva o palpitaciones
DESFAVORABLE	Toda la población puede sufrir efectos negativos sobre la salud y los grupos de riesgo mucho más serios	Considere reducir las actividades al aire libre y realizarlas en el interior o posponerlas. Siga su plan de tratamiento médico meticulosamente	Considere reducir las actividades prolongadas e intensas al aire libre, sobre todo si tiene tos, falta de aire o irritación de garganta
MUY DESFAVORABLE	La calidad del aire es una emergencia para la salud pública. Toda la población puede verse seriamente afectada	Reduzca las actividades al aire libre y considere realizarlas en el interior o posponerlas. Siga su plan de tratamiento médico meticulosamente	Considere reducir las actividades al aire libre y realizarlas en el interior o posponerlas, sobre todo si experimenta tos, falta de aire o irritación de garganta
EXTREMADAMENTE DESFAVORABLE	La calidad del aire es una emergencia para la salud pública y puede afectar gravemente a toda la población	Evite la estancia prolongada al aire libre. Siga su plan de tratamiento médico meticulosamente y acuda a un servicio de urgencias si su salud empeora	Reduzca todas las actividades al aire libre y considere realizarlas en el interior o posponerlas. Utilice protección adecuada si tiene que realizar trabajos en el exterior
* Grupos de riesgo y personas sensibles			
Niños de 0-13 años	Personas mayores de 65 años	Embarazadas	Personas con enfermedades respiratorias o cardiovasculares crónicas
Diabéticos	Inmunodeprimidos	Personas que realizan habitualmente trabajos físicos en el exterior	

Para realizar el cálculo de los valores:

- En los contaminantes NO_2 y SO_2, se utilizarán las concentraciones de la última media horaria.
- En el contaminante O_3, el cálculo se hará en base a la media móvil de las 8h anteriores.
- Por lo que respecta a PM_{10} y $PM_{2,5}$, el cálculo se hará en base a la media móvil de las 24h anteriores.

Y se utilizarán los siguientes rangos de concentraciones para definir en qué categoría se sitúa cada compuesto contaminante:

BOCM-20240115-10

Tabla 21. Rango de concentraciones utilizado para definir las categorías del índice de Calidad del Aire.

CALIDAD DEL AIRE	Índice de Calidad del Aire (basado en la concentración de los contaminantes en µg/m³)					
Contaminantes considerados	**Buena**	**Razonablemente buena**	**Regular**	**Desfavorable**	**Muy desfavorable**	**Extremadamente desfavorable**
Partículas menos de 2.5 µm ($PM_{2.5}$)	0-10	11-20	21-25	26-50	51-75	76-800
Partículas menos de 10 µm (PM_{10})	0-20	21-40	41-50	51-100	101-150	151-1200
Dióxido de Nitrógeno (NO_2)	0-40	41-90	91-120	121-230	231-240	341-1000
Ozono (O_3)	0-50	51-100	101-130	161-240	241-380	381-800
Dióxido de Azufre (SO_2)	0-100	101-200	201-350	351-500	501-750	751-1250

Asimismo, en el marco del Convenio de colaboración firmado el 16 de diciembre de 2019 entre la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y la entonces Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Sostenibilidad para la realización del proyecto de investigación «Sistema de predicción de la calidad del aire a nivel regional» (SISPAIR), se ha desarrollado un Sistema de Predicción de la Calidad del Aire a nivel regional sobre la Comunidad de Madrid, para la obtención de las predicciones horarias en superficie de los distintos componentes químicos NO_2, SO_2, O_3, PM_{10} y $PM_{2.5}$, con un alcance de 24 y 48 horas, utilizando el modelo de transporte químico y de aerosoles MOCAGE, operativo en la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

Este proceso se realiza mediante una técnica conocida como Hybrid Forecast, que utiliza datos procedentes de las estaciones de medida de calidad del aire de la red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid para validar los resultados obtenidos por el modelo. Sobre estos resultados se realizan diferentes estudios estadísticos y calibraciones para incorporar variaciones en el modelo de manera que las predicciones representen correctamente la dispersión posible. Posteriormente se han realizado un postproceso de las salidas del modelo MOCAGE con el método MOS (Model Output Statistics) en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid para optimizar la predicción de superaciones de los componentes químicos incluidos en el estudio.

Las categorías utilizadas por el ICA previsto, así como sus umbrales, coinciden con las del actual Índice Nacional de Calidad del Aire.

Además de los informes diarios, se elaboran también **informes mensuales, trimestrales y anuales**, en base a los datos registrados en la red de los distintos contaminantes, también accesibles al público a través de la citada url. Así, mismo, se elaboran **informes especiales**, como es el caso del **ozono**, en los que se evalúa el comportamiento de este contaminante cuyos niveles vienen determinados, entre otros factores, por las condiciones meteorológicas, alcanzándose los niveles más elevados durante los meses estivales.

BOCM-20240115-10

Por lo tanto, en los informes citados se realiza un seguimiento detallado de todos los contaminantes regulados en la normativa en materia de calidad del aire, evaluándose el cumplimiento de cada uno de los niveles y valores establecidos en función de los distintos periodos temporales.

El seguimiento del Plan de Calidad del Aire se plantea, por lo tanto, como una actividad continua que permita evaluar la eficacia de las medidas que se vayan poniendo en marcha a lo largo de su periodo de vigencia y, en su caso, la adopción de acciones encaminadas a corregir desviaciones o plantear mejora.

Las actividades de seguimiento serán coordinadas por parte de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior, a través de la Dirección General de Transición Energética y Economía Circular, y, en concreto, del Área de Calidad Atmosférica.

En las siguientes tablas se muestran los parámetros que son objeto de seguimiento diario en las estaciones de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid y del Ayuntamiento de Madrid.

BOCM-20240115-10

Tabla 22. Detalle de los parámetros que son objeto de seguimiento diario en las estaciones de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid

Área de Calidad Atmosférica
Dirección General de Descarbonización y Transición Energética
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y AGRICULTURA

RED DE CALIDAD DEL AIRE DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Zona	Estación	Superaciones de Valores Límite y Valores Objetivo 2023											Superaciones de Umbrales de Información y de Alerta 2023			
		PM10*		PM2,5	NO_2		NO_x	O_3	SO_2		CO	BENCENO	NO_2	SO_2	O_3	
		Media Anual ≤ 40 µg/m³	Sup. Diarias ≤ 35 días (50 µg/m³ media horaria)	Media Anual ≤ 25 µg/m³	Media Anual ≤ 40 µg/m³	Sup. horarias ≤ 18 horas (200 µg/m³ media horaria)	Media Anual ≤ 30 µg/m³	Sup. Valor Objetivo ≤ 25 días (máx. octh diario)	Sup. horarias ≤ 24 horas (350 µg/m³ media horaria)	Sup. Diarias ≤ 3 días (125 µg/m³ media horaria)	Sup. valor límite < 1 vez/a (10 mg/m³ máx. diario de las medias octh)	Media Anual ≤ 5 µg/m³	Sup. Umbral Alerta 400 µg/m³ med. horaria 3 horas consecutivas	Sup. Umbral Alerta 500 µg/m³ med. horaria 3 horas consecutivas	Sup. Umbral de Información 180 µg/m³ med. horaria	Sup. Umbral Alerta 240 µg/m³ med. horaria
		µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	Nº horas	µg/m³	Nº días	Nº horas	Nº días	Nº días	µg/m³	Nº horas	Nº horas	Nº horas	Nº horas
AGLOMERACIÓN CORREDOR DEL HENARES	Alcalá de Henares															
	Alcobendas															
	Algete															
	Arganda del Rey															
	Coslada															
	Rivas Vaciamadrid															
	Torrejón de Ardoz															
AGLOMERACIÓN URBANA SUR	Alcorcón															
	Aranjuez															
	Fuenlabrada															
	Getafe															
	Leganés															
	Móstoles															
	Valdemoro															
AGLOMERACIÓN URBANA NOROESTE	Colmenar Viejo															
	Collado Villalba															
	Majadahonda															
SIERRA NORTE	El Atazar															
	Guadalix de la Sierra															
	Puerto de Cotos															
CUENCA DEL ALBERCHE	S.M. de Valdeiglesias															
	Villa del Prado															
CUENCA DEL TAJUÑA	Orusco de Tajuña															
	Villarejo de Salvanés															
MEDIA ANUAL DE LA RED (µg/m³)																

* Sin descuento por masas de aire procedentes del Sáhara.

BOCM-20240115-10

Tabla 23. parámetros que son objeto de seguimiento diario en las estaciones de la Red de Calidad del Aire del Ayuntamiento de Madrid

Área de Calidad Atmosférica
Dirección General de Descarbonización y Transición Energética
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y AGRICULTURA

RED DE CALIDAD DEL AIRE DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID

		Superaciones de Valores Límite y Valores Objetivo 2023										Superaciones de Umbrales de Información y de Alerta 2023			
		PM10*		PM2,5	NO_2		O_3	SO_2		CO	BENCENO	NO_2	SO_2	O_3	
Subzona	Estación	Media Anual ≤ 40 µg/m³	Sup. Diarias ≤ 35 días (50 µg/m³ media horaria)	Media Anual ≤ 25 µg/m³	Media Anual ≤ 40 µg/m³	Sup. horarias ≤ 18 horas (200 µg/m³ media horaria)	Sup.Valor Objetivo ≤ 25 días (media octh. diario)	Sup. horarias ≤ 24 horas (350 µg/m³ media horaria)	Sup. Diarias ≤ 3 días (125 µg/m³ media horaria)	Sup. valor límite < 1 sup (10 mg/m³ máx. diaria de las medias octh)	Media Anual ≤ 5 µg/m³	Sup.Umbral Alerta 400 µg/m³ med horaria 3 horas consecutivas	Sup.Umbral Alerta 500 µg/m³ med horaria 3 horas consecutivas	Sup.Umbral de Información 180 µg/m³ med horaria	Sup.Umbral Alerta 240 µg/m³ med horaria
		µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	Nº horas	Nº días	Nº horas	Nº días	Nº días	µg/m³	Nº horas	Nº horas	Nº horas	Nº horas
1	Av. Ramón y Cajal														
	Barrio del Pilar														
	Escuelas Aguirre														
	Cuatro Caminos														
	Mendez Alvaro														
	Plaza de Castilla														
	Pza. del Carmen														
	Pº.Castellana														
	Pza. de España														
	Retiro														
2	Ensanche Vallecas														
	Moratalaz														
	Puente de Vallecas														
3	Arturo Soria														
	Barajas														
	Parque Juan Carlos I														
	Sanchinarro														
	Tres Olivos														
	Urb. Embajada (Barajas)														
4	Casa de Campo														
	El Pardo														
5	C\ Farolillo														
	Pza. Elíptica														
	Villaverde Alto														
MEDIA ANUAL DE LA RED (µg/m³)															

* Sin descuento por masas de aire procedentes del Sáhara.

BOCM-20240115-10

Referencias

ANFAC. (2022). Informe anual 2021. Obtenido de https://anfac.com/wp-content/uploads/2022/07/01_informe_anual_2021_11_7_22_programado.pdf

Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura. (2022). Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos.

Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura. (2022). Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid. Listado de superaciones de umbrales. Recuperado el 23 de mayo de 2022, de http://gestiona.madrid.org/azul_internet/run/j/InformHistoAlertasAccion.icm?ESTADO_MENU=10_1

Área de Calidad Atmosférica, Dirección General de Medio Ambiente y Sostenibilidad. (2021). Informe anual sobre la calidad del aire en la Comunidad de Madrid. Año 2020.

Ayuntamiento de Madrid. (2022). Red de estaciones fijas de control de calidad del aire. Obtenido de https://airedemadrid.madrid.es/portales/calidadaire/es/En-portada/Red-de-estaciones-fijas-de-control-de-calidad-del-aire/?vgnextfmt=default&vgnextoid=aeca16d591bbf710VgnVCM2000001f4a900aRCRD&vgnextchannel=eb2e471c5c503710VgnVCM1000008a4a900aRCRD

BACO - Banco de Datos de Coyuntura. (2021). Lista de series. Obtenido de http://gestiona.madrid.org/baco_web/html/web/AccionSeriesDestacadas.icm?acceso=8&annos=5

C40. (2021). Transporte y Urbanismo. (Knowledge Hub) Obtenido de Transporte y urbanismo: https://www.c40knowledgehub.org/s/topic/0TO1Q0000001lRGWAY/transport-and-urban-planning?language=en_US

C40 Cities Climate Leadership Group, C40 Knowledge Hub. (2021). How to set up monitoring, evaluation and reporting for your city's climate action plan. Obtenido de https://www.c40knowledgehub.org/s/guide-navigation?language=en_US&guideArticleRecordId=a3s1Q000001iaiaQAA&guideRecordId=a3t1Q00000007IEWQAY

Comisión Europea. (2021). Pacto Verde Europeo: La Comisión se fija como objetivo una contaminación cero del aire, el agua y el suelo. Obtenido de https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_21_2345

Comisión Europea. (2022). Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on ambient air quality and cleaner air for Europe (recast.

Comission, E. (s.f.). Air quality - revision of EU rules. Recuperado el 3 de 5 de 2022, de https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12677-Air-quality-revision-of-EU-rules/public-consultation_en

Comunidad de Madrid. (2014). Estrategia de Calidad del Aire y Cambio Climático 2013-2020, Plan Azul+. Madrid.

Comunidad de Madrid. (2022). Portal de Transparencia, Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura. Recuperado el 3 de 5 de 2022, de https://www.comunidad.madrid/transparencia/unidad-organizativa-responsable/consejeria-medio-ambiente-vivienda-y-agricultura

Comunidad de Madrid, Á. d. (s.f.). Red de calidad del aire. Recuperado el 3 de Mayo de 2022, de http://gestiona.madrid.org/azul_internet/html/web/3.htm?ESTADO_MENU=3

Comunidad de Madrid, Consejería de Medio Ambiente. (2017). DECRETO 140/2017, de 21 de noviembre, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el protocolo marco de actuación durante episodios de alta contaminación por dióxido de nitrógeno (NO2) en la Comunidad de Madrid.

BOCM-20240115-10

Comunidad de Madrid, Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Sostenibilidad. (2019). Servicio de información a la población en caso de superación de los umbrales de información y alerta a la población por ozono, NO2 y SO2 a través de mensajes ("SMS") a teléfonos móviles. Obtenido de http://gestiona.madrid.org/azul_internet/doc/AvisosSMS.pdf?ESTADO_MENU=10_3

Comunidad de Madrid, Dirección General de Medio Ambiente y Sostenibilidad. (2019). Revisión de la Estrategia de Calidad del Aire y Cambio Climático de la Comunidad de Madrid 2013-2020, Plan Azul+. Madrid.

Consejo Europeo. (2013). Paquete "aire puro": Mejorar la calidad del aire en Europa. Obtenido de https://www.consilium.europa.eu/es/policies/clean-air/

CRTM. (2018). Encuesta de movilidad de la Comunidad de Madrid. Obtenido de https://www.crtm.es/media/712934/edm18_sintesis.pdf

CRTM. (2020). Informe anual 2020. Obtenido de https://www.crtm.es/media/981179/informe_anual.pdf

Datos Macro. (2020). PIB de Comunidad de Madrid. Expansión. Obtenido de https://datosmacro.expansion.com/pib/espana-comunidades-autonomas/madrid#:~:text=En%202020%20la%20cifra%20del,cuando%20fue%20de%2036.049%20%E2%82%AC.

Department for Environment Food & Rural Affairs, United Kingdom. (2019). CLEAN AIR STRATEGY 2019.

Dirección General de Sostenibilidad y Control Ambiental, Ayuntamiento de Madrid. (2021). Calidad del aire. Madrid.

European Environment Agency, EEA. (s.f.). Air pollution: from emissions to exposure. Recuperado el 22 de marzo de 2022, de https://www.eea.europa.eu/media/infographics/air-pollution-from-emissions-to-exposure/view

europeo, P. (16). Dierctiva (UE) 2016/2284 de 14 de diciembre de 2016 relativa a la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos, por la que se modifica la Directiva 2003/35/CE y se deroga la Directiva 2001/81/CE.

FENERCOM. (2022). Balance Energético de la Comunidad de Madrid. Madrid. Obtenido de https://www.fenercom.com/wp-content/uploads/2022/06/Balance-Energ%C3%A9tico-2020-de-la-Comunidad-de-Madrid-vDigital.pdf

FENERCOM. (2022). Balance energético de la Comunidad de Madrid 2020.

Gunnelle E. Sandanger, M. S. (24 de junio de 2020). We breathe climate change, Exhaustion. Obtenido de https://www.exhaustion.eu/resources/we-breathe-climate-change

INE. (2020). Contabilidad nacional anual de España: agregados por rama de actividad. Revisión Estadística 2019. Obtenido de https://www.ine.es/dyngs/INEbase/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736167628&menu=resultados&idp=1254735576581

INE. (2020). Edad Media de la Población por Comunidad Autónoma. Obtenido de https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=3198

INE. (2020). Estructura y dinamismo del tejido empresarial en España. Obtenido de https://www.ine.es/prensa/dirce_2020.pdf

INE. (2020). Proyecciones de Población 2020 - 2070. Obtenido de https://www.ine.es/prensa/pp_2020_2070.pdf

INE. (2021). Cifras oficiales de población resultantes de la revisión del Padrón a 1 de enero. Obtenido de https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=2853

INE. (3 de 5 de 2022). Obtenido de https://ine.es/dynt3/FMI/

BOCM-20240115-10

INE. (2022). Encuesta Población Activa (EPA). Obtenido de https://www.ine.es/daco/daco42/daco4211/epa0122.pdf

Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid. (2021). Cifras de Población. Obtenido de https://www.madrid.org/iestadis/fijas/otros/estructu_cen.htm

Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid. (2021). Padrón anual. Mapas. Densidades de población. Obtenido de https://gestiona.comunidad.madrid/nomecalles/Inicio.icm?sesionBDT=489518

Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid. (2021). Parque de vehículos de la Comunidad de Madrid. Obtenido de https://gestiona.comunidad.madrid/desvan/Inicio.icm?enlace=desvan

Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid. (2022). Banco de Datos Estructurales. Obtenido de https://gestiona.comunidad.madrid/desvan/AccionLlamadaArbolDesvan_dwr.icm?tipoArbol=desvan

Ministerio para la Transición Ecológica - MITECO. (2021). Plan Marco de Acción a corto plazo en caso de episodios de alta contaminación por partículas aéreas inferiores a 10 micras (PM10), partículas inferiores a 2,5 micras (PM2,5), dióxido de nitrógeno (NO2), ozono (O3) y dióxido de azufre (SO2).

Ministerio para la Transición Ecológica. (6 de julio de 2018). Real Decreto 818/2018, de 6 de julio, sobre medidas para la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos. Obtenido de https://www.boe.es/boe/dias/2018/07/07/pdfs/BOE-A-2018-9466.pdf

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico - MITECO. (2022). De compuestos orgánicos volátiles. Recuperado el 21 de marzo de 2022, de https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/act-emis/compuestos_organicos_volatiles.aspx

Ministerio para la transición ecológica, M. (7 de julio de 2018). Real Decreto 818/2018, de 6 de julio, sobre medidas para la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos. pág. 20.

Ministerio para la transición ecológica, MITECO. (2019). I Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica. Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones 2019.

Organización de las Naciones Unidas. (2015). La Agenda para el Desarrollo Sostenible. Recuperado el 2022 de abril de 27, de https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/

Organización Mundial de la Salud, OMS. (2005). Air Quality Guidelines. Global Update 2005.

Organización Mundial de la Salud, OMS. (2021). WHO global air quality guidelines.

Parlamento Europeo. (2016). Directiva (UE) 2016/2284 del Parlamento Europeo y del Consejo de 14 de diciembre de 2016 relativa a la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos, por la que se modifica la Directiva 2003/35/CE. Obtenido de https://www.boe.es/doue/2016/344/L00001-00031.pdf

Parlamento europeo y el consejo. (14 de diciembre de 2016). Directiva (UE) 2016/2284 del Parlamento Europeo y del Consejo de 14 de diciembre de 2016 relativa a la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos. Obtenido de https://www.boe.es/doue/2016/344/L00001-00031.pdf

United States Environmental Protection Agency - EPA. (2022). Air Quality and Climate Change Research. Recuperado el 27 de abril de 2022, de https://www.epa.gov/air-research/air-quality-and-climate-change-research#:~:text=Changes%20in%20climate%20can%20result,ozone%20standards%20in%20the%20future.

Universidad Politécnica de Madrid. (2022). Análisis de contribución de fuentes de emisión.

WHO. (2005). Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitróeno y el dióxido de azufre. Obtenido de

BOCM-20240115-10

http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=E06BAD67975E8BC1AEC8C4CB190843DF?sequence=1

WHO. (2021). Contaminación del aire ambiente (exterior). Obtenido de https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health

BOCM-20240115-10

Índice de abreviaturas

AEMA-ITV	Asociación de Entidades para la Inspección Técnica del Vehículo
AEMET	Agencia Estatal de Meterología de España
As	Arsénico
CEIM	Confederación Empresarial de Madrid
CEOE	Confederación Española de Organizaciones Empresariales (CEOE)
Cd	Cadmio
CIEMAT	Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas
CM	Comunidad de Madrid
CO	Monóxido de Carbono
COV	Compuestos Orgánicos Volátiles
COVNM	Compuestos Orgánicos Volátiles No Metánicos
CPD	Centro de proceso de datos
CSIC	Consejo Superior de Investigaciones Científicas
DIRCE	Directorio General de Empresas
EEA	Agencia Europea del Medio Ambiente
GEI	Gases de Efecto Invernadero
IPPU	Industrial Processes and Product Use – Procesos Industriales y Uso de Productos
INE	Instituto Nacional de Estadística
KTEP	Kilo Toneladas Equivalentes de Petróleo
LRTAP	Long-range Transboundary Air Pollution
MITECO	Ministerio para la Transición Ecológica
NEC	National Emission Ceiling (Acrónimo en ingles de Techos Nacionales de Emisión)
NFR	Nomenclature For Reporting
Ni	Níquel
NO_2	Dióxido de Nitrógeno
NO_x	Óxidos de Nitrógeno
O_3	Ozono
ODS	Objetivos del Desarrollo Sostenible
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PIB	Producto Interior Bruto
PM_{10}	Material particulado inferior a 10 micras
$PM_{2,5}$	Material particulado inferior a 2,5 micras
PNCCA	I Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica
RCI	Residencial, Comercial e Instirucional
RD	Real Decreto
SEI	Sistema Español de Inventario
SNAP	Selected Nomenclature for Air Poluution
SO_2	Dióxido de azufre
SO_x	Óxidos de azufre

BOCM-20240115-10

UE	Unión Europea
UPM	Universidad Politécnica de Madrid
ZBE	Zona de Bajas Emisiones

BOCM-20240115-10

ANEXO 3. RESUMEN EJECUTIVO ANÁLISIS DE CONTRIBUCIÓN DE FUENTES

BOCM-20240115-10

CONVENIO DE INVESTIGACIÓN
"MODELIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE DE LA COMUNIDAD DE MADRID"
ENTRE LA COMUNIDAD DE MADRID Y LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (UPM)

ANÁLISIS DE CONTRIBUCIÓN DE FUENTES
Resumen ejecutivo

Enero 2022

Laboratorio de Modelización Ambiental
ETSI Industriales. Universidad Politécnica de Madrid

BOCM-20240115-10

Objetivo

El presente documento resume los resultados y la metodología del estudio de contribución de fuentes realizado en el marco de la primera anualidad del convenio de investigación "Modelización de la Calidad del aire en la Comunidad de Madrid" (Convenio) firmado entre la Comunidad de Madrid (Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Sostenibilidad) y la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). El objetivo de este estudio es atribuir a los diferentes sectores (industria, transporte, residencial, etc.) su contribución a las concentraciones en el aire de los principales contaminantes en la Comunidad de Madrid. Esta información es esencial para entender la importancia relativa de cada uno de los sectores emisores y orientar consecuentemente las medidas de reducción de emisiones. En concreto, estos resultados pretenden ser de utilidad para la definición de la Estrategia de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y Calidad del Aire 2021 –2030 de la Comunidad de Madrid. Los contaminantes estudiados son el óxido de nitrógeno (NO_2), las partículas (PM_{10} y $PM_{2,5}$) y el ozono (O_3), que son los compuestos más relevantes de cara al cumplimiento de la legislación vigente según el RD 102/2011 y debido a sus impactos negativos en la salud y los ecosistemas. El periodo de referencia es el año 2018, que corresponde con el año base de las simulaciones realizadas en el marco del Convenio.

Introducción

El Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, y el Real Decreto 39/2017, de 27 de enero, que lo modifica, relativo a la mejora de la calidad del aire, traspone al ordenamiento jurídico nacional la Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y sirve de marco regulador para la gestión de la calidad del aire. Por otro lado, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha revisado en septiembre de 2021 sus valores guía (WHO, 2021), que señalan las concentraciones máximas deseables para minimizar los efectos negativos de la contaminación atmosférica a nivel internacional (Tabla 1).

Tabla 1. Comparación de los valores límite fijados por el Real Decreto 102/2011 para la protección de la salud humana y los valores guía definidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Además de los valores guía actuales, propuestos en 2021, se indican entre paréntesis los valores propuestos por la OMS en 2005

Parámetro	NO_2 (µg/m^3)		PM_{10} (µg/m^3)		$PM_{2,5}$ (µg/m^3)		O_3 (µg/m^3)	
	RD 102/2011	OMS	RD 102/2011	OMS	RD 102/2011	OMS	RD 102/2011	OMS
Media anual	40	10 (40)	40	15 (20)	20	5 (10)	-	-
Media 24 horas	-	25 (-) (II)*	50 (III)*	45 (50) (II)*	-	15 (25) (II)*	-	-
Media horaria	200 (I)*	- (200)	-	-	-	-	-	
Media máxima 8 horas	-	-	-	-	-	-	120 (IV)*	100 (100) (IV)*

*(I) No se puede superar más de 18 veces al año (percentil 99,8)
*(II) No se puede superar más de 3-4 veces al año (percentil 99).
*(III) No puede superarse más de 35 veces al año (percentil.90,4)
*(IV) Media de las 8 horas diarias con la concentración máxima de O_3 en los 6 meses consecutivos con las concentraciones más elevadas de O_3.

La Comunidad de Madrid cuenta actualmente con 24 estaciones de medición de la calidad del aire (desde la instalación de la estación de Cotos en 2020) para verificar el cumplimiento de estos niveles de concentración en el aire ambiente. Estas estaciones están situadas en localizaciones de características específicas para dar información relativa a la contaminación en todo el territorio. Las estaciones se clasifican en los siguientes grupos y sus localizaciones se pueden observar en la Figura 1. Esta red se complementa con la del Ayuntamiento de Madrid que cuenta con otros 24 puntos de medida dentro de dicho municipio.

BOCM-20240115-10

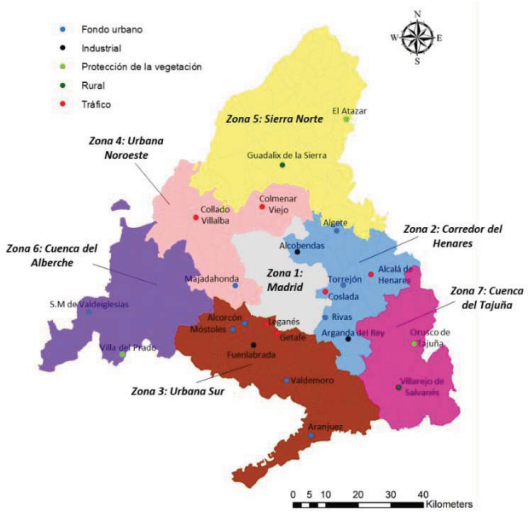


Figura 1. Zonificación y estaciones de la red de vigilancia gestionada por la Comunidad de Madrid

- Estaciones rurales / para la protección de la vegetación: Orusco de Tajuña, Villa de Prado, El Atazar, Guadalix de la Sierra y San Martín de Valdeiglesias

- Estaciones de fondo: Torrejón de Ardoz, Móstoles, Alcorcón, Majadahonda, Aranjuez, Rivas-Vaciamadrid, Algete, Valdemoro

- Estaciones industriales: Fuenlabrada y Arganda del Rey

- Estaciones de tráfico: Villarejo del Salvanés, Alcobendas, Leganés, Alcalá de Henares, Getafe, Coslada, Colmenar Viejo y Collado Villalba

Gracias a esta infraestructura se puede hacer un seguimiento de la calidad del aire en la región. Tomando como referencia el año 2018 y centrando la atención en los contaminantes más relevantes desde el punto de vista de sus efectos en la salud NO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$ y O_3 se puede concluir que los incumplimientos de la legislación son muy limitados, pero son muy superiores a los propuestos por la OMS con carácter general.

Los valores más elevados de dióxido de nitrógeno (NO_2) se relacionan con estaciones de tráfico. En concreto, la estación de Coslada, con 41 µg/m^3, supone la única excedencia del valor límite anual para la protección de la salud humana legalmente establecido para este contaminante (40 µg/m^3). No obstante, el valor recomendado por la OMS (media anual de 10 µg/m^3) sólo se alcanza en tres de tipo "rural". Con respecto al valor límite horario para la protección de la salud humana marcado por el RD 102/2011 (200 µg/m^3), durante el año 2018 no se superó en ninguna estación. Con carácter general cabe apuntar que los valores más elevados se registraron en los meses de invierno.

En el caso de las partículas de 10 µm o menores (PM_{10}), ninguna de las estaciones de la red superó el valor límite anual para la protección de la salud humana marcado por el RD 102/2011 (40 µg/m^3). Sin embargo, sólo 5 estaciones registraron medias anuales compatibles con las recomendaciones más recientes de la OMS (15 µg/m^3). Mientras que los niveles anuales más altos corresponden a estaciones de tráfico (Torrejón de Ardoz y Coslada; ambas con 21 µg/m^3), el número de días con valores por encima de 50 µg/m^3 (valor límite diario) se observó en Villa del Prado (de tipo rural), con 13 superaciones. En lo que respecta a las partículas más finas ($PM_{2,5}$), todas las estaciones presentaron valores por debajo del valor límite anual del RD102/2011 (20 µg/m^3) y por encima del valor guía de la OMS (5 µg/m^3). Los valores más elevados se registraron en las estaciones de Torrejón de Ardoz, Algete y Villa del prado, con 12, 12 y 11 µg/m^3, respectivamente.

En el caso del ozono troposférico (O_3) se han dado superaciones del límite marcado para la protección de la salud humana por el RD 102/2011 (que establece que la media móvil octohoraria máxima por encima de 120 µg/m^3 que no pueden superarse en más de 25 ocasiones en un año) en 16 de 22 estaciones, con los niveles más elevados registrados en El Atazar, Guadalix de la Sierra y Alcobendas. Este contaminante presenta sus valores máximos típicamente en verano y medias elevadas en ubicaciones rurales de fondo.

BOCM-20240115-10

Metodología

El análisis de contribución de fuentes se basa en la aplicación de un sistema de modelización de última generación que consta de tres componentes. El primero es el modelo meteorológico WRF (*Weather Research and Forecasting*) que genera datos meteorológicos tridimensionales continuos durante todo el año 2018. Esta información es muy importante ya que el viento y otras variables meteorológicas influencian enormemente los niveles de contaminación. A continuación, el modelo SMOKE *(Sparse Matrix Operator Kernel Emissions)* permite repartir las emisiones en el tiempo y el espacio a través de perfiles específicos para cada una de las fuentes presentes en el inventario de emisiones para simular con la mayor precisión posible los patrones reales de emisión. Por último, se ha utilizado el modelo de transporte-química CMAQ, (*Community Multiscale Air Quality Modelling System*) que con la información aportada por WRF y SMOKE calcula la concentración de los contaminantes que se quieran estudiar en todas las zonas del dominio durante todo el año estudiado. Además, en este estudio se ha utilizado CMAQ-ISAM, una adición que permite trazar los contaminantes desde su lugar de emisión para explicar los niveles de concentración en el aire ambiente de forma consistente para todas las fuentes y sustancias, incluyendo contaminantes secundarios que no son emitidos directamente, sino que se forman a posteriori en la atmósfera por diversos procesos físico-químicos. Se trata de una metodología novedosa que permite solventar algunas de las limitaciones de otros métodos de atribución de fuentes y dar una imagen más completa y realista del origen de todos los contaminantes. Este análisis se llama “contribución de fuentes”, ya que especifica la contribución de cada fuente emisora a los niveles de calidad del aire de un contaminante específico. La contribución de fuentes en este estudio se ha realizado a nivel de sector (industria, tráfico rodado, agricultura, etc) de acuerdo a la nomenclatura SNAP (*Selected Nomenclature for Air Pollution*). Adicionalmente, esta metodología permite discriminar el origen geográfico de las emisiones, en este caso, identificando las contribuciones del municipio de Madrid, resto de la Comunidad de Madrid, zona aledaña a la misma y contaminación externa (nacional e internacional).

Principales resultados

Con respecto al NO_2, como se puede observar en la Figura 2 (izquierda), los niveles más elevados de este contaminante se registran en la zona central y sur del municipio de Madrid y en la Zona 3 (Urbana sur). Esto se debe a los elevados niveles de tráfico rodado en estas zonas, hecho que se corrobora en la Figura 2 (derecha), donde se observa que el SNAP 7 (Tráfico rodado) es responsable, como media, del 39% de los niveles de concentración (media anual) de NO_2 en la Comunidad de Madrid. No obstante, esta contribución llega a superar el 80% en el centro de Madrid. En el caso de la estación de Coslada, que registra los niveles más altos de NO_2 dentro de la Comunidad de Madrid (excluyendo las estaciones del Ayuntamiento de Madrid), se observa que el SNAP 7 contribuye con 18 $\mu g/m^3$ a la media anual (de un total de 41 $\mu g/m^3$). En este caso concreto, las emisiones del municipio de Madrid y del resto de la Comunidad tienen una influencia similar. Por otro lado, en la Figura 3 se representa el percentil 99,8 de los valores horarios de NO_2 que presenta unos gradientes espaciales similares. También se puede observar que el tráfico es la fuente más importante para explicar los picos de concentración de este contaminante, con una contribución también cercana al 40% como promedio para el conjunto de la región. La diferencia más notable es el origen de las emisiones del tráfico rodado. Mientas que para la media anual el 74% de la contribución sectorial procede de la propia Comunidad y un 19% del municipio de Madrid, en cambio en el caso de los valores horarios la contribución del municipio de Madrid crece hasta el 36% de las fuentes locales. De forma consistente con los resultados de estudios previos, se observa que la contribución de fuentes de zonas adyacentes a la Comunidad de Madrid es menor, del orden del 7% del total de las fuentes incluidas en el domino de simulación. Esto indica que el tráfico de la Comunidad de Madrid (excluyendo Madrid) tiene más influencia en los niveles medios de concentración, mientras que este municipio tiene más influencia en los picos de concentración. La contribución de fuentes más lejanas (resto de España e y otros países; expresada como “BCON” en los gráficos), sobre las que en principio no se tiene ningún control, explica un 30% y 16% de los niveles medios y máximos de NO_2, respectivamente.

BOCM-20240115-10

Las simulaciones indican que en los valores horarios gana influencia la SNAP 2 (sector residencial, comercial e institucional), segundo sector emisor en importancia relativa, que pasa de un 8% a un 13%. Este comportamiento es esperable considerando que la mayor parte de las emisiones de este sector se producen en invierno, por lo que su importancia decrece cuando el análisis se extiende al conjunto del año. En cambio, el sector residencial tiene mayor importancia en los picos de concentración, que suelen producirse en invierno, cuando se suman las emisiones del tráfico a las del sector residencial y suele haber condiciones meteorológicas favorables para episodios de alta contaminación.

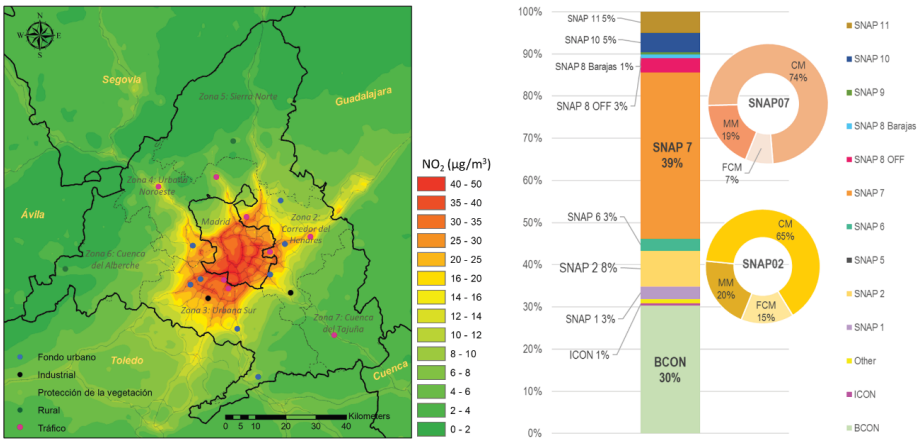


Figura 2. Concentración media anual de NO_2. Distribución geográfica (izquierda) y contribución de fuentes media para el conjunto de la región, incluyendo el municipio de Madrid (derecha)

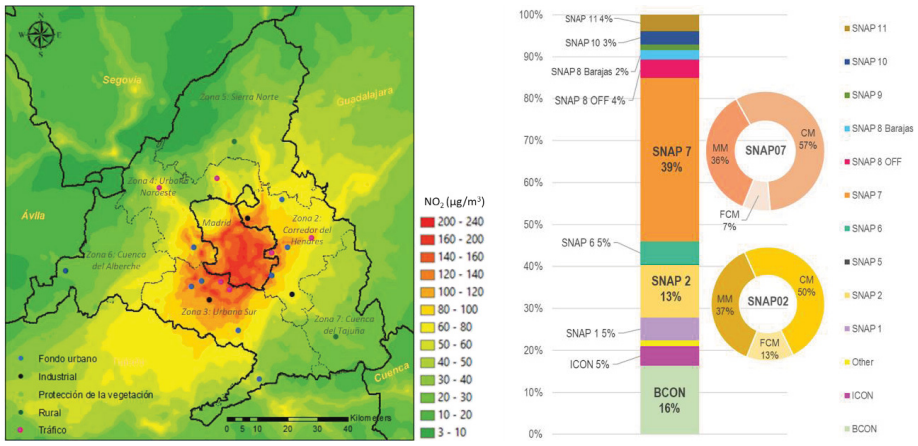


Figura 3. Percentil horario 99,8 de NO_2. Distribución geográfica (izquierda) y contribución de fuentes media para el conjunto de la región, incluyendo el municipio de Madrid (derecha)

En el caso de las PM_{10}, como se puede observar en la Figura 4, igual que en el caso del NO_2, las zonas con los niveles más elevados de PM_{10} son el municipio de Madrid y la Urbana Sur (zonas 1 y 3 respectivamente). En este caso, la gran diferencia consiste en que los mayores contribuyentes a los niveles de concentración en el aire ambiente de PM_{10} son fuentes no antropogénicas. Puede notarse que, como media en la región,

BOCM-20240115-10

la suma del polvo mineral y el aerosol marino supera el 40%, lo que sumado a un 14% de contribución de fuentes externas al dominio de simulación, reduce considerablemente el margen de actuación (esto es más acusado en relación a los máximos diarios). En lo que respecta a las emisiones antropogénicas, de nuevo los grupos SNAP 2 y SNAP 7 son los más influyentes, con una contribución conjunta del 17%.

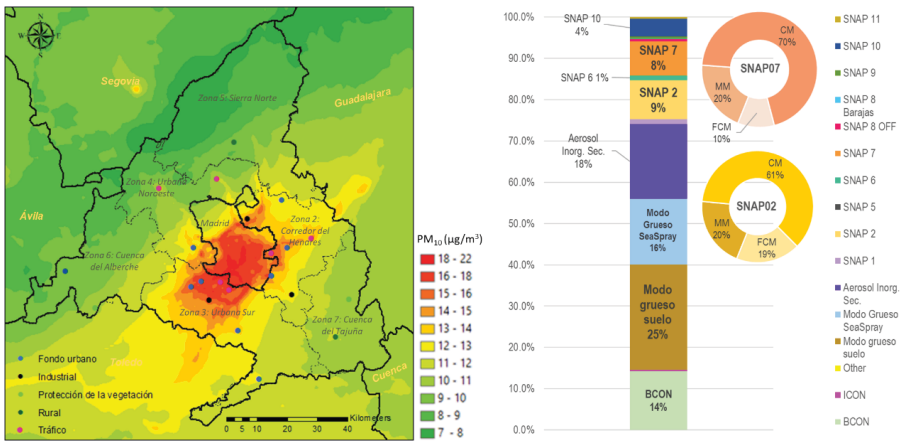


Figura 4. Concentración media anual de PM_{10}. Distribución geográfica (izquierda) y contribución de fuentes media para el conjunto de la región, incluyendo el municipio de Madrid (derecha)

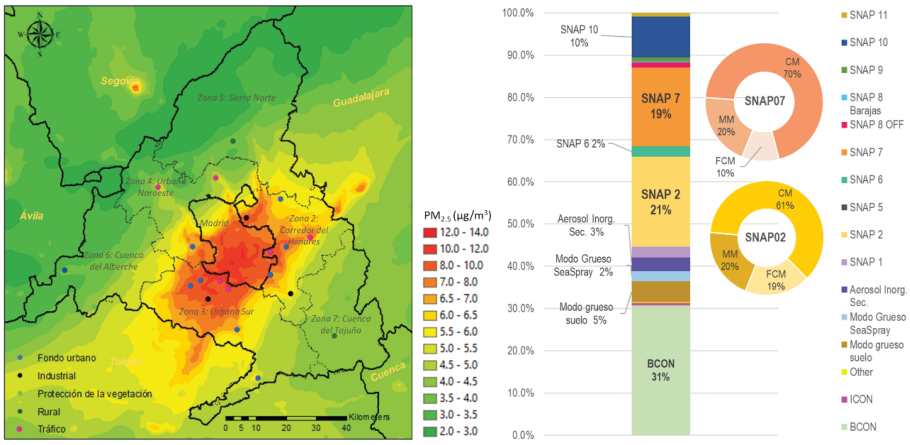


Figura 5. Concentración media anual de $PM_{2,5}$. Distribución geográfica (izquierda) y contribución de fuentes media para el conjunto de la región, incluyendo el municipio de Madrid (derecha)

La distribución geográfica de los niveles de concentración de $PM_{2,5}$ (Figura 5) es muy parecida a la del PM_{10}, pero la contribución de fuentes es muy diferente, ya que las fuentes naturales suman solo un 10%. Esto se debe a que la importancia relativa de las fuentes no antropogénicas para las partículas más finas, más asociadas a procesos de combustión, es menor. En este caso, la contribución a la media anual de los grupos SNAP 2 y SNAP 7 se eleva hasta 40%. No obstante, dada la mayor vida media de estas partículas en la atmósfera, la contribución de fuentes de larga distancia es mayor, alcanzando un 31% del total. La particularidad de este contaminante es la mayor contribución relativa del grupo SNAP 10 (agricultura), responsable del 10%, de la concentración de $PM_{2,5}$ como media en la región. Tanto para PM_{10} como para

BOCM-20240115-10

$PM_{2,5}$ la influencia de las fuentes ubicadas fuera del municipio de Madrid es mayor que las de las fuentes de dicho municipio. Cabe destacar que en las estaciones con niveles más elevados de $PM_{2,5}$ (Torrejón de Ardoz y Algete) la contribución de las emisiones del sector RCI (SNAP 2) y tráfico (SNAP 7) asciende a 7 µg/m^3, lo que supone un 58% del total, indicando que existe un amplio margen de mejora aplicando medidas sobre estos dos sectores dentro de la Comunidad de Madrid.

El ozono, según se ilustra en la Figura 6 (izquierda), presenta patrones de contaminación muy distintos al del resto de contaminantes. En el caso de las máximas octohorarias, parámetro relevante para la salud humana, las concentraciones máximas no se dan en el sur del municipio, sino en el norte de este y en las zonas del Corredor del Henares (Zona 2) y el sur de la Sierra Norte (Zona 5). Esta distribución se justifica con que el ozono es un contaminante secundario que se genera en la atmósfera por reacción de los óxidos de nitrógeno (NO_X) con compuestos orgánicos volátiles (COVS). Cabe destacar que en escalas espacio-temporales reducidas, el O_3 es consumido para oxidar el NO lo que hace que los niveles de este compuesto secundario sean mínimos en las zonas de máxima emisión de NO_X, por ejemplo, zonas de gran intensidad de tráfico rodado. Por otro lado, los resultados de este trabajo vienen a confirmar los resultados de estudios previos que indican que los niveles medios de ozono están enormemente condicionados por los niveles de fondo. Aunque esto es particularmente importante para los niveles medios, también tiene una gran influencia en los niveles máximos octohorarios. Como se puede observar en la Figura 6 (derecha), el mayor contribuyente son las condiciones de contorno (BCON) con un 59%, lo que quiere decir que se debe al transporte de este contaminante desde áreas fuera del dominio de simulación (Figura 6 izquierda). Esto supone una limitación importante para el planteamiento de medidas locales eficaces para reducir los niveles de este compuesto. Cabe destacar que además el ozono juega un papel importante en la producción de NO_2 y $PM_{2,5}$ secundarios.

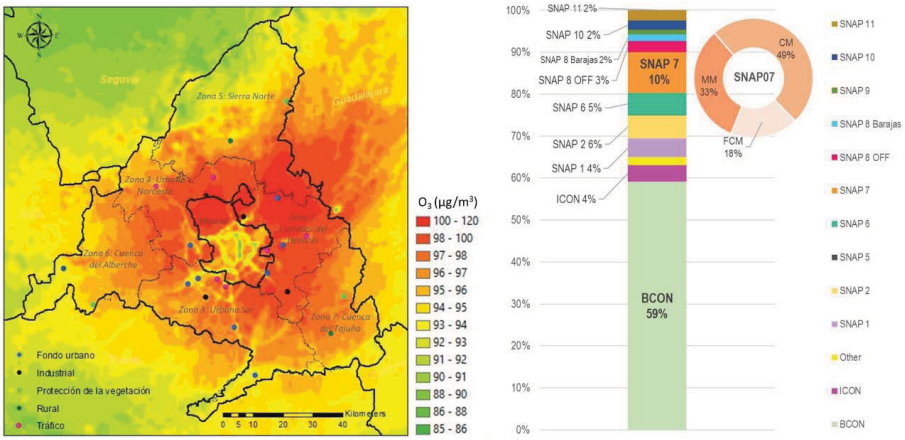


Figura 6. Percentil 93,2 del Ozono en la Comunidad de Madrid. Distribución geográfica (izquierda) y contribución de fuentes media para el conjunto de la región, incluyendo el municipio de Madrid (derecha)

Dentro de las fuentes locales, la que tienen una mayor influencia es la del tráfico rodado (SNAP 7), con una contribución media en la región del 10%, porcentaje que se eleva hasta el 16% en zonas periurbanas como la estación de Alcobendas. Estos resultados apoyan que existe mayor margen de control para regular los picos de ozono que los valores medios. Sin embargo, el análisis de posibles medidas debe basarse en estudios específicos del efecto de reducciones de emisiones concretas bajo las condiciones meteorológicas que típicamente se asocian a los picos de concentración de este compuesto.

BOCM-20240115-10

Conclusiones

Los resultados preliminares indican que existe un amplio margen de mejora a través de la actuación sobre las fuentes locales para reducir los niveles de NO_2 y $PM_{2,5}$, en contra de lo que sucede con el O_3, que mayoritariamente procede de fuera de la región. Según se analiza en el documento, las medidas locales podrían ser particularmente eficaces para reducir los niveles más altos, incluyendo los picos de O_3, ya que la contribución de fuentes apunta a una menor influencia de las fuentes externas a la región en comparación con la que existe en relación a los valores medios. En el caso de las partículas más gruesas (PM_{10}), la contribución de fuentes controlables es también menor debido a que las aportaciones naturales (como el polvo mineral) tienen una contribución muy significativa.

Dentro de las fuentes locales, los resultados en este documento son consistentes con las conclusiones generales de estudios previos, que apuntan al tráfico rodado como fuente más relevante y, por tanto, sector prioritario de las medidas de la futura Estrategia de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y Calidad del Aire 2021 –2030 de la Comunidad de Madrid. En segundo lugar de importancia se situaría el sector residencial, comercial e institucional (RCI), que también tiene un papel fundamental en los niveles de concentración de NO_2 y $PM_{2,5}$, sobre todo en invierno. Finalmente, se puede mencionar la contribución de la agricultura como tercer sector relevante en relación a la contaminación por material particulado.

Independientemente de esta conclusión general, los resultados en el informe indican que la contribución es variable geográficamente, lo que aporta información adicional para facilitar el cumplimiento de la legislación vigente en todas las zonas de la región. De los resultados se puede deducir la importancia de coordinar las políticas entre diversas administraciones, fundamentalmente el Ayuntamiento de Madrid, ya que las emisiones producidas en este municipio tienen un efecto notable en toda la región. En un contexto más amplio, se precisa además la colaboración a nivel nacional e internacional para poder alcanzar los valores guía propuestos por la OMS, ya que, en algunos casos, sería inviable a través de actuaciones a nivel regional exclusivamente.

BOCM-20240115-10

ANEXO 4. RESUMEN EJECUTIVO NIVEL DE AMBICIÓN_UPM

BOCM-20240115-10

CONVENIO DE INVESTIGACIÓN
"MODELIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE DE LA COMUNIDAD DE MADRID"
ENTRE LA COMUNIDAD DE MADRID Y LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (UPM)

DEFINICIÓN DEL NIVEL DE AMBICIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MITIGACION Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMATICO Y CALIDAD DEL AIRE 2021-2030 DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Resumen ejecutivo

Enero 2022

Laboratorio de Modelización Ambiental
ETSI Industriales. Universidad Politécnica de Madrid

BOCM-20240115-10

Objetivo

La Estrategia de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y Calidad del Aire 2021 – 2030 de la Comunidad de Madrid pretende establecer un marco a medio y largo plazo para descarbonizar la economía de la Comunidad de Madrid y contribuir a cumplir los objetivos de la Unión Europea en materia de calidad del aire. Dentro de la primera anualidad del convenio de investigación "Modelización de la Calidad del aire en la Comunidad de Madrid" (Convenio) entre la Comunidad de Madrid (Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura) y la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), se estableció la conveniencia de hacer una reflexión inicial del nivel de ambición que la nueva Estrategia debe tener en relación a los objetivos de corto plazo (2030), que fundamentalmente se asocian con la mejora de la calidad del aire. El presente documento resume los resultados expuestos en el documento "Definición del nivel de ambición de la estrategia de mitigación y adaptación al cambio climático y calidad del aire 2021-2030 de la comunidad de Madrid". Dicho documento tiene como objetivo dar una estimación del orden de magnitud de la reducción de emisiones necesaria de cada contaminante para cumplir con la legislación vigente y adicionalmente con los valores guía propuestos por la OMS, centrándose en el sector del tráfico rodado y el residencial, sin entrar a estudiar la viabilidad técnica o económica de posibles medidas. Los contaminantes estudiados son el óxido de nitrógeno (NO_2), y las partículas ($PM_{2,5}$) que son los compuestos más relevantes de cara al cumplimiento de la legislación vigente según el RD 102/2011 y debido a sus impactos negativos en la salud y los ecosistemas. El periodo de referencia es el año 2018, que corresponde con el año base de las simulaciones realizadas en el marco del Convenio.

Introducción

El Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, y el Real Decreto 39/2017, de 27 de enero, que lo modifica, relativo a la mejora de la calidad del aire, traspone al ordenamiento jurídico nacional la Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y sirve de marco regulador para la gestión de la calidad del aire. Por otro lado, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha revisado en septiembre de 2021 sus valores guía (WHO, 2021), que señalan las concentraciones máximas deseables para minimizar los efectos negativos de la contaminación atmosférica a nivel internacional (Tabla 1).

Tabla 1. Comparación de los valores límite fijados por el Real Decreto 102/2011 para la protección de la salud humana y los valores guía definidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Además de los valores guía actuales, propuestos en 2021, se indican entre paréntesis los valores propuestos por la OMS en 2005

Parámetro	NO_2 (µg/m³)		PM_{10} (µg/m³)		$PM_{2,5}$ (µg/m³)		O_3 (µg/m³)	
	RD 102/2011	OMS	RD 102/2011	OMS	RD 102/2011	OMS	RD 102/2011	OMS
Media anual	40	10 (40)	40	15 (20)	20	5 (10)	-	-
Media 24 horas	-	25 (-) (II)*	50 (III)*	45 (50) (II)*	-	15 (25) (II)*	-	-
Media horaria	200 (I)*	- (200)	-	-	-	-	-	
Media máxima 8 horas	-	-	-	-	-	-	120 (IV)*	100 (100) (IV)*

*(I) No se puede superar más de 18 veces al año (percentil 99,8)
*(II) No se puede superar más de 3-4 veces al año (percentil 99).
*(III) No puede superarse más de 35 veces al año (percentil.90,4)
*(IV) Media de las 8 horas diarias con la concentración máxima de O_3 en los 6 meses consecutivos con las concentraciones más elevadas de O_3.

BOCM-20240115-10

La Comunidad de Madrid cuenta actualmente con 24 estaciones de medición de la calidad del aire (desde la instalación de la estación de Cotos en 2020) para verificar el cumplimiento de estos niveles de concentración en el aire ambiente. Estas estaciones están situadas en localizaciones de características específicas para dar información relativa a la contaminación en todo el territorio. Las estaciones se clasifican en los siguientes grupos y sus localizaciones se pueden observar en la Figura 1. Esta red se complementa con la del Ayuntamiento de Madrid que cuenta con otros 24 puntos de medida dentro de dicho municipio.

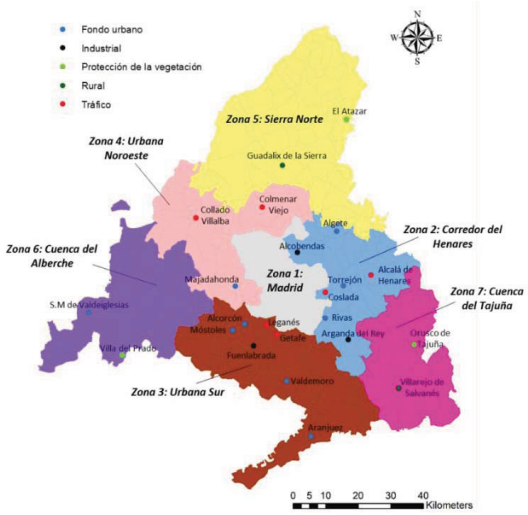


Figura 1. Zonificación y estaciones de la red de vigilancia gestionada por la Comunidad de Madrid

- Estaciones rurales / para la protección de la vegetación: Orusco de Tajuña, Villa de Prado, El Atazar, Guadalix de la Sierra y San Martín de Valdeiglesias

- Estaciones de fondo: Torrejón de Ardoz, Móstoles, Alcorcón, Majadahonda, Aranjuez, Rivas-Vaciamadrid, Algete, Valdemoro

- Estaciones industriales: Fuenlabrada y Arganda del Rey

- Estaciones de tráfico: Villarejo del Salvanés, Alcobendas, Leganés, Alcalá de Henares, Getafe, Coslada, Colmenar Viejo y Collado Villalba

Gracias a esta infraestructura se puede hacer un seguimiento de la calidad del aire en la región. Tomando como referencia el año 2018 y centrando la atención en los contaminantes más relevantes desde el punto de vista de sus efectos en la salud NO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$ y O_3 se puede concluir que los incumplimientos de la legislación son muy limitados pero son muy superiores a los propuestos por la OMS con carácter general.

Los valores más elevados de dióxido de nitrógeno (NO_2) se relacionan con estaciones de tráfico. En concreto, la estación de Coslada, con 41 µg/m^3, supone la única excedencia del valor límite anual para la protección de la salud humana legalmente establecido para este contaminante (40 µg/m^3). No obstante, el valor recomendado por la OMS (media anual de 10 µg/m^3) sólo se alcanza en tres de tipo "rural". Con respecto al valor límite horario para la protección de la salud humana marcado por el RD 102/2011 (200 µg/m^3), durante el año 2018 no se superó en ninguna estación. Con carácter general cabe apuntar que los valores más elevados se registraron en los meses de invierno.

En el caso de las partículas de 10 µm o menores (PM_{10}), ninguna de las estaciones de la red superó el valor límite anual para la protección de la salud humana marcado por el RD 102/2011 (40 µg/m^3). Sin embargo, sólo 5 estaciones registraron medias anuales compatibles con las recomendaciones más recientes de la OMS (15 µg/m^3). Mientras que los niveles anuales más altos corresponden a estaciones de tráfico (Torrejón de Ardoz y Coslada; ambas con 21 µg/m^3), el número de días con valores por encima de 50 µg/m^3 (valor límite diario) se observó en Villa del Prado (de tipo rural), con 13 superaciones. En lo que respecta a las partículas más finas ($PM_{2,5}$), todas las estaciones presentaron valores por debajo del valor límite anual del RD102/2011 (20 µg/m^3) y por encima del valor guía de la OMS (5 µg/m^3). Los valores más elevados se

BOCM-20240115-10

registraron en las estaciones de Torrejón de Ardoz, Algete y Villa del prado, con 12, 12 y 11 µg/m^3, respectivamente.
En el caso del ozono troposférico (O_3) se han dado superaciones del límite marcado para la protección de la salud humana por el RD 102/2011 (que establece que la media móvil octohoraria máxima por encima de 120 µg/m^3 que no pueden superarse en más de 25 ocasiones en un año) en 16 de 22 estaciones, con los niveles más elevados registrados en El Atazar, Guadalix de la Sierra y Alcobendas. Este contaminante presenta sus valores máximos típicamente en verano y medias elevadas en ubicaciones rurales de fondo.

Antecedentes y consideraciones metodológicas

Los trabajos previos realizados en el ámbito de la evaluación de la Estrategia de Calidad del Aire y Cambio Climático de la Comunidad de Madrid 2013-2020 (Plan Azul+) y su revisión constituyen un antecedente relevante para la estimación del nivel de ambición de la nueva Estrategia. El análisis de las medidas incluidas en dicha estrategia apunta al gran potencial de reducción de emisiones de NO_X del sector del tráfico rodado, tanto del transporte público como privado. En general, se observa que las medidas de renovación de la flota reportan reducciones de emisiones de este compuesto muy considerables aunque su efecto en emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) es mucho más limitado, del orden de 4 veces menos. Los estudios previos indican que las medidas disuasorias, que consiguen reducir los niveles de actividad son las más efectivas para reducir las emisiones de CO_2 equivalente. En cuanto al material particulado, se evidencia el interés de actuar además sobre el sector residencial, comercial e institucional (RCI) a través de cambios de combustible o medidas de eficiencia energética.

La larga vida media de los GEI hace que su origen geográfico carezca de importancia de cara a su efecto sobre el clima. De este modo, los objetivos asociados se pueden plantear directamente sobre en análisis de las tasas de emisión. Es decir, no precisan realizar simulaciones con modelos de calidad de aire para evaluar su concentración local en el aire ambiente. En este sentido, cabe destacar que el Plan Azul+ planteaba una reducción del 10% de las emisiones de CO_2 equivalente en 2020 con respecto a las del año 2005 (a través de una reducción del 15% en los sectores del transporte y RCI respecto a 2010). Considerando la serie histórica actualizada conforme al último inventario disponible, esto se traduciría en una emisión objetivo de 25.097 kt en 2020. Según la última versión disponible del inventario de emisiones de la Comunidad de Madrid, las emisiones de CO_2 equivalente en 2018, año de referencia dentro del Convenio, fueron de 21.861 kt, por tanto, por debajo del nivel de emisión planteado por la anterior estrategia regional. No obstante, en lo que respecta al nivel de ambición de la Estrategia de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y Calidad del Aire 2021 – 2030, sería deseable planear objetivos más ambiciosos. A nivel estatal, la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética plantea reducir en el año 2030 las emisiones de gases de efecto invernadero del conjunto de la economía española en, al menos, un 23 % respecto del año 1990. Trasladando este mismo objetivo a la Comunidad de Madrid, esto implicaría una emisión objetivo en 2030 de 11.530 kt de CO_2 equivalente, lo que implicaría reducir las emisiones actuales (2018) en 10.330 kt, lo que supone un 47,3 %.

En cuanto a los compuestos relevantes para la calidad del aire, es esencial realizar simulaciones con modelos de calidad del aire que permitan describir todos los fenómenos relevantes de transporte y transformación química en la atmósfera, así como las interacciones entre las diversas fuentes, tanto locales, como aportaciones externas. La aplicación de modelos eulerianos fotoquímicos tridimensionales específicamente para la Comunidad de Madrid en el pasado, ha permitido analizar la importancia de los distintos sectores emisores en los niveles de concentración en el aire ambiente así como evaluar el efecto concreto de determinadas estrategias, incluyendo el Plan Azul+.

BOCM-20240115-10

El análisis de dicha estrategia permite deducir que una reducción de emisiones de NO_X del orden de 10.000 t/año en el sector del tráfico rodado podría ser suficiente para el cumplimiento de los niveles preceptivos de NO_2 según la legislación vigente en toda la región, incluyendo el municipio de Madrid.

En lo que respecta al material particulado, se observa una menor sensibilidad a la reducción de emisiones, ya que descensos del orden del 10 y 12% respectivamente para $PM_{2,5}$ y PM_{10} llevarían aparejadas mejoras de concentración media de tan sólo un 2%. Cabe indicar que para el control del material particulado es fundamental actuar no sólo sobre las emisiones de partículas; además es importante reducir las emisiones de sus principales precursores como NH_3, SO_2 o COVNM. Pese a que no hay problemas legales actualmente, esto indica la dificultad de reducir los impactos en salud causados por el material particulado en general y de alcanzar los valores guía de la OMS en particular.

Los estudios de simulación previos indican que estas medidas no suponen ninguna mejora en los niveles de O_3 troposférico. De hecho, se estimó que el conjunto de medidas del Plan Azul+ podría producir un ligero incremento de la concentración media anual de este compuesto. En lo que respecta al valor objetivo para la protección de la salud humana (relacionado con las máximas diarias octohorarias), se produciría un incremento prácticamente inapreciable (0,1% como media en la región). Este fenómeno se debe esencialmente al efecto de reducción del consumo de O_3 por la oxidación de NO, dada la sustancial reducción de emisiones de NO_X. Esta circunstancia, junto con el predominio de las influencias externas observado en el estudio de contribución de fuentes realizado en el contexto del Convenio, aconsejan centrar la discusión sobre el nivel de ambición de la estrategia en relación a la calidad del aire en el análisis de los niveles de concentración de NO_2 y $PM_{2,5}$, que por otro lado son los compuestos más importantes en términos de impacto en salud en la región.

Para ello, son de especial interés los resultados del mencionado estudio de contribución de fuentes realizado específicamente dentro del Convenio, basado en un sistema de modelización multi-escala y multi-contaminante de última generación y que utiliza el año 2018 como referencia. Considerando que los procesos atmosféricos son fuertemente no lineales y las interdependencias de unos contaminantes con otros, la manera de evaluar con fiabilidad la respuesta de la atmósfera a una determinada estrategia de reducción de emisiones es la simulación detallada de dicho escenario de emisiones específicamente. Sin embargo, para tener una orientación aproximada del orden de magnitud de las reducciones de emisión que serían necesarias en el contexto de la Comunidad de Madrid para alcanzar los niveles de calidad del aire exigibles legalmente según el RD 102/2011 o las recomendaciones de la OMS, se ha procedido a hacer una interpolación de los resultados del estudio de contribución de fuentes. Asumiendo métodos de atribución proporcional bajo matrices de transferencia específicos para cada sector, similares a los modelos integrados o modelos de complejidad reducida, se da una acotación aproximada de las tasas de reducción necesarias. Dada su relevancia, el análisis se centra en los sectores del tráfico rodado y RCI. Debe notarse que la discusión sobre reducción de emisiones de dichos sectores aplica a todos los contaminantes que son emitidos, es decir los porcentajes no se refieren específicamente a reducciones de algún precursor en particular como NO_X o material particulado primario, sino al conjunto de emisiones del sector, lo que a efectos prácticos, sería equivalente a reducciones del nivel de actividad.

BOCM-20240115-10

Resultados

El estudio de contribución de fuentes identifica al tráfico rodado (grupo SNAP 7 conforme a la clasificación *Selected Nomenclature for Air Pollution*) como principal fuente del NO_2 en el aire ambiente, seguido del sector RCI (grupo SNAP 2). En la Figura 2 se muestra una estimación de la variación en el nivel de concentración de este compuesto en distintos puntos relevantes (ubicación de las estaciones de vigilancia de la calidad del aire) en función de la tasa de reducción en estos dos sectores. Como se puede observar, es presumible que para cumplir con el valor preceptivo para la media anual de NO_2 según el RD 102/2011 (40 µg/m^3) sea esencial actuar sobre el sector del tráfico rodado, ya que incluso con una eliminación total de las emisiones del sector RCI (SNAP 2), no se podría garantizar el complimiento en algunas estaciones de tráfico.

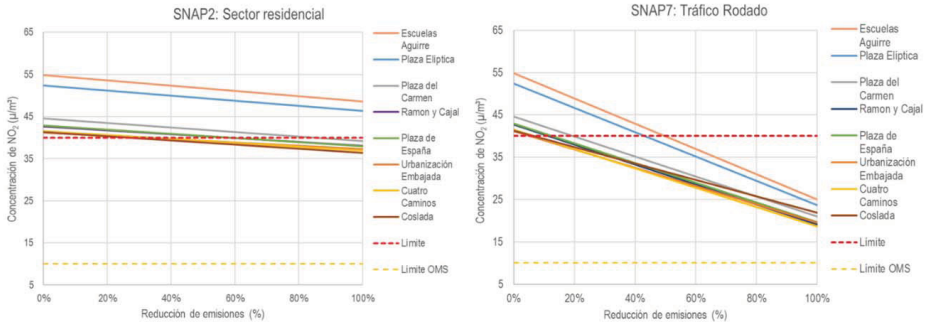


Figura 2. Reducción porcentual de concentración de NO_2 basada en la repartición por sectores de la contribución de fuentes para el SNAP 2 (izquierda) y para el SNAP 7 (derecha)

En el caso del tráfico rodado (SNAP 7), para que cumpliera este nivel en todas las estaciones sería necesaria una reducción del orden del 50%. Esta estimación aproximada sugiere que el valor guía actualmente recomendado por la OMS (10 µg/m^3) sería inalcanzable incluso eliminando el 100% de las emisiones del tráfico rodado, lo que indica que alcanzar dicho nivel en la totalidad de la Comunidad de Madrid no es un objetivo viable a corto plazo.

En lo que respecta a las partículas finas ($PM_{2,5}$), estos dos sectores son también los principales contribuyentes aunque la influencia del SNAP 2 es ligeramente superior a la del SNAP 7. A diferencia del NO_2, cabe destacar la media anual marcada por el RD 102/2011 para la protección de la salud humana (20 µg/m^3) no se supera en ninguna estación de la Comunidad de Madrid o del Ayuntamiento, por lo que el nivel de ambición no debe limitarse al cumplimento de la legislación. En la Figura 3, se muestran como referencia el valor guía fijado por la OMS en 2005 (10 µg/m^3) y el actualmente vigente, propuesto en 2021 (5 µg/m^3).

BOCM-20240115-10

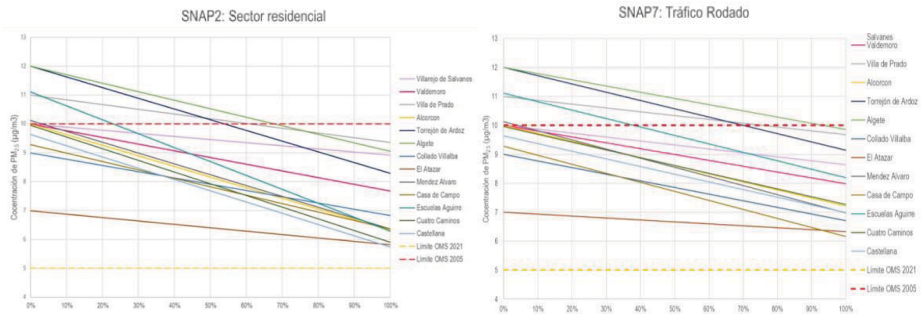


Figura 3. Reducción porcentual de concentración de $PM_{2,5}$ basada en la repartición por sectores de la contribución de fuentes para el SNAP 2 (izquierda) y para el SNAP 7 (derecha)

Según este análisis simplificado, se observa que el cumplimiento del valor guía antiguo de la OMS en toda la región podría ser compatible con reducciones del orden del 90% de las emisiones del tráfico rodado (SNAP 7) o del 70% del sector RCI (SNAP 2). En este caso también se evidencia la dificultad a efectos prácticos de alcanzar el valor guía de la OMS de 2021 a corto plazo en el conjunto de la Comunidad de Madrid.

Conclusiones

Lo resultados aquí resumidos permiten hacer una acotación aproximada y plantear recomendaciones generales de cara a fijar el nivel de ambición en lo que respecta a los objetivos de reducción de emisiones de la Estrategia de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y Calidad del Aire 2021 –2030 de la Comunidad de Madrid.

El cumplimiento del valor límite anual de NO_2 para la protección de la salud humana (concentración media anual de 40 µg/m^3 según el RD102/2011) ha sido el motor de la mayoría de los planes y programas de mejora de la calidad del aire en la región en el pasado. Según el análisis preliminar discutido en este documento, se puede apuntar que sería necesario reducir las emisiones del tráfico rodado (SNAP 7) aproximadamente a la mitad para permitir que todas las estaciones de calidad del aire, tanto de la Comunidad de Madrid como del Ayuntamiento cumplieran con este parámetro, mucho más exigente que el valor límite horario. Esto implicaría una reducción de emisiones de NO_X del orden de 13.000 t/año. Obviamente, reducciones en otros sectores permitirían alcanzar este objetivo. No obstante, éste es el sector clave ya que ni aun disminuyendo el 100% las emisiones del sector residencial, comercial e institucional (SNAP 2), se podría rebajar la concentración media anual por debajo de 40 µg/m^3 en todos los puntos de la región. Las emisiones del tráfico son las que presentan no sólo un mayor potencial, sino la mejor relación entre reducción de emisiones y mejora de calidad del aire. Esto no es óbice para recomendar que se planten reducciones en la combustión no industrial, ya que facilitaría disminuir la concentración de NO_2, especialmente en los periodos más desfavorables, típicamente los meses de invierno.

En lo que respecta a la consecución del valor guía recomendado por la OMS (10 µg/m^3), no sería alcanzable a corto plazo, según los resultados del estudio exclusivamente a través de la Estrategia. Esto implica que la consecución del valor guía de la OMS requeriría necesariamente la implementación de políticas de reducción de emisiones a diversas escalas, siendo inalcanzables exclusivamente con medidas a nivel

BOCM-20240115-10

regional. Además de la reducción de emisiones a escalas internacional y nacional, los resultados evidencian la importancia de coordinar las políticas de calidad del aire con las del Ayuntamiento de Madrid.

En el caso de las $PM_{2,5}$, actualmente se respetan los valores límite legalmente establecidos, pero hay una superación generalizada del valor guía propuesto por la OMS en su revisión de 2021 (5 $\mu g/m^3$). El estudio indica que alcanzar este nivel a corto plazo es inviable y, por tanto, se podría considerar como objetivo el valor guía propuesto por la OMS en 2005 (10 $\mu g/m^3$). Este nivel se podría alcanzar en la mayoría de las estaciones de vigilancia de la calidad del aire de la región con una reducción del 40% de las emisiones del SNAP 7. En términos de emisiones de $PM_{2,5}$ esto supone unas 430 t/año. No obstante, hay que destacar la importancia del aerosol secundario en este caso, lo que aconseja extender esta reducción a todas las emisiones del tráfico, ya que muchas de ellas actúan como precursores de partículas secundarias. En este caso, también hay un gran margen de mejora a través de la reducción de emisiones del SNAP 2. Según los resultados preliminares, una reducción del 70% sería suficiente para alcanzar el valor guía OMS de 2005 en toda la región, aún sin actuar sobre el tráfico rodado. No obstante, una reducción del 30% permitiría su cumplimento en la mayor parte de las ubicaciones. Este hecho, de nuevo señala la importancia de plantear medidas ambiciosas en las dos fuentes emisoras clave (tráfico y RCI) sin menoscabo de iniciativas en otros sectores.

En lo que respecta al O_3 troposférico, el último estudio de contribución de fuentes sugiere que el margen de control a través de medidas locales es muy reducido. En consecuencia, se plantea centrar el nivel de ambición de la estrategia en base la discusión de las emisiones de NO_X, $PM_{2,5}$ y CO_2 y realizar estudios de detalle posteriores dentro del Convenio para dirimir posibles medidas que permitan reducir los picos de concentración de este contaminante secundario.

Finalmente cabe recapitular que la Estrategia pretende ser también un instrumento para la descarbonización de la economía madrileña. Según los análisis realizados, sería recomendable incrementar sustancialmente el nivel de ambición de instrumentos anteriores como el Plan Azul+ a este respecto. Como referencia a nivel estatal, la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética plantea reducir en el año 2030 las emisiones de gases de efecto invernadero del conjunto de España en, al menos, un 23 % respecto del año 1990. Trasladando este mismo objetivo a la Comunidad de Madrid, esto implicaría reducir las emisiones directas actuales (2018) en casi un 50%, lo que supone más de 10.000 kt/año de CO_2 equivalente.

De ello se deduce que las reducciones necesarias son incluso de mayor calado que las discutidas para los dos contaminantes más relevantes para la calidad del aire y sus impactos en salud (NO_2 y $PM_{2,5}$). No obstante, una reducción del orden del 50% para el conjunto de emisiones del tráfico rodado (SNAP 7) y las fuentes de combustión no industrial del sector residencial, comercial e institucional (SNAP 2), a través de medidas tecnológicas y no tecnológicas, permitiría dar cumplimiento a la legislación en materia de calidad del aire y alinear el proceso de descarbonización con los objetivos a nivel nacional.

BOCM-20240115-10

ANEXO 5. RESUMEN EJECUTIVO EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LAS MEDIDAS_UPM

BOCM-20240115-10

CONVENIO DE INVESTIGACIÓN
"MODELIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE DE LA COMUNIDAD DE MADRID"
ENTRE LA COMUNIDAD DE MADRID Y LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (UPM)

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LAS MEDIDAS DE LA ESTRATEGIA DE ENERGÍA, CLIMA Y AIRE DE LA COMUNIDAD DE MADRID, 2023-2030

Resumen ejecutivo

Mayo 2023

Laboratorio de Modelización Ambiental
ETSI Industriales. Universidad Politécnica de Madrid

BOCM-20240115-10

ÍNDICE

1. OBJETO DEL DOCUMENTO 2
2. INTRODUCCIÓN 3
3. ESTIMACIÓN DE LA REDUCCIÓN DE EMISIONES 3
3.1. APROXIMACIÓN METODOLÓGICA 3
3.2. CUANTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS 4
4. SIMULACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE 5
4.1. METODOLOGÍA: SISTEMA DE SIMULACIÓN 6
4.2. RESULTADOS 8
4.2.1. MEDIA ANUAL DE NO_2 9
4.2.2. PERCENTIL HORARIO 99,8 DE NO_2 11
4.2.3. MEDIA ANUAL DE PM_{10} 13
4.2.4. PERCENTIL DIARIO 90,4 DE PM_{10} 15
4.2.5. MEDIA ANUAL DE $PM_{2,5}$ 17
4.2.6. PERCENTIL DIARIO 93,2 DE O_3 19
5. RESUMEN Y CONCLUSIONES 21

BOCM-20240115-10

1. Objeto del documento

El presente documento resume la metodología y principales resultados en relación con la evaluación del efecto de las medidas de reducción de emisiones definidas en la nueva Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid, 2023-2030 (en adelante, Estrategia).

El documento se estructura en dos partes; en primer lugar, se cuantifican las principales medidas propuestas en la estrategia, en términos de emisiones de dióxido de carbono (CO_2), óxidos de nitrógeno (NO_X) y material particulado, tanto PM_{10} como $PM_{2,5}$. Posteriormente, y mediante el uso de técnicas de modelización, se analiza la variación en los niveles de concentración de dióxido de nitrógeno (NO_2), ozono troposférico (O_3) y material particulado (PM_{10} y $PM_{2,5}$) para los escenarios de emisiones del año 2018 (escenario base) y el escenario 2030, que incluye las medidas cuantificables definidas en la Estrategia. Es importante señalar que las emisiones utilizadas en la modelización para el ámbito exterior de la Comunidad de Madrid son en ambos casos las del escenario base (2018), de tal manera que las variaciones obtenidas son debidas exclusivamente a las medidas regionales y no tienen en cuenta las posibles reducciones de emisiones que pueda haber en el resto de España y Europa.

Esta evaluación sirve de referencia en relación con el cumplimiento de los valores límite de concentración para los contaminantes atmosféricos previamente citados (NO_2, O_3 y material particulado) y recogidos en el Real Decreto 102/2011, para el horizonte temporal definido en la estrategia (año 2030). Además, en el apartado de conclusiones se reflexiona sobre la compatibilidad con el cumplimento de la actual propuesta de directiva del Parlamento europeo y del Consejo relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia sobre calidad del aire de fecha 26 de octubre de 2022 (a fecha de elaboración del presente documento), así como con los valores guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

El presente documento se ha realizado en el marco de la tercera anualidad del convenio de investigación “Modelización de la Calidad del aire en la Comunidad de Madrid” (en adelante, Convenio) firmado entre la Comunidad de Madrid (concretamente la actual Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura) y la Universidad Politécnica de Madrid (UPM).

BOCM-20240115-10

2. Introducción

Según se expone en el punto anterior, uno de los objetivos de la Estrategia es el de reducir los efectos negativos de la contaminación atmosférica sobre los ciudadanos en la Comunidad Autónoma de Madrid. Para ello, la Estrategia pretende mejorar la calidad del aire en la ciudad de modo que sea posible acercarse al cumplimiento de los valores límite de concentracion fijados por el Real Decreto 102/2011, asi como los nuevos valores limite más restrictivos que se están discutiendo en el marco de la revisión de la nueva de Directiva Europea de calidad del aire a 2030, para NO_2, O_3, PM_{10} y $PM_{2,5}$.

3. Estimación de la reducción de emisiones

3.1. Aproximación metodológica

El trabajo en este punto se ha basado en el análisis del nivel de ambición desarrollado en el Convenio y ha tenido en cuenta otros instrumentos de planificación relevantes, tanto de la propia Comunidad como de otras administraciones. La necesidad imperiosa de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la existencia de compromisos a nivel internacional ha facilitado que las distintas administraciones definan objetivos a medio plazo como el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC). Esta estrategia, consistentemente con la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, plantea reducir en el año 2030 las emisiones de gases de efecto invernadero del conjunto de España en, al menos, un 23 % respecto del año 1990. Trasladando este mismo objetivo a la Comunidad de Madrid, esto implicaría reducir las emisiones directas actuales (2018) en casi un 50%. Esto sugiere que las reducciones en este ámbito han de ser mucho más exigentes. En consecuencia, el escenario de emisiones planteado se basa en una reducción de GEI compatible con los objetivos nacionales y consistente con la ruta de descarbonización planteada por el Ayuntamiento de Madrid en su hoja de ruta hacia la Neutralidad Climática de la Ciudad de Madrid en 2050. Esto implica la implementación de una serie de medidas de enorme calado sobre los sectores del tráfico y residencial, comercial e institucional (RCI), con reducciones que llevarían aparejadas unas reducciones de emisión superiores al 60% (respecto a 2018) en ambos casos.

Considerando estas circunstancias y la coyuntura legal actual, se consensuó con la Comunidad de Madrid que la simulación (**apartado 4**) a realizar dentro del Convenio se centraría en estudiar el efecto que tendría este escenario de emisiones en el año 2030 manteniendo constante las condiciones de contorno; es decir, sin considerar el posible efecto de medidas y estrategias a nivel nacional o internacional, fuera del ámbito competencial de la CM y que carecen del detalle suficiente para su integración en este ejercicio.

Dado el diseño del experimento, los resultados de la simulación permiten evaluar el grado de compatibilidad de las políticas climáticas en curso con la revisión de los valores límite actualmente en discusión en la

BOCM-20240115-10

propuesta de Directiva relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia. Esto ha generado información relevante para valorar la proporcionalidad entre objetivos climáticos y de calidad del aire específicamente para la región de Madrid y facilitará la identificación de estrategias efectivas en ambos ámbitos con el objeto de asegurar la contribución de la Comunidad de Madrid a la consecución de los objetivos globales asociados al cambio climático y minimizar la exposición de sus ciudadanos a la contaminación atmosférica.

3.2. Cuantificación de las medidas

Una vez determinada la filosofía y visión del escenario 2030, se procedió a cuantificar las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), de manera compatible con los objetivos nacionales y consistente con la ruta de descarbonización planteada por el Ayuntamiento de Madrid en su hoja de ruta con escenario temporal 2030. Esto implica una serie de supuestos de gran calado sobre los sectores del tráfico rodado y residencial, comercial e institucional (RCI) fundamentalmente, que tendrían un impacto considerable en otros contaminantes relevantes para la calidad del aire.

En relación con tráfico rodado se han cuantificado 6 medidas de reducción de emisiones (**Tabla 1**):

- A1. Uso eficiente de los medios de transporte
- A2. Apoyo de medidas de cambio modal.
- A3. Impulso a la movilidad eléctrica y de bajas emisiones.
- A4. Impulso a la transformación de las flotas de transporte de viajeros y mercancías mediante el uso de tecnologías y combustibles menos contaminantes
- A5. Renovación de la flota institucional y de la flota de autobuses urbanos e interurbanos.
- A7. Implementación de Zonas de Bajas Emisiones en los municipios de la Comunidad de Madrid

Tabla 1. Cuantificación de la reducción de emisiones y consumo de combustibles asociadas al sector transporte/movilidad (en 2030 respecto a 2018)

Medida	Reducción de emisiones anuales (t, excepto GEI en kt de CO_2-equivalente)							
	SO_2	NO_X	COVNM	CO	NH_3	$PM_{2,5}$	PM_{10}	GEI
Medidas A1, A2 y A7	8	3891	194	2180	57	183	263	1445
Medida A4	2	5744	58	486	17	81	81	1674
Medida A3	17	5910	366	4643	173	208	208	2641
Medida A5	0	626	8	172	0	6	6	215
TOTAL sector	**27**	**16171**	**626**	**7481**	**247**	**478**	**558**	**5975**

La cuantificación de las medidas del sector RCI se ha realizado en conjunto (

Tabla 2):

BOCM-20240115-10

Tabla 2. Cuantificación de la reducción de emisiones y consumo de combustibles asociadas al sector residencial, comercial e institucional (en 2030 respecto a 2018)

Medida	Reducción de emisiones anuales (t, excepto GEI en kt de CO_2-equivalente)							
	SO_2	NO_X	COVNM	CO	NH_3	$PM_{2,5}$	PM_{10}	GEI
Edificios residenciales	633	4176	1343	2213	-	277	278	3448
Servicios	46	742	151	151	-	26	26	691
TOTAL sector	**679**	**4918**	**1494**	**1494**	**-**	**303**	**304**	**4139**

También se han cuantificado medidas de otros sectores definidos en la Estrategia, como con son el sector energía, industria y *utilities* y el sector agricultura y medio natural. Las medidas cuantificadas en estos sectores son las listadas a continuación y sus cuantificaciones se resumen en la **Tabla 3**:

- A25. Reducción de las emisiones difusas de gases fluorados en el sector industrial y comercial.
- A29. Fomento del uso responsable del agua
- A30. Gestión de los residuos basada en un enfoque de economía circular
- A36. Mejora de la eficiencia energética en explotaciones agrarias y maquinaria agrícola
- A38. Reducción de emisiones de metano y amoniaco en el sector ganadero.

Tabla 3. Cuantificación de la reducción de emisiones y consumo de combustibles del resto de sectores (en 2030 respecto a 2018)

Medida	Reducción de emisiones anuales (t, excepto GEI en kt de CO_2-equivalente)							
	SO_2	NO_X	COVNM	CO	NH_3	$PM_{2,5}$	PM_{10}	GEI
A25	-	-	-	-	-	-	-	489
A29		0	3	4	0	0	0	52
A30	1	32	74	16	15	26	26	246
A36	1	207	18	91	0	9	9	37
A38	-	-	-	-	806	-	-	-
TOTAL otros sectores	**2**	**239**	**95**	**111**	**821**	**35**	**35**	**824**

4. Simulación de la calidad del aire

Una vez evaluada la reducción de emisiones de las medidas cuantificables, se ha procedido a analizar el efecto conjunto de todas ellas en la calidad del aire, con un horizonte temporal 2030. Para ello, se ha simulado de forma simultánea el efecto resultante de la combinación de todas las medidas individuales en la Comunidad de Madrid (incluido el municipio de Madrid). Esta metodología dificulta el análisis del impacto en la calidad del aire de las medidas a nivel individual, pero permite considerar efectos sinérgicos e

BOCM-20240115-10

interrelaciones y, por tanto, proporciona una estimación consistente en cuanto a los niveles de calidad del aire esperables en el futuro. Para ello, se ha utilizado un modelo de simulación de la calidad del aire multi-escala y multi-contaminante que permite obtener las concentraciones de los distintos contaminantes en función de las variaciones de emisión asumidas. El sistema de simulación constituye una herramienta óptima para evaluar las interacciones entre todas las fuentes y ámbitos geográficos, y así proporcionar una visión general de la concentración a nivel regional.

4.1. Metodología: sistema de simulación

La evaluación de la estrategia en términos de calidad del aire se basa en la aplicación de un sistema de modelización de última generación. El sistema está compuesto principalmente por tres modelos, WRF, SMOKE y CMAQ y el esquema conceptual de los flujos de información del sistema se muestran en la **Figura 1**. El elemento principal del sistema de modelización es el modelo de transporte-químico, Community Multiscale Air Quality (**CMAQV5.3.2**), desarrollado por parte de la agencia de medio ambiente norteamericana (*United States Environmental Protection Agency, US EPA*) (*Byun and Ching, 1999; Byun and Schere, 2006*). Los datos meteorológicos requeridos por este modelo de transporte y reacción química se obtienen del modelo Weather Research and Forecasting (**WRFV4.2.1**) – versión *Advanced Research* (*WRF-ARW*) (*Skamarock and Klemp, 2008*). Es un modelo euleriano (el espacio se discretiza en celdas y las ecuaciones se tratan de forma local) de área limitada, no hidrostático que resuelve las ecuaciones dinámicas fundamentales para un fluido totalmente compresible. Dicho modelo constituye la evolución del *Fifth-Generation Penn State/NCAR Mesoscale Model (MM5)* (*Grell et al., 1994*). Las emisiones se procesan con el sistema Sparse Matrix Operator Kernel Emission (**SMOKEV4.8**) para adecuar las emisiones a los requerimientos del modelo de transporte-químico. Este sistema está constituido por un conjunto de algoritmos de alta eficiencia para matrices dispersas y está basado en el paradigma de procesado paralelo de emisiones (*UNC Carolina Environmental Program, 2009*).

BOCM-20240115-10

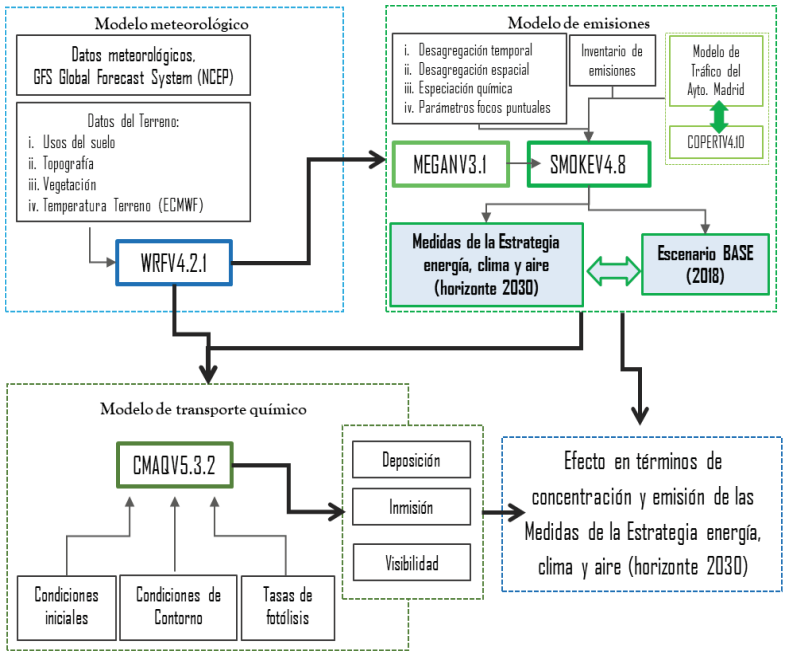


Figura 1. Esquema básico del sistema de simulación de la calidad del aire

Para representar la superficie terrestre se ha empleado una proyección cartográfica cónica conforme Lambert Conformal con α= 20ºN y β=60ºN; latitudes sin deformación, entre las cuales se sitúa la Península Ibérica. Para la simulación de las variables meteorológicas y obtención de condiciones de contorno fundamentales para este tipo de simulaciones se ha utilizado la habitual estrategia de dominios anidados (**Figura 2**), con objeto de capturar todas las influencias meteorológicas desde la escala sinóptica o regional hasta los efectos y fuentes locales (Borge et al., 2010).

El dominio D1 comprende toda Europa y el norte de África, con un tamaño de celda de 27 x 27 km^2, el dominio D2 está centrado en la Península Ibérica y tiene una resolución espacial de 9 x 9 km^2, el domino D3 comprende el centro de la Península Ibérica y tiene una resolución de 3 x 3 km^2. Los dominios más grandes sirven para dar condiciones de contorno a los dominios mas pequeños. Por último, el dominio D4 comprende la Comunidad de Madrid y tiene una resolución horizontal de 1 km^2 y unas dimensiones de 136 km en dirección E-O y 144 km en dirección N-S (**Figura 2**); suficiente para contener la totalidad de la Comunidad de Madrid. Debido a la irregularidad geométrica de la frontera administrativa de la Comunidad de Madrid, el dominio engloba parcialmente las provincias limítrofes.

BOCM-20240115-10

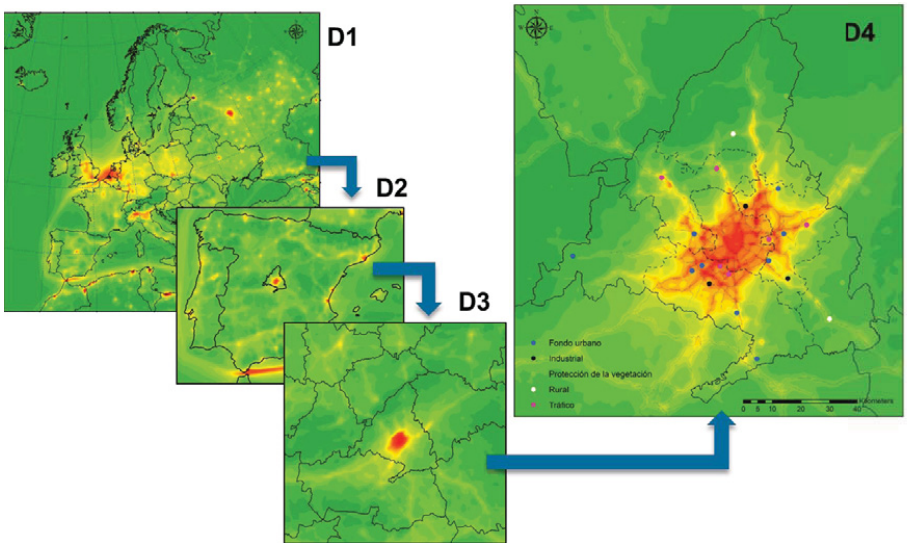


Figura 2. Dominios empleados en la simulación meteorológica. (a) Dominio D1 (27x27 km2), D2 (9x9 km2) y D3 (3x3 km2). (b) Dominio D4 (1 km2), Comunidad de Madrid. Proyección cartográfica cónica Lambert Conformal con α = 20ºN, β = 60ºN y ϒ = 3ºW

4.2. Resultados

Todos los resultados mostrados en este apartado se corresponden con las predicciones del sistema de modelización para el dominio D4 representado en la **Figura 2**. Este punto consta de seis epígrafes en los que se resumen los resultados obtenidos para los parámetros relevantes según la legislación vigente:

- Media anual de NO_2, que no debe exceder 40 µg/m^3 para la protección de la salud humana.
- Percentil 99,8 de la serie anual de concentraciones horarias de NO_2 (19º valor más alto), que no debe superar 200 µg/m^3.
- Media anual de PM_{10} cuyo valor límite para la protección de la salud humana es de 40 µg/m^3
- Percentil 90,4 de los promedios diarios de PM_{10}, lo que corresponde al 36º valor más alto, que no debe superar 50 µg/m^3.
- Media anual de $PM_{2.5}$, cuyo valor límite para la salud humana se establece en 20 µg/m^3.
- Máxima diaria de las medias móviles octohorarias de O_3 que no puede superar en más de 25 ocasiones el valor de 120 µg/m^3.

En todos los casos, se muestran las diferencias entre los dos escenarios (escenario 2030 – escenario base) en términos relativos y absolutos, con objeto de analizar los patrones espaciales de las diferencias y así localizar en qué lugar del dominio son más efectivas las medidas adoptadas por la Estrategia. Es importante

BOCM-20240115-10

volver a señalar que las emisiones utilizadas en la modelización para el ámbito geográfico exterior de la Comunidad de Madrid permanecen en los valores del escenario base (año 2018), de tal manera que las variaciones obtenidas son debidas exclusivamente a las medidas regionales y no tienen en cuenta las reducciones de emisiones que pueda haber en el resto de España y Europa.

4.2.1. Media anual de NO_2

Los resultados de la simulación pronostican un claro descenso de los niveles de concentración de NO_2 en 2030 para todo el dominio y más concretamente en el centro de la ciudad de Madrid y en el entorno de las principales vías de comunicación de la Comunidad de Madrid. Esta circunstancia es consecuencia principalmente de la reducción de emisiones de NO_x en el sector del tráfico rodado y RCI (aproximadamente un 67% en 2030 respecto a 2018, para el conjunto de ambos sectores). En la **Figura 3** se muestran los valores correspondientes a la media anual (parámetro más restrictivo en relación con el cumplimiento de los valores límite establecidos legalmente y coincidente con el valor guía definido por la OMS) para el escenario base y el año 2030. Examinando los patrones espaciales de ambos mapas, se observa que los niveles de concentración de NO_2 están dominados principalmente por el tráfico rodado, localizándose los valores más altos en el centro de la ciudad de Madrid.

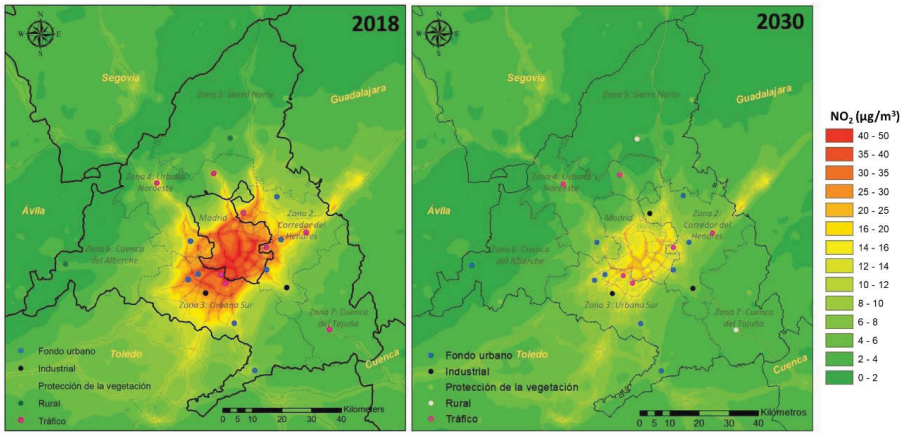


Figura 3. Concentración media anual de NO_2 predicha para el escenario base (izquierda) y el año 2030 (derecha)

La media anual de concentración de NO_2 correspondiente al área total de la Comunidad de Madrid es de 7,5 µg/m^3 para el escenario base, que pasaría a 4,0 µg/m^3 en el año 2030: descenso del 39,2%, que en términos absolutos equivale a 3,5 µg/m^3 (**Tabla 4**).

La zona de calidad del aire con el promedio anual más alto es la zona 1 (ciudad de Madrid), con un valor de 22,9 µg/m^3. En ella también se localiza la mayor reducción de concentración como consecuencia de la

BOCM-20240115-10

aplicación de las diferentes medidas de la Estrategia: descenso de 11,9 µg/m^3, equivalente a una reducción porcentual del 52,1%. En algunos puntos del centro de la ciudad esa reducción puede llegar hasta 24 µg/m^3 (un 57% de reducción). La segunda zona con mayores concentraciones es la zona 2 (Corredor del Henares), con un promedio anual en 2018 de 11,9 µg/m^3, mientras que para el escenario 2030 los niveles de concentración se reducen en torno a 5,8 µg/m^3 (-46,4%). En dicha zona se ubica la estación de Coslada la cual incumplió el valor límite anual con 41 µg/m^3 durante el año 2018, y según los resultados del modelo registraría reducciones del 54% en 2030. En la **Tabla 4** se resumen los resultados para el resto de las zonas, mostrándose las reducciones promedio y máximas.

Tabla 4. *Resumen de los principales resultados en relación a la media anual de NO_2 para cada zona y para el conjunto de la Comunidad de Madrid: promedio de la zona (escenarios base y 2030), reducción absoluta (media y máxima) y reducción relativa (media y máxima)*

Zonificación calidad del aire	Media anual (µg/m^3)		Reducción (Media / Máxima)	
	Base (2018)	2030	Absoluta (µg/m^3)	Relativa (%)
Zona 1: Madrid	22,9	11,0	-11,9/-24,0	-52,1/-56,8
Zona 2: Corredor del Henares	11,9	6,1	-5,8/-17,0	-46,4/-56,6
Zona 3: Urbana Sur	11,8	6,3	-5,5/-22,9	-39,9/-56,4
Zona 4: Urbana Noroeste	7,2	3,4	-3,8/-16,8	-48,4/-57,8
Zona 5: Sierra Norte	2,6	1,5	-1,1/-6,6	-35,3/-56,3
Zona 6: Cuenca del Alberche	3,0	1,8	-1,2/-6,0	-34,8/-53,8
Zona 7: Cuenca del Tajuña	3,5	2,6	-1,0/-2,9	-26,3/-44,3
Comunidad de Madrid	**7,5**	**4,0**	**-3,6/-24,0**	**-39,2/-57,8**

La **Figura 4** ilustra la reducción generalizada de los niveles de concentración de NO_2 esperables en toda la región, tanto en términos absolutos como relativos. La variación más importante en términos absolutos se localiza en el centro de la ciudad de Madrid, muy especialmente donde se presenta una mayor intensidad del tráfico rodado (Calle 30/M30 y M40). En esos puntos, se pueden alcanzar reducciones absolutas de hasta 24 µg/m^3, equivalente a una reducción porcentual aproximada del 57%. En las zonas periféricas, las reducciones en términos absolutos son menores, pero porcentualmente son más importantes porque se localizan alrededor de las vías principales (autovías A1, A3 y A6), lejos de cualquier influencia de otra fuente de emisión.

BOCM-20240115-10

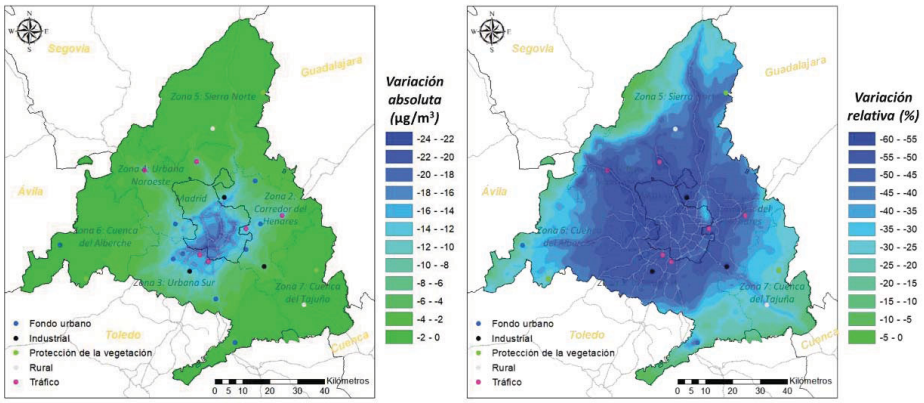


Figura 4. Variación de la concentración media anual de NO_2: absoluta (izquierda) y relativa (derecha)

4.2.2. Percentil horario 99,8 de NO_2

La evolución de los picos de concentración se puede evaluar a través del análisis de la variación pronosticada para el 19º valor horario más alto de la serie anual de concentraciones; es decir, el percentil 99,8 de la serie anual (indicador utilizado para definir el valor límite horario en el Real Decreto 102/2011).

De forma análoga a la media anual, se produce un descenso generalizado (**Figura 5**), que, como media para el conjunto de la Comunidad de Madrid, alcanza 55,4%, lo que supone una reducción de 28,4 µg/m^3 como promedio en valor absoluto. Los patrones espaciales correspondientes al percentil 99,8 están marcados mayoritariamente por la influencia del tráfico rodado y el sector RCI, de tal manera que las concentraciones máximas se localizan en las principales vías del centro de la ciudad (calle 30/M30), con valores máximos que alcanzan 240 µg/m^3 en el escenario base y 132 µg/m^3 en 2030, lo que supone una reducción de hasta el 80% en los valores altos. En lo que respecta a las variaciones de este indicador entre ambos escenarios, la **Figura 6** muestra como los cambios más reseñables en términos absolutos, se producen en el interior del municipio de Madrid, con reducciones máximas que pueden alcanzar 106 µg/m^3 en el sector este de la Calle 30/M30, así como en algunas intersecciones importantes de la autovía de circunvalación M40. Como promedio, la reducción en los niveles de concentración de NO_2 dentro de la zona 1 (municipio de Madrid) es igual a 54 µg/m^3, lo que equivale a una variación relativa del 46% (**Tabla 5**).

BOCM-20240115-10

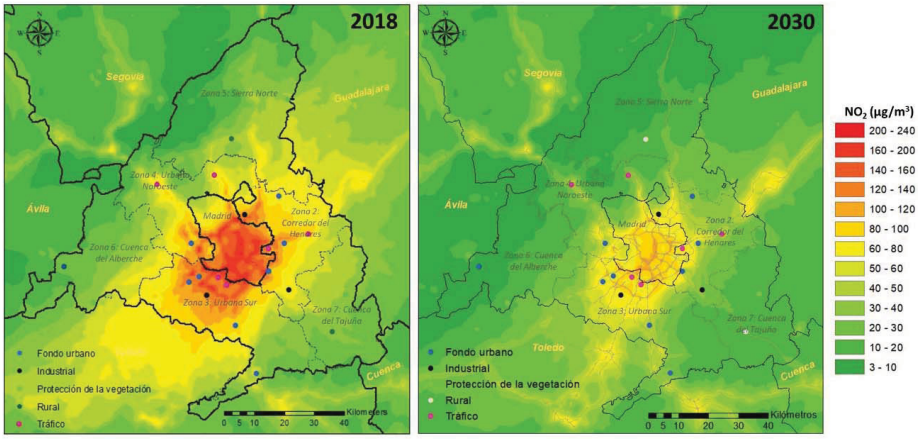


Figura 5. Percentil horario 99,8 de la concentración de NO_2 de la serie anual predicha para el escenario base (izquierda) y 2030 (derecha)

Tabla 5. Resumen de los principales resultados en relación al percentil horario 99,8 de concentración de NO_2 para cada zona y para el conjunto de la Comunidad de Madrid: promedio de la zona (escenarios base y 2030), variación absoluta (media y máxima) y variación relativa (media y máxima).

Zonificación calidad del aire	Percentil 99,8 (µg/m³)		Reducción (Media / Máxima)	
	Base (2018)	2030	Absoluta (µg/m³)	Relativa (%)
Zona 1: Madrid	123,0	68,9	-54,1/-105,5	-45,9/-69,0
Zona 2: Corredor del Henares	78,0	39,5	-38,5/-66,7	-50,2/-64,4
Zona 3: Urbana Sur	76,6	41,3	-35,3/-86,6	-45,8/-64,1
Zona 4: Urbana Noroeste	54,1	24,0	-30,0/-76,0	-58,1/-71,9
Zona 5: Sierra Norte	30,4	11,2	-19,2/-43,2	-62,4/-73,5
Zona 6: Cuenca del Alberche	32,2	12,0	-20,3/-45,8	-62,9/-70,4
Zona 7: Cuenca del Tajuña	35,3	15,7	-19,7/-33,7	-53,7/-65,0
Comunidad de Madrid	**54,8**	**26,3**	**-28,4/-105,5**	**-55,4/-73,5**

En las zonas 2 y 3, los promedios en el año base se reducen sustancialmente con respecto a la zona 1, con valores de 78 y 77 µg/m³, y las reducciones obtenidas en 2030 ascienden a 38 y 35 µg/m³, respectivamente. En el caso de la zona 4, los escenarios base y 2030 tienen un promedio del percentil 99,8 igual a 54,1 y 24,0 µg/m³, respectivamente, lo que supone una reducción absoluta entre ellos igual a 30,1 µg/m³ (variación del 58%).

BOCM-20240115-10

El patrón espacial (**Figura 6**) muestra que las mayores reducciones porcentuales se producen en la periferia de la ciudad de Madrid. Esto se debe a que los niveles de concentración en estas zonas son más pequeños y la contribución del tráfico, pese a su escasa magnitud, es muy importante, por lo que una pequeña reducción de sus emisiones se traduce en una reducción porcentual importante.

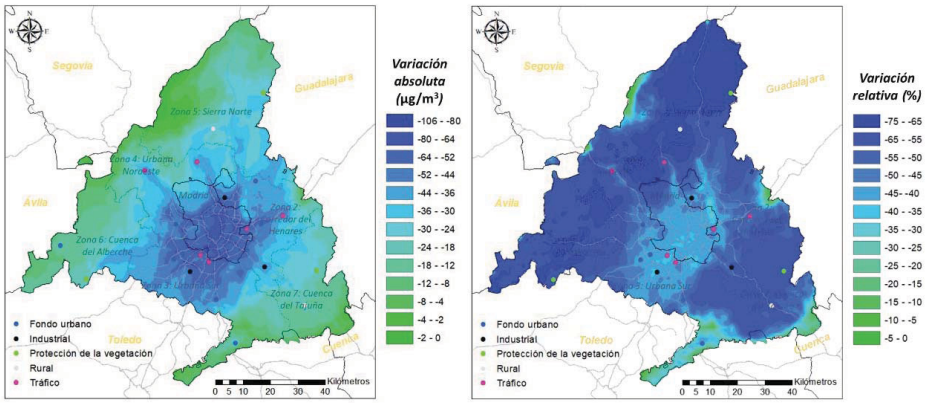


Figura 6. Variación absoluta (izquierda) y relativa (derecha) del percentil horario 99,8 de concentración de NO_2 (19º valor anual más alto)

4.2.3. Media anual de PM_{10}

En la **Figura 7** se muestran los valores correspondientes a la media anual de PM_{10} para el escenario base y el año 2030. Examinando los patrones espaciales de ambos mapas, se observa que los niveles de concentración de PM_{10} están dominados principalmente por el tráfico rodado. Los máximos de concentración se dan en el centro de la ciudad de Madrid y sobre las principales vías: Calle 30/M30, M40, M50 y algunas de las autovías más importantes (A1, A5 y A6). Así, la zona 1 presenta valores promedio iguales a 14,7 µg/m³ en el escenario base y 13,5 µg/m³ en el año 2030 (**Tabla 6**). La siguiente zona con mayor concentración es la zona 3, donde los niveles de concentración son de 13,0 y 12,3 µg/m³ (reducción del 5%) en el escenario base y en 2030, respectivamente. Estos niveles se deben en parte a una contribución muy importante del término municipal de Madrid, como consecuencia del transporte de los contaminantes desde la ciudad por efecto de la componente principal de la dirección del viento (NE-SO).

BOCM-20240115-10

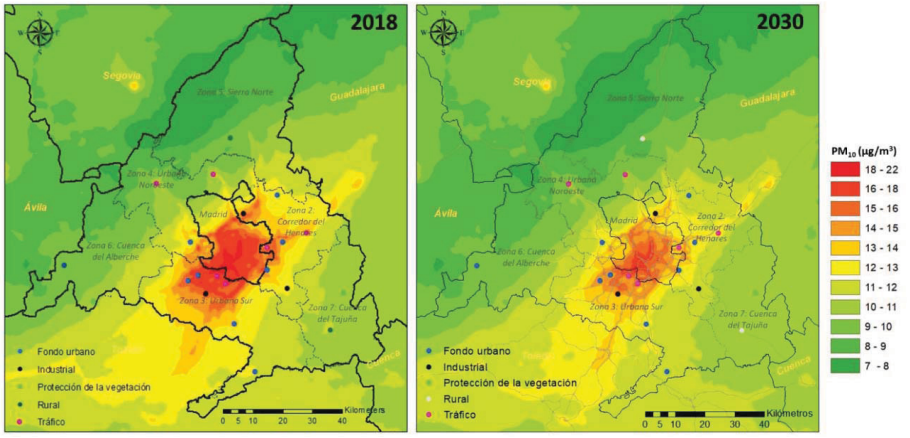


Figura 7. Concentración media anual de PM_{10} predicha para el escenario base (izquierda) y el año 2030 (derecha)

Tabla 6. Resumen de los principales resultados en relación al promedio anual de concentración de PM_{10} para cada zona y para el conjunto de la Comunidad de Madrid: promedio de la zona (escenarios base y 2030), variación absoluta (media y máxima) y variación relativa (media y máxima).

Zonificación calidad del aire	Media anual (µg/m³)		Reducción (Media / Máxima)	
	Base (2018)	2030	Absoluta (µg/m³)	Relativa (%)
Zona 1: Madrid	14,7	13,5	-1,2/-2,6	-7,7/-12,7
Zona 2: Corredor del Henares	12,7	11,9	-0,8/-1,7	-6,4/-10,9
Zona 3: Urbana Sur	13,0	12,3	-0,7/-2,4	-5,0/-11,7
Zona 4: Urbana Noroeste	10,3	9,9	-0,4/-1,7	-4,0/-10,0
Zona 5: Sierra Norte	8,9	8,6	-0,3/-0,9	-2,9/-7,2
Zona 6: Cuenca del Alberche	9,8	9,6	-0,2/-0,6	-2,3/-4,9
Zona 7: Cuenca del Tajuña	10,9	10,6	-0,3/-0,5	-2,5/-4,5
Comunidad de Madrid	**11,0**	**10,5**	**-0,5/-2,6**	**-4,0/-12,7**

La **Figura 8** muestra las variaciones absolutas y relativas entre ambos escenarios. Se observa como los cambios más importantes se producen en el interior del municipio de Madrid, con una reducción promedio para toda la zona de 1,2 µg/m³ y reducciones máximas de 2,6 µg/m³ en algunos puntos de la Calle 30/M30. En términos relativos, estas variaciones suponen una reducción aproximada del 8% como promedio y reducciones máximas del 13% en algunos puntos del interior del municipio. En las zonas 2, 3 y 4, las reducciones son muy similares, variando entre un 4 y un 6% como promedio en la zona (reducciones máximas del 11,7%). En el resto de las zonas (5, 6 y 7), las reducciones son menores, variando entre un

BOCM-20240115-10

2,3 y un 4,0%. Para el conjunto de la Comunidad de Madrid, la reducción promedio de los niveles de concentración de PM_{10} es del 4,0%.

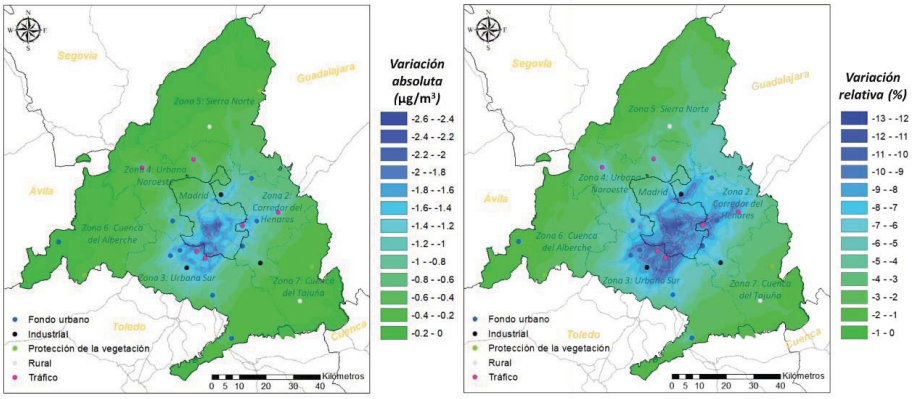


Figura 8. Variación de la concentración media anual de PM_{10}: absoluta (izquierda) y relativa (derecha)

4.2.4. Percentil diario 90,4 de PM_{10}

Para completar el estudio de los niveles de inmisión de PM_{10}, en este apartado se analiza el otro índice propuesto por la legislación en materia de calidad del aire; el valor límite diario de 50 µg/m^3, del cual tan solo se permiten 35 superaciones en un año civil. Así, la **Figura 9** muestra el trigésimo sexto promedio diario más alto, es decir el percentil diario 90,4 de la serie anual. En ambos escenarios (base y 2030) se observa un patrón espacial muy marcado por la influencia del término municipal de Madrid sobre las áreas adyacentes, como consecuencia de la presencia de la componente principal de la dirección del viento (NE-SO), determinada por la presencia del Sistema Central (Sierra de Guadarrama). Adicionalmente, se suma el efecto provocado por la presencia de importantes zonas urbanas al SO de la ciudad de Madrid, las cuales son importantes focos de emisiones procedentes del tráfico rodado y del sector RCI. Para el conjunto de la Comunidad de Madrid, el percentil 90,4 de concentración para los escenarios base y 2030 son, respectivamente, 21 y 19,7 µg/m^3, lo que equivale a una reducción promedio del 5,6%. La concentración en la zona 1 sigue el patrón espacial marcado por el tráfico rodado, con valores promedio situados en 27,9 y 25,5 µg/m^3 para los escenarios base y 2030, respectivamente (una reducción de un 8,2%, y reducciones máximas del 14,7% en algunas localizaciones puntuales). En las zonas 2 y 3, estos percentiles para los escenarios base y 2030 son, respectivamente, 23,3 y 24,7 µg/m^3, y 21,5 y 23,1 µg/m^3, para cada una de las dos zonas. Por tanto, se obtienen reducciones porcentuales medias alrededor del 6 - 8%, presentándose en algunas localizaciones, dentro de estas zonas, reducciones máximas del 14% (hasta 4,7 µg/m^3 de reducción en términos absolutos). Las reducciones en el resto de las zonas se muestran en la **Tabla 7**.

BOCM-20240115-10

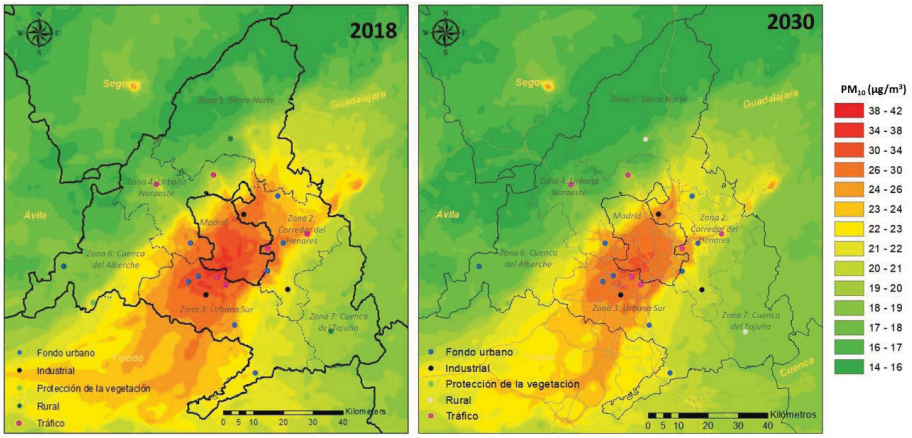


Figura 9. Percentil diario 90,4 de concentración de PM_{10} de la serie anual predicha para el escenario base (izquierda) y el año 2030 (derecha)

Tabla 7. Resumen de los principales resultados en relación al percentil diario 90,4 de concentración de PM_{10} para cada zona y para el conjunto de la Comunidad de Madrid: promedio en cada zona (escenarios base y 2030), variación absoluta (media y máxima) y variación relativa (media y máxima).

Zonificación calidad del aire	Percentil 90,4 (µg/m³)		Reducción (Media / Máxima)	
	Base (2018)	2030	Absoluta (µg/m³)	Relativa (%)
Zona 1: Madrid	27,9	25,5	-2,4/-4,9	-8,2/-14,7
Zona 2: Corredor del Henares	23,3	21,5	-1,9/-4,2	-7,8/-14,0
Zona 3: Urbana Sur	24,7	23,1	-1,6/-4,7	-6,0/-13,9
Zona 4: Urbana Noroeste	19,9	18,7	-1,2/-3,1	-6,0/-12,7
Zona 5: Sierra Norte	17,5	16,6	-1,0/-3,1	-5,2/-13,5
Zona 6: Cuenca del Alberche	18,9	18,1	-0,8/-2,7	-4,3/-11,5
Zona 7: Cuenca del Tajuña	19,4	18,7	-0,7/-1,6	-3,5/-7,8
Comunidad de Madrid	**21,0**	**19,7**	**-1,3/-4,9**	**-5,6/-14,7**

La **Figura 10** recoge las variaciones entre los escenarios evaluados y permite observar como su distribución espacial viene determinada por la influencia del tráfico rodado y por el transporte de los contaminantes hacia el suroeste desde el centro de la ciudad.

BOCM-20240115-10

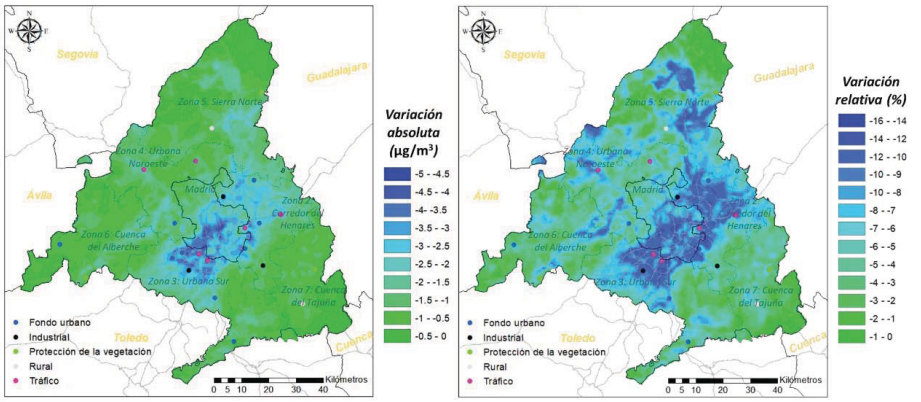


Figura 10. Variación absoluta (izquierda) y relativa (derecha) del percentil diario 90,4 de concentración de PM_{10} (36º valor anual más alto)

4.2.5. Media anual de $PM_{2,5}$

En cuanto a los resultados obtenidos para $PM_{2,5}$, la simulación pronostica un descenso en 2030 en todo el dominio de simulación y especialmente en el centro de las aglomeraciones urbanas y en el entorno de las principales vías de comunicación de la Comunidad de Madrid. Como se muestra en la **Figura 11**, el patrón espacial de los niveles de concentración en ambos escenarios (base y 2030) es muy parecido al promedio anual de PM_{10}, dado que las principales fuentes de emisión son las mismas, el tráfico rodado y el sector RCI. Como sucede con el resto de los contaminantes, la presencia del Sistema Central determina el patrón de vientos de acuerdo a un eje NE-SO, produciendo una franja con niveles de concentración más altos según esta dirección. Para el conjunto de la Comunidad de Madrid, la reducción promedio de los niveles de concentración de $PM_{2,5}$ es de 0,4 µg/m³ (un 6%). El promedio anual de concentración de $PM_{2,5}$ en la zona 1 se reduce de 8,1 µg/m³ para el escenario base, a 7,2 µg/m³ para el año 2030, suponiendo una reducción promedio en la zona del 11% (reducciones máximas en algún punto de la zona del 17,8%). Las reducciones absolutas promedio en las zonas 2, 3 y 4 varían entre 0,3 - 0,6 µg/m³, con una reducción puntual máxima en la zona 3 de 2 µg/m³ (un 16% en términos relativos). En el resto de las zonas, la reducción media en términos absolutos es muy pequeña para el total de cada zona (**Tabla 8**).

BOCM-20240115-10

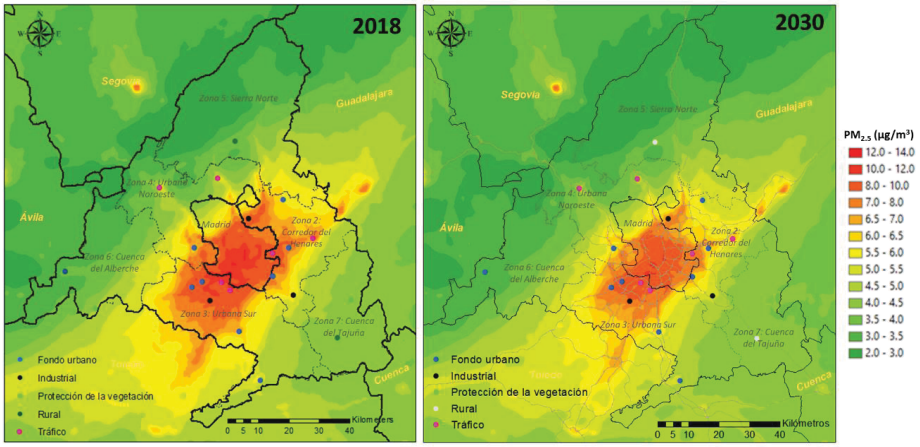


Figura 11. Concentración media anual de $PM_{2,5}$ predicha para el escenario base (izquierda) y el año 2030 (derecha)

Tabla 8. Resumen de los principales resultados en relación al promedio anual de concentración de $PM_{2,5}$ para cada zona y para el conjunto de la Comunidad de Madrid: promedio para cada zona (escenario base y 2030), variación absoluta (media y máxima) y variación relativa (media y máxima).

Zonificación calidad del aire	Media anual (µg/m³)		Reducción (Media / Máxima)	
	Base (2018)	2030	Absoluta (µg/m³)	Relativa (%)
Zona 1: Madrid	8,1	7,2	-0,9/-2,2	-10,8/-17,8
Zona 2: Corredor del Henares	6,2	5,6	-0,6/-1,4	-10,1/-15,9
Zona 3: Urbana Sur	6,3	5,8	-0,5/-2,0	-7,9/-16,2
Zona 4: Urbana Noroeste	4,5	4,2	-0,3/-1,4	-5,9/-13,9
Zona 5: Sierra Norte	3,4	3,3	-0,2/-0,7	-4,2/-11,2
Zona 6: Cuenca del Alberche	3,9	3,7	-0,1/-0,4	-3,2/-7,7
Zona 7: Cuenca del Tajuña	4,4	4,2	-0,2/-0,4	-4,3/-7,9
Comunidad de Madrid	**4,9**	**4,6**	**-0,4/-2,2**	**-6,1/-17,8**

La **Figura 12** muestra las variaciones entre los dos escenarios evaluados y permite observar como los cambios más importantes, tanto en términos absolutos como relativos, se producen en el interior del municipio de Madrid y sobre las principales vías de comunicación.

BOCM-20240115-10

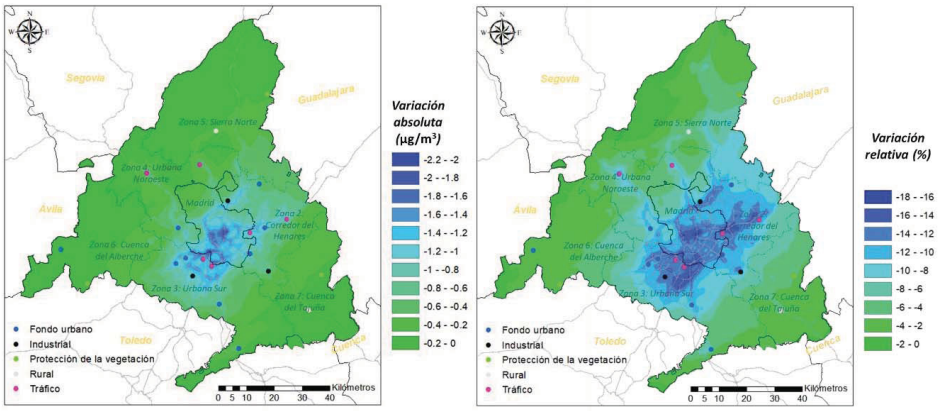


Figura 12. Variación de la concentración media anual de $PM_{2,5}$: absoluta (izquierda) y relativa (derecha)

4.2.6. Percentil diario 93,2 de O_3

El valor objetivo para la protección de la salud humana para este contaminante (O_3) se representa mediante la máxima diaria de las medias móviles octohorarias, parámetro que no puede superar en más de 25 ocasiones el valor de 120 µg/m³, representado mediante el percentil 93,2 de la serie diaria. En la **Figura 13** se muestran los mapas para ambos escenarios. El patrón espacial de este índice, indica que los máximos de concentración de O_3 (>120 µg/m³) se localizan principalmente alejados de las principales fuentes de emisión (tráfico y residencial) fuera del municipio de Madrid. En cuanto a los resultados obtenidos, la simulación pronostica un descenso muy moderado en 2030 de 1,4 µg/m³ como promedio en la Comunidad de Madrid, y reducciones máximas de 4,6 µg/m³. Estas reducciones se dan principalmente en las zonas periféricas de la ciudad. No obstante, por la propia dinámica fotoquímica del ozono, y a pesar de la reducción de emisiones de sus precursores, existe un aumento de la concentración promedio en la zona 1 (Madrid) de 0,4 µg/m³ y máximos de hasta 6,5 µg/m³. La literatura científica ha estudiado los posibles factores implicados, atribuyéndoselo al decrecimiento de las emisiones de NOx (NO_2 + NO), el cual ha ido acompañado por una disminución mayor del NO (descenso en la relación NO/NO_2), provocando menos consumo de O_3 por parte del NO para oxidarse a NO_2. Este proceso se muestra en las cuatro primeras zonas, de carácter claramente urbano, en donde existen puntos en los que se reducen las concentraciones de O_3 (3,0 – 4,6 µg/m³) y otros lugares donde aumentan (4,0 – 7,5 µg/m³), especialmente en las principales vías de comunicación donde las emisiones de NO_x son mayores.

BOCM-20240115-10

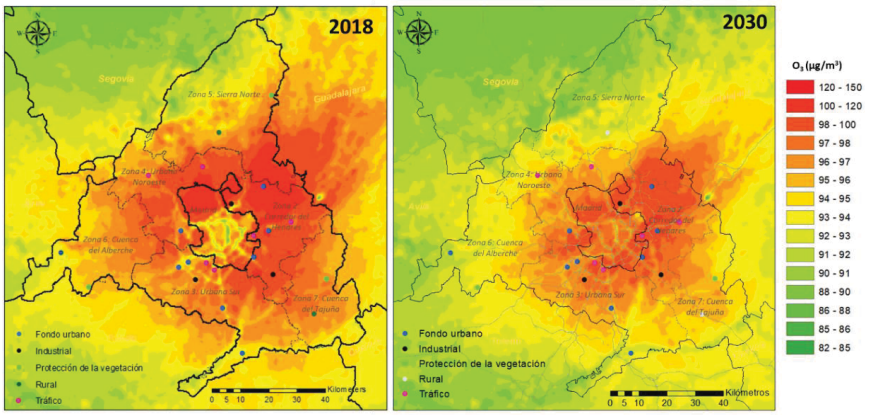


Figura 13. Percentil diario 93,2 de concentración de O_3 predicha para el escenario base (izquierda) y el año 2030 (derecha)

Tabla 9. Resumen de los principales resultados en relación al percentil diario 93,2 de concentración de O_3 para cada zona y para el conjunto de la Comunidad de Madrid: promedio para cada zona (escenario base y 2030), variación absoluta (media / mínima y máxima) y variación relativa (media / mínima y máxima).

Zonificación calidad del aire	Percentil 93,2 (µg/m³)		Variación (Media / Mínima/ Máxima)	
	Base (2018)	2030	Absoluta (µg/m³)	Relativa (%)
Zona 1: Madrid	97,0	97,5	0,4/-4,6/6,5	0,5/-4,5/7,5
Zona 2: Corredor del Henares	99,1	97,9	-1,2/-3,5/3,8	-1,2/-3,4/4,1
Zona 3: Urbana Sur	96,0	95,5	-0,6/-3,0/6,0	-0,6/-3,1/6,7
Zona 4: Urbana Noroeste	97,3	95,2	-2,1/-4,4/4,1	-2,1/-4,3/4,5
Zona 5: Sierra Norte	94,9	92,8	-2,1/-4,1/-0,5	-2,3/-4,2/-0,5
Zona 6: Cuenca del Alberche	95,4	93,6	-1,8/-3,5/-0,1	-1,9/-3,6/-0,1
Zona 7: Cuenca del Tajuña	96,2	94,9	-1,3/-2,6/-0,1	-1,3/-2,6/-0,1
Comunidad de Madrid	**96,3**	**94,9**	**-1,4/-4,6/6,5**	**-1,4/-4,5/7,5**

* Los valores en rojo indican incremento de las concetraciones de ozono y en negro, reducción

La **Figura 13** muestra las variaciones entre ambos escenarios. Se observan claramente los incrementos en los niveles de ozono en el centro de la ciudad y en las principales vías de comunicación y una reducción generalizada en la periferia.

BOCM-20240115-10

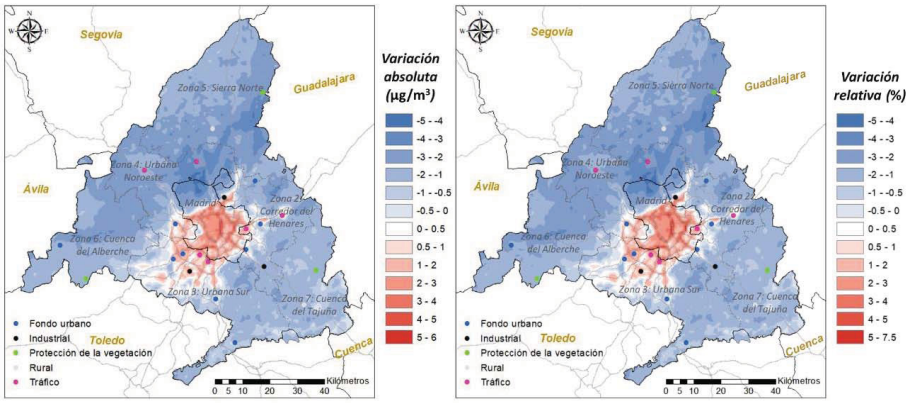


Figura 14. Variación de la concentración del percentil 93,2 de O_3: absoluta (izquierda) y relativa (derecha)

5. Resumen y conclusiones

En el presente estudio se sintetizan dos aspectos fundamentales inherentes a la aplicación de las medidas definidas en la Estrategia. Por un lado, el impacto en la reducción de emisiones y, por otro, el impacto que tendría sobre la calidad del aire y más concretamente sobre los niveles de concentración de dióxido de nitrógeno (NO_2), material particulado (PM_{10} y $PM_{2,5}$) y ozono (O_3).

En primer lugar, en la

Tabla 10 se resumen las emisiones del escenario planteado (año 2030) y las reducciones con respecto al año base 2018. El escenario planteado considera reducciones sustanciales en las emisiones en los sectores del tráfico rodado y RCI, que son los mayores contribuyentes a las emisiones atmosféricas en la Comunidad de Madrid, tanto para la emisión de GEI como de compuestos relevantes para la calidad del aire. En conjunto, las emisiones de GEI en 2030 serían aproximadamente la mitad que las de 2018, lo que sería compatible con una repercusión proporcional de los objetivos a nivel nacional y también consistente con la planificación en materia de mitigación del cambio climático del Ayuntamiento de Madrid. La reducción de emisiones de NO_X tendría un orden de magnitud similar, mientras que el impacto para el resto de los contaminantes sería en general inferior al 20%.

BOCM-20240115-10

Tabla 10. Resumen de emisiones bajo el escenario planteado

Sector	Reducción de emisiones anuales y total estimado para 2030 (t, excepto GEI en kt de CO_2-equivalente)							
	SO_2	NO_X	COVNM	CO	NH_3	$PM_{2,5}$	PM_{10}	GEI
Transporte Rodado	27	16171	626	7481	247	478	558	5975
RCI	679	4918	1494	2569	-	303	304	4139
Otros	2	239	95	111	821	35	35	824
Total	**709**	**21327**	**2215**	**10161**	**1068**	**816**	**897**	**10938**
Emisiones en 2030	6185	20117	48246	42124	3972	4014	5871	10922
Variación (en % respecto a 2018)	***-10,3***	***-51,5***	***-4,4***	***-19,4***	***-21,2***	***-16,9***	***-13,3***	***-50,0***

La fila total difiere en algunos casos de la suma de las cifras indicadas para cada sector porque no se muestran decimales

En segundo lugar, el estudio ha evaluado la mejora esperable en relación con la calidad del aire como consecuencia de la aplicación de todas las medidas cuantificables de la Estrategia. Este análisis se ha llevado a cabo mediante el uso de un sistema de simulación de la calidad del aire (multi-escala y multi-contaminante), que ha permitido analizar la variación de los niveles de concentración de NO_2, de material particulado (PM_{10} y $PM_{2,5}$) y O_3) como consecuencia de la aplicación de las medidas contempladas. Para ello se han simulado dos escenarios: un escenario base (año 2018) que representa el estado previo a la aplicación de las medidas contempladas en la Estrategia, y un escenario 2030, que incluye su implementación. Es importante señalar que las variaciones de concentración predichas se asocian al efecto de la Estrategia, que se aplica solamente en la Comunidad de Madrid, de tal manera que para tener una estimación más realista de los cumplimientos de los valores límite sería necesario considerar reducciones en otros ámbitos geográficos.

En lo que respecta al NO_2, los resultados más relevantes muestran una reducción de la concentración media anual del 40% como promedio en la Comunidad de Madrid y reducciones máximas de hasta el 58%. En el caso de los valores altos (percentil horario 99,8) la reducción promedio en la Comunidad de Madrid es del 55% con máximos de 73%. Esto tiene implicaciones importantes para las zonas y estaciones donde pueden producirse superaciones de los valores límite anuales y horarios y más aun teniendo en cuenta los valores límite más restrictivos de la propuesta de futura directiva de calidad del aire, así como de los valores guía propuestos por la OMS. Por ejemplo, la **Figura 15**a muestra la concentración de excedencia (expresada en µg/m³) sobre el valor actualmente recogido en la propuesta de futura directiva, que fija en 20 µg/m³ en nuevo valor para la media anual. Se observa que en las zonas con altas concentraciones

BOCM-20240115-10

(centro de ciudad y vías de comunicación) los resultados son perfectamente compatibles con los valores límite actuales y que están muy próximos al cumplimiento de la nueva propuesta. En el caso de valores más restrictivos como los recomendados por la OMS (10 µg/m^3), el escenario 2030 los excedería en más de 10 µg/m^3 para algunas localizaciones, tal y como se muestra en la **Figura 15**b.

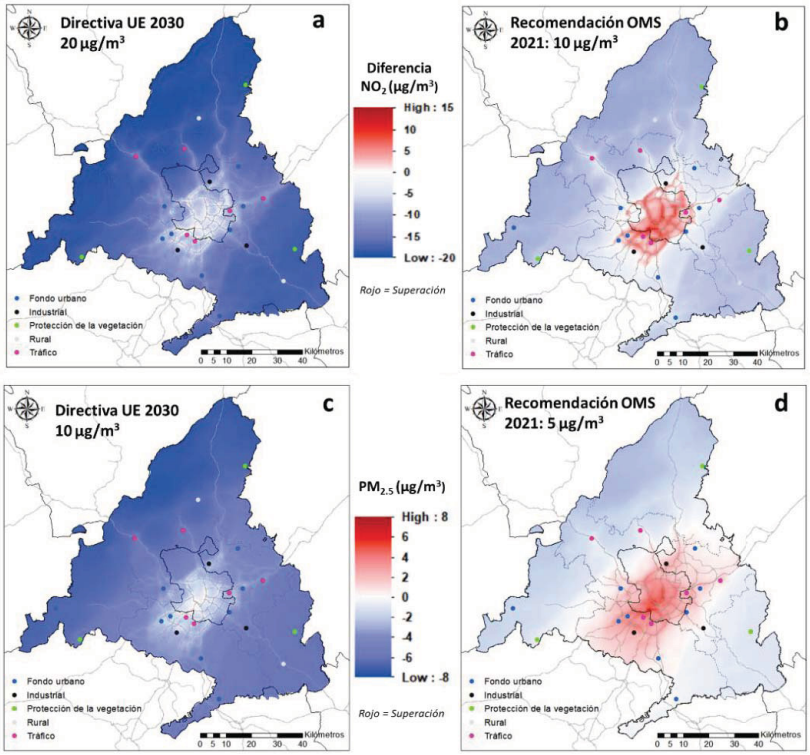


Figura 15. Superación de los valores límite del escenario 2030 establecidos por la propuesta de nueva Directiva 2030 (a) y por las recomendaciones de la OMS (b) para la media anual de NO_2 y para la media anual de $PM_{2,5}$ (c) y (d)

En el caso del material particulado, la reducción de los niveles de concentración de PM_{10} y $PM_{2,5}$ como consecuencia de la aplicación de las medidas también es evidente. En el caso de fracción PM_{10}, la reducción promedio de los niveles de concentración es del 4% para el conjunto de la Comunidad de Madrid. No obstante, se producen mayores reducciones, entorno a un 13%, en aquellas zonas donde los niveles de concentración son más altos, lo que supone disminuciones en la concentración de hasta 2,6 µg/m^3 como media anual. En lo que respecta al percentil 90,4 de concentración de PM_{10}, la reducción promedio en la Comunidad de Madrid es del 5,6%, con máximos del 15%. En cuanto a la fracción $PM_{2,5}$, la mejora es ligeramente mayor que en el caso de la fracción PM_{10}, alcanzándose una reducción media para el conjunto

BOCM-20240115-10

de la Comunidad de Madrid de un 6,1% y reducciones máximas del 18%, lo que supone hasta 2,2 µg/m^3 como media anual en algunos puntos de la región. Estas reducciones permiten que se registren en las zonas con concentración más elevadas (centro ciudad y principales vías de comunicación) valores muy próximos a los valores límite propuestos por la propuesta de nueva directiva, que fija el valor límite en 10 µg/m^3 (**Figura 15**c). Si este mismo análisis se realiza considerando los valores recomendados por la OMS (5 µg/m^3), las concentraciones predichas por el modelo lo excederían hasta en 8 µg/m^3 para algunas localizaciones (**Figura 15**d), alejando a la región de su cumplimiento.

En cuanto a la superación del número de días con medias octohorarias mayores de 120 µg/m^3 para el O_3, la variación entre simulaciones es poco significativa. El impacto de la Estrategia se traduce en una reducción como promedio en la Comunidad de Madrid del 1,5% y reducciones máximas del 4,6%. Estas reducciones se producen principalmente en lugares donde los niveles de concentración de O_3 son altos (periferia de ciudad y zonas rurales). Cabe señalar que el estudio de contribución de fuentes realizado en el marco de este convenio concluye que la mayor contribución se debe a las condiciones de contorno, entorno al 59%, lo que quiere decir que las concentraciones de O_3 se deben en gran parte al transporte de este contaminante desde áreas fuera del dominio de simulación, lo que supone una limitación importante para el planteamiento de medidas locales eficaces para reducir los niveles de este compuesto. Por el contrario, se podrían producir ligeros aumentos de concentración en el centro de la ciudad de Madrid; no obstante, a pesar de este ligero aumento, es descartable a priori cualquier tipo de superación en estas zonas.

Teniendo en cuenta las reducciones previstas para los indicadores analizados, se puede concluir que la implementación efectiva de la Estrategia es compatible con el cumplimiento de los valores de calidad del aire en todas las zonas gestionadas por la Comunidad de Madrid y permitiría aproximarse a los valores límite de la actual propuesta de futura Directiva europea de calidad del aire a 2030. No obstante, es importante señalar que para tener una estimación más realista de los cumplimientos sería necesario considerar reducciones en otros ámbitos geográficos.

En el caso del ozono y dadas sus particularidades, el análisis de posibles medidas debe basarse en estudios específicos del efecto de reducciones de emisiones concretas bajo las condiciones meteorológicas que típicamente se asocian a los picos de concentración de este compuesto.

BOCM-20240115-10

REFERENCIAS

- Borge R, López J, Lumbreras J, Narros A, Rodríguez ME., 2010. Influence of boundary conditions on CMAQ simulations over the Iberian Peninsula. Atmospheric Environment 44, 2681-2695.
- Byun, D.W., Ching, J.K.S., 1999. Science Algorithms of the EPA Models-3 Community Multi-scale Air Quality (CMAQ) Modeling System. EPA/600/R-99/030, US EPA National Exposure Research Laboratory, Research Triangle Park, NC.
- Byun, D.W., Schere, K.L., 2006. Review of the governing equations, computational algorithms, and other components of the Models-3 community.
- Grell, G.A., Dudhia, J., Stauffer, D.R., 1994. A description of the fifth-generation Penn State/NCAR mesoscale model. NCAR Technical Note NCAR/TN-398+STR, 122pp.
- Institute for the Environment. SMOKE v2.7 user's manual. Chapel Hill, NC: University of North Carolina; 2009 [Available online at: http://www.smoke-model.org/version2.7/html/ch01.html].
- Institute for the Environment. SMOKE v3.6.5 user's manual. Chapel Hill, NC: University of North Carolina; 2015.
- Skamarock, W.C., Klemp, J.B., 2008. A time-split nonhydrostatic atmospheric model. Journal of Computational Physics 227, 3465-3485.

BOCM-20240115-10

ANEXO 6. ANÁLISIS DE IMPACTO Y VULNERABILIDAD ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO DE LOS MUNICIPIOS MADRILEÑOS

BOCM-20240115-10

Índice de contenido

1 Introducción. Objeto y alcance 8
2 Antecedentes 10
2.1 Acuerdo de París 10
2.2 Estrategia Europea de Adaptación 10
2.3 Plan Nacional de Adaptación 13
2.4 Avances previos en otras regiones 15
2.5 Avances previos en la Comunidad de Madrid 17
3 Enfoque y metodología 22
4 Caracterización de la amenaza 24
4.1 Registro de eventos extremos 24
4.1.1 Olas de calor 24
4.1.2 Inundaciones 26
4.1.3 Inclemencias invernales 36
4.1.4 Sequías 42
4.1.5 Incendios 47
4.2 Clima histórico y proyecciones 55
4.3 Indicadores climáticos y proyección de amenazas 65
5 Caracterización de la exposición y de la vulnerabilidad 68
5.1 Contexto socioeconómico 68
5.2 Selección de cadenas de impacto 71
5.2.1 Impacto por olas de calor sobre la salud humana 71
5.2.2 Impacto por inundaciones fluviales sobre el medio urbano 73
5.2.3 Impacto por inclemencias invernales sobre medio urbano 74
5.2.4 Impacto por sequía sobre el sector primario 75
5.2.5 Impacto por sequía sobre la población 77
5.2.6 Impacto por incendios sobre el medio natural 79
5.3 Caracterización de la exposición y de la vulnerabilidad 81
6 Evaluación del riesgo 84
6.1 Riesgo de olas de calor sobre la salud humana 84
6.2 Riesgo de inundaciones fluviales sobre el medio urbano 88
6.3 Riesgo de inclemencias invernales sobre el medio urbano 92
6.4 Riesgo de sequía sobre el sector primario 96
6.5 Riesgo de sequía sobre población 100
6.6 Riesgo de incendios sobre el medio natural 104
7 Maladaptación y costes de la inacción 108
8 Conclusiones 112

BOCM-20240115-10

Referencias 113
Índice de abreviaturas 116
Anejo 117

BOCM-20240115-10

Índice de tablas

Tabla 1. Ejes y líneas de actuación de la Estrategia Europea de Adaptación (Comisión Europea, 2021) 11
Tabla 2. Principios orientadores adoptados por el PNACC (MITECO, 2021).....14
Tabla 3. Avances en materia de adaptación climática en regiones españolas. 16
Tabla 4. Registro histórico de olas de calor en la Comunidad de Madrid desde 1985. Fuente: Listado de provincias afectadas por las Olas de calor registradas desde 1975, AEMET. 25
Tabla 5. Esquema de relación entre niveles de riesgo e intervención en episodios de olas de calor en la Comunidad de Madrid. 26
Tabla 6. Registro histórico de lluvias torrenciales en la Comunidad de Madrid desde 1985. Fuente: Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones en la Comunidad de Madrid (INUNCAM). 28
Tabla 7. Registro histórico de inundaciones en la Comunidad de Madrid desde 1985 hasta el 2009. 31
Tabla 8. Municipios potencialmente inundables clasificados como zonas de inundación muy frecuente y frecuente de la Comunidad de Madrid. Fuente: Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones en la Comunidad de Madrid (INUNCAM). 34
Tabla 9. Registro histórico de olas de frío en la Comunidad de Madrid desde 1985. 38
Tabla 10. Municipios de Madrid con Riesgo Máximo de Nevadas. Fuente: Orden 1624/2000, de 18 de abril, del Consejero de Medio Ambiente, por la que se modifica el Plan de Protección Civil ante Inclemencias Invernales en la Comunidad de Madrid. 40
Tabla 11. Masas de agua. 45
Tabla 12. Clasificación de los terrenos forestales en la Comunidad de Madrid 2019 (Fuente: Diagnóstico Ambiental 2020 de la Comunidad de Madrid.).....47
Tabla 13. Municipios definidos como Zona de Alto Riesgo de Incendio según el Plan Especial de Emergencias por Incendios Forestales de la Comunidad de Madrid (INFOMA) de 2017.....51
Tabla 14. Registro histórico de incendios forestales en la Comunidad de Madrid desde 1985 (Fuente: Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid). 52
Tabla 15. Incidencia de los grandes incendios en la Comunidad de Madrid en el decenio 2006-2015 Fuente: Informe Los Incendios Forestales en España Decenio 2006-2015, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 53
Tabla 16. Inversión realizada por el Cuerpo de Bomberos de la Comunidad de Madrid en trabajos preventivos de incendios forestales años 2014-2019. Fuente: Memoria 2019 del Cuerpo de Bomberos de la Comunidad de Madrid. 53
Tabla 17. Valores promedio de las variables climáticas precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima en la Comunidad de Madrid. Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de los escenarios de AdapteCCa. 56
Tabla 18. Indicadores climáticos utilizados en la caracterización de las amenazas. 65
Tabla 19. Valores medios de los indicadores climáticos para toda la Comunidad de Madrid. 66
Tabla 20. Mortalidad observada para la Comunidad de Madrid en 2017 durante la temporada de vigilancia..72
Tabla 21. Urgencias atendidas observadas en la Comunidad de Madrid en 2017 durante la temporada de vigilancia.....72
Tabla 22. Cadena de impacto de olas de calor sobre la salud humana. Fuente: Elaboración propia.....73
Tabla 23. Inundaciones y costes asociados en el año 2020 para la ciudad de Madrid. 73
Tabla 24. Cadena de impacto de inundaciones fluviales sobre el medio urbano. Fuente: Elaboración propia. 74
Tabla 25. Número de siniestros e importe económico registrados por UNESPA en la Comunidad de Madrid por la borrasca Filomena según el tipo de multirriesgo. Fuente: Unión Española de Entidades Aseguradoras y Reaseguradoras (UNESPA) 75

BOCM-20240115-10

Tabla 26. Cadena de impacto de inclemencias invernales sobre el medio urbano. Fuente: Elaboración propia. 75
Tabla 27. Cadena de impacto de sequía sobre el sector primario. Fuente: Elaboración propia. 76
Tabla 28. Variables hidrológicas en las cuencas del Macrosistema de la Comunidad de Madrid. Fuente: Adaptación al cambio climático: Identificación de medidas de adaptación a partir de los impactos sobre los recursos hídricos en la Comunidad de Madrid. 77
Tabla 29. Disponibilidad de agua regulada en diversos puntos del sistema de abastecimiento a Madrid. 78
Tabla 30. Cadena de impacto de sequía sobre población. Fuente: Elaboración propia. 79
Tabla 31. Inversión en Prevención de Incendios Forestales en la Comunidad de Madrid. Fuente: Memoria 2019 del Cuerpo de Bomberos de la Comunidad de Madrid. 79
Tabla 32. Cadena de impacto de incendios sobre el medio natural. Fuente: Elaboración propia. 80
Tabla 33. Número y tipo de indicadores incorporados en el análisis de vulnerabilidad y riesgo para cada cadena de impacto. 82
Tabla 34. Clasificación de riesgo climático establecido. 83
Tabla 35. Municipios con mayor riesgo de olas de calor sobre población en la Comunidad de Madrid, en periodo histórico y escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (periodos 2011-2040, 2041-2070). 85
Tabla 36: Municipios con menor riesgo de olas de calor sobre población en la Comunidad de Madrid, en periodo histórico y escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (periodos 2011-2040, 2041-2070). 85
Tabla 37. Número de municipios que presentan cada nivel de riesgo de inundaciones sobre medio urbano para el periodo histórico y los escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (2011-2040, 2041-2070). 88
Tabla 38. Municipios con mayor riesgo de inundaciones fluviales sobre medio urbano en la Comunidad de Madrid, en periodo histórico y escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (periodos 2011-2040, 2041-2070) 89
Tabla 39. Municipios con menor riesgo de inundaciones fluviales sobre medio urbano en la Comunidad de Madrid, en periodo histórico y escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (periodos 2011-2040, 2041-2070) 89
Tabla 40. Número de municipios que presentan cada nivel de riesgo de inclemencias invernales para el periodo histórico y los escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (2011-2040, 2041-2070). 92
Tabla 41. Municipios con mayor riesgo de inclemencias invernales sobre medio urbano en la Comunidad de Madrid, en periodo histórico y escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (periodos 2011-2040, 2041-2070) 93
Tabla 42. Municipios con menor riesgo de inclemencias invernales sobre medio urbano en la Comunidad de Madrid, en periodo histórico y escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (periodos 2011-2040, 2041-2070) 93
Tabla 43. Número de municipios que presentan cada nivel de riesgo de sequía sobre el sector agropecuario para el periodo histórico y los escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (2011-2040, 2041-2070). 96
Tabla 44. Municipios con mayor riesgo de impacto de sequías sobre sector primario en la Comunidad de Madrid, en periodo histórico y escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (periodos 2011-2040, 2041-2070) 97
Tabla 45. Municipios con menor riesgo de impacto de sequías sobre sector primario en la Comunidad de Madrid, en periodo histórico y escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (periodos 2011-2040, 2041-2070) 97
Tabla 46. Número de municipios que presentan cada nivel de riesgo de sequía sobre la población para el periodo histórico y los escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (2011-2040, 2041-2070). 100
Tabla 47. Municipios con mayor riesgo de sequía sobre población en la Comunidad de Madrid, en periodo histórico y escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (periodos 2011-2040, 2041-2070) 101
Tabla 48. Municipios con menor riesgo de sequía sobre población en la Comunidad de Madrid, en periodo histórico y escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (periodos 2011-2040, 2041-2070) 101

BOCM-20240115-10

Tabla 49. Número de municipios que presentan cada nivel de riesgo de incendios en el medio natural para el periodo histórico y los escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (2011-2040, 2041-2070). 104
Tabla 50. Municipios con mayor riesgo de impacto de incendios sobre medio natural en la Comunidad de Madrid, en periodo histórico y escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (periodos 2011-2040, 2041-2070) 105
Tabla 51. Municipios con menor riesgo de impacto de incendios sobre medio natural en la Comunidad de Madrid, en periodo histórico y escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (periodos 2011-2040, 2041-2070) 105

BOCM-20240115-10

Índice de figuras

Figura 1. Metodología de trabajo (IDOM, 2021).....8
Figura 2. Ejes de acción climática (IDOM, 2022).....9
Figura 3. Presentación de la Estrategia Europea de Adaptación (Comisión Europea, 2021).....11
Figura 4. Matriz de interrelaciones entre ámbitos de trabajo establecidos en el PNACC (en blanco, con interacciones bajas; en amarillo,.....14
Figura 5. Avances de la Comunidad de Madrid en materia de adaptación. 19
Figura 6. Conceptualización del riesgo climático. Adaptado del Quinto Informe de Evaluación del IPCC (2014). 22
Figura 7. Número de episodio históricos registrados en los municipios de la Cuenca Hidrográfica del Tajo. ..31
Figura 8. Distribución de la superficie (hectáreas) definida con peligro potencial de inundación en el territorio de la Comunidad de Madrid. Fuente: Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones en la Comunidad de Madrid (INUNCAM). 33
Figura 9. Mapa de zonas de inundación excepcional. Fuente: elaboración propia a partir de datos del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). 33
Figura 10. Riesgo atribuible (%) de mortalidad por causas naturales por cada grado Celsius en el que se superar la temperatura umbral para el frío en España en el periodo 2000-2009. 37
Figura 11. Histórico y tendencia del número de días con frío intensos anuales en el periodo 1989-2020 en la Comunidad de Madrid Fuente: Plan de Vigilancia y Control de los Efectos del Frío en la Salud en la Comunidad de Madrid, Dirección General de Salud Pública de la Comunidad de Madrid, 2021. ...38
Figura 12: Riesgo de nevadas por municipio en la Comunidad de Madrid.....40
Figura 13: Zonas hidrológicas afectadas por periodos de sequía en la Cuenca Hidrográfica del Tajo.....44
Figura 14. Masas de agua subterránea en el ámbito de la Comunidad de Madrid. 45
Figura 15. Municipios definidos como Zona de Alto Riesgo de Incendio según el Plan Especial de Emergencias por Incendios Forestales de la Comunidad de Madrid (INFOMA) de 2017.....50
Figura 16. Número de incendios y superficie afectada [ha]en la Comunidad de Madrid.....50
Figura 17: Gradientes de precipitación (izq.) y de temperatura (drcha.) media anual. 56
Figura 18: Precipitación (superior), temperatura mínima (inferior izq.) y temperatura máxima (inferior drcha.) media anual del histórico (1971-2000). Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de los escenarios de AdapteCCa. 58
Figura 19 Precipitación media anual de los escenarios RCP 4.5 y 8.5 (horizontes 2030 y 2060). 59
Figura 20: Temperatura mínima media anual de los escenarios RCP 4.5 y 8.5 (horizontes 2030 y 2060). 60
Figura 21: Temperatura máxima media anual de los escenarios RCP 4.5 y 8.5 (horizontes 2030 y 2060).....61
Figura 22. Evolución de la precipitación media diaria en la Comunidad de Madrid según periodo histórico (1971-2000) y escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5 de las proyecciones 2011-2040 y 2041-2070. 62
Figura 23. Evolución de la temperatura mínima anual media en la Comunidad de Madrid según periodo histórico (1971-2000) y escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5 de las proyecciones 2011-2040 y 2041-2070. 63
Figura 24. Evolución de la temperatura máxima anual media en la Comunidad de Madrid según periodo histórico (1971-2000) y escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5 de las proyecciones 2011-2040 y 2041-2070. 64
Figura 25. Población empadronada 2020 (izq.) y renta per cápita 2018 (drcha.) de la Comunidad de Madrid. 69
Figura 26. Evolución de la población en la Comunidad de Madrid y su proyección 1985 – 2033.....69
Figura 27: Evolución de la población ocupada 2006-2019 y reparto de la ocupación por actividades económica (2019). 70

BOCM-20240115-10

Figura 28. Riesgo de olas de calor sobre la salud humana para el histórico (1971 - 2000) en la Comunidad de Madrid por municipios. 86
Figura 29. Riesgo de olas de calor sobre la salud humana para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 para sus dos horizontes 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios. 87
Figura 30: Riesgo de inundaciones fluviales sobre el medio urbano para el histórico (1971 - 2000) en la Comunidad de Madrid por municipios. 90
Figura 31: Riesgo de inundaciones fluviales sobre el medio urbano para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 para sus dos horizontes 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios. 91
Figura 32: Riesgo de inclemencias invernales sobre el medio urbano para el histórico (1971 - 2000) en la Comunidad de Madrid por municipios. 94
Figura 33: Riesgo de inclemencias invernales sobre el medio urbano para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 para sus dos horizontes 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios. 95
Figura 34: Riesgo de sequía sobre el sector primario para el histórico (1971 - 2000) en la Comunidad de Madrid por municipios. 98
Figura 35: Riesgo de sequía sobre el sector primario para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 para sus dos horizontes 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios. 99
Figura 36: Riesgo de sequía sobre la población para el histórico (1971 - 2000) en la Comunidad de Madrid por municipios. 102
Figura 37: Riesgo de sequía sobre la población para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 para sus dos horizontes 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios. 103
Figura 38. Riesgo de incendios sobre el medio natural para el histórico (1971 - 2000) en la Comunidad de Madrid por municipios. 106
Figura 39. Riesgo de incendios sobre el medio natural para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 para sus dos horizontes 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios. 107
Figura 40. Costes y beneficios de la adaptación (Adaptado de Boyd y Hunt, 2006). 109
Figura 41. Porcentaje de pérdidas económicas y humanas por eventos climáticos por continente en el periodo 1998 - 2017 (UNDRR, 2017). 110
Figura 42. Desastres naturales registradas y costes asociados durante los años de 1980-2011. 111

BOCM-20240115-10

1. Introducción. Objeto y alcance

La elaboración de este *Análisis de impacto y vulnerabilidad ante el cambio climático de los municipios madrileños* tiene como propósito principal reforzar la capacidad de adaptación y minimizar la vulnerabilidad frente a los efectos del cambio climático en la Comunidad de Madrid, contribuyendo de este modo a los objetivos a largo plazo establecidos por las políticas nacionales e internacionales en esta materia. Específicamente, resulta imprescindible disponer de un entendimiento de los riesgos asociados a la variabilidad climática sobre los sistemas naturales y artificiales de la Comunidad de Madrid que caben esperar. Este análisis va a permitir una mayor comprensión de las principales amenazas que pueden darse en el territorio, así como de sus potenciales impactos.

Para satisfacer estos objetivos es preciso seguir una secuencia metodológica que se inicia con el análisis de riesgos climáticos, continua con la propuesta de medidas y finaliza con el establecimiento de las condiciones necesarias para garantizar el cumplimiento del programa de actuaciones planteado, algo fundamental en este caso puesto que la adaptación es una disciplina eminentemente transversal, que implica no sólo diferentes esferas administrativas, sino agentes sociales y ciudadanía en general. De igual modo, dentro del marco establecido por la Comunidad de Madrid para elaborar y comenzar el desarrollo de la *EECAM 2023-2030*, el proceso se ha visto retroalimentado con el resultado no solo de información pública sino también de las consultas realizadas a los principales organismos de gestión con competencias sectoriales.

Figura 1. Metodología de trabajo (IDOM, 2021)

En términos generales, la acción climática debe ser puesta en práctica en dos ejes de acción principales. Uno, denominado Mitigación, se centra en las causas, es decir, en reducir el balance neto de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de origen antropogénico. El otro, conocido como Adaptación, procura minimizar las consecuencias atribuibles a los cambios en el clima sobre poblaciones, bienes y servicios. Estos ejes se representan en la Figura 2.

BOCM-20240115-10

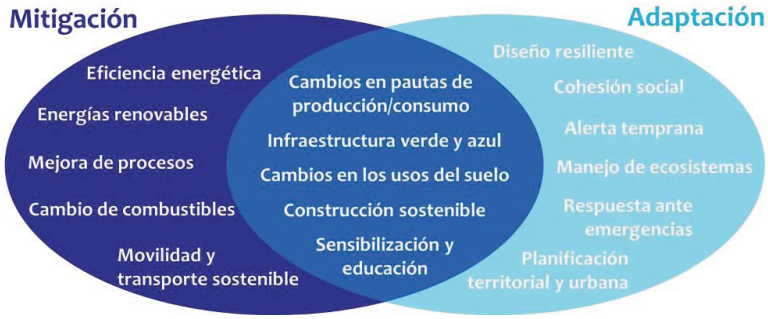


Figura 2. Ejes de acción climática (IDOM, 2022)

Es preciso promover actuaciones en ambos frentes. Los más recientes informes publicados por el Grupo Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC)[109], ofrecen certezas que ponen de manifiesto esta necesidad. En primer lugar, ya se reportan anomalías en la serie histórica de precipitaciones y temperaturas, así como mayores recurrencia y severidad de eventos extremos en las últimas décadas. Por otro lado, teniendo en cuenta el notable aumento de las concentraciones de GEI acumuladas en la atmósfera ocurre que, aunque las políticas de Mitigación a nivel global fuesen completamente efectivas a partir de este momento, sigue siendo necesario prepararse para asimilar los potenciales impactos que las emisiones registradas pueden llegar a producir en las próximas décadas.

Las características de los impactos climáticos tienen carácter regional. Por este motivo, deben de ser definidas estrategias de adaptación basadas en el conocimiento local y ajustadas a la realidad del territorio analizado. Esto aplica tanto a las potenciales amenazas que deben ser tenidas en cuenta, como a la vulnerabilidad específica que puedan presentar los elementos expuestos del contexto geográfico, socioeconómico y natural evaluado.

En este contexto, el presente documento constituye el primer *Análisis de impacto y vulnerabilidad ante el cambio climático de los municipios madrileños.* Forma parte del conjunto de documentos técnicos elaborados para componer la nueva *Estrategia Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid 2023- 2030 (EECAM)*. Se trata de un trabajo que, alineado con las políticas europea y española ya definidas en esta materia, analiza los riesgos climáticos en la Región a medio y largo plazo.

[109] En especial ,las Bases Científicas de su Sexto Informe de Evaluación (publicado en agosto de 2021) y el Informe especial sobre el aumento de la temperatura media global de 1.5 ºC (de 2019).

BOCM-20240115-10

2. Antecedentes

En este apartado se presenta una breve síntesis de las políticas que deben enmarcar y ser consideradas en este contexto de análisis.

2.1. Acuerdo de París

El artículo 7 del Acuerdo de París[110] establece el objetivo mundial relativo a la adaptación, que consiste en "aumentar la capacidad de adaptación, fortalecer la resiliencia y reducir la vulnerabilidad al cambio climático con miras a contribuir al desarrollo sostenible y lograr una respuesta de adaptación adecuada en el contexto del objetivo referente a la temperatura que se menciona en el artículo 2" del texto[111].

Se trata de un consenso que ha servido de base para estructurar un marco de actuación que implica e incumbe a todos, con dimensiones locales, subnacionales, nacionales, regionales e internacionales.

Se delega en las partes (países que han ratificado el Acuerdo, en el caso de Europa se contribuye con posiciones y contribuciones conjuntas) liderar la acción en materia de adaptación, estableciendo adecuados marcos de integración vertical y horizontal de las estrategias desarrolladas. Otro aspecto a destacar es el compromiso adquirido para dar apoyo – técnico y financiero - a las regiones con mayores necesidades a la hora de mejorar sus condiciones de resiliencia climática.

Los avances alcanzados tanto en Adaptación como en Mitigación deberán ser puestos en común periódicamente de acuerdo a un Marco de transparencia concreto, siendo 2023 el primer año el que se realizará el primer "Balance mundial". Como resultado de las denominadas "Reglas de Katowice"[112], el Comité de Adaptación de la UNFCCC publicó en abril de 2021 una nota técnica para orientar la revisión del progreso global obtenido.

2.2. Estrategia Europea de Adaptación

"Forjar una Europa resiliente al cambio climático" es el subtítulo de la nueva Estrategia Europea de Adaptación, publicada en febrero de 2021 tras un dilatado proceso de consultas (Figura 3). Con esa frase se resume claramente el propósito de esta política.

La Estrategia está alineada con el Pacto Verde Europeo y resto de políticas climáticas que están siendo impulsadas por la Unión Europea, estableciendo objetivos muy ambiciosos y paquetes de medidas a desarrollar en las próximas décadas, para alcanzar en 2050 la neutralidad climática, de conformidad con el *Acuerdo de París* y la *Ley Europea del Clima* y por supuesto con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas.

[110] 21ª Conferencia de las Partes (COP21) del Acuerdo Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC)

[111] Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 ºC con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1.5 ºC con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático

[112] Forma de mencionar el conjunto de los acuerdos alcanzados de la COP22, celebrada en Katowice (Polonia)

BOCM-20240115-10

Figura 3. Presentación de la Estrategia Europea de Adaptación (Comisión Europea, 2021)

La propuesta se articula en una serie de ejes y líneas de actuación concretos, tal y como sintetiza la siguiente Tabla 1. Se trata en su mayor parte de elementos que ha sido posible trasladar a la construcción del presente *Análisis de impacto y vulnerabilidad ante el cambio climático de los municipios madrileños.*

Tabla 1. Ejes y líneas de actuación de la Estrategia Europea de Adaptación (Comisión Europea, 2021)

EJE	LÍNEA
Adaptación más inteligente: mejora del conocimiento y gestión de la incertidumbre	Expandir las fronteras del conocimiento sobre la adaptación (coste-beneficio, transformación digital, interdependencias con sistemas socioeconómicos y naturales)
	Más y mejores datos sobre riesgos y pérdidas relacionados con el cambio climático
	Hacer que Climate-ADAPT sea la plataforma europea autorizada como fuente de conocimientos sobre los impactos climáticos y la adaptación, ampliando sus prestaciones e incluso acoger un observatorio europeo de clima y salud
Adaptación más sistémica: apoyar el desarrollo de políticas en todos los niveles y sectores	Mejorar las estrategias y los planes de adaptación, que deberán estar basados en ciencia avanzada y estar respaldados por sistemas robustos de monitoreo y reporte
	Fomentar una resiliencia local, individual y justa
	Integración de la resiliencia frente al cambio climático en los marcos presupuestarios nacionales considerando distintos escenarios plausibles
	Promover soluciones de adaptación basadas en la naturaleza
Adaptación más rápida: acelerar la adaptación en todos los ámbitos	Acelerar la aplicación de soluciones de adaptación, aumentando la inversión y priorizando las medidas más urgentes
	Reducir el riesgo relacionado con el cambio climático, invirtiendo en infraestructura resiliente, generando sinergias con otras iniciativas en materia de reducción y prevención de riesgos de desastres
	Colmar las deficiencias de protección frente al cambio climático (papel de los seguros)
	Garantizar la disponibilidad y la sostenibilidad del agua dulce
Intensificar la acción internacional	Aumentar el apoyo a la resiliencia y preparación internacionales frente al cambio climático (apoyo a la elaboración de contribuciones nacionales determinadas, transferencia de capacidades, inclusión de condiciones climáticas en negociaciones comerciales)
	Incrementar la financiación internacional para aumentar la resiliencia frente al cambio climático
	Fortalecer el compromiso y los intercambios mundiales en materia de adaptación

BOCM-20240115-10

En lo que se refiere a los eventos climáticos de mayor significancia a nivel europeo, como inundaciones o sequías, cabe destacar las siguientes orientaciones.

En el caso de las **inundaciones**, el documento de trabajo de la Comisión Europea de *Plan de Gestión del riesgo de inundación y Planes de Gestión de cuencas hidrográficas r*ecoge las 8 recomendaciones europeas para los Planes de gestión del riesgo de inundación en España, que son las siguientes:

- Aumentar la percepción del riesgo de inundación y las estrategias de autoprotección por parte de la población y los agentes sociales y económicos;
- Mejorar la coordinación administrativa entre todos los agentes implicados en la gestión del riesgo;
- Mejorar los conocimientos para una adecuada gestión del riesgo de inundación;
- Mejorar la capacidad de predicción en situaciones de inundación y crecida;
- Contribuir a la mejora de la ordenación del territorio y de la gestión de la exposición en zonas inundables;
- Lograr una reducción, en la medida de lo posible, del riesgo, reduciendo el peligro para la salud humana, las actividades económicas, el patrimonio cultural y el medio ambiente en las zonas inundadas;
- Mejorar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad de los elementos situados en las zonas inundables;
- Contribuir a la mejora del estado de las masas de agua y a la coordinación con la DMA.

En el contexto de las **sequías**, coincidiendo temporalmente con la aprobación de los primeros planes especiales adoptados en España, la Unión Europea aprobó la comunicación denominada *"Afrontar el desafío de la escasez de agua y la sequía en la Unión Europea"* (Comisión Europea, 2007) que pretendía responder al llamamiento a la acción contra la escasez de agua y la sequía realizado por el Consejo de Medio Ambiente de la Unión en junio de 2006. En dicha comunicación se proponía ya un primer conjunto de acciones que deberían ponerse en marcha con objeto de aumentar la eficiencia y el ahorro en el uso del agua como mecanismos eficaces para afrontar las etapas de sequía y la escasez de agua. Entre esas acciones cabe destacar: fijar tarifas sobre el agua utilizada, asignar los recursos hídricos con eficiencia, adoptar mecanismos de financiación, **mejorar la gestión del riesgo de la sequía**, considerar infraestructuras adicionales de suministro de agua, fomentar tecnologías y prácticas de eficiencia hídrica, fomentar la cultura del ahorro del agua en Europa, y mejorar los conocimientos y la recogida de datos.

BOCM-20240115-10

2.3. Plan Nacional de Adaptación

El *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) 2021-2030* constituye el instrumento de planificación básico para promover la acción coordinada y coherente frente a los efectos del cambio climático en España, con el fin de evitar o reducir los daños presentes y futuros derivados del cambio climático y construir una economía y una sociedad más resilientes. Para alcanzar esta meta se definen los siguientes objetivos específicos:

1) Reforzar la observación sistemática del clima, la elaboración y actualización de proyecciones regionalizadas de cambio climático para España y el desarrollo de servicios climáticos.
2) Promover un proceso continuo y acumulativo de generación de conocimiento sobre impactos, riesgos y adaptación en España y facilitar su transferencia a la sociedad, reforzando el desarrollo de metodologías y herramientas para analizar los impactos potenciales del cambio climático.
3) Fomentar la adquisición y el fortalecimiento de las capacidades para la adaptación.
4) Identificar los principales riesgos del cambio climático para España, teniendo en cuenta su naturaleza, urgencia y magnitud, y promover y apoyar la definición y aplicación de las correspondientes medidas de adaptación.
5) Integrar la adaptación en las políticas públicas.
6) Promover la participación de todos los actores interesados, incluyendo los distintos niveles de la administración, el sector privado, las organizaciones sociales y la ciudadanía en su conjunto, para que contribuyan activamente a la construcción de respuestas frente a los riesgos derivados del cambio climático.
7) Asegurar la coordinación administrativa y reforzar la gobernanza en materia de adaptación.
8) Dar cumplimiento y desarrollar en España los compromisos adquiridos en el contexto europeo e internacional.
9) Promover el seguimiento y evaluación de las políticas y medidas de adaptación.

Considerando el objetivo y alcance del presente *Análisis de impacto y vulnerabilidad ante el cambio climático de los municipios madrileños,* se está generando una contribución directa al menos sobre los últimos seis de los objetivos generales enumerados arriba.

Por otro lado, el PNACC explicita una serie de principios orientadores que deberán guiar las políticas y medidas en materia de adaptación (Tabla 2), los cuales han sido completamente integrados en el proceso de elaboración del análisis de riesgos climáticos y propuestas realizados para la Comunidad de Madrid.

BOCM-20240115-10

Tabla 2. Principios orientadores adoptados por el PNACC (MITECO, 2021)

Principio	Se concreta en…
Equidad social y territorial para un futuro justo	Consideración de las dimensiones social y territorial de la exposición y vulnerabilidad frente al cambio climático
	Promoción y respeto de los derechos humanos
	Justicia intergeneracional
Ciencia, conocimiento y sociedad al servicio de la adaptación	Consideración de la adaptación desde diversas áreas del conocimiento
	Fundamento científico y principio de precaución
	Planificación contingente
	Integración de las aportaciones científico-técnicas y sociales
Transversalidad e integración de la gestión pública	Integración sectorial de la adaptación
	Integración de las políticas de adaptación y mitigación
	Enfoque ecosistémico y soluciones basadas en la naturaleza
	Integración de los compromisos internacionales
Atención a los efectos indeseados	Prevención de la maladaptación
Acción coordinada, transparente y eficaz	Cooperación institucional
	Coherencia de políticas sectoriales
	Transparencia

Con objeto de facilitar la integración de las actuaciones de adaptación en los distintos campos de la gestión pública y privada, el PNACC define 18 ámbitos de trabajo (propuesta e interrelaciones en Figura 4) concretando objetivos para cada uno de éstos.

Figura 4. Matriz de interrelaciones entre ámbitos de trabajo establecidos en el PNACC (en blanco, con interacciones bajas; en amarillo, con interacciones medias; en naranja, con interacciones altas) (MITECO, 2021)

Para cada uno de estos ámbitos de trabajo, el PNACC define líneas de acción que concretan el trabajo a desarrollar para alcanzar los objetivos establecidos, así como una propuesta inicial de indicadores de gestión, que sientan la base sobre la que poder plantear más adelante un marco de

BOCM-20240115-10

seguimiento y evaluación basado en resultados. Además, como complemento a la acción de carácter sectorial, el PNACC define una serie de aspectos transversales, que deberán ser impulsados en los diferentes ámbitos de trabajo: la profundización en los componentes geográfico y social de la vulnerabilidad frente al cambio climático; el análisis de los efectos transfronterizos; la perspectiva de género; la prevención de la *"maladaptación"* y los incentivos perversos; el análisis de los costes y beneficios de la acción y la inacción.

El PNACC 2021-2030 ha servido de base para establecer en este documento una propuesta de adaptación ajustada a las características geográficas, socioeconómicas, ambientales e institucionales de la Comunidad de Madrid.

Además de los planes sectoriales y territoriales de adaptación, los objetivos del PNACC se desarrollarán a través de dos programas quinquenales hasta 2030. En cada uno de éstos se detallarán las actuaciones previstas para concretar las líneas de acción definidas de partida en el propio PNACC, esfuerzo que incluye la evaluación detallada de riesgos, la priorización de medidas, la identificación de agentes involucrados y la propuesta de indicadores de cumplimiento específicos. En febrero de 2022, se publicaba el Primer Programa de Trabajo 2021-2030, relativo al periodo 2021-2025, liderado por parte del MITECO y elaborado con el apoyo de las Comunidades Autónomas.

2.4. Avances previos en otras regiones

Desde la publicación y puesta en marcha del *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC)* las Comunidades Autónomas han realizado avances en materia de adaptación, desarrollando sus propias estrategias, planes e iniciativas en el marco de sus competencias. A continuación, se presentan los avances más actualizados a nivel autonómico (Tabla 3):

BOCM-20240115-10

Tabla 3. Avances en materia de adaptación climática en regiones españolas.

Comunidad Autónoma	Avances en materia de adaptación climática
Andalucía	Programa de Adaptación desarrollado en el marco del ***Plan Andaluz de Acción por el Clima (2021-2030)*** aprobado en 2021
Aragón	***Estrategia Aragonesa de Cambio Climático horizonte 2030 (EACC 2030)*** que incluye en sus metas lineamientos de adaptación al cambio climático
Asturias	***Plan de adaptación al cambio climático de los puertos autonómicos del Principado de Asturias*** en proceso de elaboración
Islas Baleares	***Estrategia Balear de Lucha Contra el Cambio Climático 2013-2020***
Islas Canarias	***La Estrategia Canaria de Acción Climática (ECAC 2040)*** (en desarrollo) por la que se van a identificar los riesgos, vulnerabilidades e impactos del cambio climático, y se fijarán los objetivos de adaptación y resiliencia al cambio climático; y el ***Plan Canario de Acción Climática*** que recogerá las acciones y objetivos fijados en la Estrategia. Esta estrategia sustituirá a la Estrategia Canaria de Lucha contra el Cambio Climático aprobada en 2009.
Cantabria	***Estrategia de Acción frente al Cambio Climático en Cantabria 2018 – 2030*** que en materia de adaptación pretende fomentar la resiliencia de Cantabria al cambio climático, a través del estudio de los impactos y vulnerabilidades y la adopción de planes de adaptación en los sectores expuestos a los efectos del mismo.
Castilla y León	Programa 4 de Adaptación al Cambio Climático de la ***Estrategia Regional de Cambio Climático 2009-2012-2020 de Castilla y León***.
Castilla La Mancha	***Estrategia de Cambio Climático de Castilla-La Mancha, Horizontes 2020 y 2030*** aprobada en 2019 que contempla un Programa de Adaptación.
Cataluña	La nueva ***Estrategia catalana de adaptación al cambio climático 2021-2030***, que sustituirá a la Estrategia Catalana de Adaptación al Cambio Climático (ESCACC) 2013-2020
Valencia	***Estrategia Valenciana de Cambio Climático y Energía Horizonte 2030*** aprobada en 2018 que contiene medidas de adaptación al cambio climático.
Extremadura	El proyecto ***Extremadura 2030*** y la ***Estrategia de economía verde y circular Extremadura 2030*** que aglutinan todos los esfuerzos en materia de cambio climático y ecosistemas, incluyendo la revisión de la anterior Estrategia de Cambio Climático de Extremadura 2013-2020.
Galicia	***Estrategia Gallega de Cambio Climático y Energía 2050*** que contempla objetivos de adaptación.
Murcia	***Estrategia Regional de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático de la Región de Murcia de 2019*** en fase de consulta pública.
Navarra	Navarra cuenta por una parte con la ***Estrategia integrada para la adaptación al Cambio Climático en Navarra*** mediante el **proyecto europeo LIFE NAdapta (2017-2025)** para aumentar la resiliencia frente al Cambio Climático en Navarra; y por otra parte con la ***Hoja de ruta de Cambio Climático 2020-2030-2050 de Navarra*** publicada en 2017.
País Vasco	***Estrategia Klima 2050 de País Vasco*** y los **proyectos KLIMATEK** de adaptación al cambio climático.
La Rioja	***Estrategia Regional de Adaptación al Cambio Climático de La Rioja,*** en fase de revisión.

Además de los avances citados realizados a nivel autonómico, cabe destacar el *Programa PIMA Adapta* coordinado por el Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico cuyo objetivo es fomentar y apoyar la adaptación al cambio climático en el espacio urbano y periurbano. El desarrollo de los proyectos del PIMA Cambio Climático se ubicará en las entidades locales y municipios con un tamaño inferior a 100.000 habitantes con los fondos asignados a las Comunidades Autónomas.

El programa pretende también potenciar las sinergias entre las estrategias de adaptación y mitigación en la lucha frente al cambio climático y en este marco se llevarán a cabo actuaciones piloto de carácter innovador, así como la redacción de proyectos e informes técnicos. En este sentido, en las actuaciones objeto de financiación se contemplan las siguientes:

BOCM-20240115-10

Integración del cambio climático e infraestructura verde en la planificación y gestión urbanística e intervenciones en el espacio urbano.
Adaptación de edificios públicos para prevenir el exceso de calor y mejorar la eficiencia energética.
Apertura de "refugios climáticos".
Aplicación de soluciones basadas en la naturaleza orientadas a la prevención de riesgos asociados al cambio climático en espacios urbanos y periurbanos.
Intervenciones orientadas a atenuar el efecto isla de calor urbana.
Incremento de la biodiversidad urbana y mejora de hábitats.
Mejora de la infraestructura urbana verde y azul, caracterizada por su multifuncionalidad.
Diseño e implantación de Zonas de Bajas Emisiones.
Proyectos de barrio que incidan sobre un metabolismo urbano más resiliente.

2.5. Avances previos en la Comunidad de Madrid

El anterior esfuerzo estratégico en materia de acción climática en la Región, el denominado *Plan Azul +*, ya supuso un cierto avance en materia de resiliencia. De hecho, la adaptación constituyó en sí misma una línea de actuación específica, incorporando un relevante número de medidas específicas, tales como:

Reforestación y prácticas silvícolas.
Prevención de incendios forestales.
Estudios regionalizados sobre efectos del cambio climático sobre fauna y flora.
Programa de monitoreo de los efectos del cambio climático en sistemas y sectores vulnerables.
Programa de bioindicadores en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama para evaluar los efectos del cambio climático sobre los sistemas limnológicos y de montaña.
Mejora de las condiciones de los hábitats de especies relevantes en peligro de conservación.
Actuaciones que mejoren la confortabilidad de las infraestructuras turísticas y visitas monumentales ante condiciones climáticas adversas en la Región.
Colaboración en el estudio de la gestión adaptativa de los ecosistemas alpinos.
Mejoras en la gestión de los recursos hídricos, a través de:

- Rehabilitación de la red de saneamiento.
- Fomento de la redacción de planes de gestión y uso sostenible del agua.
- Establecimiento de medidas activas de búsqueda de fugas de agua.
- Auditorías de consumo de agua en instalaciones municipales y de empresas.
- Realización de campañas de consumo responsable de agua.
- Plan de modernización de regadíos.
- Actuaciones de conservación y mejora de la calidad de los recursos hídricos mediante actuaciones coordinadas con otras las Administraciones Públicas competentes, incluyendo la reducción de los fenómenos erosivos y el aumento de la superficie de recarga para las masas de agua subterránea.

El ciclo estratégico gobernado por *Plan Azul +* finalizó en 2020, con una parte importante de estas medidas completadas o en ejecución, como así indica el informe final del grado de ejecución del mismo. No obstante, es necesario destacar que los avances inducidos en materia de mejora de las condiciones de resiliencia climática en la Región no han podido ser estimadas o aproximadas, al no haber propuesto indicadores de impacto específicos.

En relación con la gestión de los recursos hídricos, procede destacar los esfuerzos y avances realizados desde el Canal de Isabel II para mejorar las condiciones de resiliencia en la gestión integral del ciclo del agua en la Región, quizás el ámbito más sensible de Madrid en términos climáticos. En

BOCM-20240115-10

su Plan Estratégico 2018-2030 sí se establecen objetivos, medidas e indicadores concretos en un aspecto clave para la adaptación como es la garantía de suministro (considerando las incertidumbres climáticas) mediante el manejo eficiente de los recursos existentes, la extensión y fomento del uso del agua regenerada y la gestión eficiente de la demanda. También se está actuando desde el Canal de Isabel II frente a otro peligro climático clave, como son las inundaciones, especialmente por medio del Plan Sanea (apoyando la elaboración de Planes directores de Alcantarillado, teniendo en cuenta la componente climática), y mediante la gestión preventiva de embalses y el fomento de técnicas de drenaje urbano sostenible. Procede también mencionar que desde la Comunidad de Madrid se han realizado en los últimos años otras contribuciones estratégicas (Figura 5)~~,~~ tales como:

El *Plan integral de Recuperación y Conservación de los Ríos y Humedales*, aprobado con el propósito de articular la actuación interinstitucional en aspectos clave como gestión de los recursos, la conservación de los cauces, y la conservación y mejora de la biodiversidad. Comprende dos partes con diferente alcance y escala de actuación: el Plan de Actuación sobre Humedales Catalogados y la Estrategia de Recuperación y Conservación de los Ríos de la Comunidad de Madrid.

El proyecto *Arco Verde,* iniciativa que está conectando 25 municipios con los 3 grandes Parques Regionales de la Comunidad (Cuenca Alta del Manzanares, curso medio del río Guadarrama y Sureste) para crear un gran Corredor Verde que provea de servicios ecosistémicos el Área Metropolitana de la capital.

El *Plan Terra* (Plan de Acción para la Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural), que tiene una componente relevante de sostenibilidad y resiliencia.

El *Programa de Desarrollo Rural de la Comunidad de Madrid 2014-2020* (PDR CM 2014-2020) que contenía medidas para fomentar el desarrollo económico en las zonas rurales, restaurar y preservar los ecosistemas relacionados con la agricultura y la silvicultura y mejorar la viabilidad de las explotaciones agrarias, entre otros.

BOCM-20240115-10

Figura 5. Avances de la Comunidad de Madrid en materia de adaptación.

Por último, recientemente se ha publicado la *Estrategia para la Recuperación y Resiliencia de la Comunidad de Madrid*, que se presenta como hoja de ruta para la recuperación y transformación socioeconómica gestionando los fondos europeos recibidos tras la pandemia de COVID-19. La Estrategia compila las transformaciones futuras de todos los sectores económicos de la Región, que debe consolidar a la Comunidad de Madrid como territorio inteligente y sostenible; para fortalecer la economía verde; luchar contra el cambio climático; y proteger y cuidar de la biodiversidad como claves del bienestar futuro. En este sentido cabe~~n~~ destacar las inversiones previstas para los siguientes fines:

Promoción de la regeneración rural y urbana para la implementación de la Agenda Urbana 2030 (51 M€).

Fomento de la gestión hídrica para garantizar la eficiencia en la gestión de los procesos del ciclo del agua, alineado con los actuales planes en funcionamiento de la Fundación Canal de Isabel II - *Plan Sanea* y *Plan RED*- (2,537 M€).

Preservación de la biodiversidad y mejora de la resiliencia medioambiental mediante la creación de Corredores ecológicos previstos en el *Plan Recorre* y *Arco Verde* (57 M€). El nuevo *Plan Recorre* articulado en esta estrategia habilitará 23 corredores ambientales regionales para conectarlos con lugares catalogados de interés comunitario (LIC) potenciando su valor ecológico.

En lo relativo a prevención y gestión del riesgo de desastres, es necesario considerar los Planes Territoriales y sobre todo los Planes Especiales de Protección Civil, entre los que procede destacar los relativos a incendios forestales, inclemencias invernales e inundaciones. De forma genérica, el instrumento organizativo general de respuesta a situaciones de grave riesgo colectivo o catástrofe en la Comunidad de Madrid es el *Plan Territorial de Protección Civil de la Comunidad de Madrid*

BOCM-20240115-10

(PLATERCAM), aprobado por Acuerdo en 2019 por el Consejo de Gobierno, con carácter de Plan Director. Más allá de éste, la Comunidad de Madrid articula la gestión del riesgo de catástrofes con planes más específicos, que se detallan a lo largo de esta sección.

En el caso concreto de los incendios forestales, el plan de actuación más reciente es el *Plan Especial de Emergencias por Incendios Forestales de la Comunidad de Madrid (INFOMA)* aprobado en 2017, que incluye la cartografía correspondiente de las áreas de riesgo de incendio. Como acciones complementarias a la prevención de incendios, la Región cuenta con el *Plan Forestal de la Comunidad de Madrid (2000-2019),* que se compone de 10 programas en materia de gestión forestal y cuyo primer objetivo es el incremento de la cubierta vegetal mediante forestación de terrenos desarbolados.

En cuanto al riesgo de inundaciones, el marco de actuación en caso de eventos catastróficos se recoge en el *Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones en la Comunidad de Madrid (INUNCAM)* aprobado en 2020, que, aunque no tiene en cuenta la componente climática recoge las zonas de alto riesgo de alto riesgo de inundación. En el caso de la actuación frente a inclemencias invernales se dispone de un plan específico regulado en la Orden 1624/2000, de 18 de abril, que modifica el *Plan de Protección Civil ante Inclemencias Invernales en la Comunidad de Madrid*.

Más allá de los Planes Especiales de Protección Civil, a nivel regional se han desarrollado el *Plan de Vigilancia y Control de los Efectos del Frío en la Salud 2021-2022*, y el *Plan de Vigilancia y Control de los Efectos de las Olas de calor en la Comunidad de Madrid,* por los cuales se establece un sistema de información al ciudadano y a la región en situaciones de olas de frío y calor, y un marco de actuación específico para las distinto niveles de riesgo para la salud considerados en dichos planes.

Por último, cabe citar los siguientes estudios que han sido utilizados para la obtención de metodología y/o información del presente documento:

BOCM-20240115-10

"Diagnóstico Ambiental 2020 de la Comunidad de Madrid". Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Sostenibilidad. El informe realiza una actualización de la situación e indicadores para calidad del aire, agua, residuos, contaminación de suelos, espacios protegidos, flora y fauna, gestión forestal, caza y pesca, vías pecuarias y producción ecológica. Por otro lado, presentan distintos instrumentos ambientales (evaluación ambiental, control integrado de la contaminación), herramientas de gestión ambiental en empresas e instalaciones y elementos de sensibilización y concienciación social llevados a cabo en la Comunidad de Madrid.

"Cuaderno de I+D+i: Escenarios de cambio climático para eventos pluviométricos severos en la Comunidad de Madrid" del Canal Isabel II. Lastra, A. *et al*. (2018). El documento traza planes para solucionar los problemas principales del cambio climático: reducción de la disponibilidad del recurso hídrico y aumento los fenómenos meteorológicos violentos.

"Cambio Climático. Medir para mejorar". Fundación Canal Isabel II (2017). El documento plantea un sistema preliminar de indicadores de impacto y adaptación climática y su metodología asociada; además de un indicador global de adaptación y la estructura de cálculo correspondiente.

"Análisis de vulnerabilidad ante el cambio climático en el municipio de Madrid" de la Dirección General de Sostenibilidad y Control Ambiental, Área de Gobierno de Medio Ambiente y Movilidad, Ayuntamiento de Madrid. Tapia, C. *et al*., (2015). El estudio, desarrollado en el marco del Plan de Energía y Cambio Climático de la Ciudad de Madrid – Horizonte 2020 (2014), proporciona un análisis de vulnerabilidad de los 21 distritos del municipio identificando áreas prioritarias (aportando indicadores y metodología detallada), y proporcionando recomendaciones de actuación a futuro.

"Adaptación al Cambio Climático: Identificación de medidas de adaptación a partir de los impactos sobre los recursos hídricos en la Comunidad de Madrid". Garrote, L., Iglesias, A. (2012). El estudio abarca un conjunto de medidas de adaptación al cambio climático el territorio madrileño, a partir de un profundo análisis de los recursos hídricos existentes, su consumo tanto doméstico como de otros sectores socioeconómicos y el impacto del cambio climático sobre ellos, a partir de las proyecciones de cambio climático futuras.

BOCM-20240115-10

3. Enfoque y metodología

En relación con los fundamentos conceptuales del análisis, el trabajo realizado se ha apoyado en la caracterización de los tres elementos que componen el riesgo climático, según estableció el Grupo Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático de Naciones Unidas (IPCC) en su Quinto Informe de Evaluación (IPCC, 2014). La Figura 6, basada en esta referencia, conceptualiza los conceptos a manejar.

La existencia de un riesgo climático viene dada por la coincidencia en el espacio/tiempo de tres elementos: la amenaza (1) provocada por un desencadenante climático;–la exposición (2) y la vulnerabilidad (3) del medio receptor de esa amenaza. La magnitud del riesgo va a depender de la caracterización de estos tres factores. Como punto de partida aceptaremos que elevados niveles de amenaza, exposición y vulnerabilidad implican un alto riesgo.

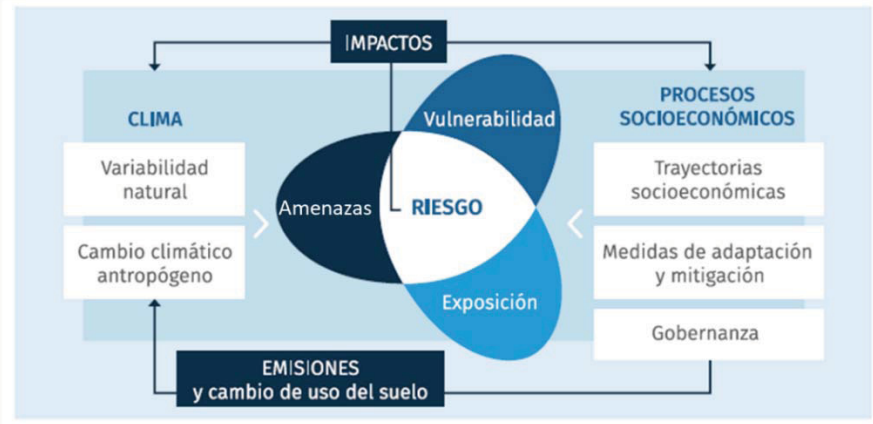


Figura 6. Conceptualización del riesgo climático. Adaptado del Quinto Informe de Evaluación del IPCC (2014).

La **amenaza** necesariamente obedece a un desencadenante climático y se caracteriza por su peligrosidad (asociada, a su vez, a la recurrencia y la severidad de los eventos). Un ejemplo de amenaza corresponde a los periodos de sequía, para los cuales se tiene un registro histórico de ocurrencia y se puede estimar su incidencia futura, bajo diversos escenarios de cambio climático. La única forma de reducir el nivel de amenaza climática a medio plazo es actuar decididamente en la reducción de las emisiones globales de GEI.

La **exposición** por su parte se corresponde con la localización de un posible elemento del contexto socioeconómico y natural del territorio en el ámbito de afección de la amenaza considerada. Sin exposición, no hay riesgo.

El tercero y último de los elementos que caracterizan el riesgo climático es la **vulnerabilidad**. Este factor da una medida del potencial impacto asociado a una amenaza determinada sobre un receptor concreto (**sensibilidad**), así como a su capacidad de asimilar o recuperarse de los potenciales impactos (**capacidad adaptativa**).

El estudio realizado para el *Análisis de impacto y vulnerabilidad ante el cambio climático de los municipios madrileños* contenido en el presente documento se ha basado en: la determinación y categorización de la exposición, la vulnerabilidad y el riesgo a nivel municipal de diferentes sectores o ámbitos, frente a las amenazas con mayor potencial de impactar al desarrollo sostenible de la Comunidad de Madrid, en el momento actual y futuro, en base a diferentes proyecciones de escenarios climáticos. Este trabajo se ha realizado por medio de indicadores espaciales, tratados

BOCM-20240115-10

con un Sistema de Información Geográfica (GIS), que se han construido exclusivamente a partir de fuentes oficiales. El resultado obtenido arroja resultados comparativos categorizados del riesgo a nivel municipal que se presentan en detalle a lo largo de los siguientes apartados del documento.

BOCM-20240115-10

4. Caracterización de la amenaza

Este apartado contiene la caracterización de las principales amenazas consideradas en el ámbito geográfico de la Comunidad de Madrid: olas de calor, inundaciones, inclemencias invernales, sequías e incendios.

4.1. Registro de eventos extremos

Primeramente, este apartado recoge los eventos extremos ocurridos en el ámbito de la Comunidad de Madrid.

4.1.1. Olas de calor

La definición de ola de calor es compleja, y por ello en este documento, siguiendo el criterio de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), se considerará ola de calor como un episodio de al menos tres días consecutivos, en que como mínimo el 10 % de las estaciones consideradas registran máximas por encima del percentil del 95 % de su serie de temperaturas máximas diarias de los meses de julio y agosto del periodo 1971-2000.

Tal y como recoge el estudio "*Impactos y riesgos derivados del cambio climático en España" (*Sanz y Galán, 2021*)*, según el IPCC numerosos modelos climáticos predicen que las olas de calor aumentarán en frecuencia, intensidad y duración durante el siglo XXI. En España se prevé un aumento en la intensidad de las olas de calor (Abaurrea *et al*., 2018) cuyos impactos esperados son un aumento significativo de la morbilidad y la mortalidad (Roldán *et al.*, 2016).

A continuación, se presenta el registro histórico de olas de calor en la Comunidad de Madrid desde 1978 (Tabla 4):

BOCM-20240115-10

Tabla 4. Registro histórico de olas de calor en la Comunidad de Madrid desde 1985.
Fuente: Listado de provincias afectadas por las Olas de calor registradas desde 1975, AEMET.

AÑO	INICIO-FIN
2021	11/08/2021-16/08/2021
2020	18/07/2020-20/07/2020
2020	25/07/2020-02/08/2020
2019	26/06/2019-01/07/2019
2019	20/07/2019-25/07/2019
2018	31/07/2018-07/08/2018
2017	13/06/2017-21/06/2017
2017	12/07/2017-16/07/2017
2017	28/07/2017-30/07/2017
2017	02/08/2017-06/08/2017
2017	20/08/2017-22/08/2017
2016	17/07/2016-19/07/2016
2016	26/07/2016-28/07/2016
2016	03/09/2016-07/08/2016
2015	27/06/2015-22/07/2015
2015	27/07/2015-29/07/2015
2012	08/08/2012-11/08/2012
2012	17/8/2012-23/08/2012
2009	16/08/2009-20/08/2009
2008	03/08/2008-05/08/2008
2006	04/09/2006-06/09/2006
2005	05/08/2005-08/08/2005
2004	27/06/2004-29/06/2004
2004	24/07/2004-26/07/2004
2003	30/07/2003-14/08/2003
1998	07/08/1998-12/08/1998
1995	17/07/1995-24/07/1995
1993	18/08/1993-20/08/1993
1992	27/07/1992-29/07/1992
1992	04/08/1992-06/08/1992
1991	12/07/1991-19/07/1991
1991	03/08/1991-06/08/1991
1991	13/08/1991-18/08/1991
1989	16/07/1989-21/07/1989
1988	05/09/1988-08/09/1988
1987	11/08/1987-16/08/1987
1985	22/07/1985-25/07/1985
1982	05/07/1982-09/07/1982
1978	14/07/1978-17/07/1978

BOCM-20240115-10

Para hacer frente a los efectos de las olas de calor en la salud humana regional, en noviembre de 2021 se publica el *Plan de Vigilancia y Control de los Efectos de las Olas de calor en la Comunidad de Madrid* en el que se ha establecido en base a la literatura científica existente una máxima de 36.5ºC como el umbral a partir del cual se produce un significativo aumento de la mortalidad y, por tanto, es preciso activar medidas de protección de la salud. También hay que destacar por otra parte, el *Plan Territorial de Protección Civil de la Comunidad de Madrid (PLATERCAM)* aprobado por Acuerdo el 30 de abril de 2019 del Consejo de Gobierno que recoge una serie de precauciones generales para la población general ante olas de calor y es el Plan Director para la coordinación de actuaciones de Protección Civil en la Comunidad de Madrid.

En la Comunidad de Madrid, el *Plan de Vigilancia y Control de los Efectos de las Olas de calor* muestra que el verano de 2020 ha aportado nuevas evidencias a nivel local de la realidad del cambio climático. Según AEMET, el mes de julio fue extremadamente cálido en el territorio, con una anomalía térmica de +3 ºC. En la campaña de vigilancia ambiental de las olas de calor 2019 ya se remarcaba como inusual los siete días seguidos en alerta de Alto riesgo durante el mes de junio; sin embargo, durante el verano de 2020 la situación fue más alarmante. La ola de calor más intensa registró alerta de Alto Riesgo durante 9 días consecutivos en el mes de julio, y en la que durante 7 días se registraron temperaturas máximas por encima de 36.5 ºC.

El Plan establece tres niveles de riesgo y las acciones a desarrollar en cada uno de ellos (Tabla 5):

Tabla 5. Esquema de relación entre niveles de riesgo e intervención en episodios de olas de calor en la Comunidad de Madrid. Fuente: Plan de Vigilancia y Control de los Efectos de las Olas de Calor (2021).

CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	DEFINICIÓN	INTERVENCIÓN	INSTITUCIONES RESPONSABLES
Nivel 0: Normalidad	Temperatura máxima prevista para el día en curso y los cuatro siguientes no superior a 36,5ºC.	· No hay Alerta · Situación de Normalidad. · Información población general.	· D.G. Salud Pública.
Nivel 1: Precaución	Temperatura máxima prevista para el día en curso o alguno de los cuatro días siguientes superior a 35,6ºC y no superior a 38,5ºC, con un máximo de tres días consecutivos.	· Comunicación de Alerta 1. · Información dirigida a cuidadores y grupos de riesgo específicos.	· D.G. Salud Pública. · Instituciones de Servicios Sociales. · Red Asistencia Sanitaria.
Nivel 2: Alto Riesgo	Temperatura máxima prevista para el día en curso o alguno de los cuatro días siguientes superior a 38,5ºC, o cuatro días consecutivos con temperatura superior a 36,5ºC.	· Comunicación de Alerta 2. · Información dirigida a cuidadores y grupos de riesgo específicos. · Intervención directa sobre población vulnerable en el ámbito domiciliario, institucional, sanitario o social.	· D.G. Salud Pública. · Instituciones de Servicios Sociales. · Red Asistencia Sanitaria.

La demografía regional y el impacto de las altas temperaturas sobre la salud, especialmente en personas mayores, hacen necesaria la mejora permanente de planes de vigilancia y control y el desarrollo de planes que minimicen los efectos de las altas temperaturas.

4.1.2. Inundaciones

Los episodios de inundación responden a tres causas principales: atmosféricas, precipitación abundante /o torrencial; geográficas, que favorecen el desarrollo de la crecida fluvial, y antrópicas que aumentan la vulnerabilidad y exposición ante los desbordamientos de los ríos. Por otra parte, pueden producirse inundaciones debido a fallos en las infraestructuras hidráulicas.

BOCM-20240115-10

A nivel nacional, las recomendaciones y las medidas de adaptación a adoptar en la gestión del riesgo de inundaciones se recoge en el documento "*Inundaciones y cambio climático (2018)"* del Ministerio para la Transición Ecológica. De manera general, cabe destacar el cambio de paradigma respecto a las llanuras de inundación y las zonas aledañas a los cauces de los ríos, las cuales deben tener espacio natural para el desbordamiento controlado. En este contexto, adquieren gran importancia en el almacenamiento del agua y laminación de los picos de inundación las llanuras aluviales y más concretamente, los humedales. Por otra parte, respecto a las técnicas de construcción de edificios, e infraestructuras es necesario su mejora en la construcción considerando desde el inciso los riesgos climáticos extremos. Este tipo de acciones ya están en marcha, promovidas por la Dirección General del Agua del MITECO (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico), a través del programa *PIMA ADAPTA* y por parte de la Oficina Española de Cambio Climático (OECC).

A nivel regional, el marco de actuación para la gestión de riesgo es el *Plan Territorial de Protección Civil de la Comunidad de Madrid (PLATERCAM)* que se aprueba por Acuerdo el 30 de abril de 2019 del Consejo de Gobierno como instrumento organizativo general de respuesta a situaciones de grave riesgo, en el que se recogen algunas recomendaciones ante el riesgo de inundaciones, entre las que se encuentran: medidas preventivas de los ayuntamientos, medidas preventivas para la población y recomendaciones para automovilistas.

Más específicamente, la Comunidad de Madrid dispone del *Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones en la Comunidad de Madrid (INUNCAM)* aprobado por Acuerdo el 9 de diciembre de 2020 por el Consejo de Gobierno, que responde al Real Decreto 407/1992, de 24 de abril, por el que se aprueba la Norma Básica de Protección Civil, en la que se dispone que serán objeto de Planes Especiales, entre otras, las emergencias por inundaciones. El citado Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones en la Comunidad de Madrid define inundación como anegamiento temporal de terrenos que no están normalmente cubiertos de agua ocasionadas por desbordamiento de ríos, torrentes de montaña y demás corrientes de agua continuas o intermitentes.

La **caracterización del riesgo de inundaciones** de la Región se efectúa de acuerdo con la normativa vigente relativa a la evaluación y la gestión de los riesgos de inundación, siguiendo lo establecido en el Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación, transposición al ordenamiento jurídico español de la Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea, de 23 de octubre de 2007. Como consecuencia de este proceso, se inicia la definición de las **"Áreas de Riesgo Potencialmente Significativo de Inundación" (ARPSIs),** para las que se realizarán los mapas de peligrosidad y riesgo y, posteriormente, los planes de gestión.

A nivel estatal, la *"Propuesta de mínimos para la Metodología de realización de los mapas de riesgo de inundación",* publicada en 2013 por el Ministerio de Transición Ecológica, establece como necesario para el control del riesgo de inundaciones siguiendo la normativa europea: la realización de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI), la elaboración de los mapas de peligrosidad y riesgo, y la redacción de los planes de gestión de los riesgos de inundación; estableciendo el Sistema Nacional de Cartografía de zonas Inundables como referencia para el reporte.

En la Comunidad de Madrid, la gestión del riesgo frente a inundaciones regulada en el Plan INUNCAM de 2020, establece la obligatoriedad a 103 localidades, en función de su riesgo, de disponer de un Plan de Actuación Municipal frente a inundaciones, donde establezcan las medidas preventivas y la organización mínima para coordinar los servicios propios y las ayudas externas.

BOCM-20240115-10

Asimismo, la Comunidad de Madrid, a través de la ASEM112, está elaborando los planes de actuación municipal por inundaciones en 60 localidades de la Región de menos de 20.000 habitantes.

A los efectos del presente Plan, se considerarán todas aquellas inundaciones, naturales y de origen antrópico, que representen un riesgo para la población y sus bienes, produzcan daños en infraestructuras básicas o interrumpan servicios esenciales para la comunidad, bien sean por:

- precipitación "*in situ*" (debidas a lluvias torrenciales que sobrepasan la capacidad de infiltración del suelo),
- por escorrentía, avenida o desbordamiento de cauces, provocada o potenciada por: precipitaciones, deshielo o fusión de nieve, obstrucción de cauces naturales o artificiales, invasión de cauces, aterramientos o dificultad de drenaje,
- o bien Inundaciones por rotura o el funcionamiento incorrecto de obras de infraestructura hidráulica, como son balsas y presas. En el caso particular de la Comunidad de Madrid, el caudal de los cursos fluviales se mantiene regulado con carácter general por los numerosos embalses existentes en la Región, por lo que las inundaciones provocadas por un aumento de éste son escasas, aunque no es descartable que en ocasiones puedan producirse desbordamientos.

Atendiendo a la importancia de las lluvias torrenciales como factor desencadenante de episodios de inundación, se presenta a continuación el registro histórico de lluvias torrenciales en la Comunidad de Madrid desde 1985 (Tabla 6).

Tabla 6. Registro histórico de lluvias torrenciales en la Comunidad de Madrid desde 1985. Fuente: Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones en la Comunidad de Madrid (INUNCAM).

FECHA	EVENTO	LOCALIZACIÓN	IMPACTO MATERIAL	IMPACTO HUMANO
31-ago-86	Tormenta	Zonas sur de la región	Numerosas salidas del cuerpo de bomberos por Inundaciones	
25-jul-87	Tormenta de agua, granizo y viento	Zonas sur de la región	Inundaciones con cortes de luz, agua y teléfono y daños en vehículos, bajos y garajes	16 rescates
26-jun-88	Tormenta de agua	Zona Norte de la región.	Inundaciones	Desalojo de personas en Hortaleza
20-ago-90	Tormenta	Aluche (Madrid), Boadilla del Monte, Villalba, Majadahonda, Galapagar, Villanueva de la Cañada, El Escorial, Villaviciosa y Leganés	Aproximadamente 50 salidas del cuerpo de bomberos por Inundaciones	
09-sep-90	Tormenta de agua	Zona sureste	Corte de comunicaciones entre la Comunidad y el sur de España. Carretera nacional IV cortada al menos 3 horas.	
10-ago-95	Gran aguacero acompañado de fuerte viento y granizo.	Zona central (Tetuán, Moncloa, Fuencarral y Centro)	Aproximadamente 140 salidas del cuerpo de bomberos por Inundaciones. Carretera M30 cortada 8 horas.	
24-jun-95	3 tormentas	Zona sur	Rotura de compuertas del Río Manzanares. Inundaciones en la vía pública afectando a edificios y redes de transporte.	Una persona fallecida
24-may-98	Tormenta de agua	Zona sur de la capital, Getafe y Leganés	Corte de tráfico entre Getafe y Leganés. Inundaciones en acceso al Hospital Universitario de Getafe y casco urbano.	
30-oct-99	Tormenta de agua y granizo	Capital y zona suroeste de la región. Navalcarnero y Móstoles.	Carretera N-V cortada 20 minutos. Desbordamiento del río Guadarrama y numerosos daños estructurales.	

BOCM-20240115-10

FECHA	EVENTO	LOCALIZACIÓN	IMPACTO MATERIAL	IMPACTO HUMANO
04-jun-00	Fuertes tormentas	Pozuelo de Alarcón, Parla, Arroyomolinos y Rivas-Vaciamadrid.	150 avisos al Cuerpo de bomberos para daños en viviendas	
26-ago-02	Tormenta de agua	Fuenlabrada, Humanes, Getafe y Colmenar Viejo.	37 avisos al Cuerpo de bomberos	
07-oct-02	Tormenta de escasa duración	Zonas diversas de la CAM	101 intervenciones del cuerpo de bomberos	
19-oct-03	Lluvia intensa	Desbordamiento del arroyo Culebro	140 intervenciones del cuerpo de bomberos	
24-may-04	Fuerte aguacero	Capital	200 intervenciones del cuerpo de bomberos	
04-may-06	Tormenta de agua	Capital	Inundaciones en línea 3 del metro en la estación de Legazpi	
15-jun-06	Tormenta de agua	Sureste de la región, Leganés, Alcorcón, Móstoles, y Fuenlabrada.	Inundaciones en metro en las estaciones de Pirámide y Acacias, atascos en carretera y retrases en vuelos	
29-abr-07	Tormenta de agua	Toda la región	Corte en túnel de la M-30 hacia la A-3	
20-may-07	Lluvia intensa	Toda la región	Cortes en carreteras y desvíos en vuelos programados. 111 intervenciones del cuerpo de bomberos	
22-may-07	Tormenta de agua	Sur de la región, distritos de Usera y Carabanchel.	3 líneas de metro afectadas, una estación, intercambiador de Príncipe Pío. 332 intervenciones del cuerpo de bomberos.	
09-sep-08	Tormenta intensa de granizo	Capital	Cierre de túneles y calles cortadas	
22-sep-08	Lluvias fuertes	Madrid, Rivas Vaciamadrid, San Fernando de Henares y Coslada		Una persona fallecida
11-oct-08	Tormenta	Capital	Inundaciones en toda la ciudad	
16-jun-09	Tormenta	Toda la región. Muy afectados los distritos de San Blas, Ciudad Lineal, Barajas, Vicálvaro y Hortaleza.	Un centenar de intervenciones del cuerpo de bomberos.	
08-oct-09	Lluvia intensa	Arroyomolinos, Móstoles, Getafe, Fuenlabrada y Alcorcón.	Interrumpido servicio línea 5 y línea 1 de Metro Ligero por inundaciones. 44 intervenciones del cuerpo de bomberos.	
20-oct-09	Tormenta intensa de agua	Madrid, Móstoles, Alcorcón, Navalcarnero, Majadahonda, Pozuelo, Las Rozas y Tres Cantos.	Inundaciones en la vía pública. Medio centenar de intervenciones del cuerpo de bomberos.	
01-sep-10	Fuertes tormentas	Alcalá de Henares, Meco, Villalba o Torrelodones.	Inundaciones en carreteras y viviendas	
16-sep-10	Fuertes tormentas	Griñón, Parla, Fuenlabrada y Getafe	Inundaciones en carreteras y viviendas	
20-abr-12	Fuertes tormenta de agua	Toda la región	Inundaciones en bajos y locales. 45 intervenciones del cuerpo de bomberos.	
03-jul-14	Fuerte granizada	Madrid	Grandes atascos en la M-11 y M-40 y decenas de avisos a los bomberos.	Varios heridos leves
11-oct-14	Fuertes tormentas	Madrid, Leganés, Fuenlabrada, Alcorcón	Inundaciones en el metro y 187 intervenciones de los bomberos.	
11-jun-15	Lluvias torrenciales	Madrid	Mayor incidencia en los municipios de la zona sur (Humanes, Griñón y Parla), 83 intervenciones del cuerpo de bomberos.	Una persona fallecida

BOCM-20240115-10

FECHA	EVENTO	LOCALIZACIÓN	IMPACTO MATERIAL	IMPACTO HUMANO
23-ago-15	Fuerte tormenta	Toda la región	64 incidencias gestionadas, de ellas 39 fueron en Villanueva de la Cañada.	
30-ago-15	Tormenta	Aranjuez, Alcobendas, San Sebastián de los Reyes	Daños en arbolado, se contabilizaron 244 árboles dañados en el Real Sitio de Aranjuez. Daños en edificios como la Ciudad Deportiva de Las Olivas y algunos colegios públicos.	6 personas heridas leves
04-sep-15	Fuerte tormenta	Alcorcón	Caída de árboles e inundaciones. 50 intervenciones del cuerpo de bomberos.	
16-jun-17	Fuerte tormenta	Madrid	Caída de ramas.	6 personas heridas leves
06/07-jul-17	Tormenta	Centro y sur de la Comunidad de Madrid	Inundaciones en varias estaciones de metro. Graves daños en las cosechas del municipio de Valdelaguna.	Una persona fallecida
10-jul-17	Fuertes lluvias	Madrid	Cancelaciones de vuelos, desvíos a otros aeródromos, grandes retenciones de tráfico en numerosos puntos de la red viaria, retrasos en trenes y cortes en carreteras de la región.	
28-ago-17	Tormentas	Comunidad de Madrid	249 intervenciones, de las cuales 120 fueron en la capital.	
07-may-18	Lluvias torrenciales	Comunidad de Madrid	Inundaciones en Corredor del Henares y Coslada.	
21-may-18	Lluvias torrenciales	Plaza de las Ventas (Madrid)	40 intervenciones del cuerpo de bomberos	
25-may-18	Fuerte tormenta	Alcorcón, Humanes, Torrejón de la Calzada, San Lorenzo y El Escorial	200 incidencias por inundaciones.	
06-ago-18	Tormenta	Sur de la Comunidad de Madrid	261 avisos por caídas de árboles, desprendimientos en fachadas y formación de balsas de agua.	
24-abr-19	Vientos y lluvias fuertes	Comunidad de Madrid	234 incidencias por caída de árboles, inundaciones y daños estructurales.	
02-jul-19	Fuertes lluvias	Camarma de Esteruelas	Daños materiales en el municipio.	
21-jul-19	Tormenta	Madrid	46 intervenciones del cuerpo de bomberos. Inundaciones en calles y caída de ramas.	
21-ago-19	Fuertes lluvias y granizo	Madrid	Inundaciones en vía pública, sótanos y garajes y caídas de ramas y árboles. 70 intervenciones.	
26-ago-19	Fuerte tormenta	Comunidad de Madrid	Afección a varias líneas de metro. 1,134 intervenciones de los servicios de emergencia.	
15-sep-19	Gran tormenta	Madrid, Arganda del Rey.	Interrupción de la línea 6 de metro. 500 intervenciones del cuerpo de bomberos y 605 expedientes gestionados por el 112.	

En lo relativo a eventos de inundaciones, la revisión y actualización de la *Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI 2º ciclo)* de la Cuenca Hidrográfica del Tajo, se recoge en la Figura 7 el número de episodios históricos registrados en los municipios de la cuenca. Se observa como la zona metropolitana de Madrid alberga la mayor ocurrencia de episodios, junto con la zona sur y Corredor del Henares.

BOCM-20240115-10

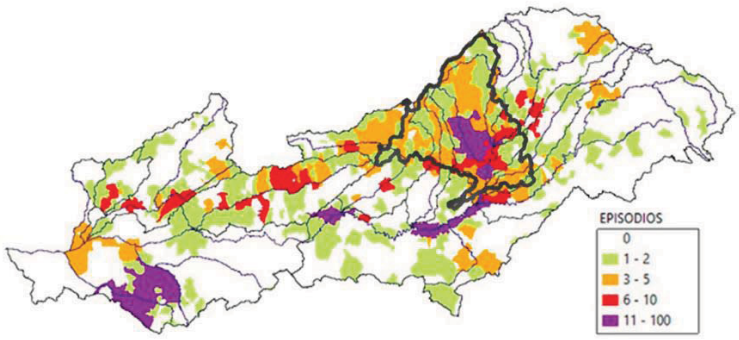


Figura 7. Número de episodio históricos registrados en los municipios de la Cuenca Hidrográfica del Tajo. Fuente: Revisión y actualización de la evaluación preliminar del riesgo de inundación (EPRI 2º ciclo).

El registro histórico de inundaciones específico de la Comunidad de Madrid se presenta a continuación en la Tabla 7, para el periodo 1995-2009.

Tabla 7. Registro histórico de inundaciones en la Comunidad de Madrid desde 1985 hasta el 2009. Fuente: Adaptado del Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas (CNIH).

EPISODIO	EPISODIO CATÁLOGO	CUENCA	FECHA DE INICIO	FECHA DE FINAL	DENOMINACIÓN
03-19950624-19950624-N	457/3340	TAJO	24/06/1995	24/06/1995	Inundación junio 1995
03-19951200-19960200-A	459/3340	TAJO	00/12/1995	00/02/1996	Inundación diciembre-febrero 1995-1996
03-19961200-19970100-N	460/3340	TAJO	00/12/1996	00/01/1997	Inundación diciembre-enero 1996-1997
03-19971217-19980100-N	463/3340	TAJO	17/12/1997	00/01/1998	Inundación diciembre 1997
03-19990831-19990901-N	464/3340	TAJO	31/08/1999	01/09/1999	Inundación agosto 1999
03-20001229-20001230-A	467/3340	TAJO	29/12/2000	30/12/2000	Episodio de lluvias diciembre 2000
03-20060615-20060616-A	474/3340	TAJO	15/06/2006	16/06/2006	Tormentas junio 2006
03-20070520-20070525-A	475/3340	TAJO	20/05/2007	25/05/2007	Episodio de tormentas mayo 2007
03-20080922-20080922-A	477/3340	TAJO	22/09/2008	22/09/2008	Tormentas septiembre 2008
03-20081012-20081012-A	478/3340	TAJO	12/10/2008	12/10/2008	Tormentas octubre 2008
03-20090809-20090812-A	479/3340	TAJO	09/08/2009	12/08/2009	Tormentas agosto de 2009

Para hacer frente a la gestión del riesgo de inundación, el *Plan INUNCAM* recoge el estudio de zonas inundables realizado por la entonces Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Sostenibilidad, a partir del cual clasifica las zonas inundables en función de la peligrosidad del territorio de la Comunidad en 4 zonas diferenciadas:

Zonas de inundación muy frecuente o de alta frecuencia: Zonas inundables para avenidas de período de retorno inferior a los diez años.

Zonas de inundación frecuente: Zonas inundables para avenidas de período de retorno entre diez y cincuenta años.

Zonas de inundación ocasional. Zonas inundables para avenidas de período de retorno entre cincuenta y cien años.

BOCM-20240115-10

Zonas de inundación excepcional: Zonas inundables para avenidas de período de retorno entre cien y quinientos años.

A partir del análisis realizado para la elaboración del Plan, las zonas calificadas como de inundación muy frecuente ascenderían a una superficie de 6,800 ha, lo que supone un 1% menos del total del territorio de la Comunidad de Madrid. Por otra parte, las zonas de inundación frecuente representarían unas 10,700 ha; las zonas de inundación ocasional superarían las 17,000 ha y las zonas de inundación excepcional alcanzarían aproximadamente 22,800 ha (superficie equivalente al 2.85% de la superficie total de la Comunidad de Madrid), como muestra el gráfico de la Figura 8.

Así mismo, la Figura 9 representa las zonas de inundación de carácter excepcional (periodo de retorno T= 500 años) en la Comunidad de Madrid. El elevado periodo de retorno de las inundaciones en estas zonas, hace que la extensión de éstas sea muy amplia: La práctica totalidad de los cauces fluviales que atraviesan la Comunidad presentan zonas de inundación, resultando especialmente considerables en el Henares y el Jarama, sobre todo a su paso por Aranjuez, así como en el Alberche. No obstante, se debe prestar también especial atención a las zonas de inundación del Manzanares y Guadarrama, por las numerosas zonas pobladas que atraviesan estos ríos.

BOCM-20240115-10

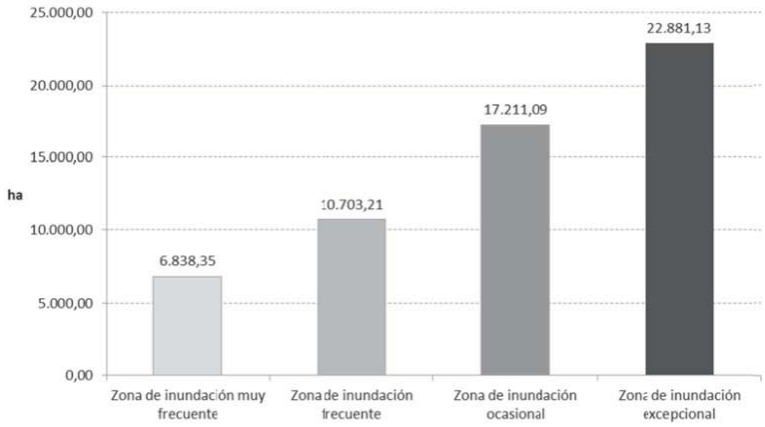


Figura 8. Distribución de la superficie (hectáreas) definida con peligro potencial de inundación en el territorio de la Comunidad de Madrid. Fuente: Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones en la Comunidad de Madrid (INUNCAM).

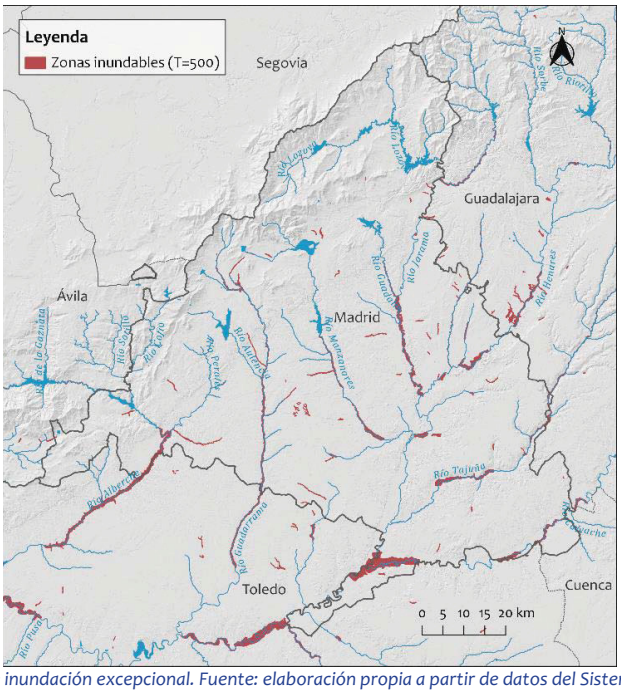


Figura 9. Mapa de zonas de inundación excepcional. Fuente: elaboración propia a partir de datos del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI).

A partir del análisis de realizado a nivel municipal de los 179 municipios que componen la Comunidad, en el estudio del INUNCAM se seleccionan los quince primeros en función de la superficie potencialmente afectada para cada una de las cuatro clases de zonas de inundación citadas previamente; se puede observar que, independientemente de la clase de zona de inundación que se trate, los municipios de Aranjuez, Chinchón y Rivas-Vaciamadrid ocupan las primeras posiciones en términos de superficie potencialmente afectable por inundaciones (ver Tabla 8). Los datos detallados de superficie inundada se pueden encontrar en el citado Plan INUNCAM.

BOCM-20240115-10

Tabla 8. Municipios potencialmente inundables clasificados como zonas de inundación muy frecuente y frecuente de la Comunidad de Madrid. Fuente: Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones en la Comunidad de Madrid (INUNCAM).

Municipio	Zona de inundación muy frecuente (ha)	% T.M.	Municipio	Zona de inundación frecuente (ha)	% T.M.
Aranjuez	1,149.26	6.08	Aranjuez	2,277.72	12.05
Chinchón	846.36	7.31	Chinchón	871.43	7.53
Rivas-Vaciamadrid	415.54	6.16	Rivas-Vaciamadrid	556.80	8.26
Morata de Tajuña	367.34	8.11	Morata de Tajuña	482.46	10.65
Alcalá de Henares	276.02	3.13	Alcalá de Henares	477.93	5.42
Villa del Prado	274.47	3.55	Aldea del Fresno	392.16	7.59
Aldea del Fresno	274.12	5.31	Madrid	353.23	0.58
Madrid	221.02	0.37	San Martín de la Vega	321.70	3.06
Villaviciosa de Odón	216.97	3.18	Colmenar de Oreja	303.06	2.40
San Sebastián de los Reyes	187.80	3.18	Getafe	298.41	3.8
San Fernando de Henares	182.77	4.71	Villa del Prado	287.61	3.72
Villamanrique de Tajo	181.16	6.13	Villaviciosa de Odón	273.68	4.01
San Martín de la Vega	164.37	1.56	San Sebastián de los Reyes	248.50	4.20
Colmenar de Oreja	150.22	1.19	San Fernando de Henares	237.31	6.11
Fuentidueña de Tajo	130.00	2.16	Villamanrique de Tajo	225.22	7.61
Aranjuez	4,301.74	22.76	Aranjuez	5,239.99	27.72
Chinchón	1.166,45	10.07	Chinchón	1,320.89	11.41
Rivas-Vaciamadrid	849.72	12.60	Rivas-Vaciamadrid	1,262.90	18.73
San Martín de la Vega	749.67	7.13	San Martín de la Vega	1,112.93	10.59
Alcalá de Henares	629.02	7.85	Alcalá de Henares	933.72	10.60
Colmenar de Oreja	528.77	4.19	Ciempozuelos	846.64	17.14
Morata de Tajuña	516.09	11.40	Colmenar de Oreja	655.99	5.19
Aldea del Fresno	455.06	8.81	Madrid	630.31	1.04
Ciempozuelos	454.22	9.19	San Fernando de Henares	625.11	16.09
Madrid	438.36	00.73	Morata de Tajuña	553.75	12.23
Getafe	339.87	4.33	Aldea del Fresno	525.38	10.17
San Fernando de Henares	339.16	8.73	Getafe	483.83	6.16
Fuentidueña de Tajo	319.04	5..30	San Sebastián de los Reyes	375.31	6.35
Villa del Prado	295.35	3.82	Villamanrique de Tajo	372.23	12.59
Villaviciosa de Odón	294.91	4.42	Fuentidueña de Tajo	364.98	6.07

Las zonas inundables resultantes del estudio se clasifican en cuatro niveles de riesgo. Estos niveles de riesgo se han establecido en función de la extensión que alcanza la lámina de inundación para los 4 escenarios de peligrosidad de inundación calculados (periodos de retorno de 10, 50, 100 y 500 años) y de su vulnerabilidad. Las zonas resultantes componen las **áreas con riesgo potencial significativo de inundación en la comunidad de Madrid (ARPSIs)**, y se clasifican de la siguiente forma:

- Zonas A, de riesgo alto: zonas en las que las avenidas de 50, 100 o 500 años producirán graves daños a núcleos importantes de población. También las de 50 años que produzcan impactos en viviendas aisladas, instalaciones comerciales o industriales y/o a los servicios

BOCM-20240115-10

básicos. En estas zonas, a efectos de emergencia para las poblaciones, se establecen las siguientes subzonas:

a) zonas A1 de riesgo alto frecuente: zonas en las que las avenidas de 50 años producirán graves daños a núcleos urbanos

b) zonas A2 de riesgo alto ocasional: zonas en las que las avenidas de 100 años producirán graves daños a núcleos urbanos.

c) zonas A3 de riesgo alto excepcional: zonas en las que las avenidas de 500 años producirán graves daños a núcleos urbanos.

- Zonas B, de riesgo significativo: zonas no coincidentes con las A, en las que las avenidas de 100 años producirán impactos en viviendas aisladas, y las de periodo de retorno igual o superior a 100 años, daños significativos a instalaciones comerciales, industriales y/o servicios básicos.
- Zonas C, de riesgo bajo: zonas no coincidentes con las A ni con las B, en las que las avenidas de 500 años producirán impactos en viviendas aisladas, y las avenidas consideradas en los mapas de inundación, daños pequeños e instalaciones comerciales, industriales y/o servicios básicos.

A partir del análisis de riesgos realizado se obtienen los siguientes resultados para la Región:

- 1,836.89 hectáreas de la Comunidad de Madrid se encontrarían en zona de riesgo alto o Zona A, de las cuales, 882.36 hectáreas estarían en zonas de riesgo alto frecuente o Zona A-1.
- por otro lado, la superficie ocupada por las zonas de riesgo significativo en la Comunidad de Madrid superaría las 300 hectáreas,
- siendo muy inferior la superficie ocupada por zonas de riesgo bajo (0.015 hectáreas). Esto se debe a que en aquellas zonas en que no se conocía el calado, éste se ha estimado, por prevención, como superior a 0.7m y, por tanto, quedan clasificadas como de riesgo significativo.

En términos de población potencialmente afectada estimada para cada núcleo urbano, se encontrarían en zona clasificada como de riesgo alto por inundación o Zona A, aproximadamente un 2% de la población total de la Comunidad de Madrid. El listado completo de áreas de riesgo potencial significativo de inundación (ARPSIs) en la Comunidad de Madrid queda recogido en la *Evaluación preliminar del riesgo de inundación en la Demarcación Hidrográfica del Tajo (2º Ciclo)*.

A efectos de prevenir los efectos de las grandes lluvias e inundaciones en la Comunidad de Madrid, el Canal Isabel II impulsa en su Estrategia de Canal de Isabel II frente al Cambio Climático, el *PLAN SANEA*, que trabaja sobre el alcantarillado de la Comunidad de Madrid en su Línea Estratégica 5: Desarrollar la cooperación con los municipios de la Comunidad de Madrid. A fin de que la Región disponga de las mejores y más modernas redes de alcantarillado, se potencia la renovación y financiación de las obras de mejora de las redes de alcantarillado municipal en toda la Comunidad con una inversión en este programa que supera los 500 millones de euros hasta el 2030. Con estas actuaciones encaminadas a desarrollar el alcantarillado se conseguirá una mejora de su red, cuya consecuencia será la reducción de vertidos incontrolados y, a su vez una mejora de los cauces receptores y una disminución del riesgo de inundaciones en los municipios gestionados, para lo que se completa este análisis con acciones para la desconexión de las aguas limpias a las redes de alcantarillado y la extensión de sistemas sostenibles de drenaje urbano.

Por otra parte, a fin de mejorar la **gestión del riesgo de inundaciones**, Canal Isabel II impulsa en el marco de la Estrategia el *Plan innova100*, por el cual se desarrolla un sistema de identificación y cuantificación del riesgo ante inundaciones, y se ponen en marcha el Centro de Excelencia e

BOCM-20240115-10

Investigación de Canal de Isabel II (CEIC) para técnicas de drenaje urbano, clave para probar y desarrollar técnicas de drenaje sostenible que eviten inundaciones ante los nuevos escenarios pluviométricos, con fenómenos meteorológicos más violentos.

4.1.3. Inclemencias invernales

Los principales eventos dentro de las inclemencias invernales considerados a nivel regional en este análisis son las olas de frío y las nevadas. Si bien es cierto que los resultados más recientes del IPCC (2019), denotan un aumento de las temperaturas mínimas, y por consiguiente una disminución en la recurrencia o severidad de eventos extremos invernales, merece la pena analizar el contexto regional de este tipo de fenómenos y su proyección a medio y largo plazo, sobre todo, después del reciente episodio de intensas nevadas de enero de 2021, provocado por la borrasca Filomena. Esta nevada provocó graves consecuencias sociales y económicas sobre la Región. Los daños económicos superaron los 100 M€ (según UNESPA), y sólo el coste de recuperación del arbolado en vías públicas supuso al menos 1,6 M€.

De acuerdo con los criterios de la AEMET, se considera ola de frío un episodio de al menos tres días consecutivos en que, como mínimo, el 10 % de las estaciones consideradas registran mínimas por debajo del percentil del 5 % de su serie de temperaturas mínimas diarias de los meses de enero y febrero del periodo 1971-2000.

En los meses de invierno se produce un aumento de la mortalidad debido sobre todo a enfermedades cardiovasculares y respiratorias en mayor medida que la producida directamente por situaciones de frío extremo, como son la hipotermia y la congelación. Además, existe un incremento sustancial en la carga de enfermedad producida por estas patologías crónicas, sobre todo cardíacas y respiratorias. Las bajas temperaturas también debilitan la respuesta defensiva del organismo y parte de la etiología del exceso de morbimortalidad asociada al frío es de naturaleza infecciosa, principalmente por agentes como el virus de la gripe o el neumococo. Por otra parte, las bajas temperaturas y las heladas favorecen los accidentes de tráfico y las caídas por placas de hielo; y con ello un aumento de la presión hospitalaria durante las olas de frío.

Las situaciones de hipotermia o congelación están fundamentalmente relacionadas con la inadecuada calefacción y el deficiente aislamiento de las viviendas, las carencias socioeconómicas (“pobreza energética”) y una mayor incidencia en invierno de enfermedades infecciosas como la gripe.

Los resultados del estudio “*Temperaturas umbrales de disparo de la mortalidad atribuible al frío en España en el periodo 2000-2009. Comparación con la mortalidad atribuible al calor”* (Carmona et al., 2016), del Instituto de Salud Carlos III, muestran que las muertes atribuibles a las olas de frío para la Comunidad de Madrid en ese periodo se cifran en 568 personas, encontrándose entre las provincias con más decesos junto con Badajoz (634), Sevilla (593) y Málaga (565), si bien su densidad de población es también notablemente superior. Dejando de lado la variable población, en la Figura 10 se representa el Riesgo Atribuible (RA) de mortalidad desagregado por provincias, esto es, el índice de aumento del riesgo poblacional en % suponiendo que toda la población está expuesta por igual al factor de riesgo. Los resultados arrojados para el periodo 2000-2009 colocan a Madrid en un porcentaje de Riesgo relativamente alto, concretamente el 10,5%.

BOCM-20240115-10

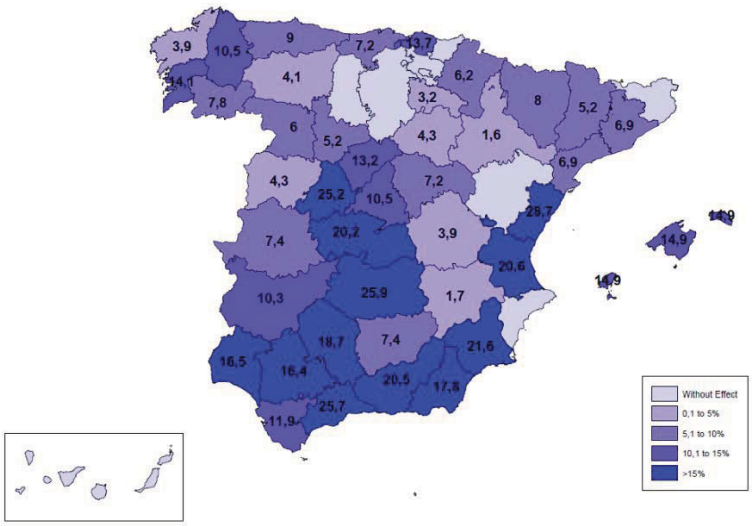


Figura 10. Riesgo atribuible (%) de mortalidad por causas naturales por cada grado Celsius en el que se superar la temperatura umbral para el frío en España en el periodo 2000-2009.
Fuente: Temperaturas umbrales de disparo de la mortalidad atribuible al frío en España en el periodo 2000-2009. Ministerio de Economía y Competitividad.

Más concretamente, en un estudio realizado para la ciudad de Madrid (Díaz *et al*., 2015) en el que se analiza por grupos de edad cuál ha sido la incidencia en el número de afecciones por frío y por calor en el periodo 1986- 1997, y se compara con la del periodo 2001-2009, se observa que la incidencia del frío ha aumentado especialmente en los grupos de mayores de 65 años, triplicándose el impacto especialmente en el grupo de más de 75 años, y en los grupos de 45-64 años y 65-74 años, en los cuales el Riesgo Atribuible (RA) se ha duplicado respecto al existente en el periodo 1986-1997.

No obstante, y acorde a las proyecciones del IPCC (2019) citadas previamente, en la Comunidad de Madrid, la tendencia del número de días al año con frío intenso (considerando como tales aquellos en que la temperatura mínima fue menor o igual a -2ºC -media de las temperaturas mínimas registradas en los observatorios de Barajas, Cuatro Vientos, Getafe y Retiro-) durante el periodo 1989 a 2020 ha disminuido, como se presenta a continuación en la Figura 11:

BOCM-20240115-10

Figura 11. Histórico y tendencia del número de días con frío intensos anuales en el periodo 1989-2020 en la Comunidad de Madrid
Fuente: Plan de Vigilancia y Control de los Efectos del Frío en la Salud en la Comunidad de Madrid, Dirección General de Salud Pública de la Comunidad de Madrid, 2021.

Adicionalmente se presenta el registro histórico de olas de frío en la Comunidad de Madrid desde 1985 (Tabla 9):

Tabla 9. Registro histórico de olas de frío en la Comunidad de Madrid desde 1985.
Fuente: Listado de provincias afectadas por las Olas de frío registradas desde 1975, AEMET.

INVIERNO	INICIO-FIN
2020-21	11/01/2021-18/01/2021
2016-2017	18/01/2017-20/01/2017
2011-2012	02/02/2012-05/02/2012
2011-2012	08/02/2012-15/02/2012
2010-2011	22/01/2011-26-01-2011
2009-2010	18/12/2009-21-12-2009
2009-2010	09/01/2010-11/01/2010
2009-2010	11/02/2010-14/02/2010
2008-2009	07/01/2009-12/01/2009
2005-2006	28/01/2006-30-01-2006
2004-2005	26/01/2005-02/02/2005
2004-2005	17/02/2005-19/02/2005
2002-2003	11/01/2003-16-01-2003
2001-2002	13/12/2001-29/12/2001
1998-1999	21/02/1996-23/02/1996
1994-1995	24/12/1994-28/12/1994
1993-1994	18/01/1994-23/01/1994
1992-1993	02/01/1993-05/01/1993
1986-1987	19/02/1987-22/02/1987
1984-1985	04/01/1985-17/01/1985

Para afrontar el riesgo en episodios de olas de frío, la Comunidad de Madrid dispone de un plan específico de actualización anual, *Plan de Vigilancia y Control de los Efectos del Frío en la Salud 2021-2022*. El plan establece dos niveles por ola de frío teniendo en cuenta las predicciones de temperaturas mínimas para 3 días consecutivos y la temperatura umbral de -2º C:

BOCM-20240115-10

Nivel 0, normalidad: cuando las temperaturas mínimas previstas para los próximos tres días superen o igualen los -2º C. Esta situación expresa la "normalidad" de la temperatura invernal en la Comunidad de Madrid.

Nivel 1, alerta: se considera que hay un incremento del riesgo de ola de frío cuando la temperatura mínima prevista para al menos uno de los próximos tres días sea inferior a -2º C.

El plan establece por una parte los grupos que conforman riesgo para la salud: personas mayores, recién nacidos y lactantes, personas con ciertas enfermedades crónicas, personas con medicación, personas con movilidad reducida, personas que trabajan al aire libre, personas que practican deportes al aire libre y mujeres embarazadas. Por otra parte, establece los grupos de población más vulnerable a los efectos del frío, constituida sobre todo las personas sin hogar y las que se encuentran en situación de "pobreza energética", lo que les impide mantener una temperatura de confort en los hogares en los momentos más fríos del año.

La actuación frente al riesgo de inclemencias invernales en la Comunidad de Madrid se encuentra recogida en el *Plan de Nevadas 2021-2022* (de actualización anual) con el que se pretende asegurar la vialidad en la Red de Carreteras del Estado y reducir al mínimo el número de tramos con restricciones al tráfico o retenciones y su duración, mediante la adecuada coordinación. De forma general este Plan, responde a todos los fenómenos adversos (nevadas, hielo, granizo o lluvia engelante) que se produzcan en la Comunidad de Madrid entre el 1 de noviembre de 2021 y el 31 de marzo de 2022.

La gestión frente a inclemencias invernales está regulada en la Orden 1624/2000, por la que se modifica el *Plan de Protección Civil ante Inclemencias Invernales en la Comunidad de Madrid*. Por otra parte, el *Plan Territorial de Protección Civil de la Comunidad de Madrid (PLATERCAM),* instrumento organizativo general que asume el papel de Plan Director de toda la planificación de protección civil que se elabore en la Comunidad de Madrid, establece precauciones y recomendaciones para la población en zonas frías y automovilistas en situaciones de nevadas, hielos y olas de frío.

El *Plan de Protección Civil ante Inclemencias Invernales en la Comunidad de Madrid* contempla los principales problemas que se presentan durante los episodios de inclemencias invernales (considerando nevadas, olas de frío y descensos bruscos de temperatura), relacionados con la actividad humana:

Comunicaciones por carretera: aislamiento de poblaciones o núcleos de población, problemas de accesibilidad y abastecimiento, aumento considerable de la accidentalidad por hielo, nieve y/o visibilidad, colapso circulatorio, etc.

Comunicaciones por ferrocarril: interrupción de la circulación, trenes bloqueados, averías en la señalización y movimientos de agujas, falta de visibilidad, derivaciones en tracción eléctrica, formación de manguitos, etc.

Rotura de líneas eléctricas y telefónicas que pueden provocar problemas en el suministro eléctrico y comunicaciones.

Averías en la red de abastecimiento de agua y gas por rotura de conducciones.

Aumento de la contaminación atmosférica por el incremento del uso de combustibles para calefacción y la aparición de fenómenos de inversión térmica.

Riesgo de contaminación de suelos o de recursos hídricos por el uso masivo de fundentes.

Deterioro de la capacidad de los Servicios de Extinción de Incendios ante el peligro de la congelación de las tomas de agua.

Incremento de accidentabilidad en deportes de montaña.

BOCM-20240115-10

En caso de olas de frío con caídas de temperaturas de varios grados bajo cero, se produce un aumento de pacientes en Centros Asistenciales, y del riesgo de muerte por congelación de personas desprotegidas, e incluso de personas circunstancialmente aisladas.

Considerando los puntos expuestos y las condiciones meteorológicas registradas los últimos años, el Plan establece una zonificación del territorio en función del número esperado de días de nieve al año. De esta manera se clasifica un sector de riesgo alto (más de veinte días de nieve al año, ligado a la Sierra de Guadarrama y recogidos en la Tabla 10), un sector intermedio (entre cinco y veinte días de nieve al año, que se extendería desde San Martín de Valdeiglesias hasta la Sierra de La Cabrera), y un tercer sector en el que se incluye el área metropolitana de Madrid y la totalidad de la cuenca del Tajo (se esperan menos de cinco días de nieve al año). La zonificación se representa en la Figura 12.

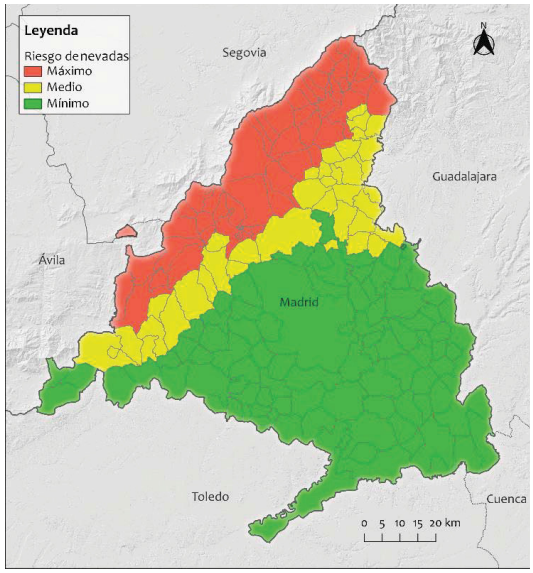


Figura 12: Riesgo de nevadas por municipio en la Comunidad de Madrid.
Fuente: elaboración propia a partir de datos del Plan de Protección Civil ante Inclemencias Invernales en la Comunidad de Madrid.

Tabla 10. Municipios de Madrid con Riesgo Máximo de Nevadas. Fuente: Orden 1624/2000, de 18 de abril, del Consejero de Medio Ambiente, por la que se modifica el Plan de Protección Civil ante Inclemencias Invernales en la Comunidad de Madrid.

MUNICIPIO	CÓD. INE	ALTITUD (m)
Acebeda, La	1	1,269
Alameda del Valle	3	1,11
Alpedrete	10	919
Becerril de la Sierra	18	1,073
Boalo, El	23	941
Braojos	24	1,192
Buitrago del Lozoya	27	975
Bustarviejo	28	1,222
Canencia	34	1,15
Cercedilla	38	1,188
Collado Mediano	46	1,029
Escorial, El	54	909
Garganta de los Montes	62	1,135

BOCM-20240115-10

MUNICIPIO	CÓD. INE	ALTITUD (m)
Gargantilla de Lozoya	63	1,134
Gascones	64	1,045
Guadarrama	68	981
Hiruela, La	69	1,257
Horcajo de la Sierra	70	1,068
Horcajuelo de la Sierra	71	1,145
Lozoya	76	1,114
Lozoyuela-Navas-Sieteiglesias	901	1,033
Madarcos	78	1,062
Manzanares el Real	82	908
Miraflores de la Sierra	85	1,15
Molinos, Los	87	1,045
Montejo de la Sierra	88	1,148
Moralzarzal	90	979
Navacerrada	93	1,203
Navarredonda	97	1,22
Pinilla del Valle	112	1,095
Piñuécar	114	1,061
Prádena del Rincón	117	1,104
Puebla de la Sierra	118	1,161
Puentes Viejas	902	1,012
Rascafría	120	1,163
Robledo de Chavela	125	908
Robregordo	126	1,299
San Lorenzo de El Escorial	131	1,032
Santa María de la Alameda	135	1,42
Serna del Monte, La	138	1,074
Somosierra	143	1,434
Soto del Real	144	921
Valdemanco	158	1,14
Valdemaqueda	159	872
Villavieja de Lozoya	182	1,066
Zarzalejo	183	1,104

Desde el punto de vista de las predicciones meteorológicas, se realiza también una zonificación del territorio en función de unos umbrales de nieve que puedan considerarse conflictivos, en base a la actividad humana y la altura del territorio:

Área Metropolitana de Madrid: nieve que cubra el suelo y que alcance un espesor de 3 centímetros (equivale a una precipitación de 3 litros/ m^2/24h).

Zonas con altitud inferior a 800 metros: nieve que cubra el suelo y que alcance un espesor de más de 5 centímetros (equivalente a 5 litros/ m^2/ 24 h).

Zonas comprendidas entre los 800 y los 1200 metros: nieve que cubra el suelo y que alcance un espesor de más de 10 centímetros (equivalente a 10 litros/metro cuadrado/24 horas).

Zonas de más de 1200 metros de altitud: nieve que cubra el suelo y que alcance un espesor de más de 15 centímetros (equivalente a 15 litros/m^2/24h).

BOCM-20240115-10

En cuanto a la vulnerabilidad de la red de carreteras ante problemas de viabilidad invernal, el Plan destaca la problemática que plantean especialmente los puertos de montaña, como los puertos de Navacerrada y Cotos, donde se encuentran las únicas estaciones de esquí de la Comunidad de Madrid. Éstos presentan una gran afluencia de visitantes ocasionando graves problemas de estacionamiento de vehículos en los puertos y carreteras y complicaciones en los trabajos de limpieza y mantenimiento.

4.1.4. Sequías

Se entiende por sequía el periodo prolongado en el tiempo cuyas condiciones meteorológicas derivan en una escasez en la disponibilidad de recursos hídricos en comparación con condiciones normales (Van Loon et al 2016). Se puede clasificar, de manera general, en los siguientes cuatro tipos (Mishra y Singh 2009):

- **Sequía meteorológica:** hace referencia a un déficit en la precipitación y es la causante de otro tipo de sequías.
- **Sequía agrícola:** corresponde con la escasez de agua para satisfacer las necesidades de un cultivo.
- **Sequía hidrológica:** consiste en una deficiencia en la disponibilidad de agua de superficie y/o subterránea. Se desarrolla de forma más lenta que las anteriores ya que existe un retraso entre la falta de lluvia y la reducción de agua en los recursos hídricos naturales (p.ej. arroyos, ríos, lagos, embalses, entre otros).
- **Sequía socioeconómica:** son las consecuencias sociales y económicas que tienen lugar como resultado de otro tipo de sequías.

El impacto social y económico de las sequías y la escasez de agua asociada puede llegar a ser muy importante, incluso en ámbitos geográficos desarrollados. De acuerdo con la información publicada por la Comisión Europea (2012a), durante los últimos cuarenta años la sequía en la Unión Europea ha aumentado de forma espectacular en frecuencia e intensidad. El número de zonas y personas afectadas por la sequía aumentó casi un 20% entre 1976 y 2006, según el *Plan Especial de Sequías* de la Confederación Hidrográfica del Tajo de 2018.

Las sequías constituyen una componente normal y recurrente del clima en España, y como tal han de ser gestionadas en el marco de la planificación. La principal referencia normativa sobre planes especiales de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía se encuentra en el artículo 27 de la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, denominado “gestión de sequías’.

Los episodios de sequía implican una reducción de los recursos de agua disponibles, lo que puede resultar problemático en territorios densamente poblados con grandes demandas hídricas como la Comunidad de Madrid. La gestión hídrica en la Comunidad de Madrid se enmarca en la planificación prevista por la Confederación Hidrográfica del Tajo, la cual define la sequía en su *Plan Especial de Sequías*, como “fenómeno natural no predecible que se produce principalmente por una falta de precipitación que da lugar a un descenso temporal significativo en los recursos hídricos disponibles”. El objetivo general del Plan es minimizar los impactos ambientales, económicos y sociales de eventuales episodios de sequías, entendidas en este caso con carácter genérico.

A la hora de presentar el registro histórico de sequías con afectación a la Comunidad de Madrid, se distinguen tres horizontes en la identificación de sequías históricas de acuerdo con la información disponible en el citado Plan: 1) sequías previas al episodio –muy generalizado– de 1991 a 1995, 2) sequías producidas entre 1991 y 2007, y 3) sequías registradas con posterioridad a la aprobación de los primeros planes especiales en 2007.

1) **Sequías previas a 1991**

BOCM-20240115-10

El Catálogo de sequias históricas fue elaborado por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX para la Dirección General del Agua y refleja eventos de sequías anteriores a 1940. En dicho informe, entre otras tareas, se generó una base de datos que recoge información histórica de 184 eventos de sequías. La primera sequía de la que se tiene conocimiento data aproximadamente del año 1059 A.C., mientras que la última catalogada es de 1938-1939. Se trata de información esencialmente cualitativa.

2) Sequías entre 1991 y 2007

El periodo citado es de interés a la hora de comprender la situación actual y por ello se describe~~n~~ en mayor detalle.

Entre los **años 1991 y 1995** se produjeron reducciones muy importantes de la escorrentía, superiores al 40% en la mayor parte del territorio español. Las zonas hidrológicas más afectadas en la Cuenca Hidrográfica del Tajo fueron: Alberche, Guadarrama, Tajuña, Tajo Intermedio, Margen Izquierda Intermedia y Almonte (Figura 21). (Promedio para los 5 años de sequía de la reducción porcentual respecto de la aportación media de la serie histórica > 50%).

La intensidad de la sequía produjo una reducción porcentual de un 23.1% respecto de la precipitación media en el período de los 4 años y una reducción porcentual respecto de la aportación media en el mismo período de un 46.6%, ambas referidas a la serie histórica de 1940/41 a 1999/2000. Tuvo importantes impactos sobre los usos del agua: pérdidas en todos los ámbitos demandantes del recurso (agricultura, ganadería, abastecimiento urbano, industrial, etc.). Supuso un impacto económico de 10,000 millones de dólares de la época a nivel nacional, según CRED (Center for Research of Epidemiology on the Disasters, 1995). A nivel ambiental tuvo efectos sobre la calidad físico-química del agua en ríos y embalses así como impactos ambientales derivados de la alteración del régimen hídrico, como pueden ser cambios en la geomorfología de los cauces, modificación de ecosistemas, migración de especies, etc.

Entre los **años 2004 y 2007** la mayor parte de España se vio nuevamente afecta por un episodio de sequía generalizada que conllevó graves problemas de escasez. Las precipitaciones fueron particularmente escasas en el año hidrológico 2004/05 y su impacto se arrastró hasta el año 2006/07 que ya ofreció valores de año húmedo. Las áreas de aportación más afectadas en la cuenca hidrográfica del Tajo fueron casi todas, a excepción de algunas situadas principalmente en la parte noroeste de la cuenca (Figura 21). (Promedio para los dos años de sequía de la reducción porcentual respecto de la aportación media de la serie histórica >50%).

Los efectos socioeconómicos de esta sequía pueden calificarse de moderados, gracias a la situación de reservas en embalses al comienzo del año hidrológico 2004-05 y a las aportaciones recibidas en los meses de octubre y noviembre de 2004 y en la primavera de 2006. Por ello, el año 2004-05 se pudo superar sin restricciones importantes en los abastecimientos y con restricciones moderadas en los regadíos. La producción hidroeléctrica del año 2004-05 fue también menor de la correspondiente al año medio. Los embalses hidroeléctricos produjeron un 30% menos que el año anterior. La calidad de las aguas también se vio afectada por la sequía, especialmente en parámetros como la temperatura y la conductividad, que aumentaron.

3) Sequías registradas a partir de la aprobación del primer plan especial de sequía (2007)

En el año 2007-2008 se produjo un episodio de sequía, cuyas áreas de aportación más afectadas fueron principalmente las situadas en la mitad sur de la cuenca (Figura 21) (promedio para los dos años de sequía de la reducción porcentual respecto de la aportación media de la serie histórica >50%):

Se produjo una reducción porcentual respecto de la aportación media de un 37.36%, y en 2008/09 una reducción porcentual respecto de la aportación media de un 57.38%. Ambas están referidas a la

BOCM-20240115-10

serie histórica de 1980/81 a 2010/11. El promedio para los dos años de sequía sería de un -47.37%. La escasez de precipitaciones fue más acusada en el año 2008/09. En las regiones más afectadas se ocasionaron impactos típicos como la reducción de suministros para riego, y como consecuencia una disminución de la producción agrícola, o la reducción en la producción de energía hidroeléctrica.

A partir del año hidrológico 2007/08 no se puede afirmar que se hayan producido eventos significativos de sequía que afectasen al conjunto de la cuenca, sino que se han visto concentrados en la zona de cabecera, afectando al funcionamiento del trasvase Tajo-Segura. Por su parte, el Tajuña se ha encontrado en distintos estadios de escasez coyuntural, tanto en prealerta como en alerta, con tres meses consecutivos en emergencia a principios de 2008 y a finales de 2017. El resto de la cuenca ha estado fundamentalmente en normalidad con episodios esporádicos de escasez coyuntural, sin que se haya llegado a alcanzar en ninguna UTE la emergencia. La única excepción la constituye el río Salor, si bien no se considera suficientemente significativa para que condicione un pronunciamiento sobre el conjunto de la cuenca.

Recientemente, en 2019 han vuelto a darse condiciones de sequía acentuada, que se suman a los efectos de la sequía de años pasados, más patentes en zonas de peores condiciones edáficas o repobladas. Con diferencia, ha sido el principal factor de defoliación durante 2019, muy por encima de los que se pueden achacar al resto de agentes, tanto bióticos como abióticos.

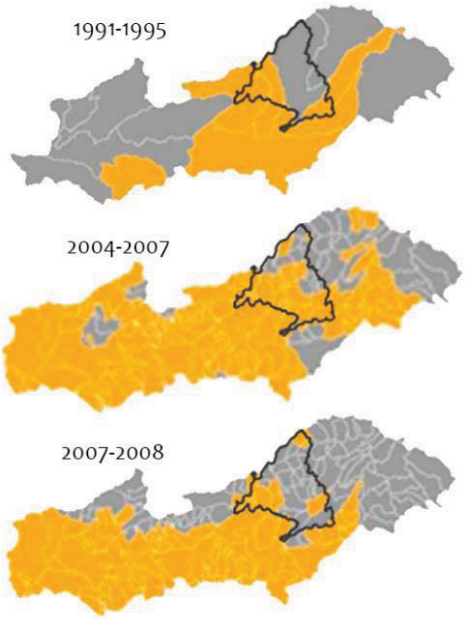


Figura 13: Zonas hidrológicas afectadas por periodos de sequía en la Cuenca Hidrográfica del Tajo.
Fuente: Adaptado del Plan Especial de Sequías, Demarcación Hidrográfica del Tajo, 2018.

El Plan Especial de Sequías de la CH del Tajo de 2018 establece un sistema de indicadores y de diagnóstico que se configura por comparación con una serie de datos de referencia, que se extiende desde octubre de 1980 a septiembre de 2012 y que se irá ajustando progresivamente con cada actualización sexenal del plan especial. La evolución climática registrada y sus efectos en las variables de diagnóstico quedan integrados en el sistema. En particular, el *Plan Especial de Sequía* contempla lo recogido por la Oficina Española de Cambio Climático (OECC) sobre posibles escenarios y tiene en consideración las conclusiones de los estudios llevados a cabo por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX en 2012 y, más recientemente, en 2017.

BOCM-20240115-10

En épocas de sequía en la Comunidad de Madrid, como en el caso de las expuestas en el registro histórico, las aguas subterráneas suponen un recurso estratégico ya que aportan aproximadamente un tercio de los recursos hídricos totales de territorio, pudiendo alcanzar hasta 90hm^3 por año de explotación. Tres de las masas de agua subterránea que conforman la Región, localizadas en el sector central, son de importancia estratégica para el abastecimiento en épocas de sequía mediante los campos de pozos incluidos en el sistema de explotación del Canal de Isabel II. En la Figura 14 se representan las masas de agua subterránea de la Comunidad de Madrid y zonas vulnerables y la Tabla 11 recoge un listado de las mismas.

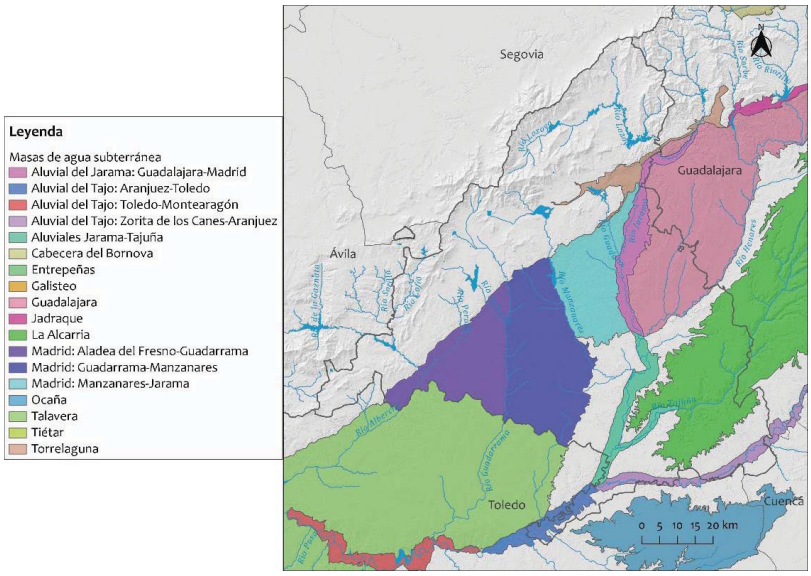


Figura 14. Masas de agua subterránea en el ámbito de la Comunidad de Madrid.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la CH Tajo.

Tabla 11. Masas de agua.
Fuente: Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones en la Comunidad de Madrid (INUNCAM).

CÓDIGO	MASA DE AGUA	ÁREA (KM^2)	HORIZONTE	ACUÍFERO
ES030MSBT030.004	Torrelaguna	146.17	Horizonte único	Carbonatado Mesozoico
ES030MSBT030.006	Guadalajara	1,873.50	Horizonte único	Detrítico Terciario
ES030MSBT030.007	Aluviales Jarama- Tajuña	207.01	Horizonte único	Aluvial Cuaternario
ES030MSBT030.008	La Alcarria	2,552.69	Horizonte único	Carbonatado Terciario
ES030MSBT030.010	Madrid: Manzanares- Jarama	538.59	Horizonte único	Detrítico Terciario
ES030MSBT030.011	Madrid: Guadarrama-Manzanares	895.91	Horizonte único	Detrítico Terciario
ES030MSBT030.012	Madrid: Aldea del Fresno-Guadarrama	573.59	Horizonte único	Detrítico Terciario
ES030MSBT030.013	Aluvial del Tajo: Zorita de los Canes- Aranjuez	201.97	Horizonte único	Aluvial Cuaternario

BOCM-20240115-10

CÓDIGO	MASA DE AGUA	ÁREA (KM²)	HORIZONTE	ACUÍFERO
ES030MSBT030.017	Aluvial del Tajo: Aranjuez-Toledo	147.81	Horizonte único	Aluvial Cuaternario
ES030MSBT030.024	Aluvial del Jarama: Guadalajara-Madrid	228.74	Horizonte único	Aluvial Cuaternario

BOCM-20240115-10

4.1.5. Incendios

Según el informe *"Impactos y riesgos derivados del cambio climático en España"* (Sanz y Galán, 2021), considerando los posibles efectos climáticos en los incendios forestales en un escenario de cambio climático RCP 8.5, los modelos predicen incluso a corto plazo, un mayor riesgo de incendio en prácticamente toda la Península Ibérica. Aunque existe cierta incertidumbre sobre la magnitud del efecto climático, sí hay certidumbre sobre la causalidad en el aumento de incendios forestales debidos a cambios en el clima en todo el Mediterráneo.

Estas predicciones consideran que el cambio climático implica cambios en las características del combustible (humedad variable, efectos de sequía, velocidad de disparo potencial propagación), pero no consideran otros factores que podrían modificar la gravedad de los efectos (por ejemplo, cambios en la ignición de los rayos) lo que podría alterar significativamente la actividad del fuego en algunos casos.

Se consideran en este punto los incendios forestales como "fuegos que se extienden sin control sobre combustibles forestales situados en el monte, y tendrán dicha consideración también, los que se produzcan en las áreas adyacentes al monte o de transición con otros espacios urbanos o agrícolas", de acuerdo a la definición del *Plan Especial de Protección Civil de Emergencia por Incendios Forestales en la Comunidad de Madrid (INFOMA)* aprobado por Decreto 59/2017, de 6 de junio, del Consejo de Gobierno.

Los terrenos forestales ocupan 442.416 hectáreas en la Comunidad de Madrid, es decir, el 55% de su territorio. Esta superficie forestal se distribuye en monte arbolado (29%) y monte desarbolado (26%) de la siguiente manera (Tabla 12):

Tabla 12. Clasificación de los terrenos forestales en la Comunidad de Madrid 2019 (Fuente: Diagnóstico Ambiental 2020 de la Comunidad de Madrid.).

CLASIFICACIÓN TERRENOS FORESTALES EN LA COMUNIDAD DE MADRID 2019(1)		
Clasificación	Superficie forestal (ha)	%
Monte arbolado (FCC ≥ 10%) (1):		
Monte arbolado denso (FCC < 20%)	164,565	21%
Monte arbolado ralo (10 ≤ FCC < 20%)	67,653	8%
Total Monte arbolado	232,218	29%
Monte desarbolado (FCC < 10%) (1):		
Monte desarbolado con arbolado disperso (5 ≤ FCC < 10%)	58,960	7%
Monte desarbolado (FCC < 5%)	151,238	19%
Total Monte desarbolado	210,198	26%
Total terreno forestal	**442,416**	**55%**
Total terreno no forestal	**360,262**	**45%**
Total superficie Comunidad de Madrid	**802,678**	**100%**

Notas (1): Los datos se han obtenido del Mapa del Terreno Forestal de la Comunidad de Madrid, y se han generado a partir de la FCC (fracción de cabida cubierta) arbolada de las teselas, recalculada con la información Lidar 2016. Se han seguido los criterios de clasificación de monte arbolado/ desarbolado y distribución de la FCC utilizada por el Ministerio para la Transición Ecológica en el Anuario estadístico y en el IFN4 (Cuarto Inventario Forestal Nacional).

La superficie forestal de la Comunidad de Madrid supone prácticamente el 60 % de la superficie total siendo las formaciones más abundantes los pastizales, los encinares de diferentes densidades y los cultivos forestales monoespecíficos o mezclados de coníferas o frondosas. La reducción significativa de las actividades agrícolas, forestales y ganaderas tradicionales ha tenido un importante impacto

BOCM-20240115-10

ambiental sobre el medio natural de la Región, incrementando exponencialmente la cantidad de combustible del territorio forestal. En el análisis de condicionantes del riesgo, al tratarse de un territorio tan poblado, se deben considerar además de estos factores físicos, los factores socioeconómicos y la alta densidad de las infraestructuras. Los valores naturales de la Comunidad se ven refrendados por diversas figuras de protección, destacando sobre todas el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama y en un segundo nivel de protección, tres Parques Regionales.

La gestión forestal en la Comunidad de Madrid se encuentra regulada por la *Ley 16/1995, Forestal y de Protección de la Naturaleza* por la que se aprueba el *Plan Forestal de la Comunidad de Madrid* con un horizonte de 20 años (2000-2019), para la conservación y mejora de masas forestales, la potenciación de su crecimiento y la ordenación de sus recursos. *El Plan Forestal de la Comunidad de Madrid* presenta como principales objetivos los siguientes:

Incremento de la cubierta vegetal mediante forestación de terrenos desarbolados, fundamentalmente sobre aquellos que presentan problemas de erosión.
Restauración de las áreas degradadas.
Mejora de las zonas arboladas donde pueden introducirse especies autóctonas para favorecer la creación de bosques mixtos.
Conservación y mejora de las cubiertas vegetales suficientemente maduras.

Además, el Plan comprende 10 programas relativos a:

Forestación y restauración de las cubiertas vegetales.
Protección hidrológico-forestal.
Defensa de los montes contra incendios y plagas forestales.
Protección de los espacios naturales de especial interés.
Protección y manejo de la fauna silvestre.
Uso público recreativo y educación ambiental.
Ordenación y fomento de aprovechamiento múltiple, racional y sostenible de los recursos forestales.
Investigación ecológico-forestal.
Participación social y desarrollo socio-económico.
Industrialización de los productos forestales.

A nivel estatal, la gestión forestal está regulada con el *Plan Estatal de Protección Civil para Emergencias por Incendios Forestales de 2014*. En este contexto, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación publica las *Orientaciones Estratégicas para la Gestión de Incendios Forestales en España* (Comité de lucha contra Incendios Forestales, 2019), a fin de reducir los impactos y vulnerabilidad ante los efectos, sociales, económicos y ambientales originados por los incendios forestales. En este documento realiza una serie de recomendaciones siguiendo 4 líneas de acción prioritarias:

- Objetivo 1: Gestionar el territorio rural para lograr su sostenibilidad ante los incendios forestales.
- Objetivo 2: Reducir el riesgo de incendio forestal y preparar a los ecosistemas y la sociedad ante su ocurrencia.
- Objetivo 3: Involucrar en la gestión del riesgo de incendios forestales a políticas sectoriales estratégicas.
- Objetivo 4: Adaptar los dispositivos de defensa contra incendios a los nuevos escenarios y reforzar la cooperación entre ellos.

Con la finalidad de reducir los efectos de incendios forestales en la Comunidad de Madrid y en concepto de prevención, se aprueba por Decreto 59/2017 el Plan Especial de Emergencias por Incendios Forestales de la Comunidad de Madrid (INFOMA), que se encuentra en el marco europeo

BOCM-20240115-10

de prevención, *Nueva Estrategia de la Unión Europea a favor de los Bosques y el Sector Forestal*, que recoge la Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, El Consejo, El Comité Económico y Social Europeo y el Comité de Las Regiones de 2013 (COM /2013/ 0659 final), cuyas recomendaciones se recogen en el Plan Especial. Cabe destacar en este sentido, la reciente elaboración de la *Nueva Estrategia Europea en favor de los Bosques para 2030* (Comisión Europea, 2021) en la que se recogen los lineamientos que debe seguir la nueva normativa, incluyendo la prevención de los incendios forestales.

El análisis de riesgos desarrollado para la aprobación del Plan Especial de Emergencias por Incendios Forestales de la Comunidad de Madrid establece las zonas de peligro, vulnerabilidad y Alto Riesgo, además de las épocas de peligro que se ajustan a las condiciones meteorológicas del momento. El Plan considera tres tipos de situaciones de peligro de incendios forestales, las cuales quedan definidas de la siguiente manera:

- Época de peligro alto: Desde el 15 de junio hasta el 30 de septiembre.
- Época de peligro medio: Del 16 de mayo al 14 de junio y del 1 al 31 de octubre.
- Época de peligro bajo: Del 1 de noviembre al 15 de mayo.

En la Comunidad de Madrid, el análisis de peligro de los incendios forestales se realiza en base un índice de peligro local, referido a cada término municipal. Existe riesgo de incendio forestal en todos sus municipios al existir superficie forestal en todos ellos según el Mapa Forestal de la Comunidad de Madrid, pero este riesgo es mayor en determinados municipios que se han venido a definir como **zonas de alto riesgo de incendio forestal (ZAR),** considerando su peligrosidad y vulnerabilidad. Los municipios definidos como Zonas de Alto Riesgo de incendio forestal son 59 (ver Figura 15 y Tabla 14).

Así mismo, se presenta también el registro histórico de incendios forestales junto con la superficie afectada en la Comunidad de Madrid desde 1985 (ver Figura 16 y Tabla 15).

BOCM-20240115-10

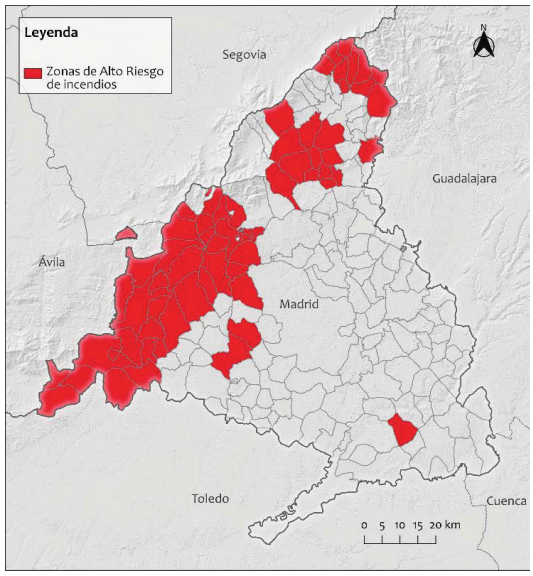


Figura 15. Municipios definidos como Zona de Alto Riesgo de Incendio según el Plan Especial de Emergencias por Incendios Forestales de la Comunidad de Madrid (INFOMA) de 2017.

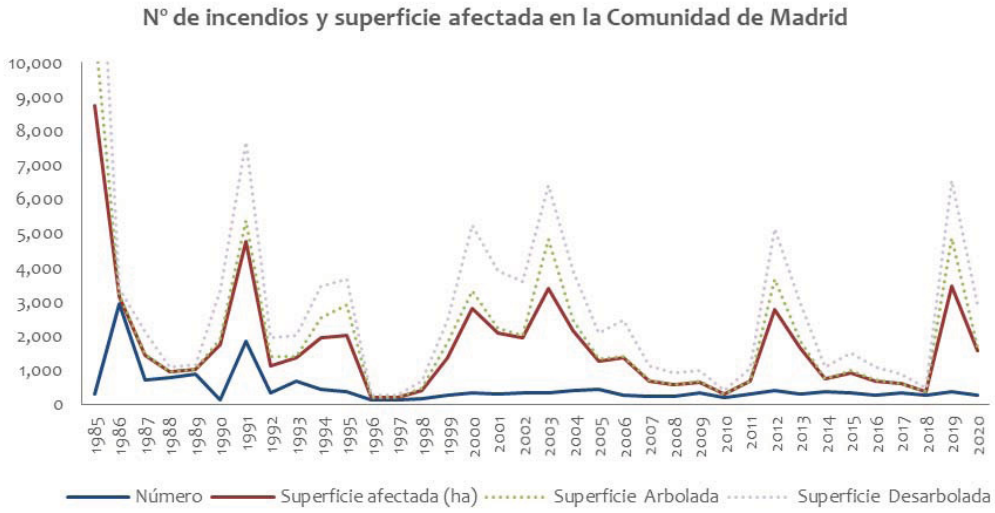


Figura 16. Número de incendios y superficie afectada [ha]en la Comunidad de Madrid.
Fuente: elaboración propia a partir de los datos del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid.

BOCM-20240115-10

Tabla 13. Municipios definidos como Zona de Alto Riesgo de Incendio según el Plan Especial de Emergencias por Incendios Forestales de la Comunidad de Madrid (INFOMA) de 2017

MUNICIPIOS	
1 Acebeda, La	31 Molinos, Los
2 Aldea del Fresno	32 Montejo de la Sierra
3 Alpedrete	33 Moralzarzal
4 Becerril de la Sierra	34 Navacerrada
5 Boadilla del Monte	35 Navalafuente
6 Boalo, El	36 Navalagamella
7 Bustarviejo	37 Navas del Rey
8 Cabanillas de la Sierra	38 Patones
9 Cabrera, La	39 Pelayos de la Presa
10 Cadalso de los Vidrios	40 Prádena del Rincón
11 Canencia de la Sierra	41 Puebla de la Sierra
12 Cenicientos	42 Redueña
13 Chapinería	43 Robledo de Chavela
14 Collado Mediano	44 Robregordo
15 Collado Villalba	45 Rozas de Madrid, Las
16 Colmenar de Arroyo	46 Rozas de Puerto Real
17 Colmenarejo	47 San Lorenzo del Escorial
18 Escorial, El	48 San María de la Alameda
19 Fresnedillas de la Oliva	49 San Martín de Valdeiglesias
20 Galapagar	50 Somosierra
21 Garganta de los Montes	51 Torredolones
22 Guadarrama	52 Valdelaguna
23 Hiruela, La	53 Valdemanco
24 Horcajo de la Sierra	54 Valdemaqueda
25 Horcajuelo de la Sierra	55 Valdemorillo
26 Hoyo de Manzanares	56 Venturada
27 Lozoya del Valle	57 Villa del Prado
28 Lozoyuela-Navas-.Sieteiglesias	58 Villaviciosa de Odón
29 Madarcos	59 Zarzalejo
30 Miraflores de la Sierra	

BOCM-20240115-10

Tabla 14. Registro histórico de incendios forestales en la Comunidad de Madrid desde 1985 (Fuente: Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid).

FECHA	NÚMERO	SUPERFICIE AFECTADA (ha)	ARBOLADA	DESARBOLADA
1985	282	8,450	2,301	6,149
1986	2.933	222	61	161
1987	706	706	56	650
1988	790	140	32	108
1989	872	132	24	108
1990	135	1,595	181	1,414
1991	1.837	2,925	602	2,323
1992	319	813	250	563
1993	673	670	52	618
1994	422	1,511	604	907
1995	354	1,652	893	759
1996	108	74	22	52
1997	117	68	10	58
1998	167	244	41	203
1999	263	1,102	442	660
2000	339	2,457	516	1,941
2001	294	1,801	125	1,676
2002	314	1,631	70	1,561
2003	324	3,047	1,440	1,607
2004	379	1,768	311	1,457
2005	427	825	66	759
2006	271	1,095	29	1,066
2007	230	450	10	440
2008	223	339	4	335
2009	327	325	16	309
2010	179	101	1	101
2011	294	378	1	377
2012	398	2,366	886	1,480
2013	286	1,334	212	1,122
2014	363	364	1	363
2015	337	587	46	541
2016	271	409	9	400
2017	344	259	10	248
2018	255	102	3	100
2019	364	3,088	1,407	1,681
2020	242	1,327	100	1,227

Atendiendo al número de hectáreas de superficie afectadas por el incendio, se clasifican en la Comunidad de Madrid como “grandes incendios” los mayores de 100 ha, a pesar de que en el resto del Estado no se consideran como tales, hasta que no afectan a más de 500 ha. En el periodo 2006-2015 sólo un 0.03% de los episodios totales de incendios en la Región han sido grandes incendios (Tabla 15):

BOCM-20240115-10

Tabla 15. Incidencia de los grandes incendios en la Comunidad de Madrid en el decenio 2006-2015 Fuente: Informe Los Incendios Forestales en España Decenio 2006-2015, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Número siniestros	Número de grandes incendios	% Grandes incendios	Superficies afectadas (ha)			Superficie afectada por grandes incendios (ha)			% Superficie afectada por grandes incendios		
			Arbolada	No arbolada	Forestal	Arbolada	No arbolada	Forestal	Arbolada	No arbolada	Forestal
2909	1	0.03%	1,207	6,153	7,360	751	737	1,488	62%	12%	20%

En aras a mejorar los índices de fuego, las predicciones sobre su comportamiento, y la seguridad de las personas y la prevención, el Servicio de Incendios Forestales trabajó en el 2018 en las siguientes líneas.

Mejora en los procedimientos de toma de la humedad del combustible vivo, en colaboración con el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA).
Colaboración con CYII al objeto de utilizar sus tecnologías en la detección de incendios forestales.
Grabación de varias áreas cortafuegos de la Zona Norte de la Comunidad de Madrid mediante el uso de drones, documentando la evolución de la estructura de prevención, al objeto de facilitar al operativo de los parques la situación y estado de estas infraestructuras en caso de que sean necesarias en una posible extinción.
Uso de Drones para estudiar la relación entre el contenido de Humedad Real de la vegetación y las imágenes en Infrarrojo obtenidas con la cámara multiespectral instalada en el dron.
Plan de Modernización de la Red de detección automática.

La "*Memoria de 2019"* (Cuerpo de Bomberos de la Comunidad de Madrid, 2019) recoge la actividad distintas tareas realizadas desde el Servicio de Incendios Forestales que se realizan antes y durante la campaña de alto riesgo de incendios forestales, entre las que se encuentran:

Cálculo de las cuencas visuales de nuevas ubicaciones de puestos de vigilancia
Cálculo y mantenimiento de isócronas de recursos terrestres y aéreos
Adecuación de accesos a puestos de vigilancia mediante reparación de la capa de rodadura y desbroce de márgenes.
Ubicación y mantenimiento de aseos químicos (El Mojón y Matamora, 1,297.63 €)
Limpieza y desinsectación de los 34 puestos de vigilancia fija (4,646.40 €)
Limpieza y desinsectación durante toda la campaña de las 19 estancias de PIF y PIR
Mejoras y adaptaciones en las instalaciones de los PIF Una vez iniciada la campaña de alto riesgo de incendios:
Seguimiento de la actividad de las cosechadoras, como fuente potencial de provocar incendios, en colaboración con el Cuerpo de Agentes Forestales.
Realización de perímetros de incendios con imágenes satelitales y valoración de la severidad de los mismos.
Boletín de Riesgo diario por incendio de vegetación que incluye dificultad de extinción DEX
Elaboración de planimetrías valoraciones económicas de incendios forestales solicitadas por la autoridad judicial. Además, se colaboró de forma activa con distintos medios de comunicación para divulgar y concienciar en materia de prevención de incendios forestales.

La inversión de los trabajos preventivos de incendios forestales recogida en el documento se presenta en la Tabla 16:

Tabla 16. Inversión realizada por el Cuerpo de Bomberos de la Comunidad de Madrid en trabajos preventivos de incendios forestales años 2014-2019. Fuente: Memoria 2019 del Cuerpo de Bomberos de la Comunidad de Madrid.

TRABAJOS PREVENTIVOS DE INCENDIOS FORESTALES	2014	2015	2016	2017	2018	Media 2014-2018	2019	Uds

BOCM-20240115-10

Trabajos preventivos Retenes Forestales			1,174.90	1,161.30	1,178.40	771.84	1,328.10	1,210.70	1,115.61	ha
Gastos menores	Desbroces		413.92	305.04	43.12	643.69	59.38	205.37	56.72	ha
	Pistas		41.99	0	-	11.06	5.49	15.83	20	km
	Mantenimiento Puntos de Agua		63	18	16	10	10	27	14	ud
Maquinaria pesada	Decapados cortafuegos	Bulldozer	65.21	181.02	153.83	144	157.56	139.4	170.82	km
		Motoniveladora	21.32	168.81	104.23	104.29	101.52	98.97	139.18	km
		Gradas	98.66	92.41	95.71	86.92	94.09	95.22	101.27	km
	Desbroces		0	0	-	-	-	0	0	ha
	Pistas		42.76	24.46	14.71	65.05	30.25	28.05	9.6	km
	Pasos de agua, badenes, escolleras…		4	3	13	19	19	7	1	ud
Pastoreo preventivo	Superficie pastoreada		620.67	735.11	875.99	1,076.23	1,076.23	743.92	2,699.79	ha
	Explotaciones ganaderas		21	19	23	35	0	16	54	ud

BOCM-20240115-10

4.2. Clima histórico y proyecciones

El grado de variabilidad climática condiciona el nivel de amenaza a considerar para periodos futuros. En este sentido resulta primordial realizar un análisis de la evolución del clima histórico y sus posibles tendencias bajo escenarios de cambio climático.

En la elaboración de este análisis se han utilizado las proyecciones de precipitación y temperatura del conjunto de datos Euro-CORDEX disponibles en el Visor de Escenarios de Cambio Climático de AdapteCCa[113] (http://escenarios.adaptecca.es). El visor, desarrollado en el marco del PNACC, está orientado a facilitar la consulta de proyecciones regionalizadas de cambio climático para España, realizadas a partir de las proyecciones globales del Quinto Informe de Evaluación del IPCC. A su vez, Euro-CORDEX es la rama europea de la iniciativa internacional CORDEX (Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment; https://cordex.org), que coordina la producción de escenarios regionales de Cambio Climático en todo el planeta utilizando modelos regionales del clima.

De los productos disponibles en el visor de escenarios, se han empleado las proyecciones con dato diario generadas mediante técnicas de regionalización dinámica, que proporcionan resultados en una rejilla regular de 10 km de resolución, resultando en un total de 59 píxeles para el ámbito geográfico de la Comunidad de Madrid. En concreto, se han utilizado los datos en rejilla ajustados, ya que el ajuste solventa los problemas derivados de los sesgos de los modelos regionales del clima (que pueden diferir sistemáticamente de las observaciones). Este ajuste se consigue mediante la calibración de las salidas de los modelos con las observaciones reales en un período histórico. Las proyecciones utilizadas contemplan dos escenarios de emisión de uso habitual: uno moderado (RCP 4.5) y otro más pesimista (RCP 8.5), así como un escenario de referencia histórico (retroproyecciones). En conjunto, se han seleccionado los siguientes horizontes temporales de análisis:

- Histórico [1971-2000]
- Futuro cercano, horizonte 2030 [2011-2040]
- Futuro intermedio, horizonte 2060 [2041-2070]

En la Comunidad de Madrid el clima se define como Mediterráneo y se caracteriza por la existencia de parámetros climáticos con grandes contrastes y una estación estival de altas temperaturas y bajas precipitaciones. El clima de la Comunidad está fuertemente condicionado por su orografía. Variables climáticas como la circulación de los vientos, la temperatura y las precipitaciones están estrechamente influenciadas por barreras naturales como la Sierra de Guadarrama y la Sierra de Somosierra en el noroeste de Madrid. Estas formaciones geológicas impiden el paso hacia el interior de la Comunidad de los vientos que provienen del norte y noroeste, lo que provoca que se formen frentes nubosos en la vertiente norte de ambas sierras. Como consecuencia, existe un claro gradiente noroeste-sureste (*Figura 17*) en lo que a la pluviometría se refiere, que oscila desde una precipitación media anual de entre 2-3 mm/día (700-1100 mm/año) en la Sierra hasta los 1-1.3 mm/día (400-500 mm/año) de las zonas más bajas de la Comunidad. Este mismo gradiente se repite para el caso de la temperatura, pasando de una temperatura media anual de 7-8°C de la Sierra de Guadarrama a otra de 14-15°C en el Valle del Tajo.

[113] AdapteCCa, resultado de los trabajos del PNACC, es una plataforma que tiene como objetivo facilitar el intercambio y la consulta de información y promover la comunicación y el trabajo conjunto entre los principales agentes implicados en la adaptación. Proporciona una herramienta de gran valor para conocer los distintos marcos y acciones que se desarrollan a diferentes niveles de gestión competencial.

BOCM-20240115-10

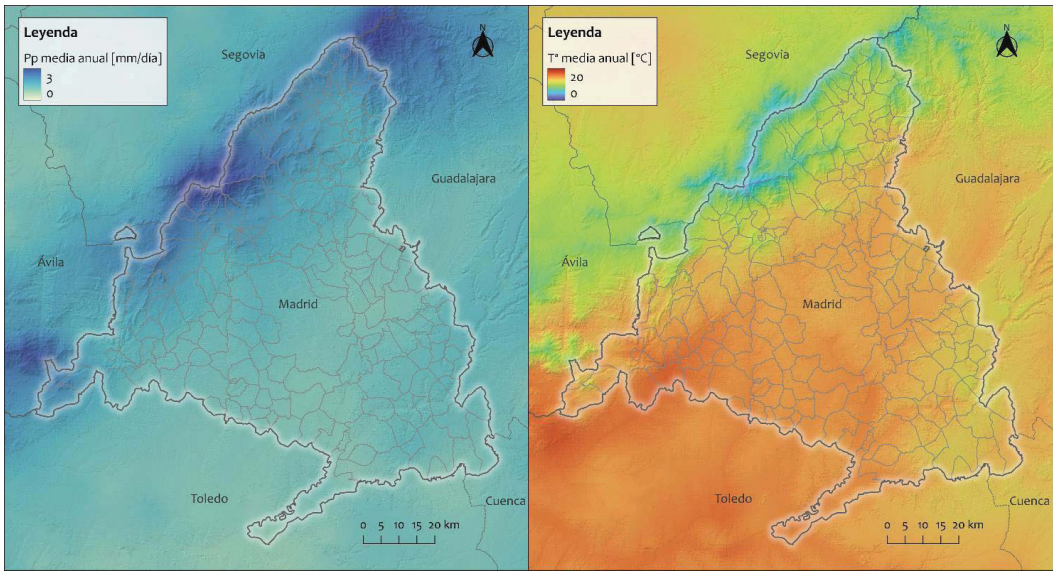


Figura 17: Gradientes de precipitación (izq.) y de temperatura (drcha.) media anual.
Fuente: elaboración propia a partir de datos del Atlas Climático Ibérico (1971-2000), AEMET(2011).

Las proyecciones climáticas caracterizan la evolución futura de los factores antropogénicos que afectan al sistema climático y constituyen un instrumento apropiado para analizar de qué manera influirán las fuerzas determinantes en el futuro. A continuación, se presentan los resultados promedio para la Comunidad de Madrid obtenidos tanto para el periodo histórico (retroproyecciones) como para los horizontes temporales futuros, que permiten observar cuál ha sido y será la evolución de los parámetros analizados en los diferentes periodos, a partir de los datos extraídos del visor de AdapteCCa (*Tabla 17*):

Tabla 17. Valores promedio de las variables climáticas precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima en la Comunidad de Madrid. Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de los escenarios de AdapteCCa.

Indicadores	Histórico	RCP4.5		RCP8.5	
		Horizonte 2030	Horizonte 2060	Horizonte 2030	Horizonte 2060
	1971-2000	2011-2040	2041-2070	2011-2040	2041-2070
Precipitación (mm/día)	1.38	1.36	1.31	1.36	1.27
Temperatura mínima (°C)	6.59	7.58	8.36	7.73	9.00
Temperatura máxima (°C)	18.62	19.84	20.78	19.98	21.53

La precipitación media diaria para el histórico se observa en 1.38 mm/ día, con un ligero descenso en todos los horizontes temporales futuros, especialmente en el horizonte 2060 del RCP 8.5, donde la precipitación llega a 1.27 mm/día. La temperatura mínima refleja un promedio de 6.59ºC en el histórico, con un aumento en los horizontes temporales futuros, superando los 7.5ºC en los horizontes 2030 de ambos escenarios de cambio climático, y llegando a un máximo de 9ºC en el horizonte 2060 del RCP 8.5. A su vez, para la temperatura máxima promedio observa en 18.62ºC en el histórico, con un aumento en los horizontes temporales futuros que alcanza los 21.53ºC en el horizonte 2060 del RCP 8.5.

Algunos de los municipios que reflejan un mayor descenso de la **precipitación**, con respecto al periodo histórico, son Guadarrama, Los Molinos, Cercedilla, Collado Mediano y San Lorenzo de El Escorial, Navacerrada o Rascafría. Se observa cómo el descenso de las precipitaciones será algo

BOCM-20240115-10

más acentuado en la zona de sierra de la Comunidad. Concretamente, Guadarrama presenta un descenso de 0.25 mm/día en comparación con el periodo histórico para el horizonte 2060 del RCP 8.5.

Por otro lado, se observa que los municipios que reflejan un mayor aumento de la **temperatura mínima**, con respecto al periodo histórico, son las Rozas de Puerto Real, Cenicientos, Cadalso de los Vidrios, Valdemaqueda y San Martín de Valdeiglesias. Se observa, entonces, como el ascenso de las temperaturas mínimas será más acentuado al sur de la Comunidad. Concretamente, Las Rozas de Puerto Real refleja el mayor aumento en las temperaturas mínimas en comparación con el periodo histórico, siendo éste de 1.24 ºC y 2.25ºC para los horizontes temporales 2030 y 2060, respectivamente, del RCP 4.5, y de 1.44ºC y 3.08 ºC para los horizontes temporales 2030 y 2060, respectivamente, del RCP 8.5. Por otro lado, el mayor aumento en las temperaturas.

En cuanto a la **temperatura máxima**, se observa como los municipios que reflejan un mayor aumento de la temperatura máxima con respecto al periodo histórico son Navacerrada, Guadarrama, Manzanares el Real, Collado Mediano y Rascafría. Puede decirse que el aumento de las temperaturas máximas tendrá un mayor impacto sobre los municipios de la zona de la sierra de la Comunidad. Concretamente, Navacerrada refleja el mayor aumento en las temperaturas máximas en comparación con el periodo histórico, siendo éste de 1.39 ºC y 2.44ºC para los horizontes temporales 2030 y 2060, respectivamente, del RCP 4.5, y de 1.56ºC y 3.28 ºC para los horizontes temporales 2030 y 2060, respectivamente, del RCP 8.5.

En resumen, las proyecciones analizadas indican un ligero descenso de las precipitaciones, así como un considerable aumento de las temperaturas a lo largo de todo el siglo XXI, acentuándose más hacia la segunda mitad de siglo. Sin embargo, y a pesar de la variación en las magnitudes de las variables analizadas, no se observa un cambio en los patrones de distribución o gradientes termopluviométricos a lo largo del territorio de la Comunidad de Madrid, como se deduce de la comparación de la Figura del periodo histórico con las siguientes de los periodos futuros (Figura 19, Figura 20 y Figura 21) para ambos escenarios de cambio climático.

BOCM-20240115-10

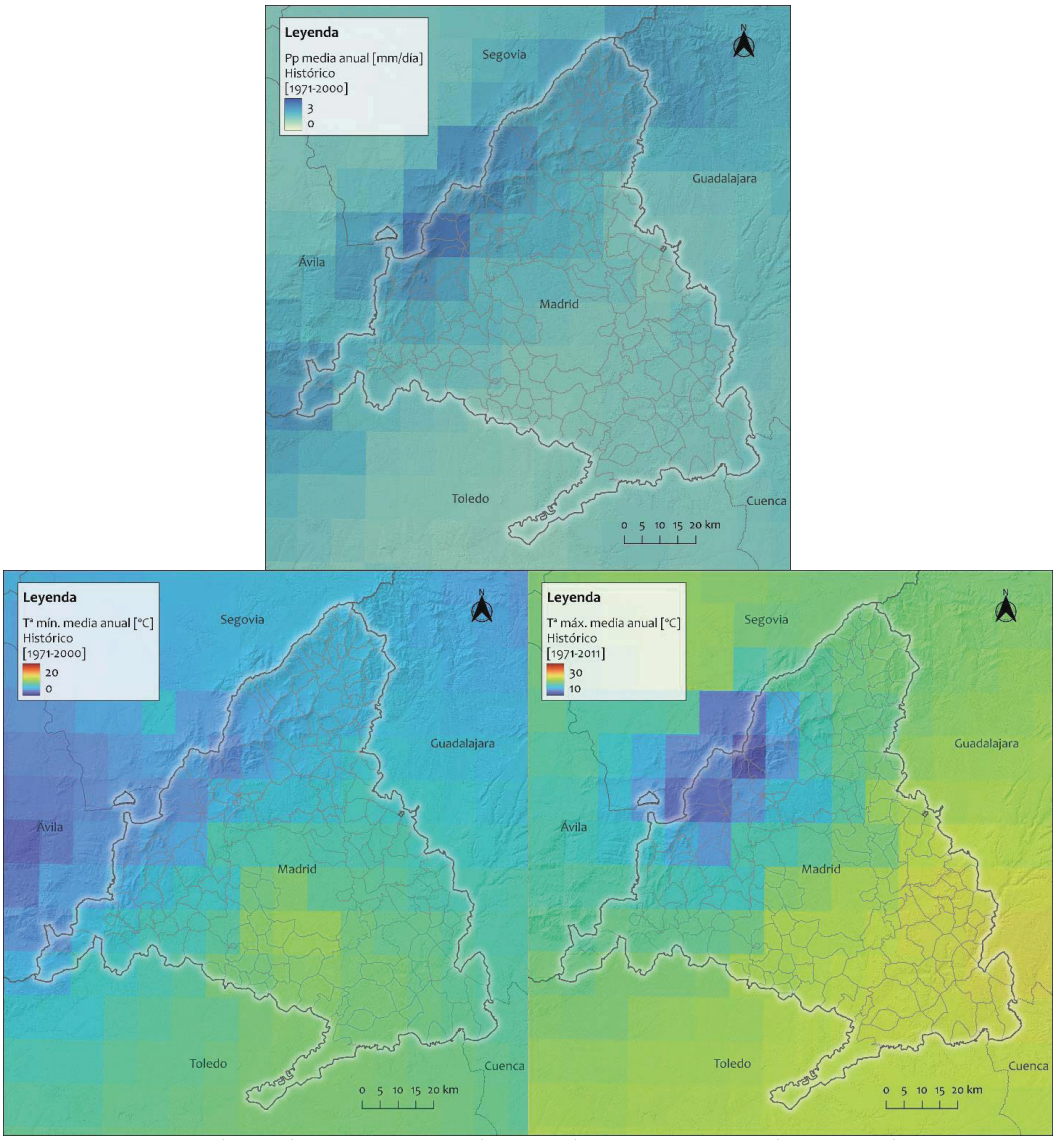


Figura 18: Precipitación (superior), temperatura mínima (inferior izq.) y temperatura máxima (inferior drcha.) media anual del histórico (1971-2000). Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de los escenarios de AdapteCCa.

BOCM-20240115-10

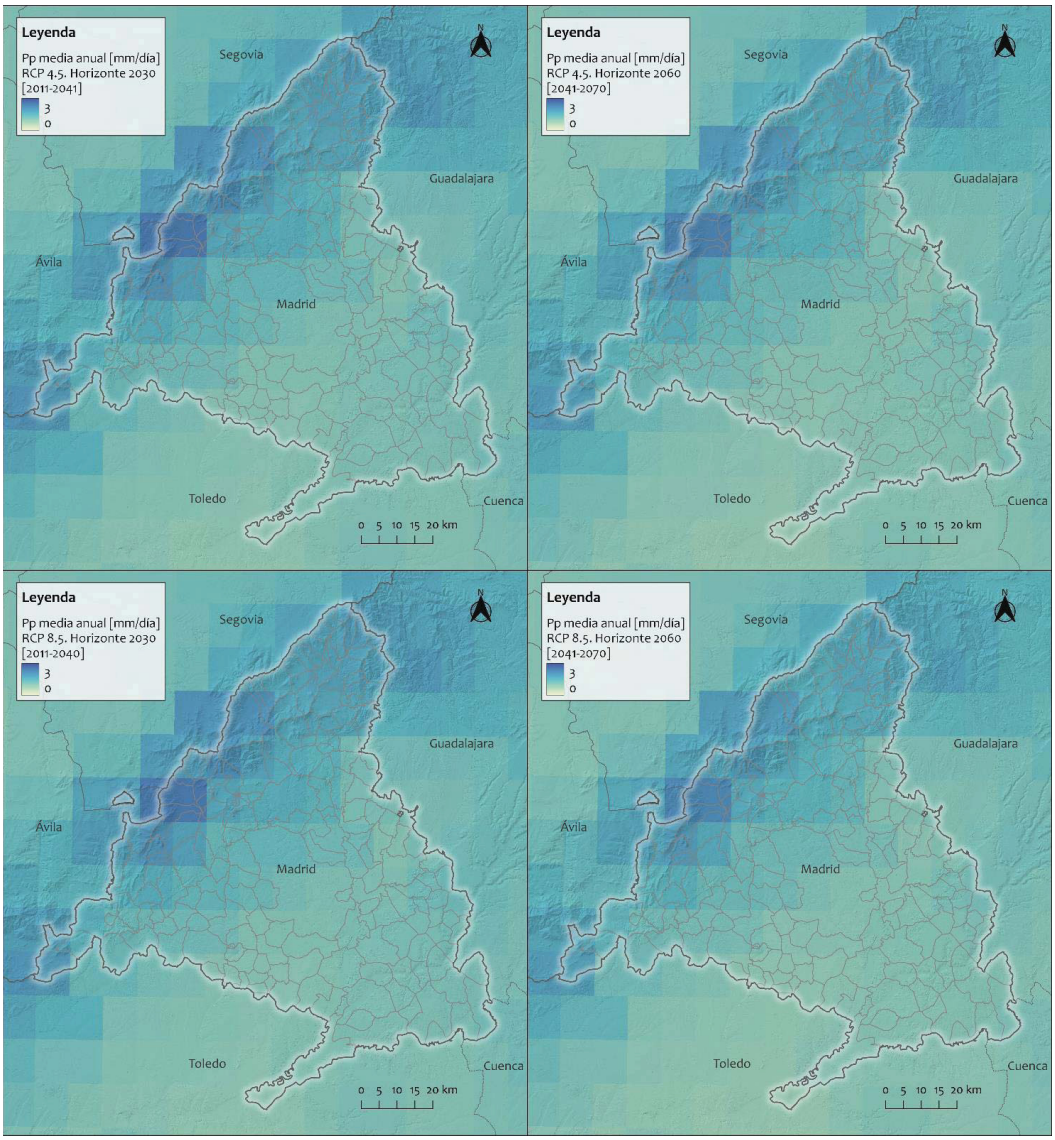


Figura 19 Precipitación media anual de los escenarios RCP 4.5 y 8.5 (horizontes 2030 y 2060).
Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de los escenarios de AdapteCCa.

BOCM-20240115-10

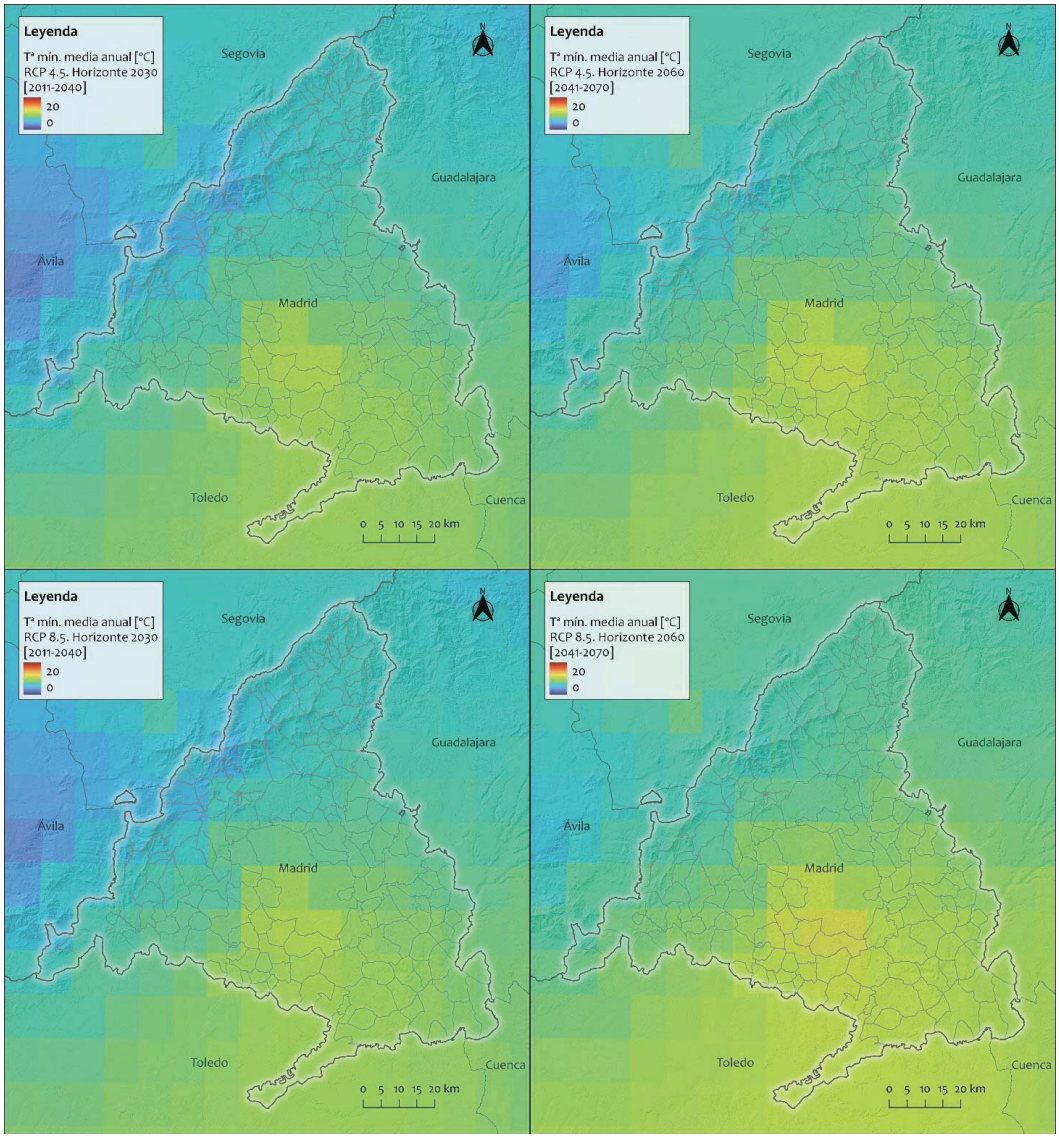


Figura 20: Temperatura mínima media anual de los escenarios RCP 4.5 y 8.5 (horizontes 2030 y 2060).
Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de los escenarios de AdapteCCa.

BOCM-20240115-10

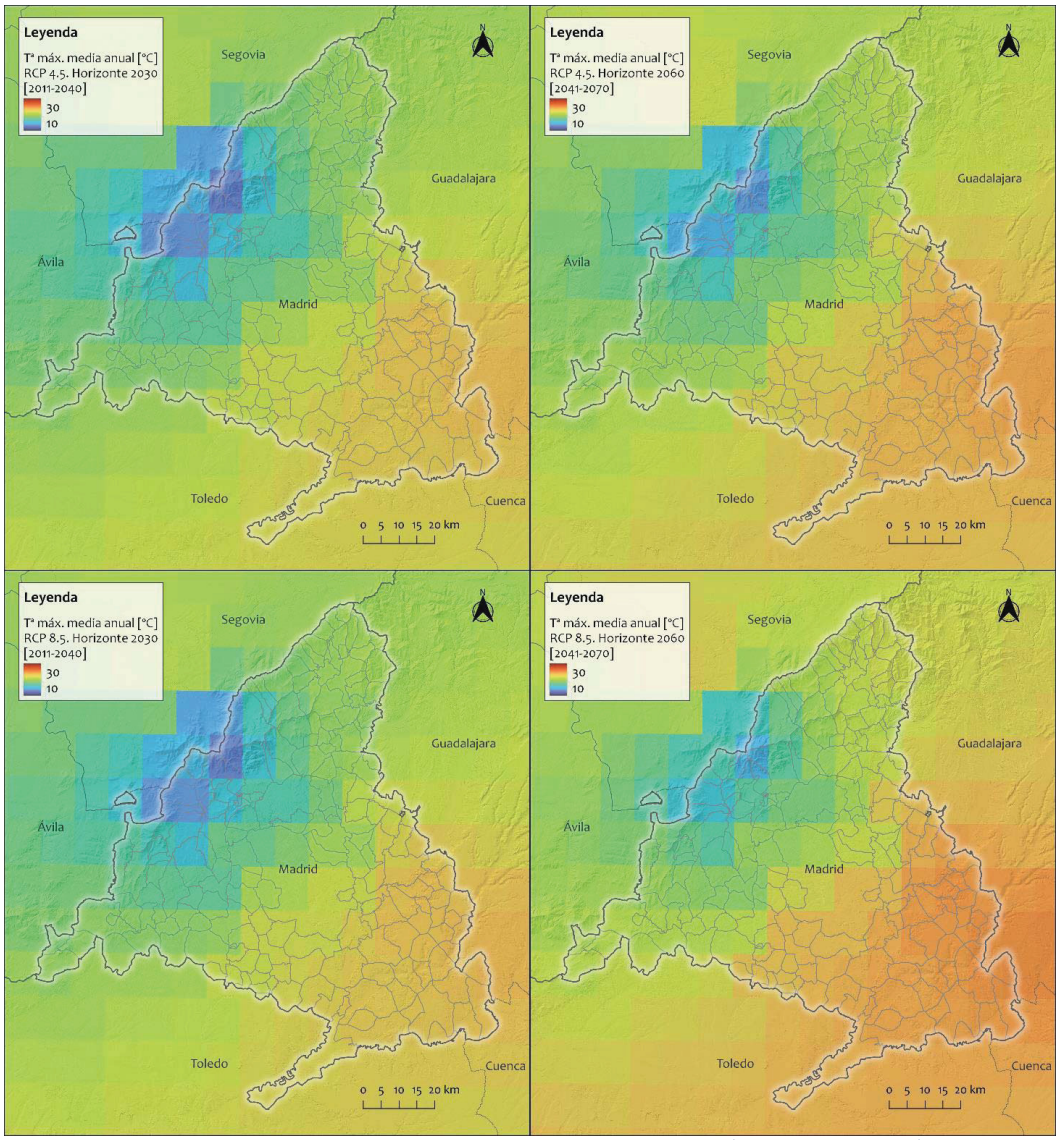


Figura 21: Temperatura máxima media anual de los escenarios RCP 4.5 y 8.5 (horizontes 2030 y 2060).
Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de los escenarios de AdapteCCa.

BOCM-20240115-10

A continuación, se presenta un análisis gráfico de las tendencias de las variables climáticas analizadas en cada uno de los periodos de estudio. Se utiliza una prueba no-paramétrica de tendencia, test de Mann-Kendall (Mann, 1945; Kendall, 1975), para determinar si existe o no una tendencia en los datos de series de tiempo. Si el p-valor de la prueba resulta significativo, se calcula la pendiente de Sen (Şen Z, 2012) para calcular la magnitud de la tendencia de la variable analizada.

En lo que a las **precipitaciones** se refiere, los análisis realizados para el conjunto de datos y periodos analizados (Figura 22), muestran cómo no existe una tendencia significativa en el periodo histórico ni en el escenario RCP 4.5, por lo que no se puede afirmar que haya un claro descenso en las precipitaciones a lo largo del periodo histórico, ni tampoco en los horizontes temporales futuros previstos en las proyecciones del RCP 4.5. Si bien sí se observa cierta tendencia en los horizontes temporales previstos por el escenario RCP 8.5, ésta es considerablemente pequeña (-0.003 mm/día). Como ya se ha comentado, la precipitación media anual del periodo histórico 1971-2000 se cifró en 1.38 mm/día. En el caso del RCP 4.5, las precipitaciones promedio estimadas se cifran en 1.36 mm/día para el periodo 2011-2040 y en 1.31 mm/día para 2041-2070. En el caso del RCP 8.5, las precipitaciones promedio estimadas se cifran en 1.36 mm/día para el periodo 2011-2040 y en 1.27 mm/día para 2041-2070.

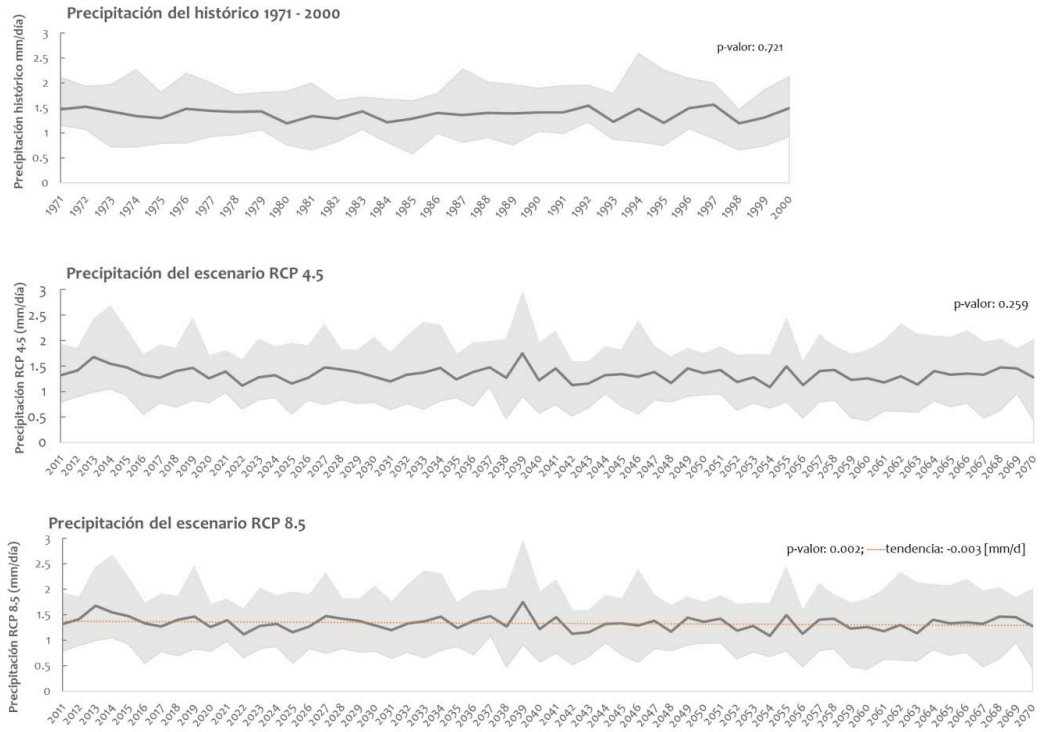


Figura 22. Evolución de la precipitación media diaria en la Comunidad de Madrid según periodo histórico (1971-2000) y escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5 de las proyecciones 2011-2040 y 2041-2070.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de los escenarios de AdapteCCa.

Las **temperaturas** muestran un incremento tanto de la mínima media anual como de la máxima media anual, tanto en el periodo histórico como en los horizontes 2030 y 2060 en los dos escenarios analizados (RCP 4.5 y RCP 8.5).

BOCM-20240115-10

La **temperatura mínima** (Figura 23) presenta una tendencia creciente y similar en magnitud, tanto para el periodo histórico como para los horizontes temporales del escenario RCP 4.5 (0.021ºC y 0.025ºC, respectivamente). La temperatura mínima media anual del periodo histórico 1971-2000 se cifró en 6.59°C. En el caso del RCP 4.5, las temperaturas mínimas promedio estimadas se cifran en 7.58°C para el periodo 2011-2040 y en 8.36°C para 2041-2070. En el caso del escenario RCP 8.5, esta tendencia se ve prácticamente duplicada (0.040ºC), alcanzando temperaturas notablemente más elevadas hacia final de periodo analizado. En este caso, las proyecciones analizadas cifran un promedio de 7.73°C y 9.0°C para los periodos 2011-2040 y 2041-2070, respectivamente.

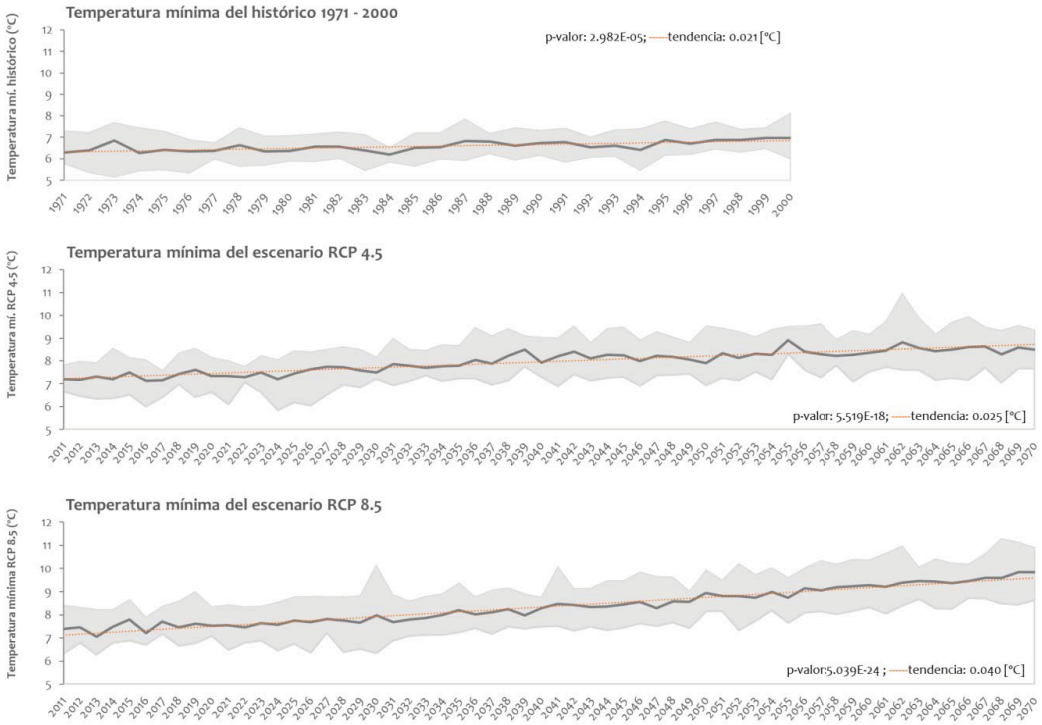


Figura 23. Evolución de la temperatura mínima anual media en la Comunidad de Madrid según periodo histórico (1971-2000) y escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5 de las proyecciones 2011-2040 y 2041-2070.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de los escenarios de AdapteCCa.

En lo que a **temperaturas máximas** se refiere (Figura 24), los escenarios considerados también muestran una tendencia por la que las temperaturas tienden a incrementarse en los escenarios analizados. Del mismo modo que para las temperaturas mínimas, se observa una tendencia creciente y similar en magnitud, tanto para el periodo histórico como para los horizontes temporales del escenario RCP 4.5 (0.027ºC y 0.030ºC, respectivamente). La temperatura máxima media anual del periodo histórico 1971-2000 se cifra en 18.62°C. En el caso del RCP 4.5, las temperaturas mínimas promedio estimadas se cifran en 19.84°C para el periodo 2011-2040 y 20.78°C para 2041-2070. En el caso del escenario RCP 8.5, esta tendencia se ve nuevamente prácticamente duplicada (0.051ºC), alcanzando temperaturas notablemente más elevadas hacia final de periodo analizado. En este caso, las proyecciones analizadas cifran un promedio de 19.98°C y 21.53°C para los periodos 2011-2040 y 2041-2070, respectivamente.

BOCM-20240115-10

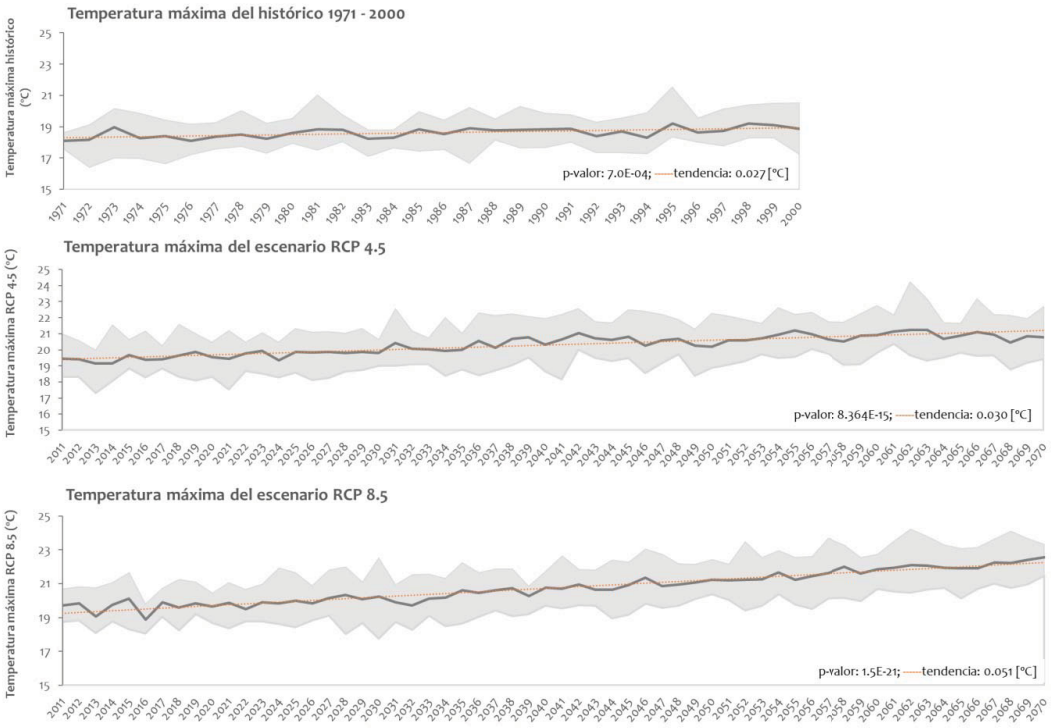


Figura 24. Evolución de la temperatura máxima anual media en la Comunidad de Madrid según periodo histórico (1971-2000) y escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5 de las proyecciones 2011-2040 y 2041-2070.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de los escenarios de AdapteCCa.

BOCM-20240115-10

4.3. Indicadores climáticos y proyección de amenazas

Para caracterizar la evolución temporal de las principales amenazas descritas en el apartado0, resulta preciso analizar la evolución temporal de una serie de indicadores climáticos, entre los definidos por el Panel de Expertos en Detección e Índices de Cambio Climático (ETCCDI, por sus siglas en inglés). La Tabla 18 recoge los indicadores empleados en este análisis y la Tabla 19 la evolución de los valores medios de los indicadores utilizados para el conjunto de la Comunidad de Madrid, y los horizontes temporales y escenarios de estudio.

Tabla 18. Indicadores climáticos utilizados en la caracterización de las amenazas.

AMENAZA	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	FUENTE
Olas de calor	Duración máxima de olas de calor	Duración máxima de una ola de calor en un periodo de tiempo. Una ola de calor se define como al menos 5 días consecutivos con temperaturas máximas por encima del percentil 90 de un periodo climático de referencia	Días	AdapteCCA
	Nº de días cálidos	Número de días en un periodo de tiempo cuya temperatura máxima supera el percentil 90 de un periodo climático de referencia	Días	
	Nº de noches cálidas	Número de días en un periodo de tiempo cuya temperatura mínima supera el percentil 90 de un periodo climático de referencia	Días	
Inundaciones	Percentil 95 de la precipitación diaria	Valor bajo el cual se encuentran el 95% de los valores de precipitación diaria de un periodo de tiempo	mm/día	AdapteCCA
	Precipitación máxima en 24h	Valor más alto de precipitación diaria en un periodo de tiempo	mm/día	
Inclemencias invernales	Nº de días con temperatura mínima < 0ºC	Número de días de un periodo de tiempo cuya temperatura mínima se encuentra por debajo de los 0ºC	Días	AdapteCCA
	Temperatura mínima extrema	Mínima de las temperaturas mínimas diarias en un período de tiempo	ºC	
Sequías	Máximo Nº de días consecutivos con precipitación < 1mm	Número máximo de "días secos" consecutivos en un periodo de tiempo, esto es, días cuya precipitación no superó el umbral de 1 mm	Días	AdapteCCA
Incendios	Días con nivel de peligro de incendio muy alto	Número de días al año con un índice meteorológico de incendios (FWI-Fire Weather Index) superior a 45 según la clasificación del Sistema Europeo de Información sobre Incendios Forestales (EFFIS).	Días	Copernicus[114]

[114] Indicadores de peligro de incendios para Europa de 1970 a 2098, derivados de proyecciones climáticas (https://cds.climate.copernicus.eu).

BOCM-20240115-10

Tabla 19. Valores medios de los indicadores climáticos para toda la Comunidad de Madrid.

AMENAZA	INDICADOR	UNIDAD	Histórico	RCP4.5		RCP8.5	
				Horizonte 2030	Horizonte 2060	Horizonte 2030	Horizonte 2060
			1971-2000	2011-2040	2041-2070	2011-2040	2041-2070
Olas de calor	Duración máxima de olas de calor	Días	11.72	16.73	22.35	17.60	27.14
	Nº días cálidos	Días	36.40	52.35	66.20	54.89	74.76
	Nº noches cálidas	Días	36.40	56.12	72.68	58.72	82.64
Inundaciones	Percentil 95 de la precipitación diaria	mm/día	18.56	19.76	20.20	19.77	20.48
	Precipitación máxima en 24h	mm/día	33.30	34.90	35.31	35.01	35.59
Inclemencias invernales	Nº de días con temperatura mínima < 0ºC	Días	61.98	48.63	39.81	46.50	32.02
	Temperatura mínima extrema	ºC	-6.94	-6.08	-5.50	-5.97	-4.93
Sequía	Máximo Nº de días consecutivos con precipitación < 1 mm	Días	42.07	46.03	47.95	45.94	50.07
Incendios	Días con nivel de peligro de incendio muy alto	Días	15.12	20.76	27.06	20.09	28.30

Para el estudio del impacto de las **olas de calor** se han empleado tres indicadores: duración máxima de las olas de calor, número de días cálidos y número de noches cálidas. En cuanto a la **duración máxima de las olas de calor**, se observan valores crecientes a lo largo de los horizontes temporales de estudio, en comparación con el periodo histórico. Si la duración promedio en la Comunidad de Madrid durante el periodo histórico se cifra en 11.72 días, el escenario de estabilización de emisiones RCP 4.5 prevé que la duración de las olas de calor se prolongue durante 16.73 días y 23.35 días durante los horizontes 2030 y 2060, respectivamente. El escenario más pesimista, RCP 8.5, prevé que para el horizonte 2030 dicha duración aumente a un promedio de 17.6 días, alcanzando casi el triple, 27.14 días, para el horizonte 2060. Por otra parte, el **número de días cálidos** muestra un ascenso considerable en los escenarios climáticos previstos, desde 36.4 días promedio en el periodo histórico, aumentando en casi 20 días en el horizonte temporal 2030 de ambos RCPs, y alcanzando valores de 66.20 días o de más del doble, 82.64 días, en el horizonte 2060 del RCP 4.5 y RCP 8.5, respectivamente. Finalmente, el **número de noches cálidas**, ~~que~~ presenta un comportamiento similar al anterior indicador, aunque la diferencia entre el periodo histórico y la proyección para el escenario climático 8.5 en su horizonte 2060 es aún más acusada, representado un aumento de 46 días. Entre la serie histórica y el escenario 4.5, horizonte 2030, hay un aumento de 16 días, mientras que la diferencia con el escenario 8.5 y horizonte 2060 es de 46 días.

En el caso de las **inundaciones** se utilizarán como parámetros de análisis el percentil 95 de la precipitación diaria y la precipitación máxima en 24h. El **percentil 95 de la precipitación diaria** tiene un promedio de 18.56 días para la serie histórica, manteniendo los valores de proyecciones futuras más o menos constantes, aumentando ligeramente entre uno y dos días para los escenarios RCP 4.5 y 8.5 en ambos horizontes, alcanzando el máximo en el escenario RCP 8.5 en su horizonte 2060 con un valor de 20.48. De igual manera, para la **precipitación máxima en 24h** se prevé un incremento tanto para el horizonte 2030 como para el 2060 y los dos escenarios de cambio climático analizados. El indicador tiene un valor inicial de 33.3 mm/día en el periodo histórico, aumentando entre 1 y 2mm para el escenario RCP 4.5, así como en el escenario RCP 8.5, en el que la diferencia máxima es de 2mm para el horizonte 2060, respecto a la serie histórica.

BOCM-20240115-10

Para caracterizar las **inclemencias invernales**, se han utilizado dos indicadores de amenaza. El **número días con temperatura mínima menor de 0ºC** experimenta un descenso, desde el promedio de 61.98 días en el periodo histórico hasta 48.63 días en el primer escenario RCP 4.5 y horizonte 2030, valor que sigue disminuyendo para el horizonte 2060. En el escenario más pesimista RCP 8.5, el horizonte 2060 pronostica un descenso hasta 32.02 días promedio; lo que supone una reducción de casi el 50% para el indicador. Por otra parte, los datos para la **temperatura mínima extrema** reportan un descenso desde el periodo histórico, con un promedio de -6.94 ºC, hasta los -4.93ºC para el horizonte 2060 del RCP 8.5. Por el contrario, los datos arrojados por el RCP 4.5, si bien coinciden en disminuir la temperatura mínima extrema, pronostican un descenso más contenido. Así, el horizonte 2030 prevé un promedio de -6-08ºC, y de -5.50ºC para el siguiente horizonte 2060.

Las **sequías** son otro de los eventos extremos que afectan a la Comunidad de Madrid, y se han evaluado mediante el indicador del **máximo número de días consecutivos con precipitación menor de 1 milímetro**. En este caso los valores van en aumento, con una variabilidad más moderada. Con un valor inicial de 42.07 días consecutivos en la serie histórica, se produce un aumento de 4 días para el horizonte 2030 del escenario RCP 4.5 y de 5 días para el horizonte 2060. Para el escenario RCP 8.5 y horizonte 2030 el valor promedio es menor que en el mismo horizonte del escenario anterior; sin embargo, el horizonte 2060 de este escenario vuelve a superar todos los datos anteriores alcanzando el máximo de 50.07 días.

En cuanto a los **incendios**, caracterizados por los **días con nivel de peligro de incendio muy alto**, muestran un aumento en los diferentes horizontes temporales con respecto a los 15.12 días del periodo histórico, siendo de aproximadamente 5 días en el horizonte temporal 2030 de ambos RCPs 4.5 y 8.5 (20.76 y 20.09 días, respectivamente), llegando casi a duplicarse en el horizonte temporal 2060 (27.06 y 28.30 días, respectivamente).

En resumen, la tendencia de los indicadores analizados apunta hacia un aumento en la severidad (en menor o mayor grado) de fenómenos como olas de calor, sequías e incendios. Así mismo, si bien las proyecciones de cambio climático analizadas no pronostican una variación significativa del promedio anual de las precipitaciones con respecto del periodo histórico, es difícil determinar si un posible cambio en la estacionalidad o en la intensidad de las mismas producirían efectos negativos en la severidad de inundaciones. Por otro lado, parece claro un aumento generalizado de las temperaturas; lo cual, si bien afecta negativamente a fenómenos como olas de calor, puede contribuir a disminuir la severidad o recurrencia de fenómenos relacionados con el frío, como así reflejan las proyecciones de los indicadores utilizados para la caracterización de inclemencias invernales. No obstante, y de manera similar al caso de las precipitaciones, un posible cambio en la estacionalidad o la intensidad de este tipo de fenómenos apuntaría a que no se les deba restar significancia, pese a su tendencia recesiva.

BOCM-20240115-10

5. Caracterización de la exposición y de la vulnerabilidad

En este apartado se describe la caracterización de la exposición y la vulnerabilidad de los factores determinantes del riesgo climático en el contexto territorial de análisis.

5.1. Contexto socioeconómico

La Comunidad de Madrid, situada en la Submeseta Sur de la Meseta Central de España y limítrofe con las provincias de Guadalajara, Cuenca y Toledo (Castilla-La Mancha), y Ávila y Segovia (Castilla y León), tiene una extensión de 8,026.77 km^2 y se compone de 179 términos municipales.

En 2020 contaba con una **población empadronada** de 6,779,888 habitantes (Figura 25-izq.), cifra que supone un incremento del 30% respecto a las 5,205,408 personas empadronadas en 2000. El término municipal de Madrid, con 3,334,730 habitantes, es el municipio más poblado con más del 49% del total de la población de la Comunidad. Las proyecciones de población que realiza el Instituto Nacional de Estadística (INE), además, muestran una Comunidad de Madrid en la que no parece que el incremento en el número de habitantes vaya a cesar. En este sentido, se estima que para 2033 la población de la Comunidad aumente en un 10.5% respecto a los 6,663,394 habitantes empadronados de 2020, alcanzando así un total de 7,392,458 personas (Figura 26).

Por edades, la edad media de la población de la Comunidad se ha incrementado en 3.4 años respecto a 2000 y el rango de edad con un mayor porcentaje de madrileños y madrileñas es el que va desde los 40 a los 49 años, que pasa del 13.7% del total de la población de 2000 al 17.3% de 2019. Según los datos del Padrón 2020, en la Comunidad de Madrid, hay 365,023 personas con 80 o más años, que representan un 5.4% de la población, de los cuales aproximadamente un tercio viven solos, la mayoría mujeres. En el caso de la ciudad de Madrid, viven más de tres millones de personas y concentra en torno al 65% de la población de 80 años o más de toda la Región.

En lo que a la **densidad de población** se refiere, Madrid es la Comunidad más densamente poblada de España, alcanzando en 2020 los 845 habitantes por km^2, lo que equivale a un incremento de 197 habitantes/ km^2 respecto a la cifra del año 2000 (648 habitantes/km^2). Dicha densidad se ve incrementada en el área metropolitana de Madrid donde se supera la cifra de 1.000 habitantes por km^2.

La evolución de las **migraciones desde el extranjero** a la Comunidad de Madrid está fuertemente influenciada por la crisis económica atravesada por España a finales de la primera década del siglo XXI. Hasta el inicio de la crisis, la llegada de migrantes a la Comunidad de Madrid mostraba una tendencia al alza (2007 representa el máximo histórico con la llegada de 179,608 personas desde el extranjero) y fue a partir de 2008 cuando la tendencia se invirtió llegando a reducir en un 65% la llegada de migrantes en 2013 (62,472 personas). Desde entonces, sin embargo, coincidiendo con la recuperación económica, la llegada de migrantes a la Comunidad se ha incrementado, cifrándose en 2018 en 151,128 personas. Por el contrario, las proyecciones de población migrante procedente del extranjero realizadas por el Instituto Nacional de Estadística (INE) muestran una tendencia según la cual la llegada de personas desde el extranjero tenderá a reducirse hasta algo menos de 95,000 en 2032.

BOCM-20240115-10

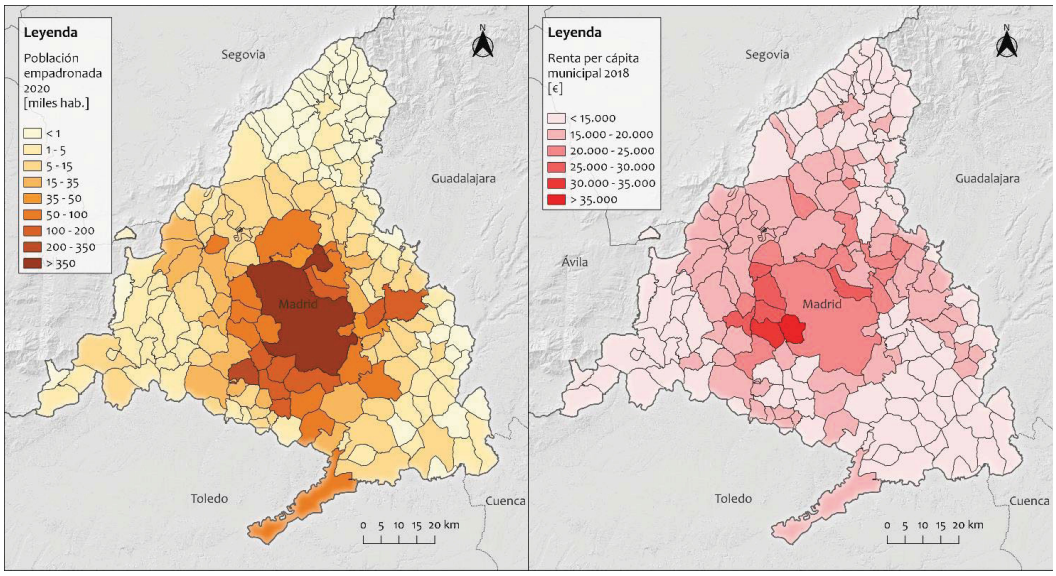


Figura 25. Población empadronada 2020 (izq.) y renta per cápita 2018 (drcha.) de la Comunidad de Madrid.
Fuente: elaboración propia a partir de datos del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid.

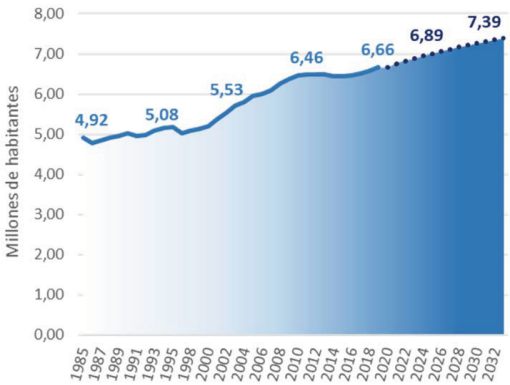


Figura 26. Evolución de la población en la Comunidad de Madrid y su proyección 1985 – 2033.
Fuente: elaboración propia a partir de datos del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid e Instituto Nacional de Estadística.

En la parcela económica, la **renta per cápita**, indicador económico que relaciona el Producto Interior Bruto (PIB) de un territorio y el número de habitantes del mismo, se cifra en 2017 (último año para el que se dispone de información) en 19,312 € por persona, lo que supone un incremento del 49% respecto a los niveles de 2000. Dicha cantidad, sin embargo, no se reparte de forma homogénea a lo largo de la Comunidad y son los municipios pertenecientes al área metropolitana de Madrid, a la Cuenca del Guadarrama, a la Cuenca Alta del Manzanares y algunos de los que integran la Cuenca del Medio Jarama los que presentan mayores rentas per cápita (Figura 25-drcha.).

En cuanto a la **población ocupada**, la crisis económica vuelve a ser clave a la hora de describir su evolución ya que esta parece ser la responsable de la destrucción de empleo producida a partir de 2009. Si en 2008 las personas ocupadas en la Comunidad de Madrid se cifraban en 3.1 millones, 2014 se erigió como el año con la menor ocupación de la serie disminuyendo el número de personas

BOCM-20240115-10

ocupadas a 2.7 millones, lo que supone una reducción de la ocupación del 13.3% respecto a 2008. La recuperación económica trajo de la mano la generación de empleo y en 2019 la cifra de personas ocupadas en la Comunidad recuperó los niveles de 2008.

Según las **actividades económicas predominantes**, es el sector servicios aquel que ocupa a un mayor número de personas en la Comunidad de Madrid. En 2019, concretamente, son 2.16 millones las personas que trabajan en el sector terciario, lo que equivale al 85% del total de la población ocupada de la Comunidad. A este sector le siguen la industria, que emplea a 277 mil personas (9% de la población ocupada total), la construcción que hace lo propio con 197 mil personas (6% sobre el total) y, por último, la agricultura que emplea a 6,100 personas (0.2% de la población ocupada total). Al profundizar en el análisis, se observan diferencias en función del sexo. Mientras que el 13% de los hombres ocupados trabajan en actividades industriales y el 10.5% en la construcción, dichos porcentajes se reducen al 5.4% y al 1.3%, respectivamente, en el caso de las mujeres. Además, si bien el sector servicios es el predominante en ambos sexos, es en el caso de las mujeres donde mayor ocupación representa, dando empleo a un 93% de las mujeres ocupadas frente a un 76% del total de hombres (Figura 27).

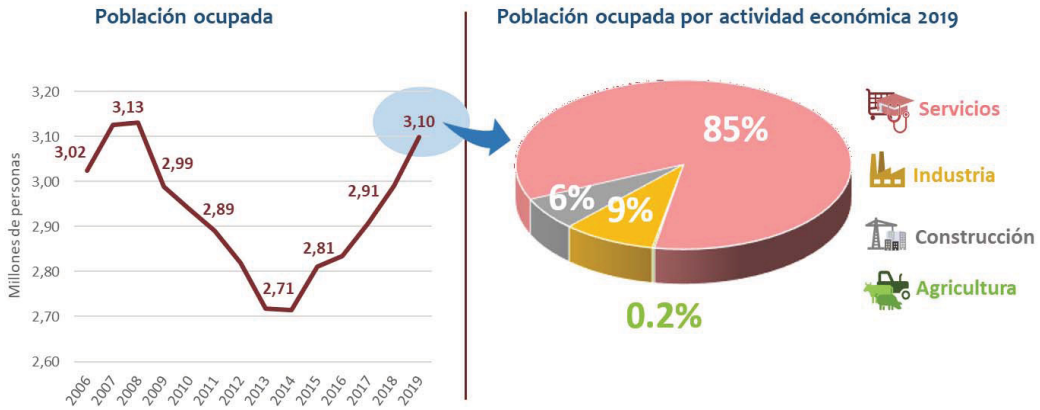


Figura 27: Evolución de la población ocupada 2006-2019 y reparto de la ocupación por actividades económica (2019). Fuente: elaboración propia a partir de datos del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid.

BOCM-20240115-10

5.2. Selección de cadenas de impacto

Los impactos del cambio climático no son eventos aislados, sino que resultan de una **cadena de impactos**, la cual es una relación de causa-efecto entre una amenaza asociado al cambio climático y un determinado receptor o conjunto de receptores dentro de un sector de análisis. Los receptores sensibles se refieren a todos aquellos elementos que pueden verse expuestos de forma potencial por las distintas amenazas que presenta el territorio objeto de análisis. La cadena de impactos permite sistematizar y priorizar los factores que llevan al riesgo de un determinado sistema y facilitar la identificación de indicadores que serán utilizados en la evaluación del riesgo. Por este motivo, resultan de interés desde el punto de vista de la evaluación del riesgo.

Teniendo en cuenta la información recopilada sobre el contexto climático de la CAM y los posibles impactos que puedan ocasionar sobre algunos de sus principales sectores, la evaluación del riesgo de los municipios de la CAM ante el cambio climático se ha realizado considerando las siguientes cadenas de impacto:

- Impacto por olas de calor sobre la salud humana
- Impacto por inundaciones fluviales sobre el medio urbano
- Impacto por inclemencias invernales sobre el medio urbano
- Impacto por sequía sobre el sector primario
- Impacto por sequía sobre la población
- Impacto por incendios sobre el medio natural

5.2.1. Impacto por olas de calor sobre la salud humana

Las alteraciones del clima pueden tener repercusión en la salud de la población de forma directa por la intensificación de los fenómenos extremos, y de los patrones meteorológicos de temperatura y precipitación; o de forma indirecta provocando cambios en la calidad de y cantidad de recursos materiales (entre los que se incluyen los recursos hídricos). Estos cambios ocasionados por nuevas condiciones climatológicas pueden afectar a la salud por ejemplo a través de la alteración de la distribución geográfica de vectores de transmisión de enfermedades infecciosas y su capacidad de adaptación a diferentes hábitats. También pueden producirse afecciones en la salud humana debido al aumento de la intensidad de la radiación ultravioleta favorecida por situaciones anticiclónicas; aumento de partículas en suspensión y contaminantes atmosféricos con el aumento de sequías, y liberación de partículas por incendios forestales; o el aumento de niveles de ozono troposférico que se intensifica con las altas temperaturas.

Los indicadores de olas de calor analizados pronostican un aumento severo en la frecuencia y duración de los eventos de olas de calor que se prevén sobre la Comunidad. Los impactos previstos sobre la salud humana como consecuencia del incremento en el número e intensidad de las olas de calor vinculados al cambio climático se traducen en un aumento de las tasas de mortalidad y morbilidad, tal y como establece la Agencia Europea del Medio Ambiente en el estudio de 2012 "*Urban adaptation to climate change in Europe. Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies".*

Aunque las olas de calor conllevan de forma directa algunos efectos entre los que se incluyen insolación, sensación de fatiga, agotamiento y golpes de calor, también pueden acarrear diversos impactos en la salud humana de mayor gravedad, como son principalmente aumento de enfermedades cardiovasculares y respiratorias, afecciones al sistema nervioso y problemas respiratorios u otras enfermedades ya preexistentes (Deschenes, 2014), y aumento de mortalidad. Ejemplo de ello es la ola de calor de 2003 en Europa, que dejó más de 80,000 víctimas causa de las altas temperaturas (Wolf y McGregor 2013).

BOCM-20240115-10

Atendiendo a los efectos de las olas de calor sobre la salud humana, se han detectado tres componentes asociados al exceso de mortalidad por altas temperaturas: intensidad de la temperatura, acumulación de días con altas temperaturas y momento del período estival en que se produce la exposición; siendo la intensidad el componente que más influye. Además, la mayor parte de la mortalidad ocasionada por las altas temperaturas se produce en personas de edad avanzada, las cuales a menudo viven solas y presentan problemas de salud (cardíacos, respiratorios, etc.) que por sí mismos podrían explicar el fallecimiento, pero que se ven agravados por la deshidratación y la sobrecarga que supone el calor para un organismo envejecido y enfermo.

Además, hay que considerar el denominado efecto "*isla de calor*" que aumenta las temperaturas en el centro de la ciudad con respecto a las zonas rurales o de menor densidad de población, debido a la alta densidad de edificios y asfalto en las calles que acumulan calor durante el día y lo desprenden durante la noche. Por esta razón, se considera que existe un riesgo adicional en este grupo de población de edad avanzada residente en la ciudad de Madrid, sobre todo en los distritos del Centro y Sur de Madrid capital (atendiendo a los datos de exceso de riesgo de mortalidad de la ola de calor de 2003) y probablemente parte de los municipios de la corona sur/sureste (especialmente Alcorcón, Leganés y Getafe).

Los datos exactos de mortalidad y morbilidad asociadas a eventos de olas de calor son complicados de obtener. En base al informe de la Dirección General de Salud Pública de la Comunidad de Madrid, *"Vigilancia y control de los efectos de las olas de calor. Evaluación del plan de respuesta 2017"*, en los años 2015 y 2016 se registraron 15 y 3 fallecimientos a cause de golpes de calor.

Dicho documento realiza un análisis de mortalidad en la temporada de vigilancia de olas de calor (del 1 de junio al 15 de septiembre), y muestra que el número de fallecidos totales registrados en los 107 días que abarca la temporada, fue de 10,667 (79 fallecidos más que en 2016), de las cuales un 70% eran personas mayores de 74 años (ver Tabla 20).

Por otra parte, el documento también recoge las urgencias atendidas durante la temporada de vigilancia (ver Tabla 21), en las cuales para el grupo de edad de mayores de 65 años se observaron excesos de urgencias atendidas en varios días, a principios de verano (días 12, 19 y 22 de junio) que podrían tener relación con la primera ola de calor; además, en el Hospital General Universitario Gregorio Marañón se atendieron 16 urgencias con diagnóstico de "golpe de calor", aunque no constan fallecidos con este diagnóstico para ese periodo de tiempo.

Tabla 20. Mortalidad observada para la Comunidad de Madrid en 2017 durante la temporada de vigilancia.

Edad	Muertes observadas	%
Total	10,667	100
>74 años	7,475	70.09

Tabla 21. Urgencias atendidas observadas en la Comunidad de Madrid en 2017 durante la temporada de vigilancia.

Edad	Urgencias atendidas observadas	%	Localización
Total	44,403	100	Hospital General Universitario Gregorio Marañón
>65 años	13,687	30.82	
Total	14,354	100	Distritos Moratalaz y Retiro
>65 años	7,045	49.08	

De forma general, el documento concluye que el impacto en salud de las temperaturas del verano de 2017 estuvo en concordancia con los datos referentes al periodo 2004-2016, con valores de morbimortalidad observada inferiores a los valores esperados a excepción de 2015 (año en que se registró un aumento tanto en el número de fallecimientos como en el de urgencias atendidas).

BOCM-20240115-10

Por otra parte, la exposición al calor está fuertemente determinada por el calor externo del entorno, sobre el cual el cambio climático tiene especial incidencia y el tejido urbano es una componente importante. Considerando la distribución demográfica de la Comunidad de Madrid, hay que considerar especialmente el efecto "isla de calor" que se produce en zonas urbanas y que afecta a gran densidad de población, incrementando la exposición a altas temperaturas y con ello el riesgo asociado a la salud humana, tal y como recoge el estudio de Klein *et al.* (2014).

Además, según recoge el documento de "*Impactos y riesgos derivados del cambio climático en España"* del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Sanz, M.J. y Galán, E., 2021), se estima que el aumento de temperatura tendrá también efectos sobre la salud humana de forma indirecta, contribuyendo al aumento de algunas enfermedades infecciosas transmitidas por el agua y la propagación de vectores asociadas a las mismas.

En la siguiente Tabla 22 se recogen los principales impactos considerados producidos por las olas de calor sobre la salud humana:

Tabla 22. Cadena de impacto de olas de calor sobre la salud humana. Fuente: Elaboración propia.

Cadena de impacto	Sector	Potenciales impactos
Olas de calor sobre la salud humana	Salud	Posible aumento de la mortalidad y morbilidad
		Posibles afecciones sobre la salud: golpes de calor, deshidratación, cáncer de piel, etc.
		Posibles enfermedades infecciosas transmitidas por el agua y la propagación de vectores asociadas a las mismas

5.2.2. Impacto por inundaciones fluviales sobre el medio urbano

Las inundaciones, en general, afectan negativamente tanto a los recursos estructurales como al bienestar de las personas, además de generar daños indirectos en el funcionamiento de servicios básicos a la población. Entendiendo el medio urbano como el conjunto de superficies y estructuras artificiales en el que reside la población (edificaciones, infraestructuras, equipamientos, etc.), en este apartado se analizan los principales impactos asociados a este tipo de eventos. Si bien con los indicadores climáticos analizados para evaluar las precipitaciones intensas en el futuro no se puede asegurar con certeza un aumento severo en la ocurrencia de este tipo de fenómenos, resulta razonable considerar un aumento en la severidad de los mismos, por su naturaleza de fenómenos extremos. Por lo que, dadas las características poblacionales y de habitabilidad del entramado urbano de la Comunidad, se vuelve fundamental su consideración en este estudio.

El Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEDEX) del Ministerio de Fomento y el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente concluyó en 2013 el análisis "*Necesidades de adaptación al cambio climático de la red troncal de infraestructura de transporte en España"*. Las conclusiones del informe muestran que los mayores impactos sobre la red vial y ferroviaria se producirán en taludes debido al aumento de la intensidad de precipitaciones extremas que provocarán gran erosión y también deslizamientos de ladera y daños que afecten a la estabilidad de los puentes.

Las pérdidas económicas que pueden llegar a generar las inundaciones han adquirido una importancia especial a nivel global. Las inundaciones más relevantes del año 2020 en la Ciudad de Madrid y sus costes asociados se presentan a continuación (Tabla 23):

Tabla 23. Inundaciones y costes asociados en el año 2020 para la ciudad de Madrid. Fuente: Consorcio de Seguros sobre la ciudad de Madrid.

Fecha	Número de expedientes	Coste declarado (Millones de €)	Coste pendiente estimado (Millones de €)	Coste total (Millones de €)
17/09/2020	191	1.57	0.05	1.62

BOCM-20240115-10

Fecha	Número de expedientes	Coste declarado (Millones de €)	Coste pendiente estimado (Millones de €)	Coste total (Millones de €)
31/05/2020	220	0.76	0	0.76
25/05/2020	216	0.72	0	0.72

En el contexto particular de la Comunidad de Madrid, hay que tener en cuenta el impacto sobre la red de transporte público que provocan los episodios de inundación, concretamente sobre la red de Metro, que en dichas situaciones puede quedar parcialmente fuera de servicio por inundaciones en la red subterránea.

A continuación, se detalla la cadena de impacto sobre el medio urbano (Tabla 24):

Tabla 24. Cadena de impacto de inundaciones fluviales sobre el medio urbano. Fuente: Elaboración propia.

Cadena de impacto	Sector	Potenciales impactos
Inundaciones fluviales sobre el medio urbano	Urbanismo y edificación	Daños estructurales a edificaciones.
	Movilidad e Infraestructuras del transporte	Posibles daños físicos a la red de carreteras y caminos, y red ferroviaria: erosión de la estructura de puentes, taludes y firmes.
		Posibles daños físicos a la red de carreteras y caminos, y red ferroviaria: inundación de los firmes por insuficiencia en la capacidad de drenaje.
		Red de carreteras: inoperatividad en pasos subterráneos
		Red de Metro: inoperatividad por inundaciones en túneles
		Posibles daños físicos a la red de carreteras y caminos: cortes en la circulación y operatividad urbana
		Posibles daños físicos a red ferroviaria: Caídas de objetos en las vías, impacto en las pantallas acústicas, en particular para las líneas de alta velocidad.
		Inoperatividad en la red aeroportuaria ante precipitaciones de alta intensidad y lluvias extremas
	Industria, servicios y comercio	Posibles daños en las edificaciones urbanas
		Interrupción del servicio o alteraciones en la actividad económica debido a las complicaciones en las redes de transporte

5.2.3. Impacto por inclemencias invernales sobre medio urbano

En el caso de las inclemencias invernales, los indicadores climáticos analizados para la Comunidad de Madrid prevén un aumento de las temperaturas mínimas que sugieren una reducción en la ocurrencia del número de eventos meteorológicos por frío en la Región. Sin embargo, y al igual que en el caso de las inundaciones, resulta razonable considerar un aumento en la severidad de las inclemencias invernales que acontezcan en el futuro (alcanzando niveles similares a los de Filomena de 2021), y que puedan poner en riesgo los municipios.

De tal manera, ya en 2018 el Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEDEX) publicaba un estudio en el que analizaba la vulnerabilidad de las redes de infraestructura y transporte al cambio climático, y mostraba que, aunque los escenarios climáticos proyectasen una disminución en las nevadas, la infraestructura de red estatal de transporte era muy sensible a este tipo de episodios. En el caso particular de la red aeroportuaria la mayor incidencia de heladas extremas podría afectar a la operatividad del aeropuerto en momentos puntuales, como fue constatado durante Filomena.

Los daños económicos más destacables debidos a inclemencias invernales en la Comunidad se han producido recientemente durante la borrasca Filomena. La Unión Española de Entidades Aseguradoras y Reaseguradoras publicó un informe (UNESPA, 2021) en el que se recogen el número de siniestros y su correspondiente importe económico que registraron las aseguradoras españolas a

BOCM-20240115-10

causa del impacto de la borrasca Filomena con periodo de ocurrencia del 6 al 19 de enero, y que se presentan en la siguiente Tabla 25:

Tabla 25. Número de siniestros e importe económico registrados por UNESPA en la Comunidad de Madrid por la borrasca Filomena según el tipo de multirriesgo. Fuente: Unión Española de Entidades Aseguradoras y Reaseguradoras (UNESPA)

Motivo del siniestro	Tipo de multirriesgo	Nº de siniestros		Importe económico (€)	
Nieve	Multirriesgo de hogar	52,238	70,360	3,8620,777	102,975,799
	Multirriesgo de comercios	2,531		5,202,945	
	Multirriesgo de comunidades de propietarios	11,416		9,062,612	
	Multirriesgo de industrias y pymes	4,021		44,985,750	
	Otros daños materiales	153		5,103,715	
Viento	Multirriesgo de hogar	1,016	1,280	651,171	974,506
	Multirriesgo de comercios	38		35,242	
	Multirriesgo de comunidades de propietarios	171		111,525	
	Multirriesgo de industrias y pymes	50		165,738	
	Otros daños materiales	5		10,830	
Lluvia	Multirriesgo de hogar	3,027	6,944	1419,836	3,275,703
	Multirriesgo de comercios	212		154,990	
	Multirriesgo de comunidades de propietarios	3,494		949,154	
	Multirriesgo de industrias y pymes	196		643,950	
	Otros daños materiales	196		643,950	
	Total		**78,584**		**107,226,008**

Los datos desagregados por líneas de negocio (multirriesgo de hogar; multirriesgo de comunidades, multirriesgo de comercios; multirriesgo industrial y pyme; otros daños materiales, etc.) demuestran las distintas afecciones del impacto de fenómenos extremos sobre la operatividad del medio urbano. De forma general, la cadena de impacto de inclemencias invernales sobre medio urbano es la siguiente (Tabla 26):

Tabla 26. Cadena de impacto de inclemencias invernales sobre el medio urbano. Fuente: Elaboración propia.

Cadena de impacto	Sector	Potenciales impactos
Inclemencias invernales sobre el medio urbano	Urbanismo y edificación	Daños estructurales a edificaciones
	Movilidad e Infraestructuras del transporte	Posibles daños físicos a las redes de transporte
		Posible interrupción de la operatividad de las redes de transporte
	Industria, servicios y comercio	Posibles daños en las instalaciones, corte de suministro e interrupción del servicio

5.2.4. Impacto por sequía sobre el sector primario

El indicador de sequía analizado determina un aumento en la duración de los periodos de ausencia de precipitaciones de cara al futuro, agravándose hacia final de siglo, que tendrá un impacto directo sobre la producción agropecuaria de la Región, así como de manera indirecta, el aumento en la intensidad de las plagas y enfermedades.

Según el informe *"Adaptación al Cambio Climático: Identificación de medidas de adaptación a partir de los impactos sobre los recursos hídricos en la Comunidad de Madrid"* de Garrote e Iglesias (2012),

BOCM-20240115-10

el impacto del cambio climático en el sector agropecuario será muy significativo en la Comunidad de Madrid, debido a la estrecha relación entre la agricultura y el régimen hidrológico. En este sentido, hay que añadir también los efectos de las altas temperaturas que conllevarán un aumento de las necesidades de dotación del riego para la agricultura. Según el censo agrícola de 2009 (INE, 2009), el 6% de la superficie agrícola total de la Comunidad de Madrid (387,000 ha) son cultivos de regadío (23,000 ha). Aunque a nivel global, la importancia cuantitativa de la agricultura en la actividad económica de la Comunidad de Madrid es testimonial -la agricultura supuso el 0.13% del PIB de la Comunidad en el 2007 (Garrote e Iglesias, 2012)-, sobre todo respecto a otras regiones españolas, la agricultura de regadío es uno de los sectores que están más directamente expuestos como consecuencia de la reducción de disponibilidad de agua debida al cambio climático, ya que, salvo que se adoptan medidas de adaptación apropiadas, su viabilidad a largo plazo puede verse seriamente comprometida. Además, la intensificación de sequías en la agricultura conlleva consigo una necesidad del uso de productos fitosanitarios que tienen un riesgo asociado para la salud pública, el medioambiente y los gastos económicos de las explotaciones.

En el caso del sector ganadero, tal y como recoge el documento Impactos y riesgos derivados del cambio climático en España citado anteriormente, el aumento de temperatura en forma de eventos extremos y el aumento de las temperaturas mínimas en verano generan episodios de estrés térmico en los animales, lo cual hace disminuir su bienestar y producción, llegando incluso a ser mortal. La disminución de precipitaciones conllevará una menor disponibilidad de agua, afectando a la capacidad de los animales de mitigar el estrés por calor e incrementando el malestar animal (Nardone *et al*. 2010). Por ese motivo, las densidades ganaderas con las que se trabajen y los recursos disponibles especialmente en la ganadería extensiva son un factor importante en los potenciales impactos de la sequía sobre el sector (Deniz *et al*. 2019).

Todos estos efectos sobre las zonas de producción óptima tendrán un impacto en el mercado y la actividad económica agropecuaria. Los principales impactos identificados sobre el sector primario se recogen en la Tabla 27.

Tabla 27. Cadena de impacto de sequía sobre el sector primario. Fuente: Elaboración propia.

Cadena de impacto	Sector		Potenciales impactos
Sequía sobre el sector primario	Primario	Agrícola	Posible pérdida de áreas de cultivo
			Pérdida de productividad agrícola por limitaciones con el abastecimiento de agua
			Posible impacto económico por limitaciones en abastecimiento de agua para riego
			Expansión de frontera agrícola e invasión de zonas naturales
			Sobreexplotación de agua subterránea
		Pecuario	Posible pérdida de áreas de pastoreo
			Posible cierre de explotaciones por reducción de abastecimiento de agua e impacto económico asociado
			Sobreexplotación de agua subterránea

BOCM-20240115-10

5.2.5. Impacto por sequía sobre la población

Los efectos del cambio climático en los recursos hídricos superficiales en España quedan recogidos en el estudio "*Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos en régimen natural*" (CEDEX, 2011). Las proyecciones climáticas analizadas en ese estudio pronostican una reducción generalizada de la precipitación conforme avanza el siglo XXI (de manera más acusada a lo que reflejan las proyecciones analizadas en el presente análisis) y que van asociadas a una disminución de las aportaciones en régimen natural en la totalidad de las cuencas españolas. Junto al descenso en la disponibilidad del recurso hídrico, se asocia un probable deterioro de la calidad y el estado de las masas de agua, que lleva asociado un aumento en costes ante la necesidad de incrementar su tratamiento, tanto de potabilización como de depuración.

Los recursos hídricos de la Comunidad de Madrid están integrados en el sistema de gestión de la Confederación Hidrográfica de Tajo, conformado por distintas cuencas interconectadas: la cuenca del curso principal del río Tajo, la cuenca del río Tajuña, la cuenca del río Henares, la cuenca del río Jarama, la cuenca del Guadarrama y la cuenca completa del río Alberche. Los valores medios anuales de las principales variables hidrológicas en las cuencas de la cabecera del Tajo se presentan a continuación (Tabla 28):

Tabla 28. Variables hidrológicas en las cuencas del Macrosistema de la Comunidad de Madrid. Fuente: Adaptación al cambio climático: Identificación de medidas de adaptación a partir de los impactos sobre los recursos hídricos en la Comunidad de Madrid.

ZONA	PRECIPITACIÓN (mm)	ETP (mm)	APORTACIÓN (hm^3)
Cabecera del Tajo	649.34	632.57	1,191
Tajo intermedio	470.27	753.40	118
Tajuña	534.72	679.47	132
Henares	584.38	675.79	518
Jarama- Manzanares	639.96	688.43	992
Guadarrama	531.39	738.45	162
Alberche	667.99	757.68	823

El estudio de Garrote e Iglesias (2012) recoge que, en las cuencas propias del abastecimiento de Madrid, la disponibilidad obtenida para una demanda continua es de unos 585 hm^3 /año, situándose esta cifra cerca de su límite de capacidad, aunque la explotación conjunta de todas las cuencas, junto con los recursos subterráneos y los procedentes de cuencas vecinas hace que la disponibilidad real sea sustancialmente mayor. Por lo que se refiere a los recursos subterráneos, destacan los dos acuíferos de la parte central de la cuenca (acuífero cretácico carbonatado y acuífero terciario detrítico).

La demanda en la Comunidad de Madrid es principalmente de abastecimiento urbano, y está gestionada por el **Canal de Isabel II**, que gestiona el abastecimiento de agua a una población de más seis millones de habitantes de 175 municipios (hay otros abastecimientos independientes que comparten este mismo ámbito geográfico). El Canal de Isabel II también gestiona la mayor parte de las depuradoras de la Comunidad de Madrid, exceptuando algunas industrias y urbanizaciones que tienen sistemas propios. El total de demanda urbana abastecida por el CYII en 2005 fue de 610.10 hm^3, de los cuales 323 hm^3/año se destinaron al abastecimiento urbano del municipio de Madrid (un 52.9%). La demanda urbana se desglosa en un 70% destinada a consumo de población, un 24% para uso industrial que consume agua de redes municipales y un 6% destinado a uso municipal. En lo que se refiere a pérdidas totales, se estiman en un 8%. La disponibilidad de agua regulada en diversos puntos del sistema de abastecimiento se recoge en la siguiente tabla (Tabla 29):

BOCM-20240115-10

Tabla 29. Disponibilidad de agua regulada en diversos puntos del sistema de abastecimiento a Madrid. Fuente: Adaptado de Garrote e Iglesias (2012)

EMPLAZAMIENTO	APORTACIÓN MEDIA (hm3/año)	VOLUMEN DE EMBALSE (hm3)	DISPONIBILIDAD (hm3/año)
E. Manzanares	79.52	91	19.51
E. Navacerrada	11.73	11	2.97
E. Atazar	210.67	588	64.31
E. Jarosa	14.94	7	2.09
E. El Vado	121.14	55	37.32
E. Pedrezuela	47.98	39	12.86
E. Valmayor	26.18	124	2.37
Total abastecimiento CAM	**516.83**	**915**	**141.42**

El Canal gestiona una infraestructura de captación, tratamiento y distribución compuesta de forma genérica por: 14 embalses con una capacidad máxima de almacenamiento de 946 hm^3, 14 estaciones de tratamiento (ETAP) con una capacidad total de 46.3 m^3 /s, 22 grandes depósitos reguladores con 2.7 hm^3 de capacidad y una red de distribución formada que a fecha de 2009 tenía una longitud de más de 15.000 km. Canal de Isabel II lleva registrando las aportaciones de entrada a los embalses en la Comunidad de Madrid desde hace prácticamente 100 años. Aunque la aportación media en los periodos 1913-2008 y 1940-2008 es muy similar, en el periodo registrado (1979-2008) se ha reducido de manera sustancial, en torno a un 20%.

Es difícil determinar el efecto que podría tener la disminución de las precipitaciones, y por tanto de las aportaciones sobre el sistema de abastecimiento de Madrid, debido a su gran complejidad. Garrote e Iglesias (2012) concluyen en su estudio que los recursos propios en los ríos de la Región con los que cuenta el abastecimiento madrileño, salvo en los casos de los ríos Sorbe y Jarama, se encuentran próximos a la máxima regulación posible, dadas las características hidrológicas de sus aportaciones, por lo que el sistema se enfrenta a una gran exposición frente a la reducción de las aportaciones. Por tanto, y según recoge el estudio, aumentar la resiliencia del abastecimiento debería centrarse en la gestión sostenible de la demanda y en la obtención de recursos complementarios fuera de la Comunidad, puesto que los recursos procedentes de la reutilización de aguas residuales regeneradas tienen una utilización limitada y exigen grandes inversiones en infraestructura de distribución. Es importante señalar que la eficiencia del uso del agua es ya muy favorable en la Comunidad, debido sobre todo a los esfuerzos del CYII en el contexto (tarifas por bloques y estacionales) y a sus iniciativas de sensibilización y educación.

Los principales impactos identificados sobre la población se recogen en la Tabla 30.

BOCM-20240115-10

Tabla 30. Cadena de impacto de sequía sobre población. Fuente: Elaboración propia.

Cadena de impacto	Sector	Potenciales impactos
Sequía sobre población	Recursos hídricos	Posible desabastecimiento por la reducción de las aportaciones
		Posible sobreexplotación de acuíferos
		Posible subsidencia en el terreno que afecte a edificios e infraestructuras por la menor recarga de acuíferos
		Posible afección a la calidad de las aguas superficiales y subterráneas
		Posible encarecimiento de los procesos de potabilización y tratamiento de aguas residuales

5.2.6. Impacto por incendios sobre el medio natural

Como refleja el análisis de los indicadores climáticos, se observa un aumento considerable del riesgo de sufrir incendios en la Comunidad en las próximas décadas. La variabilidad en la precipitación, la temperatura, el viento y la humedad como resultado del cambio climático, puede conllevar alteraciones en las condiciones de humedad del combustible de madera, hojas, suelo y otra materia orgánica del suelo. El estudio de Sanz y Galán (2021) refleja que alrededor de la región mediterránea, de forma general el cambio climático reduce los niveles de humedad del combustible de los valores actuales, aumentando la sequedad, lo que intensifica el peligro derivado de factores climáticos de los incendios forestales. Esto condicionará un mayor riesgo de ignición principalmente en zonas de interfaz urbano-forestal y agrícola-forestal.

En el contexto regional, la inversión destinada a la prevención y extinción de incendios forestales y, por tanto, a la gestión del riesgo, se recoge en la *Memoria de 2019* (Cuerpo de Bomberos de la Comunidad de Madrid, 2019). En la Comunidad de Madrid se cuenta con la ayuda económica de la Dirección General de Emergencias como unidad gestora mediante los recursos incluidos en los contratos de servicios de "Prevención y Extinción de Incendios Forestales, Zona Este y Zona Oeste" del FEADER (Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural). El FEADER cofinancia el 53% del gasto público admisible, y la Administración General del Estado otro 14.10% (Tabla 31):

Tabla 31. Inversión en Prevención de Incendios Forestales en la Comunidad de Madrid. Fuente: Memoria 2019 del Cuerpo de Bomberos de la Comunidad de Madrid.

PRESENTADO	GASTO PÚBLICO COFINANCIABLE	IMPORTE FEADER	IMPORTE AGE	IMPORTE COMUNIDAD DE MADRID
ZONA ESTE (nov17/may18)	1,140,098.26 €	604,252.08 €	160,753.85 €	375,092.33 €
ZONA OESTE (oct18/may19)	1,245,073.96 €	659,889.20 €	175,555.43 €	409,629.33 €
ZONA ESTE (oct18/may19)	1,008,369.83 €	534,889.20 €	142,180.15 €	331,753.67 €
TOTAL	**3,393,542.05 €**	**534,436.01 €**	**534,436.01 €**	**534,436.01 €**

BOCM-20240115-10

Los principales impactos identificados se recogen en la siguiente Tabla 32:

Tabla 32. Cadena de impacto de incendios sobre el medio natural. Fuente: Elaboración propia.

Cadena de impacto	Sector		Potenciales impactos
Incendios sobre medio natural	Primario	Agrícola	Posible pérdida de áreas de cultivo
			Posible impacto económico por pérdida en la productividad
		Pecuario	Posible pérdida de áreas de pastoreo
			Sobreexplotación de agua subterránea
	Patrimonio natural y biodiversidad		Posible pérdida de biodiversidad
			Posible pérdida de áreas protegidas
			Posible impacto económico por pérdida de áreas protegidas
			Modificación en la estructura, composición y servicios ecosistémicos del hábitat con posibles sucesiones ecológicas de las especies mejor adaptadas
			Degradación del suelo y aumento de la erosión
			A gran escala pueden producir cambios en el ciclo hidrológico dentro de la cuenca hidrográfica por problemas en la infiltración del agua, aumento del flujo superficial del agua y en el consumo de agua por la vegetación debido a las altas tasas de evapotranspiración.

BOCM-20240115-10

5.3. Caracterización de la exposición y de la vulnerabilidad

Una vez priorizadas las 6 cadenas de impacto más relevantes en el contexto de la Comunidad de Madrid e identificado el tipo de datos que se requiere para su caracterización, se ha analizado la disponibilidad de información de acceso público de carácter municipal. De acuerdo con la metodología planteada, se considera el municipio como la unidad de análisis territorial sobre la que se lleva a cabo la caracterización de la vulnerabilidad y la evaluación del riesgo. Para dicho fin, se han consultado las fuentes de datos públicas, autonómicas y nacionales, que pudieran disponer de la información más actualizada y relevante para el propósito del modelo de datos propuesto, y que, al mismo tiempo, garanticen una cobertura para el total de municipios (en la mayoría de los casos) de la Comunidad de Madrid. Entre dichas fuentes, destacan a nivel autonómico el *Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid*, origen del panel de Indicadores Municipales y del Banco de Datos Territorial de la Comunidad; el *Catálogo de Información Geográfica de la Comunidad de Madrid*, plataforma de descarga de información geográfica de la Comunidad; y otras fuentes como el Canal de Isabel II o la sección web del Cuerpo de Bomberos de la Comunidad de Madrid. Además, para complementar esta información, destinada a la elaboración de indicadores de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa, se han consultado también fuentes de carácter nacional como el *Censo de Población y Viviendas y el Censo Agrario del Instituto Nacional de Estadística*, o el *Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD)*. Por su parte, para el cálculo de los indicadores de amenaza de las distintas cadenas de impacto priorizadas se han empleado los datos analizados en el apartado *0 4.3. Indicadores* **climáticos** del presente documento.

El objetivo de esta fase ha sido el poder caracterizar a través del mayor número de datos posible los distintos componentes de la vulnerabilidad para cada una de las 6 cadenas de impacto priorizadas. Para ello, la identificación y recopilación de datos se ha llevado a cabo buscando relaciones directas con posibles indicadores de amenaza, exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación. Tras la recopilación de información se ha desarrollado una base de datos de indicadores. Para cada indicador se ha incluido la siguiente información descriptiva:

- Cadena de impacto a la que corresponde
- Componente del riesgo en el que se incluye:
  - Amenaza
  - Exposición
  - Sensibilidad
  - Capacidad de adaptación
- Identificador unívoco del indicador
- Nombre del indicador
- Alias del indicador
- Definición y explicación del indicador y de los parámetros de los que consta
- Unidades de medida del indicador
- Cálculo o forma de obtener el indicador a partir de sus parámetros correspondientes
- Fuente de la que se obtiene el dato
- Fecha de la última actualización del dato
- Horizontes temporales a los que responde el dato (indicadores de amenaza)
- Periodicidad con la que se calcula el indicador o la información requerida para su cálculo
- Enlace web a la fuente de la que se obtiene el indicador o información

Conviene resaltar la dificultad que en algunos casos se ha experimentado al decidir si un indicador contribuye a que el receptor de una determinada amenaza vea afectada su sensibilidad o su capacidad adaptativa, entendidas éstas como el grado de fragilidad intrínseca y la capacidad de resistencia o de recuperación de un municipio, respectivamente. Para superar dicho obstáculo se ha

BOCM-20240115-10

utilizado el siguiente criterio: si a medida que aumenta el valor del indicador se incrementa también la vulnerabilidad, entonces se considera que es un indicador de sensibilidad; y si, por el contrario, disminuye la vulnerabilidad, entonces se considera que se trata de un indicador de capacidad de adaptación.

Como resultado de todo ello, como resume la Tabla 33, se ha generado una base de datos con 16 indicadores para la cadena de impacto por olas de calor sobre la salud de la población; 11 indicadores para la cadena de impacto por sequía sobre la población; 24 indicadores para la cadena de impacto por inundaciones sobre medio urbano; 23 indicadores para la cadena de impacto por inclemencias invernales sobre medio urbano; 8 indicadores para la cadena de impacto por sequía sobre sector agropecuario; y 9 indicadores para la cadena de impacto por incendios sobre el medio natural.

Tabla 33. Número y tipo de indicadores incorporados en el análisis de vulnerabilidad y riesgo para cada cadena de impacto.

CADENAS DE IMPACTO	INDICADORES				
	Amenaza	Exposición	Sensibilidad	Cap. adapt.	TOTAL
Impacto por olas de calor sobre la población	3	1	6	6	16
Impacto por sequía sobre la población	1	1	5	4	11
Impacto por inundaciones sobre medio urbano	2	5	13	4	24
Impacto por inclemencias invernales sobre medio urbano	2	5	9	6	23
Impacto por sequía sobre sector agropecuario	1	2	4	1	8
Impacto por incendios sobre el medio natural	1	1	4	3	9

El listado completo de indicadores, la componente del riesgo en el que se incluyen, la identificación empleada, la cadena de impacto a la que corresponden y una breve descripción se puede consultar en el Anejojo.

Finalizado el análisis de fuentes de información y la definición de indicadores, se ha llevado a cabo el tratamiento y preparación de las componentes del riesgo para cada municipio. Si bien gran parte de los datos recopilados ya poseen el formato pretendido o tan solo requieren ~~se~~ simples operaciones numéricas (este es el caso de la información municipal proveniente de fuentes como el panel de *Indicadores Municipales* y el *Banco de Datos Territorial* del *Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid*, o el *Censo de Población y Viviendas y el Censo Agrario del Instituto Nacional de Estadística*), existe también información para la que ha sido necesaria la aplicación de un conjunto de operaciones de tratamiento y transformación.

La información geográfica de carácter autonómico o nacional obtenida de fuentes como el *Catálogo de Información Geográfica de la Comunidad de Madrid*, el *Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD)* o los escenarios de cambio climático de *AdapteCCa* (periodos histórico, 2011-2040 y 2041-2070, bajo escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5) ha sido sometida a diversos procesos de análisis estadísticos espaciales mediante operaciones en un Sistema de Información Geográfica, que han posibilitado que la información original haya sido adaptada a la unidad de análisis propia de este trabajo, es decir, el municipio.

Una vez tratada y almacenada en la base de datos dispuesta para ello, la información (indicadores) de las diferentes cadenas de impacto es sometida a tratamientos estadísticos independientes de normalización, estandarización (escala de 1 a 6) para poder agregar los valores de los indicadores normalizados de sensibilidad y de capacidad adaptativa. La obtención de los índices compuestos de sensibilidad y de capacidad adaptativa se ha realizado con una asignación de pesos a los diferentes indicadores individuales normalizados y reescalados. El objetivo de dichos pesos es el de otorgar la importancia específica de cada uno de los indicadores individuales respecto al índice compuesto y

BOCM-20240115-10

eliminar, a su vez, posibles redundancias en la información asociada. Finalmente, el cociente entre ambos índices compuestos posibilita la obtención del índice de vulnerabilidad de cada municipio. Este último, una vez normalizado, reescalado y combinado con los índices, a su vez normalizados y reescalados, de exposición y amenaza (Ecuación (1)), da como resultado un índice de riesgo para cada municipio de la Comunidad de Madrid que varía de 1 a 6 (Tabla 34) y es específico para cada una de las cadenas de impacto, escenarios y horizontes analizados.

(1) $$R = A \cdot E \cdot \frac{S}{CA}$$

R: riesgo
A: amenaza
E: exposición
S: sensibilidad
CA: capacidad de adaptación

Tabla 34. Clasificación de riesgo climático establecido.

Valores de riesgo*	Clasificación
1 a 2	Bajo
2 a 3	Medio Bajo
3 a 4	Medio
4 a 5	Medio Alto
5 a 6	Alto

*Valores normalizados y estandarizados

Este análisis facilita realizar comparativas entre diferentes municipios, identificar cuáles son más vulnerables y afrontan mayores riesgos, e identificar y priorizar el planteamiento de acciones locales que tengan como objetivo una disminución del nivel de riesgo frente al que están expuestos.

BOCM-20240115-10

6. Evaluación del riesgo

En este apartado, se analizan los resultados obtenidos de la evaluación del riesgo para las cadenas de impacto seleccionadas.

6.1. Riesgo de olas de calor sobre la salud humana

Una vez obtenidos los resultados del índice de riesgo de olas de calor sobre la salud de la población, se han contabilizado el número de municipios que presentan cada categoría de riesgo en los diferentes escenarios de cambio climático y horizontes temporales (**Tabla 35**). Como punto de partida, la mayoría de municipios presenta un nivel de riesgo medio bajo, el cual se mantiene en el horizonte temporal 2030 de ambos RCPs. Si bien es cierto que, así mismo, muchos pasan en este periodo a un nivel superior, con un riesgo medio, el cambio es más evidente en el horizonte temporal 2060, especialmente en el RCP 8.5, donde se contabilizan un total de 107 municipios. De manera general podría decirse que el nivel de riesgo aumenta con el tiempo, siendo evidente la desaparición del número de municipios en niveles bajos. Del mismo modo, el número de municipios con niveles altos de riesgo prácticamente se duplica en el horizonte temporal 2060 de ambos RCPs, con respecto del histórico.

Tabla 35. Número de municipios que presentan cada nivel de riesgo de olas de calor sobre la población para el periodo histórico y los escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (2011-2040, 2041-2070).

		RIESGO				
		Histórico (1971-2000)	RCP 4.5		RCP 8.5	
			Horizonte 2030 (2011-2040)	Horizonte 2060 (2041-2070)	Horizonte 2030 (2011-2040)	Horizonte 2060 (2041-2070)
Olas de calor sobre la salud humana	Bajo	14	0	0	0	0
	Medio Bajo	147	144	96	137	46
	Medio	8	18	62	25	107
	Medio Alto	3	8	8	6	9
	Alto	7	9	13	11	17

Los municipios con mayores niveles de riesgo en todas las situaciones son Madrid, Móstoles, Fuenlabrada, Leganés, Getafe, Alcalá de Henares y Alcorcón, evaluados con un nivel de riesgo alto (Tabla 36). El municipio de Parla tiene un riesgo medio alto en el histórico de datos, aumentando hasta un riesgo alto en los dos escenarios RCP, ocurriendo de la misma forma con el municipio de Torrejón de Ardoz. En el caso de Alcobendas se da una situación similar, con un riesgo Medio Alto tanto en el histórico como en el RCP 4.5 periodo 2011 – 2040; y un riesgo alto en el otro periodo del RCP 4.5 y en el RCP 8.5. Para los RCP 4.5 y 8.5 la valoración del riesgo es de 6, la máxima puntuación, en la mayoría de los casos. Únicamente los municipios de Parla, Torrejón de Ardoz y Alcobendas tienen un riesgo menor de 6 en alguno de los periodos de los RCP. Destaca el escenario RCP 8.5 periodo 2041 – 2070 en el cual todos los municipios mencionados tienen una valoración del riesgo de 6.

Por otro lado, los municipios que presentan un menor nivel de riesgo (Tabla 37) para el histórico son Batres, Alameda del Valle, Robledillo de la Jara, Ribatejada, Pinilla del Valle, Somosierra, Navalagamella, Berzosa de Lozoya, Olmeda de las Fuentes y Villar del Olmo, con valores de riesgo inferior a 2. Estos municipios presentan un riesgo medio bajo para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 en cada uno de sus periodos, con riesgos ente 2 y 3 en todos los casos.

BOCM-20240115-10

Tabla 36. Municipios con mayor riesgo de olas de calor sobre población en la Comunidad de Madrid, en periodo histórico y escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (periodos 2011-2040, 2041-2070).

Histórico		RCP 4.5: 2011-2040		RCP 4.5: 2041-2070		RCP 8.5: 2011-2040		RCP 8.5: 2041-2070	
Municipio	**Riesgo**	**Municipio**	**Riesgo**	**Municipio**	**Riesgo**	**Municipio**	**Riesgo**	**Municipio**	**Riesgo**
Madrid	6.00	Madrid	6.00	Madrid	6.00	Madrid	6.00	Madrid	6.00
Móstoles	5.95	Móstoles	6.00	Móstoles	6.00	Móstoles	6.00	Móstoles	6.00
Fuenlabrada	5.70	Fuenlabrada	6.00	Fuenlabrada	6.00	Fuenlabrada	6.00	Fuenlabrada	6.00
Leganés	5.65	Leganés	6.00	Leganés	6.00	Leganés	6.00	Leganés	6.00
Getafe	5.56	Getafe	6.00	Getafe	6.00	Getafe	6.00	Getafe	6.00
Alcalá de Henares	5.43	Alcalá de Henares	6.00	Alcalá de Henares	6.00	Alcalá de Henares	6.00	Alcalá de Henares	6.00
Alcorcón	5.35	Alcorcón	6.00	Alcorcón	6.00	Alcorcón	6.00	Alcorcón	6.00
Parla	4.76	Parla	5.96	Parla	6.00	Parla	6.00	Parla	6.00
Torrejón de Ardoz	4.75	Torrejón de Ardoz	5.92	Torrejón de Ardoz	6.00	Torrejón de Ardoz	6.00	Torrejón de Ardoz	6.00
Alcobendas	4.05	Alcobendas	4.98	Alcobendas	5.85	Alcobendas	5.12	Alcobendas	6.00

Tabla 37: Municipios con menor riesgo de olas de calor sobre población en la Comunidad de Madrid, en periodo histórico y escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (periodos 2011-2040, 2041-2070).

Histórico		RCP 4.5: 2011-2040		RCP 4.5: 2041-2070		RCP 8.5: 2011-2040		RCP 8.5: 2041-2070	
Municipio	**Riesgo**	**Municipio**	**Riesgo**	**Municipio**	**Riesgo**	**Municipio**	**Riesgo**	**Municipio**	**Riesgo**
Batres	1.82	Batres	2.07	Batres	2.32	Batres	2.11	Batres	2.49
Alameda del Valle	1.86	Alameda del Valle	2.12	Alameda del Valle	2.37	Alameda del Valle	2.17	Alameda del Valle	2.54
Robledillo de la Jara	1.87	Robledillo de la Jara	2.14	Robledillo de la Jara	2.38	Robledillo de la Jara	2.18	Robledillo de la Jara	2.55
Ribatejada	1.88	Ribatejada	2.16	Ribatejada	2.42	Ribatejada	2.20	Somosierra	2.59
Pinilla del Valle	1.90	Somosierra	2.16	Somosierra	2.42	Somosierra	2.21	Ribatejada	2.60
Somosierra	1.90	Pinilla del Valle	2.17	Pinilla del Valle	2.43	Pinilla del Valle	2.22	Pinilla del Valle	2.60
Navalagamella	1.91	Navalagamella	2.20	Berzosa del Lozoya	2.46	Berzosa del Lozoya	2.25	Berzosa del Lozoya	2.64
Berzosa del Lozoya	1.92	Berzosa del Lozoya	2.21	Navalagamella	2.47	Navalagamella	2.25	Horcajo de la Sierra-Aoslos	2.66
Olmeda de las Fuentes	1.93	Horcajo de la Sierra-Aoslos	2.22	Horcajo de la Sierra-Aoslos	2.48	Horcajo de la Sierra-Aoslos	2.27	Navalagamella	2.67
Villar del Olmo	1.93	Olmeda de las Fuentes	2.24	Villar del Olmo	2.52	Villar del Olmo	2.28	Robregordo	2.70

BOCM-20240115-10

BOCM
BOLETÍN OFICIAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID
B.O.C.M. Núm. 12 LUNES 15 DE ENERO DE 2024 Pág. 739

De manera gráfica (Figura 28) se observa como el mayor riesgo de olas de calor durante el periodo histórico se produce en el área metropolitana de Madrid, con un riesgo principalmente alto o medio alto, mientras que en el resto de municipios predomina un riesgo medio bajo. Los municipios que tienen un riesgo bajo se distribuyen entre la Sierra Norte y algunos aislados en la Cuenca del Tajuña y Cuenca del Alberche.

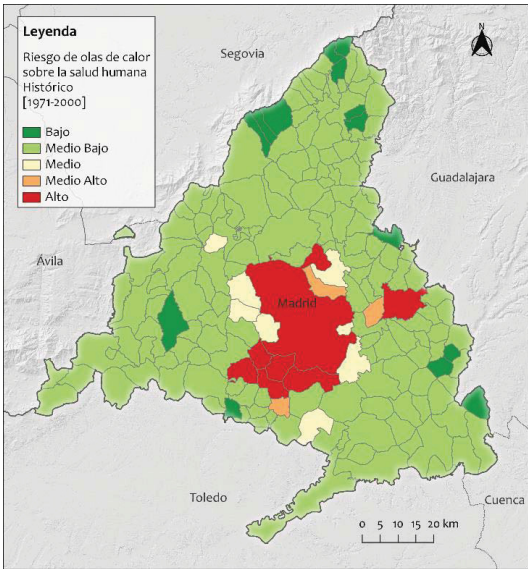


Figura 28. Riesgo de olas de calor sobre la salud humana para el histórico (1971 - 2000) en la Comunidad de Madrid por municipios.

La Figura 29muestra el riesgo de olas de calor sobre la salud humana para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 para sus dos horizontes 2030 y 2060. En el escenario RCP 4.5 el horizonte 2030 presenta un aumento del riesgo en los municipios clasificados con riesgo bajo en el histórico, hasta alcanzar un nivel medio bajo. Además, aparecen más municipios con riesgo de medio alto en el Corredor del Henares y la zona urbana sur. Así mismo, desaparece el riesgo bajo en todos los municipios y se sustituye por riesgo medio bajo. En la zona urbana sur varios municipios alcanzan el riesgo medio, como Aranjuez, Arganda del Rey, Pinto o Torrejón de la Calzada. En el horizonte 2060 las previsiones empeoran, apareciendo un mayor número de municipios con riesgo medio en toda la comunidad, exceptuando la Sierra Norte que mantiene un riesgo medio bajo en su mayoría. Los municipios de Rivas Vaciamadrid y Coslada alcanzan un riesgo alto, superándose respecto al horizonte 2030.

En el caso del RCP 8.5 horizonte 2030, las previsiones son similares al anterior escenario, aumenta el número de municipios con riesgo medio y medio alto y éstos se distribuyen predominantemente por el área metropolitana y la zona urbana sur de la Comunidad. El horizonte 2060 presenta una situación más alarmante, con una mayoría de municipios con riesgo entre medio y alto en toda la Comunidad. Las zonas de mayor riesgo se encuentran en el Área Metropolitana, Corredor del Henares y la zona urbana sur.

BOCM-20240115-10

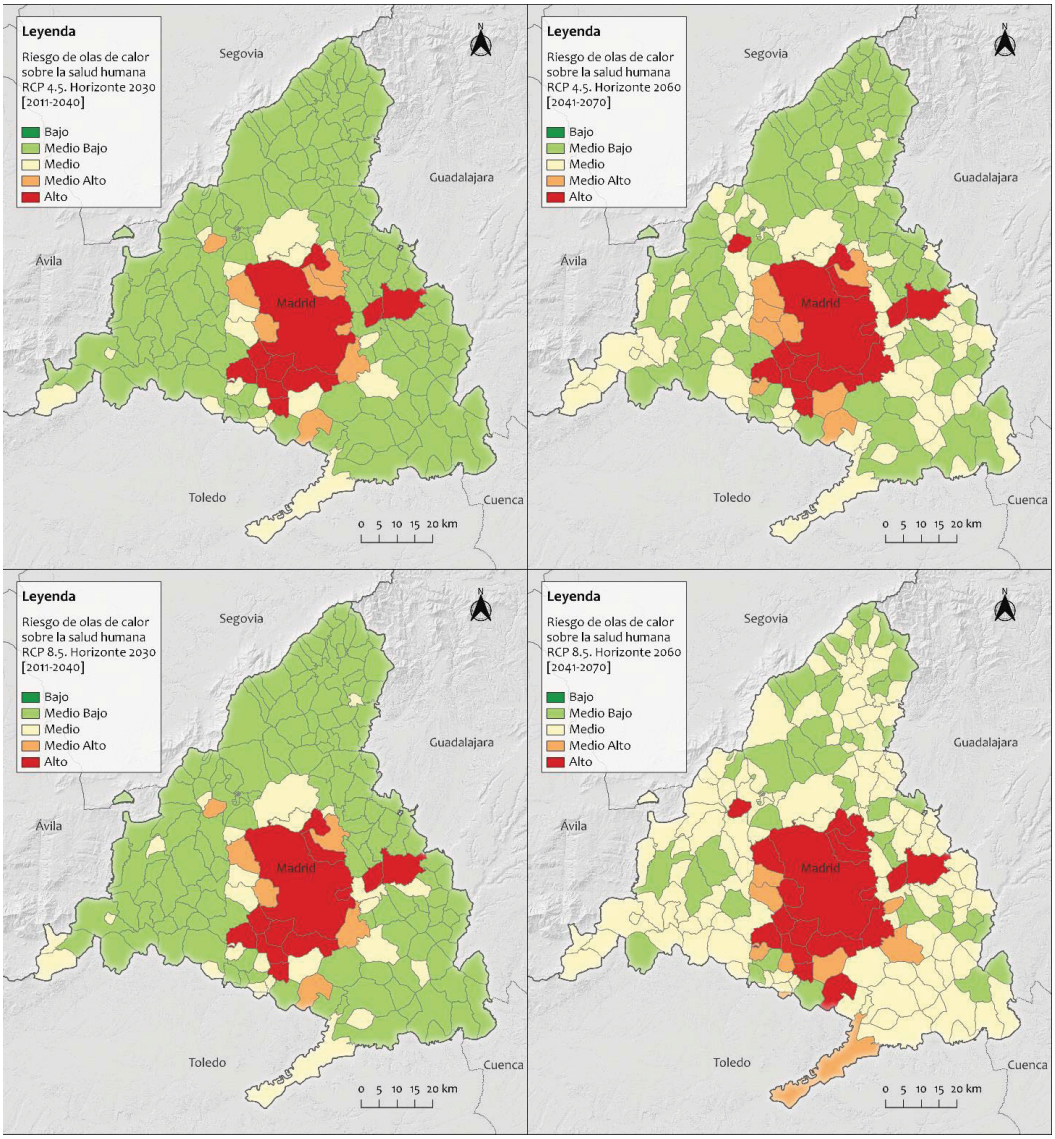


Figura 29. Riesgo de olas de calor sobre la salud humana para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 para sus dos horizontes 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios.

BOCM-20240115-10

6.2. Riesgo de inundaciones fluviales sobre el medio urbano

Respecto a las inundaciones fluviales que sufre el medio urbano, se evalúan en el siguiente apartado los resultados del índice de riesgo municipal obtenido. En la Tabla 38 se recoge el número de municipios que presentan cada nivel de riesgo en los diferentes escenarios y horizontes analizados. Una gran parte de los municipios de la Comunidad de Madrid presentan un riesgo de medio bajo a medio alto en el histórico, siendo 84 los que presentan un riesgo medio. Estos datos varían en los escenarios aumentando el número de municipios con riesgo medio alto de 32 (histórico) hasta 42 (horizonte 2060 de los dos RCPs). Ningún municipio presenta riesgo bajo en ninguna de las situaciones y los 14 municipios con riesgo alto en el histórico aumentan a 15 en los demás horizontes previstas.

Tabla 38. Número de municipios que presentan cada nivel de riesgo de inundaciones sobre medio urbano para el periodo histórico y los escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (2011-2040, 2041-2070).

		RIESGO				
		Histórico (1971-2000)	RCP 4.5		RCP 8.5	
			Horizonte 2030 (2011-2040)	Horizonte 2060 (2041-2070)	Horizonte 2030 (2011-2040)	Horizonte 2060 (2041-2070)
Inundaciones fluviales sobre medio urbano	Bajo	0	0	0	0	0
	Medio Bajo	49	40	39	39	34
	Medio	84	88	83	90	88
	Medio Alto	32	36	42	35	42
	Alto	14	15	15	15	15

Los municipios que presentan una situación más desfavorable en el histórico son los siguientes (Tabla 39): Alcalá de Henares, Aranjuez, Collado Villalba, Madrid, San Fernando de Henares, Pelayos de la Presa, Alpedrete, Estremera, Rozas de Puerto Real y Alcobendas. Todos ellos se clasifican con riesgo alto en este periodo, así como en los posteriores periodos estudiados de ambos escenarios. Dentro de esta situación, los cinco primeros municipios mencionados presentan el riesgo más alto en todas las situaciones.

Por el contrario, los municipios que presentan menor riesgo frente a inundaciones (Tabla 40) son Moraleja de Enmedio, Serranillos del Valle, Loeches, San Martín de la Vega, Batres, Meco, Majadahonda, Torrelodones, Daganzo de Arriba y Fuente el Saz de Jarama. Estos municipios se clasifican con un nivel de riesgo medio bajo en el histórico de datos y en cada periodo de los RCP 4.5 y 8.5, destacando Moraleja de En medio como el municipio con el menor riesgo para el histórico de datos con una valoración de 2.4 (riesgo medio bajo).

BOCM-20240115-10

Tabla 39. Municipios con mayor riesgo de inundaciones fluviales sobre medio urbano en la Comunidad de Madrid, en periodo histórico y escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (periodos 2011-2040, 2041-2070)

Histórico		RCP 4.5: 2011-2040		RCP 4.5: 2041-2070		RCP 8.5: 2011-2040		RCP 8.5: 2041-2070	
Municipio		Municipio		Municipio		Municipio		Municipio	
Alcalá de Henares	6.00	Alcalá de Henares	6.00	Alcalá de Henares	6.00	Alcalá de Henares	6.00	Alcalá de Henares	6.00
Aranjuez	6.00	Aranjuez	6.00	Aranjuez	6.00	Aranjuez	6.00	Aranjuez	6.00
Collado Villalba	6.00	Collado Villalba	6.00	Collado Villalba	6.00	Collado Villalba	6.00	Collado Villalba	6.00
Madrid	6.00	Madrid	6.00	Madrid	6.00	Madrid	6.00	Madrid	6.00
San Fernando de Henares	6.00	San Fernando de Henares	6.00	San Fernando de Henares	6.00	San Fernando de Henares	6.00	San Fernando de Henares	6.00
Pelayos de la Presa	5.97	Pelayos de la Presa	6.00	Pelayos de la Presa	6.00	Pelayos de la Presa	6.00	Pelayos de la Presa	6.00
Alpedrete	5.90	Alpedrete	5.94	Alpedrete	5.94	Alpedrete	5.94	Estremera	5.98
Estremera	5.65	Estremera	5.85	Estremera	5.90	Estremera	5.88	Alpedrete	5.94
Rozas de Puerto Real	5.62	Rozas de Puerto Real	5.62	Rozas de Puerto Real	5.62	Rozas de Puerto Real	5.62	Alcobendas	5.67
Alcobendas	5.36	Alcobendas	5.53	Alcobendas	5.57	Alcobendas	5.54	Rozas de Puerto Real	5.62

Tabla 40. Municipios con menor riesgo de inundaciones fluviales sobre medio urbano en la Comunidad de Madrid, en periodo histórico y escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (periodos 2011-2040, 2041-2070)

Histórico		RCP 4.5: 2011-2040		RCP 4.5: 2041-2070		RCP 8.5: 2011-2040		RCP 8.5: 2041-2070	
Municipio		Municipio		Municipio		Municipio		Municipio	
Moraleja de Enmedio	2.40	Moraleja de Enmedio	2.48	Moraleja de Enmedio	2.52	Moraleja de Enmedio	2.47	Moraleja de Enmedio	2.51
Serranillos del Valle	2.48	Loeches	2.54	Loeches	2.55	Loeches	2.54	Loeches	2.57
Loeches	2.49	Serranillos del Valle	2.57	San Martín de la Vega	2.60	Serranillos del Valle	2.55	Serranillos del Valle	2.60
San Martín de la Vega	2.53	San Martín de la Vega	2.57	Serranillos del Valle	2.62	San Martín de la Vega	2.58	San Martín de la Vega	2.62
Batres	2.53	Meco	2.61	Meco	2.63	Batres	2.60	Batres	2.65
Meco	2.57	Batres	2.62	Majadahonda	2.66	Meco	2.63	Meco	2.66
Majadahonda	2.57	Majadahonda	2.65	Torrelodones	2.67	Majadahonda	2.64	Majadahonda	2.69
Torrelodones	2.58	Daganzo de Arriba	2.65	Batres	2.67	Daganzo de Arriba	2.66	Torrelodones	2.71
Daganzo de Arriba	2.58	Torrelodones	2.67	Daganzo de Arriba	2.68	Torrelodones	2.66	Daganzo de Arriba	2.71
Fuente el Saz de Jarama	2.59	Fuente el Saz de Jarama	2.67	Fuente el Saz de Jarama	2.68	Tres Cantos	2.67	Tres Cantos	2.72

BOCM
BOLETÍN OFICIAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID
B.O.C.M. Núm. 12 LUNES 15 DE ENERO DE 2024 Pág. 743
BOCM-20240115-10

Las inundaciones-suponen un factor de riesgo en casi toda la Comunidad de Madrid debido en gran parte a los cursos fluviales que recorren su territorio. El periodo histórico muestra (Figura 30) un riesgo alto en el Área Metropolitana y algunos municipios de la Sierra Norte, Cuenca del Alberche y Cuenca del Tajuña y riesgo Medio Alto en la Sierra Norte y municipios dispersos de la Cuenca del Alberche y el Corredor del Henares. La mejor situación del histórico es un riesgo medio bajo y se distribuye en municipios de la zona urbana sur y noroeste, y Corredor del Henares, como se observa en la Figura 30.

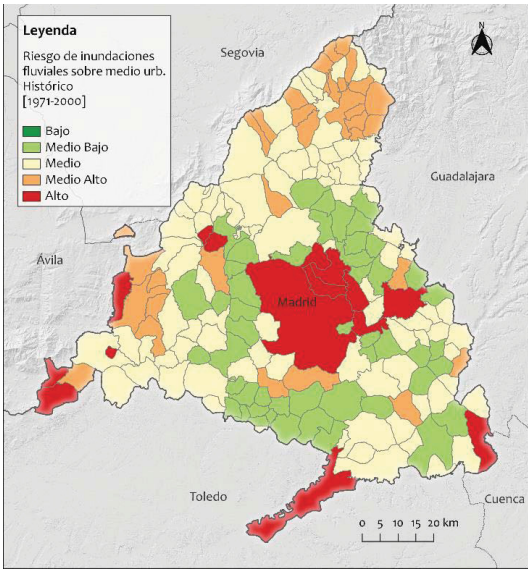


Figura 30: Riesgo de inundaciones fluviales sobre el medio urbano para el histórico (1971 - 2000) en la Comunidad de Madrid por municipios.

En los dos escenarios estudiados la tendencia del riesgo es creciente, en ningún municipio disminuye el riesgo respecto al histórico (Figura 31).

El estudio del RCP 4.5 muestra un escenario muy similar al histórico en el horizonte 2030 en la clasificación de riesgo de los municipios, aumentando el número de municipios con riesgo medio alto en la Sierra Norte (Villavieja del Lozoya y Rascafría) y sumando el municipio de Getafe al riesgo alto. Para el horizonte 2060 se mantiene el riesgo en la mayoría de los municipios y son varios los municipios que aumentan su riesgo a medio alto en la Cuenca del Alberche y la Sierra Norte.

En el caso del escenario RCP 8.5, en su horizonte 2030, algún municipio aumenta su nivel de riesgo respecto al histórico, de medio bajo a medio y de medio a medio alto, pero por lo general se mantienen constantes. Para el horizonte 2060 se aprecia un aumento más notable del riesgo en municipios de la zona urbana noroeste que llegan a un riesgo medio, y en la Cuenca del Alberche, donde aumenta el riesgo a medio alto en varios municipios, como es el caso de San Martín de Valdeiglesias y Navas del Rey.

BOCM-20240115-10

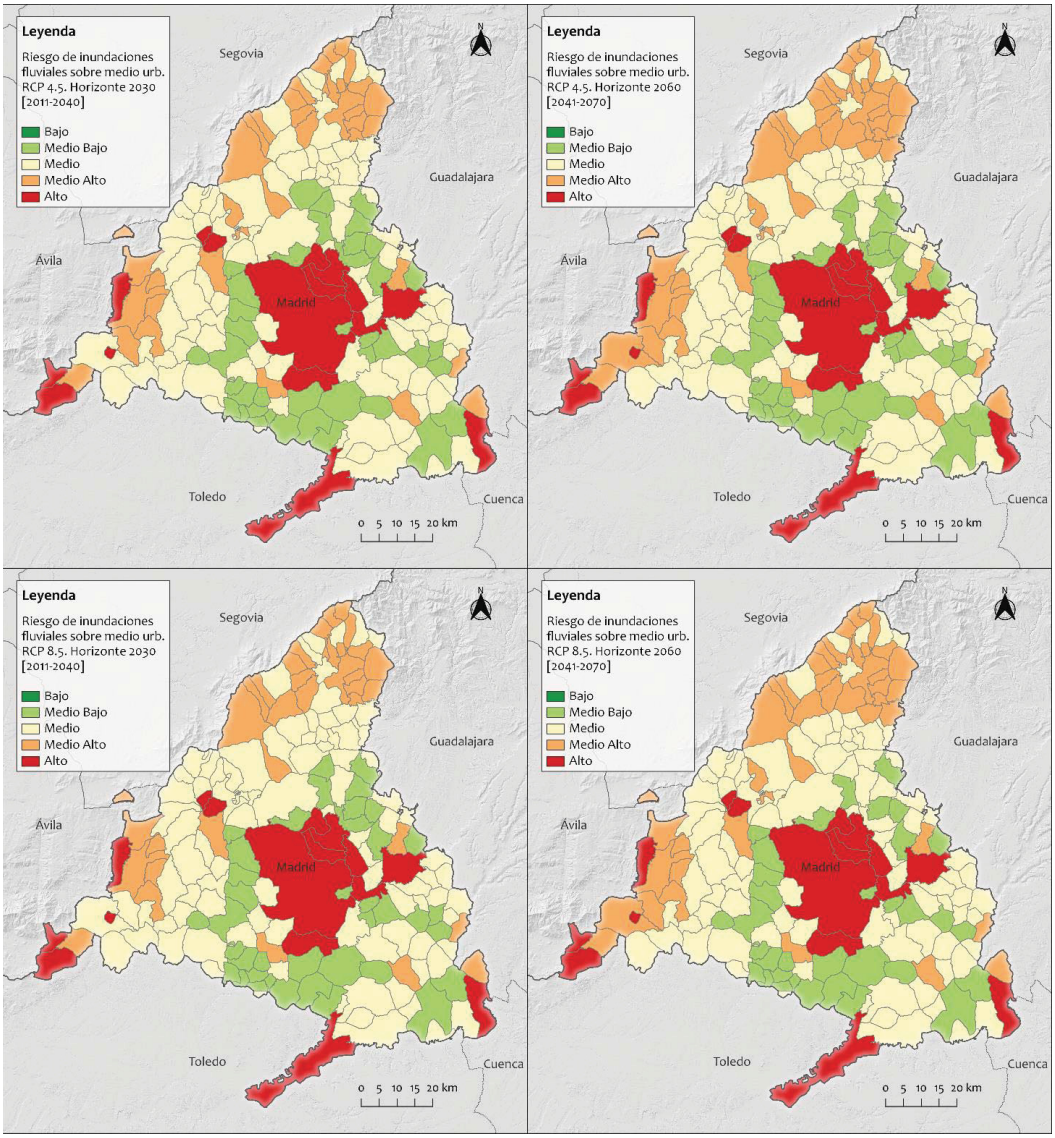


Figura 31: Riesgo de inundaciones fluviales sobre el medio urbano para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 para sus dos horizontes 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios.

BOCM-20240115-10

6.3. Riesgo de inclemencias invernales sobre el medio urbano

En este apartado se recogen los resultados del riesgo de inclemencias invernales sobre el medio urbano. La Tabla 41 muestra como el número de municipios con riesgo medio y medio alto para el histórico es de 74, mientras que 22 municipios presentan un nivel de riesgo alto. Los datos reflejan un descenso del número de municipios con riesgo alto (pasando de 22 a 9 en el horizonte 2060 del RCP 8.5) y un aumento de municipios con riesgo medio, especialmente en el horizonte 2060 del RCP 4.5 con 98 municipios.

Tabla 41. Número de municipios que presentan cada nivel de riesgo de inclemencias invernales para el periodo histórico y los escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (2011-2040, 2041-2070).

		RIESGO				
		Histórico (1971-2000)	RCP 4.5		RCP 8.5	
			Horizonte 2030 (2011-2040)	Horizonte 2060 (2041-2070)	Horizonte 2030 (2011-2040)	Horizonte 2060 (2041-2070)
Inclemencias invernales sobre medio urbano	Bajo	0	0	0	0	1
	Medio Bajo	9	24	50	31	71
	Medio	74	93	98	92	84
	Medio Alto	74	46	19	41	14
	Alto	22	16	12	15	9

Los diez municipios que presentan mayor riesgo de inclemencias invernales sobre medio urbano (Tabla 42) en el histórico son: Alcalá de Henares, Alcobendas, Aranjuez, Colmenar Viejo, Estremera, Getafe, Madrid, Navalcarnero, San Fernando de Henares y San Sebastián de los Reyes. Estos valores se mantienen en riesgo alto en los dos periodos de cada escenario, si bien son algo menor en el RCP 8.5 periodo 2040-2070 en el municipio de Alcobendas que tiene un riesgo medio alto.

Los diez municipios con menor riesgo (Tabla 43) en el histórico son: Batres, Serranillos del Valle, Moraleja de En medio, Torrejón de la Calzada, Griñón, Casarrubuelos, Cubas de la Sagra, Pozuelo del Rey, Morata de Tajuña y Velilla de San Antonio, con un riesgo medio bajo en todos los casos excepto en Velilla de San Antonio en el que el riesgo es Medio. La evolución en los siguientes periodos se mantiene constante, con todos los municipios en riesgo medio bajo y con una mejora significativa en Batres para el RCP 8.5 horizonte 2060, en el que el riesgo es bajo.

BOCM-20240115-10

Tabla 42. Municipios con mayor riesgo de inclemencias invernales sobre medio urbano en la Comunidad de Madrid, en periodo histórico y escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (periodos 2011-2040, 2041-2070)

Histórico		RCP 4.5: 2011-2040		RCP 4.5: 2041-2070		RCP 8.5: 2011-2040		RCP 8.5: 2041-2070	
Municipio		Municipio		Municipio		Municipio		Municipio	
Alcalá de Henares	6.00	Alcalá de Henares	6.00	Alcalá de Henares	6.00	Alcalá de Henares	6.00	Alcalá de Henares	6.00
Alcobendas	6.00	Colmenar Viejo	6.00	Colmenar Viejo	6.00	Colmenar Viejo	6.00	Colmenar Viejo	6.00
Aranjuez	6.00	Estremera	6.00	Estremera	6.00	Estremera	6.00	Estremera	6.00
Colmenar Viejo	6.00	Getafe	6.00	Madrid	6.00	Madrid	6.00	Madrid	6.00
Estremera	6.00	Madrid	6.00	Navalcarnero	6.00	Navalcarnero	6.00	Navalcarnero	5.73
Getafe	6.00	Navalcarnero	6.00	San Sebastián de los Reyes	6.00	San Sebastián de los Reyes	6.00	San Sebastián de los Reyes	5.54
Madrid	6.00	San Fernando de Henares	6.00	Getafe	5.92	Getafe	6.00	Getafe	5.40
Navalcarnero	6.00	San Sebastián de los Reyes	6.00	Torrejón de Ardoz	5.59	Torrejón de Ardoz	5.99	Torrejón de Ardoz	5.12
San Fernando de Henares	6.00	Torrejón de Ardoz	6.00	San Fernando de Henares	5.55	San Fernando de Henares	5.94	San Fernando de Henares	5.08
San Sebastián de los Reyes	6.00	Alcobendas	5.99	Alcobendas	5.44	Alcobendas	5.84	Alcobendas	4.97

Tabla 43. Municipios con menor riesgo de inclemencias invernales sobre medio urbano en la Comunidad de Madrid, en periodo histórico y escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (periodos 2011-2040, 2041-2070)

Histórico		RCP 4.5: 2011-2040		RCP 4.5: 2041-2070		RCP 8.5: 2011-2040		RCP 8.5: 2041-2070	
Municipio		Municipio		Municipio		Municipio		Municipio	
Batres	2.44	Batres	2.23	Batres	2.10	Batres	2.20	Batres	1.98
Serranillos del Valle	2.54	Serranillos del Valle	2.31	Serranillos del Valle	2.18	Serranillos del Valle	2.28	Serranillos del Valle	2.05
Moraleja de Enmedio	2.64	Moraleja de Enmedio	2.40	Moraleja de Enmedio	2.26	Moraleja de Enmedio	2.36	Moraleja de Enmedio	2.12
Torrejón de la Calzada	2.68	Torrejón de la Calzada	2.43	Torrejón de la Calzada	2.29	Torrejón de la Calzada	2.39	Torrejón de la Calzada	2.15
Griñón	2.75	Griñón	2.49	Griñón	2.34	Griñón	2.45	Griñón	2.20
Casarrubuelos	2.82	Casarrubuelos	2.55	Casarrubuelos	2.39	Casarrubuelos	2.51	Casarrubuelos	2.24
Cubas de la Sagra	2.86	Cubas de la Sagra	2.58	Cubas de la Sagra	2.43	Cubas de la Sagra	2.54	Cubas de la Sagra	2.27
Pozuelo del Rey	2.90	Pozuelo del Rey	2.65	Pozuelo del Rey	2.48	Pozuelo del Rey	2.61	Pozuelo del Rey	2.33
Morata de Tajuña	2.94	Morata de Tajuña	2.67	Morata de Tajuña	2.50	Morata de Tajuña	2.63	Morata de Tajuña	2.34
Velilla de San Antonio	3.00	Velilla de San Antonio	2.73	Velilla de San Antonio	2.55	Velilla de San Antonio	2.69	Velilla de San Antonio	2.39

BOCM-20240115-10

BOCM BOLETÍN OFICIAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID
B.O.C.M. Núm. 12 LUNES 15 DE ENERO DE 2024 Pág. 747

Las inclemencias invernales suponen un gran factor de riesgo en la Comunidad de Madrid, de acuerdo con el histórico una gran cantidad de municipios presentan un riesgo medio alto y alto en la Sierra Norte, zona urbana noroeste zona urbana sur y el centro principalmente (Figura 32). Los municipios que por el contrario presentan un riesgo menor, se encuentran en la Cuenca del Tajuña y el Corredor del Henares y tienen un riesgo Medio. De forma excepcional varios municipios tienen un riesgo medio bajo y se ubican en la zona urbana sur de la Comunidad.

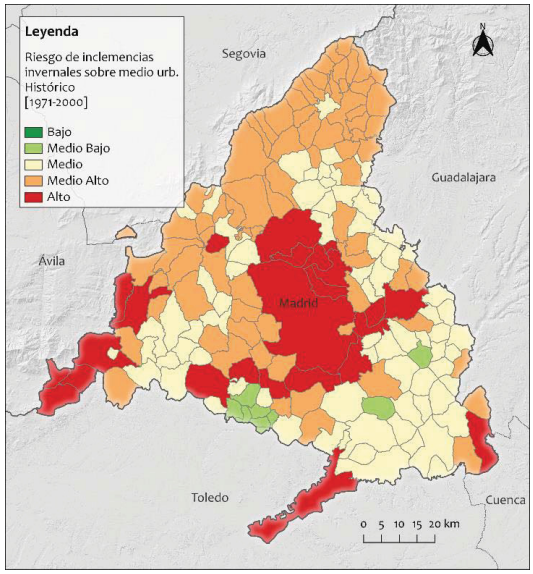


Figura 32: Riesgo de inclemencias invernales sobre el medio urbano para el histórico (1971 - 2000) en la Comunidad de Madrid por municipios.

El horizonte 2030 del RCP 4.5 (Figura 33) presenta una situación más favorable que el histórico, de forma generalizada. Algunos municipios disminuyen su riesgo de medio alto a medio y de medio a medio bajo tanto en la Sierra Norte como en las zona urbana noroeste y Cuenca del Tajuña. También se produce un descenso del riesgo alto a medio alto en la Cuenca del Alberche y el área metropolitana. La situación esperada en el horizonte 2060 es aún mejor, predominando el riesgo medio en la Sierra Norte y medio bajo al sureste de la Comunidad. El mayor riesgo se produce en el Área Metropolitana, si bien se reducen los municipios con riesgo alto en esta zona.

Para el escenario RCP 8.5 (Figura 33) el horizonte 2030 se presenta un menor riesgo que en el histórico en gran parte del territorio, muchos municipios pasan de riesgo medio alto a medio en municipios de la Sierra Norte y Cuenca del Alberche. También aparece una mayor cantidad de municipios con riesgo medio bajo en la Cuenca del Tajuña y en la zona urbana sur. La situación más favorable aparece en el horizonte 2060 de este escenario, con una gran presencia de municipios con riesgo medio bajo en la zona urbana sur y en la Cuenca del Tajuña, y con riesgo Medio al norte y oeste de la Comunidad. Los municipios con riesgo Alto se concentran en parte del Área Metropolitana y en la zona urbana noroeste (Colmenar Viejo).

BOCM-20240115-10

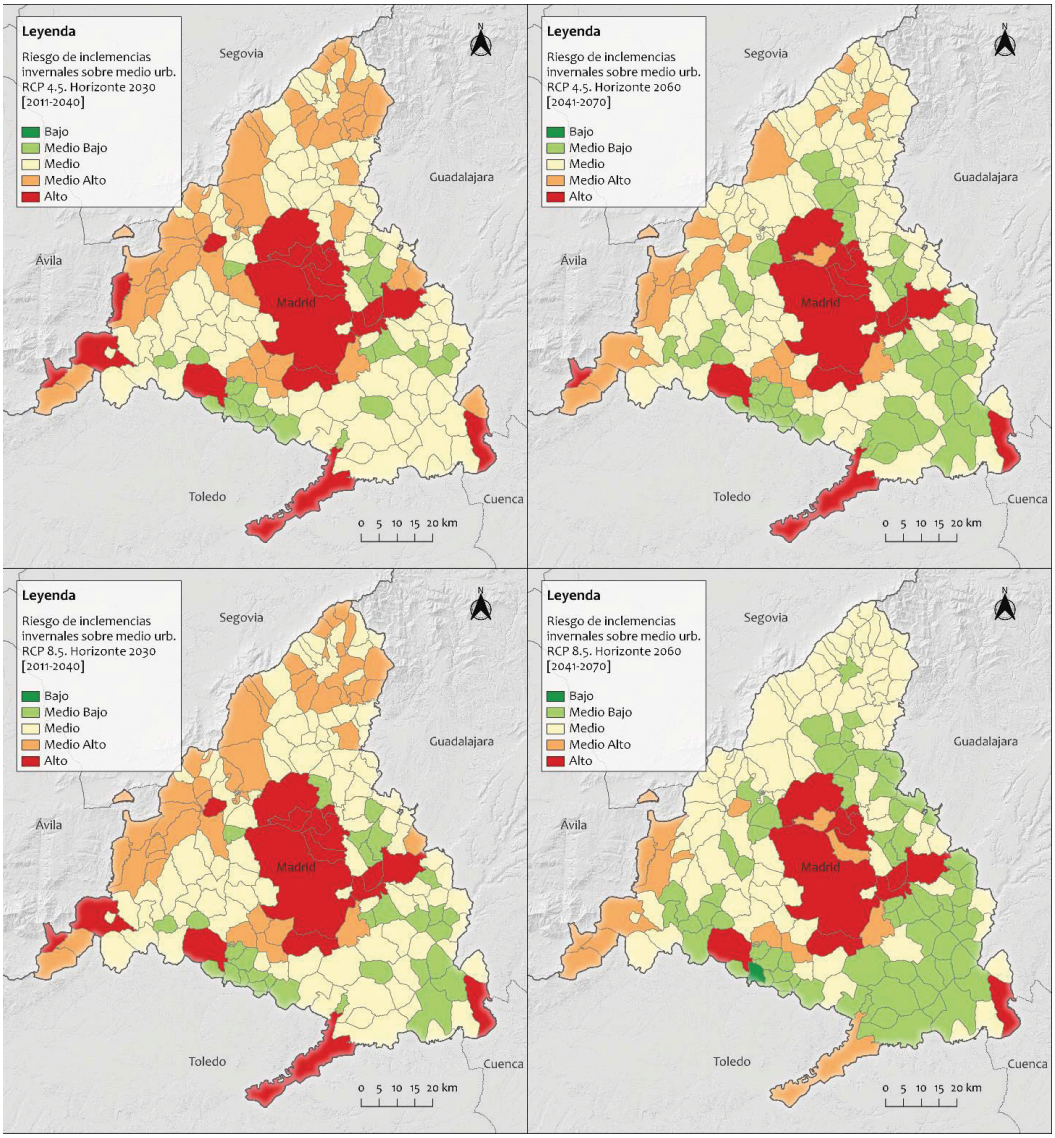


Figura 33: Riesgo de inclemencias invernales sobre el medio urbano para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 para sus dos horizontes 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios.

BOCM-20240115-10

6.4. Riesgo de sequía sobre el sector primario

En este apartado se presentan los resultados de la evaluación del riesgo de sequía sobre el sector primario a nivel municipal. El periodo histórico refleja gran variabilidad del riesgo en toda la Comunidad (Tabla 44), siendo 12 los municipios en riesgo bajo, 18 en riesgo alto, y el resto se agrupan sobre el riesgo medio bajo a medio alto. Los escenarios estudiados tienen a disminuir el número de municipios en riesgo bajo (4 en el segundo periodo del RCP 8.5) y aumentar los municipios en riesgo alto, especialmente en el segundo horizonte (2060), llegando a 23 municipios en el RCP 4.5 y 26 municipios en el RCP 8.5.

Tabla 44. Número de municipios que presentan cada nivel de riesgo de sequía sobre el sector agropecuario para el periodo histórico y los escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (2011-2040, 2041-2070).

		RIESGO				
		Histórico (1971-2000)	RCP 4.5		RCP 8.5	
			Horizonte 2030 (2011-2040)	Horizonte 2060 (2041-2070)	Horizonte 2030 (2011-2040)	Horizonte 2060 (2041-2070)
Sequía sobre el sector agropecuario	Bajo	12	9	6	9	4
	Medio Bajo	58	51	49	51	46
	Medio	68	70	67	71	64
	Medio Alto	23	27	34	27	39
	Alto	18	22	23	21	26

Los municipios evaluados con mayor riesgo (Tabla 45) en el histórico son: Aranjuez, Colmenar de Oreja, Madrid, San Martín de Valdeiglesias, San Martín de la Vega, Villarejo de Salvanés, Pinto, Getafe, Daganzo de Arriba y Colmenar Viejo. Todos ellos presentan un nivel de riesgo alto, alcanzando los cinco primeros la máxima valoración (6 sobre 6) en el periodo 2041-2070 de los dos escenarios.

Los municipios que muestran menor riesgo (Tabla 46) en el histórico son: Casarrubuelos, Puebla de la Sierra, La Acebeda, Pozuelo de Alarcón, Titulcia, Torrejón de la Calzada, Coslada, Berzosa del Lozoya, Valverde de Alcalá y El Atazar; con un riesgo bajo. El municipio de Casarrubuelos aumenta a riesgo medio bajo en sus previsiones de los dos periodos de cada escenario, le siguen Puebla de la Sierra, Pozuelo de Alarcón y La Acebeda que toman la misma clasificación de riesgo en el escenario RCP 4.5 periodo 1941 – 2070. Para el segundo periodo del RCP 8.5 son seis los municipios con riesgo medio bajo.

BOCM-20240115-10

Tabla 45. Municipios con mayor riesgo de impacto de sequías sobre sector primario en la Comunidad de Madrid, en periodo histórico y escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (periodos 2011-2040, 2041-2070)

Histórico		RCP 4.5: 2011-2040		RCP 4.5: 2041-2070		RCP 8.5: 2011-2040		RCP 8.5: 2041-2070	
Municipio		Municipio		Municipio		Municipio		Municipio	
Aranjuez	6.00	Aranjuez	6.00	Aranjuez	6.00	Aranjuez	6.00	Aranjuez	6.00
Colmenar de Oreja	6.00	Colmenar de Oreja	6.00	Colmenar de Oreja	6.00	Colmenar de Oreja	6.00	Colmenar de Oreja	6.00
Madrid	6.00	Madrid	6.00	Madrid	6.00	Madrid	6.00	Madrid	6.00
San Martín de Valdeiglesias	6.00	San Martín de Valdeiglesias	6.00	San Martín de Valdeiglesias	6.00	San Martín de Valdeiglesias	6.00	San Martín de Valdeiglesias	6.00
San Martín de la Vega	5.99	San Martín de la Vega	6.00	San Martín de la Vega	6.00	San Martín de la Vega	6.00	San Martín de la Vega	6.00
Villarejo de Salvanés	5.63	Villarejo de Salvanés	5.97	Villarejo de Salvanés	6.00	Pinto	5.91	Pinto	6.00
Pinto	5.59	Pinto	5.91	Pinto	6.00	Villarejo de Salvanés	5.86	Villarejo de Salvanés	6.00
Getafe	5.55	Colmenar Viejo	5.86	Colmenar Viejo	6.00	Colmenar Viejo	5.85	Colmenar Viejo	6.00
Daganzo de Arriba	5.53	Getafe	5.85	Getafe	6.00	Daganzo de Arriba	5.84	Daganzo de Arriba	6.00
Colmenar Viejo	5.51	Daganzo de Arriba	5.84	Daganzo de Arriba	6.00	Getafe	5.83	Getafe	6.00

Tabla 46. Municipios con menor riesgo de impacto de sequías sobre sector primario en la Comunidad de Madrid, en periodo histórico y escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (periodos 2011-2040, 2041-2070)

Histórico		RCP 4.5: 2011-2040		RCP 4.5: 2041-2070		RCP 8.5: 2011-2040		RCP 8.5: 2041-2070	
Municipio		Municipio		Municipio		Municipio		Municipio	
Casarrubuelos	1.94	Casarrubuelos	2.03	Casarrubuelos	2.06	Casarrubuelos	2.01	Casarrubuelos	2.09
Puebla de la Sierra	1.92	Puebla de la Sierra	1.98	Puebla de la Sierra	2.02	Puebla de la Sierra	1.98	Acebeda (La)	2.07
Acebeda (La)	1.91	Acebeda (La)	1.98	Pozuelo de Alarcón	2.00	Acebeda (La)	1.97	Puebla de la Sierra	2.05
Pozuelo de Alarcón	1.89	Pozuelo de Alarcón	1.96	Acebeda (La)	2.00	Pozuelo de Alarcón	1.97	Pozuelo de Alarcón	2.02
Titulcia	1.89	Titulcia	1.95	Titulcia	1.99	Titulcia	1.95	Titulcia	2.01
Torrejón de la Calzada	1.87	Torrejón de la Calzada	1.94	Torrejón de la Calzada	1.97	Torrejón de la Calzada	1.94	Torrejón de la Calzada	2.01
Coslada	1.86	Coslada	1.92	Coslada	1.97	Coslada	1.93	Coslada	1.97
Berzosa del Lozoya	1.74	Berzosa del Lozoya	1.79	Berzosa del Lozoya	1.82	Berzosa del Lozoya	1.78	Berzosa del Lozoya	1.84
Valverde de Alcalá	1.65	Valverde de Alcalá	1.70	Valverde de Alcalá	1.72	Valverde de Alcalá	1.69	Valverde de Alcalá	1.74
Atazar (El)	1.39	Atazar (El)	1.42	Atazar (El)	1.44	Atazar (El)	1.43	Atazar (El)	1.45

BOCM
BOLETÍN OFICIAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID
B.O.C.M. Núm. 12 LUNES 15 DE ENERO DE 2024 Pág. 751

El análisis geográfico del periodo histórico (Figura 34) muestra un mayor riesgo, con valores de riesgo alto, en municipios de la zona centro (Área Metropolitana) y zona urbana sur, y un menor riesgo con gran presencia en municipios de la Sierra Norte y de forma dispersa en el resto del territorio. Se produce una gran variabilidad entre municipios, con casos de riesgo bajo frente a riesgo alto en municipios colindantes como es el caso de Titulcia (riesgo bajo) y los municipios de Chinchón, Ciempozuelos y Aranjuez (riesgo alto).

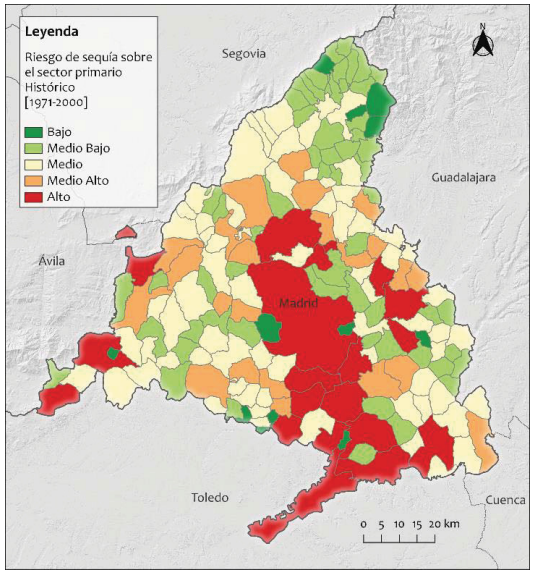


Figura 34: Riesgo de sequía sobre el sector primario para el histórico (1971 - 2000) en la Comunidad de Madrid por municipios.

La situación del horizonte 2030 del escenario RCP 4.5 es similar al histórico (Figura 35), pero presenta un aumento del riesgo en algunos municipios al oeste de la Comunidad (Cuenca del Alberche y zona urbana noroeste) en los que el riesgo pasa de medio bajo a medio y de medio a medio alto. Para el horizonte 2060 la situación prevista refleja un aumento generalizado del riesgo de manera paulatina, algunos municipios aumentan su riesgo respecto al horizonte anterior, especialmente en la Cuenca del Alberche, con más municipios que presentan un riesgo medio de sequía sobre el sector primario.

El escenario RCP 8.5 en su horizonte 2030 presenta un riesgo similar al del histórico en todos los municipios (Figura 35), aumentando el riesgo en algún municipio que pasa de medio a medio alto en la Sierra Norte (Rascafría) y en la zona urbana noroeste (Cercedilla). También pierden la categoría de riesgo bajo y pasan a medio bajo algunos municipios dispersos como Pelayos de la Presa o Serranillos del Valle. En el horizonte 2060 del mismo RCP, se aumenta ligeramente el riesgo de manera generalizada respecto al horizonte previo, con un mayor número de municipios con riesgo medio alto y alto que se distribuyen por la zona centro, Sierra Norte y zona urbana sur.

BOCM-20240115-10

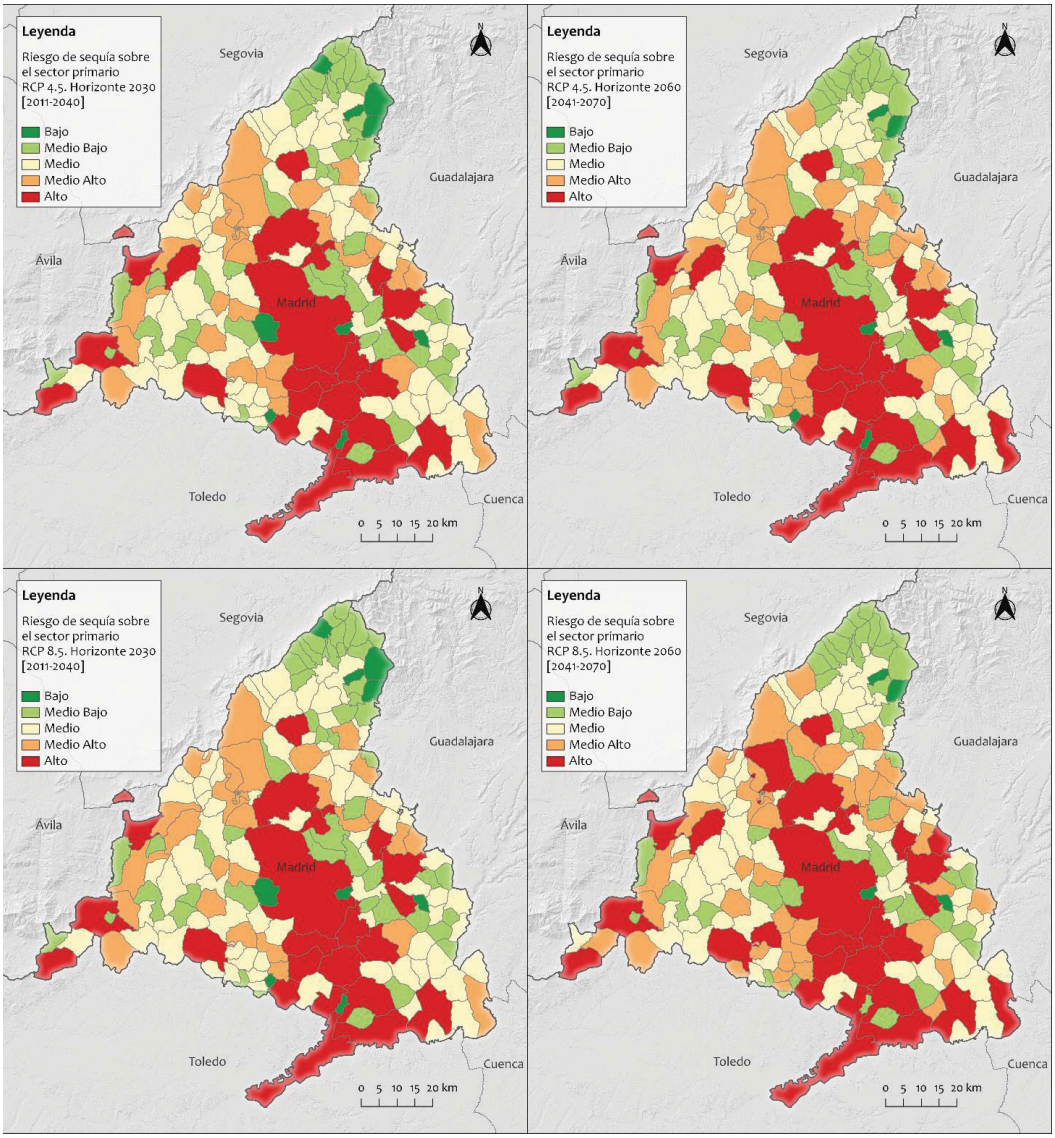


Figura 35: Riesgo de sequía sobre el sector primario para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 para sus dos horizontes 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios.

BOCM-20240115-10

6.5. Riesgo de sequía sobre población

Este apartado incluye los principales resultados del análisis del riesgo de sequías sobre la población a nivel municipal. La Tabla 47 recoge el número de municipios dentro de cada categoría de riesgo para los horizontes temporales y escenarios analizados. El grueso de municipios se agrupa en niveles de riesgo medio bajo, seguido de niveles de riesgo medio, para el histórico. Esta tendencia se mantiene en el RCP 4.5 y RCP 8.5, excepto en el caso del horizonte 2060 del RCP 8.5, donde se alcanzan los 82 municipios con riesgo medio, superando los 77 municipios con nivel de riesgo medio bajo. Son nueve los municipios del histórico con riesgo alto, que se mantienen en el primer periodo del RCP 4.5 y aumenta a 11 en el siguiente periodo, teniendo su máximo en el horizonte 2060 del RCP 8.5, con 12 municipios en riesgo alto.

Tabla 47. Número de municipios que presentan cada nivel de riesgo de sequía sobre la población para el periodo histórico y los escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (2011-2040, 2041-2070).

		RIESGO				
		Histórico (1971-2000)	RCP 4.5		RCP 8.5	
			Horizonte 2030 (2011-2040)	Horizonte 2060 (2041-2070)	Horizonte 2030 (2011-2040)	Horizonte 2060 (2041-2070)
Sequía sobre la población	Bajo	2	1	1	1	0
	Medio Bajo	109	95	88	94	77
	Medio	52	64	71	65	82
	Medio Alto	7	10	8	9	8
	Alto	9	9	11	10	12

Los diez municipios que presentan un mayor riesgo de sequía (Tabla 48) son: Alcalá de Henares, Alcorcón, Fuenlabrada, Getafe, Leganés, Madrid, Móstoles, Parla, Torrejón de Ardoz y Coslada. Estos municipios presentan un riesgo alto en el histórico que se mantiene en los siguientes periodos. Solo el municipio de Coslada presenta un riesgo medio alto en el histórico y en el primer periodo del RCP 4.5.

Por el contrario, los diez municipios con menor riesgo de sequía (Tabla 49) en el histórico son: Somosierra, La Hiruela, Horcajo de la Sierra- Aoslos, Alameda del Valle, Montejo de la Sierra, Robledillo de la Jara, Soto del Real, El Atazar, Horcajuelo de la Sierra y Berzosa del Lozoya; en los cuales predomina el riesgo medio bajo. El periodo 2011-2040 del RCP 4.5 presenta un riesgo medio bajo en 9 de los 10 municipios, resultados que se mantienen tanto en el otro periodo del RCP 4.5 como en el primer periodo del RCP 8.5. Únicamente el municipio de Somosierra tiene un riesgo bajo en casi todas las situaciones excepto el periodo 2041-2070 del RCP 8.5, que tiene un riesgo medio bajo.

BOCM-20240115-10

Tabla 48. Municipios con mayor riesgo de sequía sobre población en la Comunidad de Madrid, en periodo histórico y escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (periodos 2011-2040, 2041-2070)

Histórico		RCP 4.5: 2011-2040		RCP 4.5: 2041-2070		RCP 8.5: 2011-2040		RCP 8.5: 2041-2070	
Municipio		Municipio		Municipio		Municipio		Municipio	
Alcalá de Henares	6.00	Alcalá de Henares	6.00	Alcalá de Henares	6.00	Alcalá de Henares	6.00	Alcalá de Henares	6.00
Alcorcón	6.00	Alcorcón	6.00	Alcorcón	6.00	Alcorcón	6.00	Alcorcón	6.00
Fuenlabrada	6.00	Fuenlabrada	6.00	Fuenlabrada	6.00	Fuenlabrada	6.00	Fuenlabrada	6.00
Getafe	6.00	Getafe	6.00	Getafe	6.00	Getafe	6.00	Getafe	6.00
Leganés	6.00	Leganés	6.00	Leganés	6.00	Leganés	6.00	Leganés	6.00
Madrid	6.00	Madrid	6.00	Madrid	6.00	Madrid	6.00	Madrid	6.00
Móstoles	6.00	Móstoles	6.00	Móstoles	6.00	Móstoles	6.00	Móstoles	6.00
Parla	6.00	Parla	6.00	Parla	6.00	Parla	6.00	Parla	6.00
Torrejón de Ardoz	6.00	Torrejón de Ardoz	6.00	Torrejón de Ardoz	6.00	Torrejón de Ardoz	6.00	Torrejón de Ardoz	6.00
Coslada	4.76	Coslada	5.00	Coslada	5.20	Coslada	5.02	Coslada	5.23

Tabla 49. Municipios con menor riesgo de sequía sobre población en la Comunidad de Madrid, en periodo histórico y escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (periodos 2011-2040, 2041-2070)

Histórico		RCP 4.5: 2011-2040		RCP 4.5: 2041-2070		RCP 8.5: 2011-2040		RCP 8.5: 2041-2070	
Municipio		Municipio		Municipio		Municipio		Municipio	
Somosierra	1.88	Somosierra	1.95	Somosierra	1.98	Somosierra	1.94	Somosierra	2.03
Hiruela (La)	1.98	Hiruela (La)	2.06	Hiruela (La)	2.09	Hiruela (La)	2.06	Hiruela (La)	2.14
Horcajo de la Sierra-Aoslos	2.10	Horcajo de la Sierra-Aoslos	2.19	Horcajo de la Sierra-Aoslos	2.22	Horcajo de la Sierra-Aoslos	2.18	Montejo de la Sierra	2.29
Alameda del Valle	2.11	Montejo de la Sierra	2.19	Montejo de la Sierra	2.24	Montejo de la Sierra	2.19	Horcajo de la Sierra-Aoslos	2.30
Montejo de la Sierra	2.12	Alameda del Valle	2.19	Alameda del Valle	2.25	Alameda del Valle	2.20	Alameda del Valle	2.30
Robledillo de la Jara	2.14	Robledillo de la Jara	2.22	Robledillo de la Jara	2.26	Robledillo de la Jara	2.22	Robledillo de la Jara	2.30
Soto del Real	2.20	Horcajuelo de la Sierra	2.30	Soto del Real	2.34	Soto del Real	2.29	Berzosa del Lozoya	2.39
Atazar (El)	2.21	Soto del Real	2.30	Horcajuelo de la Sierra	2.35	Berzosa del Lozoya	2.30	Atazar (El)	2.40
Horcajuelo de la Sierra	2.22	Berzosa del Lozoya	2.30	Atazar (El)	2.35	Horcajuelo de la Sierra	2.30	Soto del Real	2.40
Berzosa del Lozoya	2.22	Atazar (El)	2.30	Berzosa del Lozoya	2.35	Atazar (El)	2.30	Horcajuelo de la Sierra	2.40

BOCM
BOLETÍN OFICIAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID
B.O.C.M. Núm. 12 LUNES 15 DE ENERO DE 2024 Pág. 755

El análisis geográfico de los datos de riesgo de sequía sobre la población del periodo histórico (Figura 36) muestran cómo el nivel de riesgo es mayor en el área metropolitana y zona sur de la Comunidad de Madrid, con un riesgo de medio generalizado y alto en la zona centro de Madrid. Muchos municipios tienen riesgo medio bajo y se distribuyen principalmente por la Sierra Norte, la zona urbana noroeste, Cuenca del Alberche y Cuenca del Tajuña. Solamente dos municipios presentan riesgo bajo y se encuentran en la Sierra Norte: la Hiruela y Somosierra.

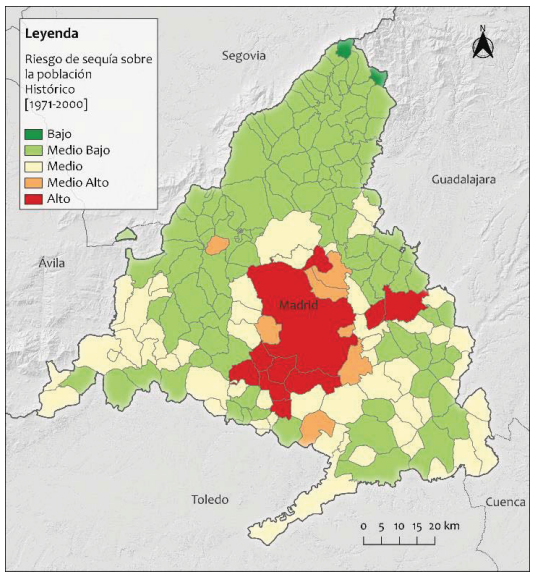


Figura 36: Riesgo de sequía sobre la población para el histórico (1971 - 2000) en la Comunidad de Madrid por municipios.

En el horizonte 2030 del RCP 4.5 (Figura 37) aumenta el riesgo de manera generalizada con respecto del histórico, aumentando riesgo de medio bajo a medio y de medio a medio alto en muchos municipios. El Área Metropolitana destaca por tener un nivel de riesgo alto o medio alto en algunos casos, mientras que las mejores previsiones se encuentran en la Sierra Norte, zona urbana noroeste y la Cuenca del Alberche con riesgo Medio Bajo. En el horizonte 2060 la situación es ligeramente peor y se produce un aumento del número de municipios con riesgo medio y medio alto en la zona urbana sur y el área metropolitana. Además, se suma Coslada a los municipios con un riesgo alto, respecto al horizonte anterior.

Las previsiones para el horizonte 2030 del escenario RCP 8.5 (Figura 37) difieren ligeramente respecto del histórico, ya que son pocos los municipios que aumentan su riesgo. Dos de los municipios del área metropolitana y la zona urbana sur cambian de un riesgo medio a medio alto (Pinto y Aranjuez) y Coslada aumenta su nivel de riesgo a alto. En el horizonte 2060 el municipio de Rivas Vaciamadrid se añade a los municipios con riesgo alto y aparece una mayor cantidad de territorio con riesgo medio en toda la Comunidad.

BOCM-20240115-10

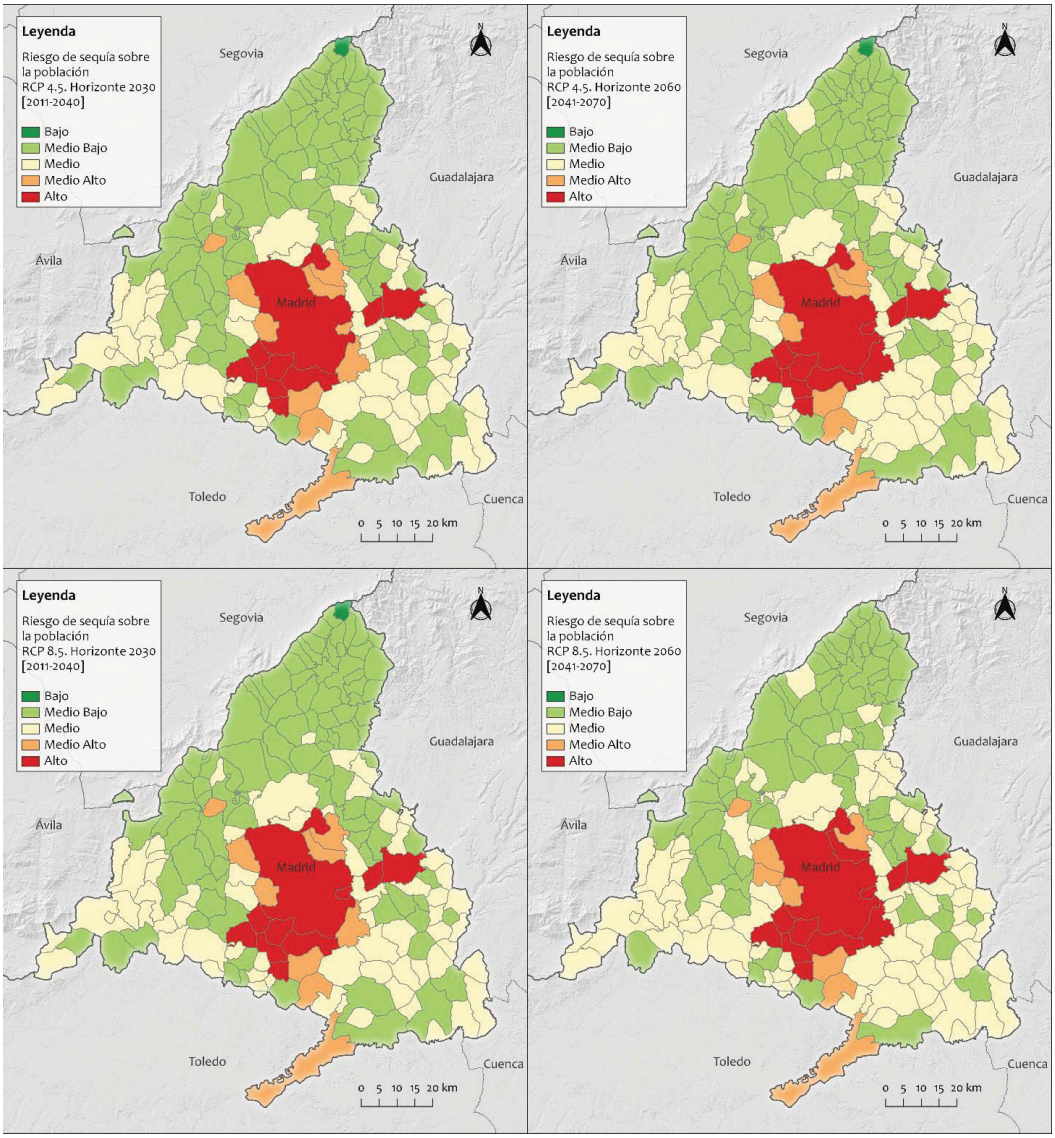


Figura 37: Riesgo de sequía sobre la población para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 para sus dos horizontes 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios.

BOCM-20240115-10

6.6. Riesgo de incendios sobre el medio natural

El siguiente apartado expone los principales resultados de la evaluación del riesgo de incendios sobre el medio natural. En la Tabla 50 se han recogido el número de municipios que presentan cada nivel de riesgo, mostrando una cantidad mayor de municipios mayor en niveles de riesgo bajo y medio bajo en el periodo histórico (90 y 55 respectivamente). La evolución prevista es una disminución de municipios en niveles de riesgo bajo (llegando a 48 en el horizonte 2060 del RCP 8.5) y un aumento de aquellos en riesgo alto, aumentando de 6 municipios en el histórico hasta 22 en el horizonte 2060 de ambos escenarios.

Tabla 50. Número de municipios que presentan cada nivel de riesgo de incendios en el medio natural para el periodo histórico y los escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (2011-2040, 2041-2070).

		RIESGO				
		Histórico (1971-2000)	RCP 4.5		RCP 8.5	
			Horizonte 2030 (2011-2040)	Horizonte 2060 (2041-2070)	Horizonte 2030 (2011-2040)	Horizonte 2060 (2041-2070)
Incendios sobre el medio natural	Bajo	90	63	49	68	48
	Medio Bajo	55	71	73	68	71
	Medio	17	21	23	20	24
	Medio Alto	11	12	12	13	14
	Alto	6	12	22	10	22

Los municipios que presentan un mayor riesgo en el periodo histórico (Tabla 51) son: Cenicientos, Colmenar del Arroyo, Colmenar Viejo, Navalagamella, Robledo de Chavela, Villa del Prado, San Martín de Valdeiglesias, Valdemaqueda, Villanueva de Perales y Chapinería. Esta valoración del riesgo se mantiene constante para los seis primeros municipios en los siguientes escenarios, alcanzando el valor máximo en el escenario 8.5 (periodo 2041-2070). Los cuatro últimos municipios mencionados parten de un riesgo medio alto en el histórico y aumentan a alto en todas las situaciones siguientes, alcanzando casi la valoración máxima en el segundo periodo del RCP 8.5.

Los diez municipios con menor riesgo en el periodo histórico son (Tabla 52): Torrejón de la Calzada, Pozuelo del Rey, Alcorcón, Nuevo Baztán, Humanes de Madrid, Cervera de Buitrago, Coslada, Parla, Fuenlabrada y Leganés; con un riesgo Bajo. En los siguientes periodos de los RCP se observa un ligero aumento respecto del histórico, sin embargo, el riesgo permanece Bajo en todos los casos por lo que no se espera un cambio significativo.

BOCM-20240115-10

B.O.C.M. Núm. 12 LUNES 15 DE ENERO DE 2024 Pág. 759
BOCM BOLETÍN OFICIAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Tabla 51. Municipios con mayor riesgo de impacto de incendios sobre medio natural en la Comunidad de Madrid, en periodo histórico y escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (periodos 2011-2040, 2041-2070)

Histórico		RCP 4.5: 2011-2040		RCP 4.5: 2041-2070		RCP 8.5: 2011-2040		RCP 8.5: 2041-2070	
Municipio		Municipio		Municipio		Municipio		Municipio	
Cenicientos	6.00	Cenicientos	6.00	Cenicientos	6.00	Cenicientos	6.00	Cenicientos	6.00
Colmenar del Arroyo	6.00	Colmenar del Arroyo	6.00	Colmenar del Arroyo	6.00	Colmenar del Arroyo	6.00	Colmenar del Arroyo	6.00
Colmenar Viejo	6.00	Colmenar Viejo	6.00	Colmenar Viejo	6.00	Colmenar Viejo	6.00	Colmenar Viejo	6.00
Navalagamella	6.00	Navalagamella	6.00	Navalagamella	6.00	Navalagamella	6.00	Navalagamella	6.00
Robledo de Chavela	6.00	Robledo de Chavela	6.00	Robledo de Chavela	6.00	Robledo de Chavela	6.00	Robledo de Chavela	6.00
Villa del Prado	6.00	Villa del Prado	6.00	Villa del Prado	6.00	Villa del Prado	6.00	Villa del Prado	6.00
San Martín de Valdeiglesias	4.89	Valdemaqueda	5.94	Valdemaqueda	6.00	Valdemaqueda	5.87	Valdemaqueda	6.00
Valdemaqueda	4.87	San Martín de Valdeiglesias	5.87	San Martín de Valdeiglesias	6.00	San Martín de Valdeiglesias	5.84	San Martín de Valdeiglesias	6.00
Villanueva de Perales	4.44	Villanueva de Perales	5.15	Madrid	5.97	Chapinería	5.10	Madrid	6.00
Chapinería	4.39	Chapinería	5.14	Chapinería	5.91	Villanueva de Perales	5.09	Chapinería	5.99

Tabla 52. Municipios con menor riesgo de impacto de incendios sobre medio natural en la Comunidad de Madrid, en periodo histórico y escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 (periodos 2011-2040, 2041-2070)

Histórico		RCP 4.5: 2011-2040		RCP 4.5: 2041-2070		RCP 8.5: 2011-2040		RCP 8.5: 2041-2070	
Municipio		Municipio		Municipio		Municipio		Municipio	
Torrejón de la Calzada	1.38	Nuevo Baztán	1.48	Torrejón de Ardoz	1.58	Serna del Monte (La)	1.45	Serna del Monte (La)	1.59
Pozuelo del Rey	1.37	Alcorcón	1.48	Nuevo Baztán	1.58	Pozuelo del Rey	1.45	Torrejón de Ardoz	1.59
Alcorcón	1.37	Torrejón de Ardoz	1.47	Alcorcón	1.57	Alcorcón	1.44	Nuevo Baztán	1.59
Nuevo Baztán	1.37	Humanes de Madrid	1.46	Humanes de Madrid	1.54	Nuevo Baztán	1.43	Alcorcón	1.58
Humanes de Madrid	1.35	Serna del Monte (La)	1.44	Serna del Monte (La)	1.54	Humanes de Madrid	1.43	Humanes de Madrid	1.56
Cervera de Buitrago	1.35	Cervera de Buitrago	1.42	Cervera de Buitrago	1.52	Cervera de Buitrago	1.42	Cervera de Buitrago	1.55
Coslada	1.30	Coslada	1.38	Coslada	1.47	Coslada	1.36	Coslada	1.48
Parla	1.28	Fuenlabrada	1.36	Parla	1.44	Parla	1.34	Parla	1.45
Fuenlabrada	1.28	Parla	1.36	Fuenlabrada	1.43	Fuenlabrada	1.34	Fuenlabrada	1.45
Leganés	1.27	Leganés	1.35	Leganés	1.42	Leganés	1.33	Leganés	1.43

BOCM-20240115-10

La representación gráfica del riesgo en el periodo histórico (Figura 38) muestra cómo la zona con mayor riesgo se encuentra en la Cuenca del Alberche y en Colmenar Viejo (zona urbana noroeste), mientras que el menor riesgo se sitúa principalmente en la zona urbana sur, el Corredor del Henares y en algunos municipios de la Sierra Norte. El municipio de Madrid tiene un riesgo medio alto, junto con algunos otros de la zona urbana sur y Cuenca del Alberche.

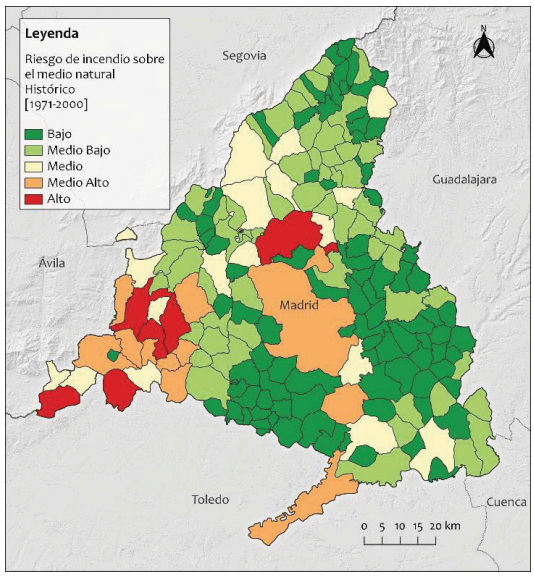


Figura 38. Riesgo de incendios sobre el medio natural para el histórico (1971 - 2000) en la Comunidad de Madrid por municipios.

En el RCP 4.5 horizonte 2030 (Figura 39), el riesgo alto se localiza también en otros municipios como Madrid, Hoyo de Manzanares o Pelayos de la Presa (que poseían un riesgo medio alto en el histórico), y disminuyen los municipios con riesgo Bajo, aumentando a Medio Bajo en algunos casos como Las Rozas, Boadilla del Monte o Loeches. En el periodo 2041 – 2070 la situación se presenta más favorable respecto al periodo anterior disminuyendo el riesgo, algunos municipios como Galapagar, Villamanta o Puebla de la Sierra pasan de riesgo Alto a Medio Alto. Por lo general presenta un escenario más similar al histórico que el horizonte 2030.

En el caso del horizonte 2030 del escenario RCP 8.5 (Figura 39), la situación no varía casi con respecto del histórico, y se mantiene el menor riesgo en la zona urbana sur y Corredor del Henares, y un mayor riesgo en la Cuenca del Alberche y zona urbana noroeste (Colmenar Viejo). En el horizonte 2060 se presenta un riesgo mayor que en todas las situaciones anteriores, con un aumento de municipios con riesgo alto en el área metropolitana, suroeste de la Comunidad y en varios municipios de la zona sur (Aranjuez, Chinchón y San Martín de la Vega).

BOCM-20240115-10

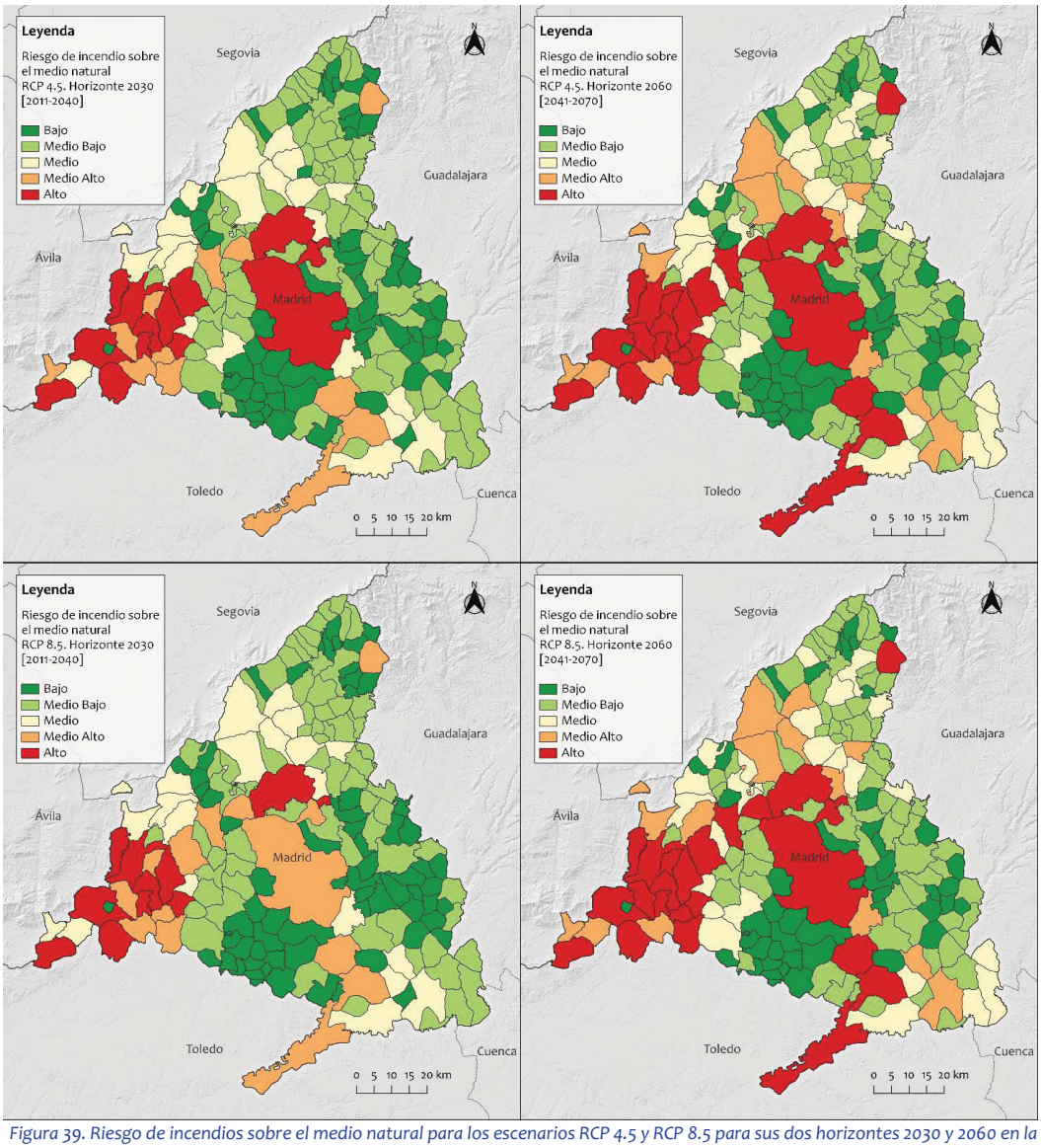


Figura 39. Riesgo de incendios sobre el medio natural para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 para sus dos horizontes 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios.

BOCM-20240115-10

7. Maladaptación y costes de la inacción

Tal y como establece el *Plan Nacional de Adaptación* de España, las medidas de adaptación al cambio climático para reducir los riesgos climáticos deben evitar la denominada **maladaptación** con medidas que puedan resultar contraproducentes, y que contravengan o afecten negativamente a los objetivos de la lucha frente al cambio climático. El Plan define como acciones de maladaptación aquellas que pueden provocar incrementos del riesgo de efectos negativos relacionados con el clima, aumentando la vulnerabilidad o pérdida del bienestar, en la actualidad o en el futuro. Un ejemplo de mala gestión sería, por ejemplo, un cambio de uso del suelo que convierta la superficie forestal en agrícola para la producción de bioenergía. Un cambio así podría amenazar el desarrollo sostenible, la seguridad de alimentos y agua, crear conflictos sobre los derechos de la tierra y producir una pérdida de biodiversidad. Por eso, resulta fundamental desarrollar herramientas para la prevención de la maladaptación que permitan valorar la solidez de las acciones de adaptación e identificar posibles efectos contraproducentes.

En cualquier caso, las iniciativas de adaptación deberán respetar el principio de no ocasionar daños para que todas las acciones y políticas contribuyan al éxito de la transición hacia la sostenibilidad, y no perjudiquen otros objetivos ambientales, evitando que cualquier medida sea considerada ambientalmente sostenible si son más los daños que causa al medio ambiente que los beneficios que aporta.

Teniendo en cuenta el carácter transversal de la adaptación, resulta preciso además una adecuada articulación interinstitucional para evitar que otros marcos institucionales, normas o acciones públicas puedan incentivar la toma de decisiones incrementando los riesgos derivados del cambio climático.

Magnan *et al.* (2016), clasifican los riesgos de maladaptación en 5 tipos principales: incremento de emisiones de gases de efecto invernadero, sobrecarga desproporcionada sobre los más vulnerables, costes altos, reducción del incentivo para la adaptación, y por último la generación de un camino de dependencia sobre instituciones para llevar a cabo las acciones de adaptación. Estos cinco caminos hacia la maladaptación permiten establecer una base para la toma de decisiones para la selección de medidas en materia de adaptación climática.

Los eventos extremos, como los analizados en el presente documento (olas de calor, inundaciones, inclemencias invernales, sequías e incendios) suponen, además de un daño medioambiental y social, también un coste económico extraordinario, tal y como se ha reflejado en los puntos anteriores.

En este sentido la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA, 2008) recomienda considerar los siguientes impactos a la hora de valorar los costes de inacción del cambio climático:

- Impactos sobre la salud: mortalidad, enfermedades infecciosas, vasculares y respiratorias y nuevas enfermedades.
- Impactos sobre los recursos hídricos: variación en la cantidad y calidad de los recursos, mayor competencia por su aprovechamiento y aumento de las zonas áridas y semiáridas.
- Impactos sobre la agricultura: empobrecimiento de cosechas, aumento necesidades de riego y disminución productividad agrícola.
- Impactos sobre los recursos forestales: composición de las masas, salud de los recursos forestales y productividad del sector forestal.
- Impactos sobre las áreas en riesgo de inundación: pérdida de bienes y servicios, reconstrucción y rehabilitación o compensación de elementos dañados.
- Impactos sobre la biodiversidad: pérdida de hábitat, especies y servicios ecosistémicos.
- Impactos sobre el turismo: cambio en los patrones del flujo de turistas debido a los cambios en el clima.

BOCM-20240115-10

- Impactos en la energía: aumento de la demanda de refrigeración en verano debido a fenómenos extremos como olas de calor.
- Impactos sobre las edificaciones e infraestructuras.

La implementación de medidas de adaptación conlleva, además de beneficios ambientales y sociales, efectos en el ámbito económico. La adopción de actuaciones puntuales puede tener un impacto positivo en el sistema que derive, por ejemplo, en la generación de empleo. Por el contrario, los efectos derivados de la no actuación, denominados **costes de la inacción** conllevan un aumento en los impactos ocasionados respecto al supuesto en el que se adoptasen medidas (ver Figura 40). Estos costes dependerán de las trayectorias de emisiones futuras, por lo que, en ocasiones, será necesario plantear medidas que atiendan diferentes escenarios de cambio climático.

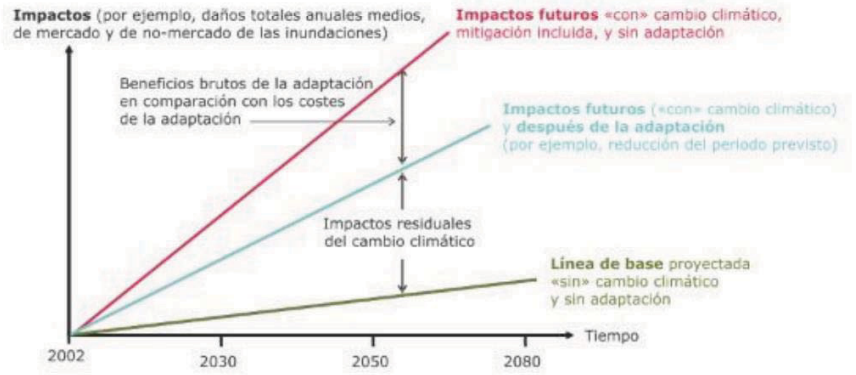


Figura 40. Costes y beneficios de la adaptación (Adaptado de Boyd y Hunt, 2006).

Según las previsiones de la Comisión Europea, el sur de Europa será el que presente mayores impactos en términos económicos, de forma que en el escenario de la inacción los impactos asciendan hasta casi el 3% del PIB. En España, las pérdidas económicas totales por eventos climáticos extremos durante el periodo 1980-2015 han sido de 33,602 millones de euros y han supuesto un total de 812 € por persona (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2017).

La Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres publicó en 2017 el informe *"Pérdidas económicas, pobreza y desastres 1998- 2017"* en el que advierte del impacto de los fenómenos naturales causados por el cambio climático sobre la economía de los países. El informe destaca que los fenómenos meteorológicos extremos representan un 77% del total de las pérdidas económicas actualmente, es decir, 2.24 billones de dólares. Esta cifra representa un aumento del 151% respecto a las pérdidas registradas entre 1978 y 1997, de 895,000 millones de dólares. Los costes humanos y económicos ocasionados por desastres climáticos durante el periodo 1998 – 2017 se reflejan en la Figura 41.

BOCM-20240115-10

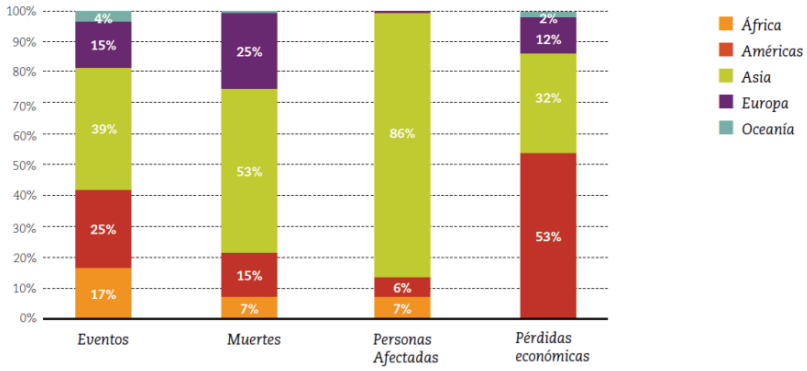


Figura 41. Porcentaje de pérdidas económicas y humanas por eventos climáticos por continente en el periodo 1998 - 2017 (UNDRR, 2017).

Según el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC para un aumento de temperatura de 4ºC se estiman unas pérdidas de entre un 1% y un 5% del PIB, pudiendo ser más elevadas en algunos países. Estos cálculos incluyen las pérdidas derivadas de la agricultura, el turismo, los desastres naturales y los costes de construcción de infraestructuras para la adaptación. Por otra parte, el Informe Stern señala que estos daños podrían ser mayores, pudiendo alcanzar entre un 5% y un 20% del PIB mundial (MITECO, 2007).

La mayoría de los estudios muestran que el conjunto de pérdidas económicas supera el total de las garantizadas por las coberturas de seguros, y se espera que incrementen en el medio plazo debido a una mayor frecuencia en los eventos extremos (Figura 42).

Según el último informe de la Comisión Global de Adaptación (GCA, 2019), la tasa de rendimiento de las inversiones en mejora de la resiliencia es muy alta, con una relación coste-beneficio que varía de 1:2 a 1:10, siendo incluso superior en algunos casos. Esto significa que cada euro invertido en adaptación podría dar lugar a unos beneficios económicos netos de entre 2 y 10 euros, lo que abre la puerta a un abanico de oportunidades de crecimiento.

BOCM-20240115-10

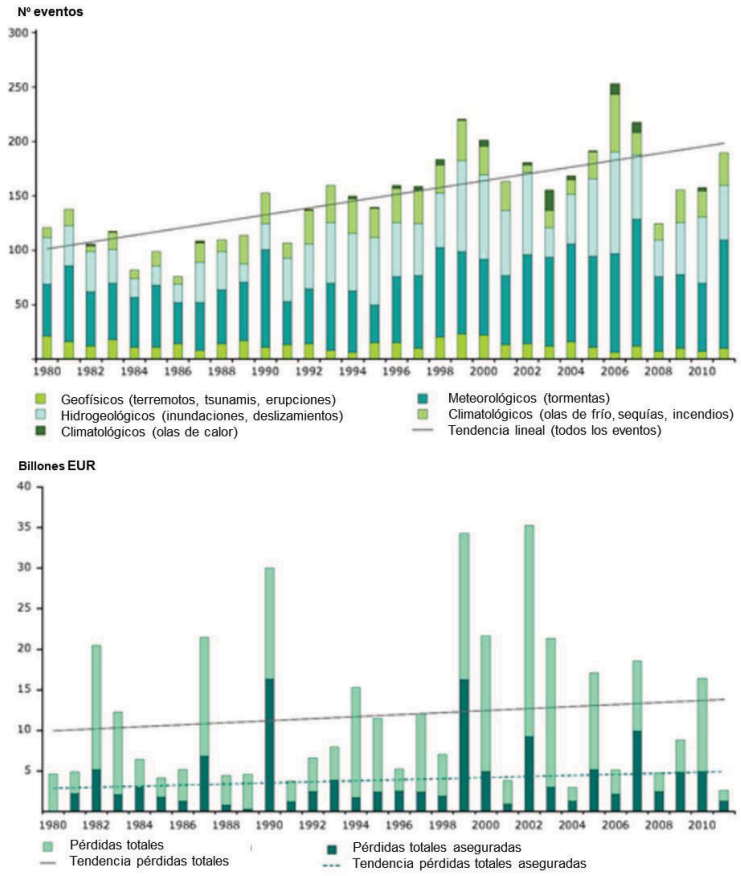


Figura 42. Desastres naturales registradas y costes asociados durante los años de 1980-2011. Fuente: adaptado de Agencia Europea de Medio Ambiente, 2017.

BOCM-20240115-10

8. Conclusiones

El presente análisis forma parte del conjunto de documentos técnicos elaborados para componer la nueva *Estrategia Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid 2021 –2030 (EECAM)* y se trata de un trabajo cuyo objetivo ha sido la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo de los municipios de la Comunidad de Madrid ante el cambio climático. El conocimiento sobre qué municipios y en qué medida pueden verse afectados ante las principales amenazas climáticas actuales y futuras resulta de gran interés y ayuda para la puesta en marcha de medidas encaminadas a minimizar los impactos y aumentar la resiliencia de los municipios más afectados. En base a los resultados obtenidos, la Estrategia contendrá una serie de medias de adaptación que atiendan a las principales cadenas de impacto seleccionadas y los principales sectores estratégicos de análisis

Los principales resultados del análisis realizado pronostican un incremento generalizado de las temperaturas medias anuales, siendo el de la temperatura mínima desde los 6,6^{0}C actuales, hasta los 7,6^{0}C (RCP 4,5) y los 7,7^{0}C (RCP 8,5) a 2030; y el de las temperaturas máximas desde los 18,5^{0}C actuales, hasta los 19,8^{0}C (RCP 4,5) y 19,9^{0}C (RCP 8,5) a 2030. Por otro lado, no existe una clara tendencia hacia el descenso de las precipitaciones medias anuales, al menos en el periodo histórico y el escenario RCP 4,5.

En cuanto a los eventos extremos, los indicadores climáticos analizados apuntan hacia un aumento en la severidad (en menor o mayor grado) de fenómenos como olas de calor, sequías e incendios. Así mismo, si bien las proyecciones de cambio climático analizadas no pronostican una variación significativa del promedio anual de las precipitaciones con respecto del periodo histórico, es difícil determinar si un posible cambio en la estacionalidad o en la intensidad de las mismas producirían efectos negativos en la severidad de inundaciones. Por otro lado, como ya se ha visto, parece claro un aumento generalizado de las temperaturas; lo cual, si bien afecta negativamente a fenómenos como olas de calor, puede contribuir a disminuir la severidad o recurrencia de fenómenos relacionados con el frío, como así reflejan las proyecciones de los indicadores utilizados para la caracterización de inclemencias invernales. No obstante, y de manera similar al caso de las precipitaciones, un posible cambio en la estacionalidad o la intensidad de este tipo de fenómenos apuntaría a que no se les deba restar significancia, pese a su tendencia recesiva.

Atendiendo a los resultados municipales para el horizonte temporal de 2030, se observa un aumento del número de municipios en riesgo alto por olas de calor, de los 7 actuales hasta los 9 (RCP 4,5) y 11 (RCP 8,5); los municipios en riesgo alto por inundaciones se mantienen más o menos constantes, de 14 actuales a 15 en ambos RCPs; se observa un descenso en el número de municipios en riesgo alto por inclemencias invernales, de los 22 actuales a los 16 (RCP 4,5) y 15 (RCP 8,5); se observa un ligero aumento de los municipios en riesgo alto por sequías sobre el sector primario, de los 18 actuales a los 22 (RCP 4,5) y 21 (RCP 8,5); así mismo, los municipios en riesgo alto por sequías sobre la población se mantienen más o menos constantes, de los 9 actuales a los 9 (RCP 4,5) y 10 (RCP 8,5); y por último el número de municipios con niveles altos de riesgo por incendios sobre el medio natural aumenta de manera considerable, de 6 actuales a 12 (RCP 4,5) y 10(RCP 8,5).

BOCM-20240115-10

Referencias

- Abaurrea, J., Asín, J., Cebrián, A.C., (2018). Modelling the occurrence of heat waves in maximum and minimum temperatures over Spain and projections for the period 2031-60. Global and Planetary Change 161: 244-260.
- Agencia Estatal de Meteorología (2020). Meteo Glosario Visual. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.
- Agencia Europea del Medio Ambiente (2012). Urban adaptation to climate change in Europe. Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies.
- Agencia Europea de Medio Ambiente (2017). Desastres naturales registradas en los países de la EEA y costes asociados durante los años de 1980-2011.
- Bonsal, B.R., Wheaton, E.E., Chipanshi, A.C., Lin, C., Sauchyn, D.J. y Wen, L. (2011). Drought Research in Canada: A Review. Atmosphere-Ocean, 49(4): 303-319.
- Boyd, R. y Hunt, A. (2006). Climate change cost assessments using the UKCIP costing methodology.
- Carmona Alférez, R., Díaz Jiménez, J., León Gómez, I., Luna Rico,Y., Mirón Pérez, I.J., Ortiz Burgos, C., Linares Gil, C. (2016). Temperaturas umbrales de disparo de la mortalidad atribuible al frío en España en el periodo 2000-2009. Comparación con la mortalidad atribuible al calor. Instituto de Salud Carlos III, Escuela Nacional de Sanidad: Madrid. Ministerio de Economía y Competitividad.
- Comisión Euorpea (2007). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo - Afrontar el desafío de la escasez de agua y la sequía en la Unión Europea. COM(2007) 414 final.
- Comisión Europea (2021). Comunicación 82 al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones: Forjar una Europa resiliente al cambio climático — La nueva estrategia de adaptación al cambio climático de la UE.
- Comisión Europea (2021). Comunicación al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones: Nueva Estrategia de la UE en favor de los Bosques para 2030. COM(2021) 572 final.
- Comité de lucha contra Incendios forestales (2019). Orientaciones Estratégicas para la Gestión de Incendios Forestales. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Cuerpo de Bomberos de la Comunidad de Madrid (2019). Memoria 2019. Comunidad de Madrid.
- Confederación Hidrográfica del Tajo (2018). Plan Especial de Sequía. Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico.
- Confederación Hidrográfica del Tajo (2019). Revisión y Actualización de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación – 2º ciclo. Ministerio para la Transición Ecológica.
- Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Sostenibilidad (2020). Diagnóstico Ambiental 2020. Comunidad de Madrid.
- Deniz, M., Schmitt Filho, A.L., Farley, J., de Quadros, S.F., Hötzel, M.J., (2019). High biodiversity silvopastoral system as an alternative to improve the thermal environment in the dairy farms.
- Deschenes, O. (2014). Temperature, human health, and adaptation: A review of the empirical literature. Energy Economics, 46, 606–619. doi:10.1016/j.eneco.2013.10.013
- Díaz J, Carmona R, Mirón J, Ortiz C, Linares C (2015). Comparación de los efectos de las temperaturas extremas sobre la mortalidad diaria en Madrid (España), por grupo de edad: La necesidad de un plan de prevención de la ola de frío. Investigación Ambiental. Volumen 143, Parte A, páginas 186-191.

BOCM-20240115-10

- Dirección General de Salud Pública de la Comunidad de Madrid (2017). Vigilancia y control de los efectos de las olas de calor. Evaluación del plan de respuesta 2017.
- Fundación Canal Isabel II (2017). Cambio Climático. Medir para mejorar.
- GCA - Global Comission on Adaption (2019). Adapt Now: A Global Call for Leadership on Climate Resilience.
- Garrote, L., Iglesias, A. (2012). Adaptación al cambio climático: Identificación de medidas de adaptación a partir de los impactos sobre los recursos hídricos en la Comunidad de Madrid. Fundación Canal de Isabel II.
- Intergovernmental panel on climate change (IPCC) -Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2019). Calentamiento global de 1,5°C.
- Kendall, M. G. (1975). *Rank Correlation Methods.* New York, NY: Oxford University Press.
- Klein Rosenthal, J., Kinney, P. L., & Metzger, K. B. (2014). Intra-urban vulnerability to heat-related mortality in New York City, 1997-2006. Health & Place.
- Lastra, A., González, P., Russo, B., Rodríguez-Sola, R., Ribalaygua, J., (2018). Cuaderno de I+D+i: Escenarios de cambio climático para eventos pluviométricos severos en la Comunidad de Madrid. Canal Isabel II.
- Mann, H. B. (1945). Nonparametric tests against trend. *Econometrica* 13, 245–259. doi: 10.2307/1907187
- Magnan, A.K., Schipper, E., Burkett, M., Bharwani, S., Burton, I., Eriksen, S., Gemenne, F., Schaar, J. and Ziervogel, G. (2016), Addressing the risk of maladaptation to climate change. WIREs Clim Change, 7: 646-665. https://doi.org/10.1002/wcc.409
- Mishra, A., Singh, V. y Desai, V. (2009). Drought characterization: a probabilistic approach. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, 23(1): 41-55.
- Ministerio de Fomento y Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2013). Necesidades de adaptación al cambio climático de la red troncal de infraestructura de transporte en España.
- Ministerio para la Transición Ecológica (2007). El Cambio Climático en España. Estado de Situación. Informe para el Presidente del Gobierno elaborado por expertos en cambio climático.
- Ministerio para la Transición Ecológica (2013). Propuesta de Mínimos para la Realización de los Mapas de Riesgo de Inundación. Directiva de Inundaciones – 2º ciclo.
- Ministerio para la Transición Ecológica (2018). Inundaciones y Cambio Climático.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2021). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030.
- Nardone, A., Ronchi, B., Lacetera, N., Ranieri, M.S., Bernabucci, U., (2010). Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems.
- Roldán, E., Gómez, M., Pino, M.R., Pórtoles, J., Linares, C., Díaz, J., (2016). The effect of climate-change-related heat waves on mortality in Spain: uncertainties in health on a local scale. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment 30: 831–839.
- Sanz, M.J. y Galán, E, (2021). Impactos y riesgos derivados del cambio climático en España. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD).
- Şen Z (2012) An innovative trend analysis methodology. J Hydrol Eng 17(9):1042–1046
- Tapia, C., Abajo, B., Feliu, E., Fernández, J. G., Padró, A., Castaño, J. (2015). Análisis de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático en el Municipio de Madrid. Tecnalia Research & Innovation. Dirección General de Sostenibilidad y Control Ambiental -Área de Gobierno de Medio Ambiente y Movilidad. Ayuntamiento de Madrid.
- UNESPA (2021). Impacto de la borrasca Filomena y el posterior temporal en el Seguro.
- UN Office for Distaster Risk Reduction (UNDRR) & Center for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), (2019). Pérdidas económicas, pobreza y Desastres 1998-2017.

BOCM-20240115-10

- Van Loon, A., Gleeson, T., Clark, J. et al. (2016). Drought in the Anthropocene. Nature Geosci 9, 89–91. https://doi.org/10.1038/ngeo2646
- Wolf, T., & McGregor, G. (2013). The development of a heat wave vulnerability index for London, United Kingdom. Weather and Climate Extremes, 1(August 2003), 59–68. doi:10.1016/j.wace.2013.07.004.

BOCM-20240115-10

Índice de abreviaturas

AEMET	Agencia Estatal de Meterología de España
CE	Comisión Europea
CH	Confederación Hidrográfica
CNHI	Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas
CRED	Center for Research of Epidemiology on the Disasters
EECAM	Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid
GEI	Gases de Efecto Invernadero
INUNCAM	Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones en la Comunidad de Madrid
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático
M&E	Monitoreo y Evaluación
MITECO	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas
PNACC	Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático
SAM	Sinergias Adaptación/Mitigación
SNCZI	Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables
UE	Unión Europea
UNFCCC	Acuerdo Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático
UNDRR	UN Office for Distaster Risk Reduction

BOCM-20240115-10

Anejo

La siguiente tabla recoge el listado completo de los indicadores considerados en el análisis, incluyendo la componente del riesgo en el que se incluyen, la identificación empleada, la cadena de impacto a la que corresponden y una breve definición.

BOCM-20240115-10

	IDENTIFICADOR	CADENA DE IMPACTO	DESCRIPCIÓN
AMENAZA	OLA_CALOR	Olas de calor sobre la salud de la población	Duración máxima de una ola de calor en un periodo de tiempo. Una ola de calor se define como al menos 5 días consecutivos con temperaturas máximas por encima del percentil 90 de un periodo climático de referencia.
	DÍAS_CÁLIDOS	Olas de calor sobre la salud de la población	Número de días en un periodo de tiempo cuya temperatura máxima supera el percentil 90 de un periodo climático de referencia.
	NOCHES_CÁLIDAS	Olas de calor sobre la salud de la población	Número de noches en un periodo de tiempo cuya temperatura mínima supera el percentil 90 de un periodo climático de referencia.
	DÍASCONSEC_<1	Sequía sobre la población Sequía sobre sector agropecuario	Número máximo de "días secos" consecutivos en un periodo de tiempo, esto es, días cuya precipitación no superó el umbral de 1 mm.
	PRECIP_P95	Inundaciones sobre medio urbano	Valor bajo el cual se encuentran el 95% de los valores de precipitación diaria de un periodo de tiempo.
	PRECIP_24H	Inundaciones sobre medio urbano	Valor más alto de precipitación diaria en un periodo de tiempo.
	TEMPMIN_<0	Inclemencias invernales sobre medio urbano	Número de días de un periodo de tiempo cuya temperatura mínima se encuentra por debajo de los 0°C.
	TEMPMIN_EXT	Inclemencias invernales sobre medio urbano	Mínima de las temperaturas mínimas diarias en un período de tiempo.
	DÍAS_INCENDIO	Incendios sobre el medio natural	Número de días al año con un índice meteorológico de incendios (FWI-Fire Weather Index) superior a 45 según la clasificación del Sistema Europeo de Información sobre Incendios Forestales (EFFIS).
EXPOSICIÓN	POB	Olas de calor sobre la población Sequía sobre la población	Personas residentes habitualmente en el municipio a fecha 1 de enero.
	RESID_INUN	Inundaciones sobre medio urbano	Superficie de suelo residencial expuesto a inundaciones fluviales. Según la información proporcionada por el Mapa de Clasificación y Calificación Urbanística de la Comunidad de Madrid (2014) se considera suelo residencial la suma de las siguientes categorías: residencia mixta, residencia multifamiliar y residencia unifamiliar. La superficie expuesta a inundaciones fluviales se corresponde con la delimitada en mapas de probabilidad que expresan las láminas de inundación para un periodo de retorno de 500 años.
	ECON_INUN	Inundaciones sobre medio urbano	Superficie de suelo residencial expuesto a inundaciones fluviales. Según la información proporcionada por el Mapa de Clasificación y Calificación Urbanística de la Comunidad de Madrid (2014) se considera suelo residencial la suma de las siguientes categorías: residencia mixta, residencia multifamiliar y residencia unifamiliar. La superficie expuesta a inundaciones fluviales se corresponde con la delimitada en mapas de probabilidad que expresan las láminas de inundación para un periodo de retorno de 500 años.
	COMU_INUN	Inundaciones sobre medio urbano	Superficie de suelo de comunicaciones expuesto a inundaciones fluviales.

BOCM
BOLETÍN OFICIAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID
Pág. 772 LUNES 15 DE ENERO DE 2024 B.O.C.M. Núm. 12

	IDENTIFICADOR	CADENA DE IMPACTO	DESCRIPCIÓN
			Según la información proporcionada por el Mapa de Clasificación y Calificación Urbanística de la Comunidad de Madrid (2014) se considera suelo de destinado a comunicaciones la suma de las siguientes categorías: aéreas, ferroviario y autobuses, red viaria y vías pecuarias. La superficie expuesta a inundaciones fluviales se corresponde con la delimitada en mapas de probabilidad que expresan las láminas de inundación para un periodo de retorno de 500 años.
	EQUIP_INUN	Inundaciones sobre medio urbano	Superficie de suelo de equipamientos expuesto a inundaciones fluviales. Según la información proporcionada por el Mapa de Clasificación y Calificación Urbanística de la Comunidad de Madrid (2014) se considera suelo de destinado a comunicaciones la suma de las siguientes categorías: aparcamiento, asistencial, cementerios, cultural, deportivo, equipamientos y dotaciones, educativo, hospitalario, institucionales, militares, otros servicios, otros equipamientos, recreativo, sanitario, social, universitario y viviendas de integración social. La superficie expuesta a inundaciones fluviales se corresponde con la delimitada en mapas de probabilidad que expresan las láminas de inundación para un periodo de retorno de 500 años.
	INFRA_INUN	Inundaciones sobre medio urbano	Superficie de suelo de infraestructuras básicas expuesto a inundaciones fluviales. Según la información proporcionada por el Mapa de Clasificación y Calificación Urbanística de la Comunidad de Madrid (2014) se considera suelo de destinado a comunicaciones la suma de las siguientes categorías: eléctricas, gasisticas, infraestructuras, residuos sólidos, saneamiento y telecomunicaciones. La superficie expuesta a inundaciones fluviales se corresponde con la delimitada en mapas de probabilidad que expresan las láminas de inundación para un periodo de retorno de 500 años.
	RESIDEN	Inclemencias invernales sobre medio urbano	Superficie de suelo residencial. Según la información proporcionada por el Mapa de Clasificación y Calificación Urbanística de la Comunidad de Madrid (2014) se considera suelo residencial la suma de las siguientes categorías: residencia mixta, residencia multifamiliar y residencia unifamiliar.
	ECONOM	Inclemencias invernales sobre medio urbano	Superficie de suelo de actividades económicas. Según la información proporcionada por el Mapa de Clasificación y Calificación Urbanística de la Comunidad de Madrid (2014) se considera suelo de actividades económicas la suma de las siguientes categorías: almacén, comercial, industrial, mercados, naves agropecuarias y terciario.
	COMUNICAC	Inclemencias invernales sobre medio urbano	Superficie de suelo de comunicaciones. Según la información proporcionada por el Mapa de Clasificación y Calificación Urbanística de la Comunidad de Madrid (2014) se considera suelo de destinado a comunicaciones la suma de las siguientes categorías: aéreas, ferroviario y autobuses, red viaria y vías pecuarias.
	EQUIPAMIENT	Inclemencias invernales sobre medio urbano	Superficie de suelo de equipamientos. Según la información proporcionada por el Mapa de Clasificación y Calificación Urbanística de la Comunidad de Madrid (2014) se considera suelo de destinado a comunicaciones la suma de las siguientes categorías: aparcamiento, asistencial, cementerios, cultural, deportivo, equipamientos y dotaciones,

BOCM
BOLETÍN OFICIAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID
B.O.C.M. Núm. 12 LUNES 15 DE ENERO DE 2024 Pág. 773

	IDENTIFICADOR	CADENA DE IMPACTO	DESCRIPCIÓN
			educativo, hospitalario, institucionales, militares, otros servicios, otros equipamientos, recreativo, sanitario, social, universitario y viviendas de integración social.
	INFRABASIC	Inclemencias invernales sobre medio urbano	Superficie de suelo de infraestructuras básicas. Según la información proporcionada por el Mapa de Clasificación y Calificación Urbanística de la Comunidad de Madrid (2014) se considera suelo de destinado a comunicaciones la suma de las siguientes categorías: eléctricas, gasisticas, infraestructuras, residuos sólidos, saneamiento y telecomunicaciones.
	SUP_AGRÍC	Sequía sobre sector agropecuario	La superficie total de la explotación está constituida por la superficie de todas las parcelas que integran la misma dividida entre la población: la superficie propiedad del titular, la arrendada de otros para su explotación y la superficie explotada con arreglo a otras formas de tenencia. Se excluyen las superficies de propiedad del titular, pero cedidas a terceras personas.
	UNI_GANAD	Sequía sobre sector agropecuario	Los datos de ganadería se expresan en número de cabezas o en unidades ganaderas (UG), que se obtienen aplicando un coeficiente a cada especie y tipo, para agregar a una unidad común diferentes especies.
	FORESTAL	Incendios sobre el medio natural	Suelo ocupado por terrenos forestales y dehesas en terrenos no forestales por municipio.
SENSIBILIDAD	SUEL_URB	Olas de calor sobre la población	Porcentaje de suelo urbano frente a la superficie del municipio.
	POB_URB	Olas de calor sobre la población Sequía sobre la población Inundaciones sobre medio urbano Inclemencias invernales sobre medio urbano	Número de personas con relación a la superficie del municipio.
	DENSI_EDIF	Olas de calor sobre la población Inundaciones sobre medio urbano	Número medio de edificios por cada km2 de extensión.
	POB_DEPEN	Olas de calor sobre la población Sequía sobre la población Inundaciones sobre medio urbano Inclemencias invernales sobre medio urbano	Es el resultado de dividir la población menor de 15 años más la población mayor de 64 años, y la población de 15 a 64 años. La población utilizada es a 1 de enero.
	SIN_ESTUD	Olas de calor sobre la población Sequía sobre la población Inundaciones sobre medio urbano Inclemencias invernales sobre medio urbano	Población analfabeta o que no alcanza los 5 años atendidos a la escuela y no ha completado la EGB, ESO o Bachiller Elemental.
	DISCAP	Olas de calor sobre la población Sequía sobre la población Inundaciones sobre medio urbano	Personas que tienen algún tipo de discapacidad por cada 1.000 habitantes.

BOCM
BOLETÍN OFICIAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID
Pág. 774 LUNES 15 DE ENERO DE 2024 B.O.C.M. Núm. 12

	IDENTIFICADOR	CADENA DE IMPACTO	DESCRIPCIÓN
		Inclemencias invernales sobre medio urbano	
	AGUA_CÁP	Sequía sobre la población	m^3 de agua facturado por habitante.
	1PLANT	Inundaciones sobre medio urbano	Viviendas que cuentan con una única planta por 1.000 habitantes.
	GARAJ	Inundaciones sobre medio urbano	Viviendas que disponen de garaje por 1.000 habitantes.
	COLEGI	Inundaciones sobre medio urbano Inclemencias invernales sobre medio urbano	Es todo centro creado o autorizado para impartir al menos una de las enseñanzas no universitarias. No se consideran centros escolares las residencias escolares sin unidades escolares ni los centros de peluquería y estética autorizados para impartir exclusivamente el área tecnológica-práctica de Formación Profesional de la rama "Peluquería y Estética".
	CAMIN	Inundaciones sobre medio urbano Inclemencias invernales sobre medio urbano	Kilómetros de caminos, sendas y vías pecuarias presentes en el municipio.
	EDAR	Inundaciones sobre medio urbano	Caudal autorizado (datos de diseño) de las EDAR municipales por habitante empadronado.
	ESTAD_EDIF	Inundaciones sobre medio urbano Inclemencias invernales sobre medio urbano	Proporción de viviendas que pertenecen a edificios que se encuentran en un estado de conservación deficiente, malo y ruinoso frente al total de viviendas.
	SALUD	Inundaciones sobre medio urbano Inclemencias invernales sobre medio urbano	Número de centros de salud (Estructuras físicas y funcionales que posibilitan el desarrollo de una atención primaria de salud coordina, globalmente, integral, permanente y continuada, y con base en el trabajo en equipo de los profesionales sanitarios y no sanitarios que actúan en el mismo. En ellos desarrollan sus actividades y funciones los Equipos de Atención Primaria) y consultorios locales (centros sanitarios que, sin tener la consideración de Centros de Salud, proporcionan atención sanitaria no especializada en el ámbito de la atención primaria de salud) por cada 10.000 habitantes. La población utilizada es a fecha 1 de enero.
	SERV_SOCI	Inundaciones sobre medio urbano Inclemencias invernales sobre medio urbano	Número de centros por cada 10.000 personas empadronadas entre los que se incluyen residencias de personas mayores, pisos tutelados, viviendas comunitarias y otros centros residenciales; centros de día, hogares y clubes y otros centros de atención social no residenciales para mayores; y centros para discapacitados, menores, familia, mujer, inmigración, personas en riesgo de exclusión social y otros colectivos.
	UN_AGROPEC	Sequía sobre sector agropecuario	Unidades productivas de agricultura, ganadería, caza, selvicultura y pesca por 1.000 habitantes.
	SS_AGROPEC	Sequía sobre sector agropecuario	Personas afiliadas a la Seguridad Social de la rama de agricultura y ganadería por 1.000 habitantes.
	REGADÍO	Sequía sobre sector agropecuario	Superficie agrícola destinada a cultivos en regadío.
	SECANO	Sequía sobre sector agropecuario	Superficie agrícola destinada a cultivos en secano.
	HÁBITATS	Incendios sobre el medio natural	Suelo ocupado por hábitats por municipio.
	ZNP	Incendios sobre el medio natural	Suelo ocupado por Zonas Naturales Protegidas (RN2000, Espacios Naturales Protegidos, Reserva de la Biosfera y humedales RAMSAR) por municipio.

BOCM
BOLETÍN OFICIAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID
B.O.C.M. Núm. 12 LUNES 15 DE ENERO DE 2024 Pág. 775
BOCM-20240115-10

	IDENTIFICADOR	CADENA DE IMPACTO	DESCRIPCIÓN
	MONTE_PÚBL	Incendios sobre el medio natural	Suelo ocupado por montes de titularidad pública que han sido declarados como tales por satisfacer necesidades de interés general por municipio.
	MONTE_PRESER	Incendios sobre el medio natural	Masas arbóreas, arbustivas y subarbustivas de encinar, alcornocal, enebral, sabinar, coscojal y quejigal y las masas arbóreas de castañar, robledal y fresnedal de la Comunidad de Madrid declaradas Monte Preservado según el Anexo Cartográfico de la Ley 16/1995, de 4 de mayo, Forestal y de Protección de la Naturaleza de la Comunidad de Madrid. Todo ello por municipio.
CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN	VALOR_CAT	Olas de calor sobre la población Inundaciones sobre medio urbano Inclemencias invernales sobre medio urbano	Es el resultado de dividir el valor catastral urbano entre las unidades urbanas.
	RENT_CÁP	Olas de calor sobre la población Sequía sobre la población Inundaciones sobre medio urbano Inclemencias invernales sobre medio urbano	Es el resultado de dividir el Indicador de Renta Disponible Bruta Municipal entre la población.
	PROTEC_CIV	Olas de calor sobre la población Sequía sobre la población Inundaciones sobre medio urbano Inclemencias invernales sobre medio urbano Incendios sobre el medio natural	Gastos en protección civil y seguridad ciudadana de los presupuestos municipales liquidados consolidados por 1000 habitantes.
	VERD_PÚBL	Olas de calor sobre la población	Suelo urbano destinado a zonas verdes o a servicios públicos por 1000 habitantes.
	SALUD	Olas de calor sobre la población Sequía sobre la población	Número de centros de salud (Estructuras físicas y funcionales que posibilitan el desarrollo de una atención primaria de salud coordina, globalmente, integral, permanente y continuada, y con base en el trabajo en equipo de los profesionales sanitarios y no sanitarios que actúan en el mismo. En ellos desarrollan sus actividades y funciones los Equipos de Atención Primaria) y consultorios locales (centros sanitarios que, sin tener la consideración de Centros de Salud, proporcionan atención sanitaria no especializada en el ámbito de la atención primaria de salud) por cada 10.000 habitantes. La población utilizada es a fecha 1 de enero.
	SERV_SOCI	Olas de calor sobre la población Sequía sobre la población	Número de centros por cada 10.000 personas empadronadas entre los que se incluyen residencias de personas mayores, pisos tutelados, viviendas comunitarias y otros centros residenciales; centros de día, hogares y clubes y otros centros de atención social no residenciales para mayores; y centros para discapacitados, menores, familia, mujer, inmigración, personas en riesgo de exclusión social y otros colectivos.

BOCM
BOLETÍN OFICIAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID
Pág. 776
LUNES 15 DE ENERO DE 2024
B.O.C.M. Núm. 12

	IDENTIFICADOR	CADENA DE IMPACTO	DESCRIPCIÓN
	VERDE	Inundaciones sobre medio urbano	Superficie de zonas verdes y parques: jardines, parques municipales y urbanos, parques regionales, y zonas verdes y espacios libres.
	CALEFAC	Inclemencias invernales sobre medio urbano	Porcentaje de viviendas que disponen de instalación de calefacción frente al total.
	AUTOBÚS	Inclemencias invernales sobre medio urbano	Autobuses para transporte de viajeros por carretera de servicio público por 1.000 habitantes.
	ESTACIONES	Inclemencias invernales sobre medio urbano	Suma de estaciones de transporte público (metro, metro ligero y trenes de cercanías) por 1.000 habitantes.
	SAL	Inclemencias invernales sobre medio urbano	Presencia de depósitos de fundentes (sal) en la Comunidad de Madrid.
	PIB_AGROPEC	Sequía sobre sector agropecuario	Producto Interior Bruto Municipal per cápita de la rama de agricultura y ganadería por Municipios.
	BOMBEROS	Incendios sobre el medio natural	Presencia de parque de bomberos, bombas forestales o helicóptero del cuerpo de bomberos en el municipio.
	MASA_AGUA	Incendios sobre el medio natural	Municipios en un diámetro de 20 km respectos a masas de agua como embalses.

BOCM
BOLETÍN OFICIAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID
B.O.C.M. Núm. 12 LUNES 15 DE ENERO DE 2024 Pág. 777
BOCM-20240115-10

ANEXO 7. DOCUMENTO AMBIENTAL ESTRATÉGICO EECAM

Julio 2023

BOCM-20240115-10

Índice de contenidos

Índice de contenidos 2
Índice de tablas 4
Índice de ilustraciones 5
1. Antecedentes y justificación 7
1.1. Antecedentes 7
1.2. Justificación del presente documento. Motivación de la aplicación del procedimiento de evaluación ambiental estratégica simplificada 9
2. Objetivos de la Estrategia 13
3. Alcance y contenido de la Estrategia y de sus alternativas razonables, técnica y ambientalmente viables y motivo de selección de las mismas 22
3.1 Alcance y contenido de la Estrategia 22
3.2 Alternativas o escenarios 24
3.2.1. Alternativa o escenario cero o tendencial 24
3.2.2 Alternativa o escenario de “Medidas adicionales” 27
3.2.3 Alternativa o escenario “Ambición 2030” 29
3.2.4 Alternativa o escenario elegido 31
4. Desarrollo previsible de la Estrategia 33
5. Caracterización de la situación del medio ambiente antes del desarrollo de la Estrategia en el ámbito territorial afectado y su posible evolución 39
5.1 Caracterización ecosistémica de la Comunidad de Madrid 39
5.2 Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero 41
5.3 Evidencias del cambio climático 43
6. Evaluación de la calidad del aire 55
6.1 Dióxido de nitrógeno (NO_2) 56
6.2 Partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) 62
6.3 Ozono (O_3) 72
6.4 Otros contaminantes 76
6.5 Conclusiones sobre calidad del aire 77
7. Efectos ambientales previsibles y su cuantificación 80
7.1 Efecto previsto de las Áreas de actuación en calidad del aire y GEI 80
7.2 Valoración del consumo energético en la ambición de la Estrategia a 2030 82
8. Efectos previsibles sobre los planes sectoriales y territoriales concurrentes 83

BOCM-20240115-10

8.1 Planes nacionales concurrentes 83
8.2 Planes regionales concurrentes 85
9. Medidas previstas para redefinir la Estrategia en el caso de que los resultados se desvíen de lo previsto 88
10. Descripción de las medidas previstas para el seguimiento ambiental de la Estrategia. 89
(OE1) Impulsar la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables ...90
(OE2) Contribuir a la mejora de la disponibilidad, seguridad y calidad del suministro de energía a un precio razonable y promoviendo el autoabastecimiento 93
(OE3) Promover el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono 97
(OE4) Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros. 99
(OE5) Reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire. 101
(OE6) Avanzar en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas. 103
(OE7) Favorecer el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación. 105

BOCM-20240115-10

Índice de tablas

Tabla 1. Evolución histórica y proyectada de la intensidad energética en España y la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y MITERD. Tabla 20 de la Estrategia).....25

Tabla 2. Datos de emisiones de GEI y variaciones relativas respecto a los niveles de emisión de 1990, 2005 y 2018 en el escenario tendencial. (Fuente: Tragsatec). 27

Tabla 3. Datos de emisiones de GEI y variaciones relativas respecto a los niveles de emisión de 1990, 2005 y 2018 en el escenario con medidas adicionales. (Fuente: Tragsatec). 29

Tabla 4. Resumen de emisiones bajo el escenario “Ambición 2030” 31

Tabla 5. Resumen de emisiones bajo el escenario “Ambición 2030” 31

Tabla 6. Distribución de la agrupación EUNIS de ecosistemas en la Comunidad de Madrid 41

Tabla 7. Valores promedio de las variables climáticas precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima en la Comunidad de Madrid (tabla 18 de la Estrategia).....45

Tabla 8. Valores promedio de indicadores climáticos asociados a las principales amenazas climáticas de la Comunidad de Madrid (tabla 19 de la Estrategia). 54

Tabla 9. Evolución de la situación de la calidad del aire para el compuesto NO2 en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015-2021 según el número de superaciones del valor límite horario 59

Tabla 10. Evolución de la calidad del aire para el NO2 en la Red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015-2021 según el número de superaciones del valor límite horario.....61

Tabla 11. Evolución de la situación de la calidad del aire para el compuesto PM10 en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015-2021 según el número de superaciones del valor límite diario sin descontar el aporte de polvo sahariano.....66

Tabla 12. Reproducción de la tabla 30 de la Estrategia. Cuadro resumen de los indicadores estratégicos.....90

Tabla 13.Reproducción de la tabla 14 de la Estrategia. Proyección del PIB, del consumo de energía y de la intensidad energética a 2030. 91

Tabla 14. Reproducción de la tabla 32 de la Estrategia. Proyección del consumo de energía, del número de habitantes y del consumo de energía por habitante a 2030. 92

Tabla 15. Reproducción de la tabla 33 de la Estrategia. Proyección del número de instalaciones de autoconsumo, de la potencia instalada, del número de CUPs y del número de instalaciones por cada millar de CUPs a 2030. 93

Tabla 16. Proyección del TIEPI a 2030.....94

Tabla 17. Proyección del número de puntos de recarga en la Comunidad de Madrid, del número de habitantes y de la relación entre el número de puntos de recarga por millón de habitantes a 2030. 95

Tabla 18.. Proyección del número de puntos de recarga en la Comunidad de Madrid, del número de CUPs y de la relación entre el número de puntos de recarga por millar de CUPs a 2030. 97

Tabla 19. Proyección de la capacidad eléctrica fotovoltaica instalada a 2030.....98

Tabla 20. Proyección del porcentaje de energía renovable sobre el total generado a 2030. 98

BOCM-20240115-10

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Perímetro de la Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid 2023-2030. 22
Ilustración 2. Evolución histórica y proyectada de la intensidad energética en España y la Comunidad de Madrid. 25
Ilustración 3. Jerarquía de implantación del Plan Estratégico de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid 2023-2030 34
Ilustración 4. Gobernanza de la Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid 2023-2030 38
Ilustración 5. Principales ecosistemas de la Comunidad de Madrid según la clasificación EUNIS .40
Ilustración 6. Reproducción de la. Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero por sectores desde el año base (1990) hasta 2020. 42
Ilustración 7. Peso de las emisiones de GEI del sector energía desagregado en la Comunidad de Madrid en 2020 42
Ilustración 8. Evolución de los distintos gases de efecto invernadero desde año base hasta 2020 43
Ilustración 9. Gradientes de precipitación (izq.) y de temperatura (drcha.) media anual 44
Ilustración 10. Precipitación media anual del histórico (1971-2000) y de los escenarios RCP 4,5 y 8,5 (horizonte 2030). 48
Ilustración 11. Temperatura mínima media anual del histórico (1971-2000) y de los escenarios RCP 4,5 y 8,5 (horizonte 2030). (Fuente: Elaboración propia. Ilustración 12 de la Estrategia) 50
Ilustración 12. Temperatura máxima media anual del histórico (1971-2000) y de los escenarios RCP 4,5 y 8,5 51
Ilustración 13. Media anual de NO2 en µg/m3 en 2021 en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid. (Elaboración propia. Figura 13 del Plan de mejora de la Calidad del Aire)...57
Ilustración 14. Media anual y nº de superaciones del valor límite horario de NO2 en µg/m3 en 2021 en las estaciones de la Red del Ayuntamiento de Madrid. (Elaboración propia. Figura 14 del Plan de mejora de la Calidad del Aire) 58
Ilustración 15. Evolución de la calidad del aire de NO2 en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el límite anual (Elaboración propia. Figura 15 del Plan de mejora de la Calidad del Aire)....59
Ilustración 16. Evolución de la calidad del aire de NO2 en la Red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el límite anual (Elaboración propia. Figura 16 del Plan de mejora de la Calidad del Aire)....61
Ilustración 17. Media anual y nº de superaciones del valor límite diario de PM10 (con y sin descuento del aporte de polvo sahariano) en µg/m3 en 2021 en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid....63
Ilustración 18. Media anual y nº de superaciones del valor límite diario de PM10 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en µg/m3 en 2021 en las estaciones del Ayuntamiento de Madrid. 65
Ilustración 19. Evolución de la calidad del aire de PM10 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual....66

BOCM-20240115-10

Ilustración 20. Evolución de la calidad del aire de PM10 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual....67
Ilustración 21. Evolución de la calidad del aire de PM10 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el número de superaciones del valor límite diario....68
Ilustración 22. Media anual de PM2.5 (con y sin descuento del aporte de polvo sahariano) en µg/m3 en 2021 en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid. 69
Ilustración 23. Media anual de PM2.5 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en µg/m3 en 2021 en las estaciones del Ayuntamiento de Madrid. 70
Ilustración 24. Evolución de la calidad del aire de PM2.5 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual....71
Ilustración 25. Evolución de la calidad del aire de PM2.5 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la Red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual....72
Ilustración 26. Número de superaciones en 2021 del valor objetivo de O3 para la protección de la salud en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid....73
Ilustración 27. Valor objetivo de O3 para la protección de la vegetación (AOT40) en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid. Año 2021....74
Ilustración 28. Número de superaciones en el periodo 2015-2021 del valor objetivo de O3 para la protección de la salud en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid. 75
Ilustración 29. Evolución del valor objetivo de O3 para la protección de la vegetación en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015 – 2021. 76
Ilustración 30. Proyección del consumo de energía final por sector en la Comunidad de Madrid en la ambición de la Estrategia a 2030 (ktep) (Fuente: Elaboración propia. Ilustración 120 de la Estrategia)....82
Ilustración 31. Reproducción de la Ilustración 106 de la Estrategia. Proyección de la intensidad energética a 2030. 91
Ilustración 32. Reproducción de la Ilustración 107 de la Estrategia. Proyección del consumo energético por habitante a 2030. 92
Ilustración 33. Reproducción de la Ilustración 108 de la Estrategia. Proyección de la relación entre el número de instalaciones de autoconsumo por millar de CUPs a 2030. 93
Ilustración 34. Reproducción de la Ilustración 109 de la Estrategia. Proyección del TIEPI a 2030. (Fuente: Elaboración propia). 95
Ilustración 35. Reproducción de la Ilustración 110 de la Estrategia. Proyección del número de puntos de recarga por millón de habitantes a 2030. (Fuente: Elaboración propia). 96
Ilustración 36. Reproducción de la Ilustración 111 de la Estrategia. Proyección del número de puntos de recarga por millar de CUPs a 2030. (Fuente: Elaboración propia). 97
Ilustración 37. Reproducción de la Ilustración 112 de la Estrategia. Proyección de la capacidad instalada eléctrica renovable a 2030. (Fuente: Elaboración propia). 98
Ilustración 38. Reproducción de la Ilustración 113 de la Estrategia. Proyección del porcentaje de energía renovable sobre el total generado a 2030. (Fuente: Elaboración propia). 99

BOCM-20240115-10

1. Antecedentes y justificación

1.1. Antecedentes

En 2021, en el contexto de cambio climático y necesidad de abordar un nuevo modelo energético y tomando como marco y referente las políticas diseñadas a nivel nacional e internacional, se diseñó el **Plan de Descarbonización y cuidado del medio ambiente de la Comunidad de Madrid,** que abarca el periodo de 2021 a 2024. Este plan se planteó como una respuesta al reto medioambiental y energético al que se enfrenta nuestra región, originado por una fuerte carbonización de todos los sectores de nuestra economía, lo que se traduce en las consiguientes emisiones atmosféricas y el riesgo para la calidad de vida.

Se trata de una hoja de ruta con la visión de **descarbonizar para seguir creciendo**. Por ello el Plan de Descarbonización y cuidado del medio ambiente de la Comunidad de Madrid pretende:

- Impulsar la transformación de la Comunidad de Madrid en una región descarbonizada.
- Facilitar que el crecimiento de la producción de bienes y servicios se haga en las regiones más descarbonizadas, como es la Comunidad de Madrid.
- Incrementar la eficiencia de nuestra economía e industria (producir más de forma más eficiente) disminuyendo nuestra huella energética.
- Reducir las emisiones directas en la Comunidad de Madrid.
- Reducir los riesgos asociados a la dependencia energética.
- Mejorar la prevención y la adaptación de las poblaciones de la Comunidad de Madrid frente a eventos meteorológicos extremos.
- Favorecer la investigación e innovación en tecnologías de bajas emisiones.

La ejecución de la hoja de ruta prevista en el Plan de Descarbonización y cuidado del medio ambiente se concreta en cincuenta y ocho medidas agrupadas en cuatro sectores, dirigidas a afrontar los problemas medioambientales originados por el uso intensivo de fuentes de energías fósiles.

En el marco de este mismo compromiso se formula la **Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid 2023-2030** de la Comunidad de Madrid (en adelante, «Estrategia» o «EECAM»).

Al respecto, cabe señalar, por una parte, que la EECAM renueva y pone al día el ciclo estratégico gobernado por la Estrategia de Calidad del Aire y el Cambio Climático, el denominado **Plan Azul+ 2013-202115 y su documento de Revisión**, cuyas medidas siguen en ejecución en la actualidad. En ese sentido, se pretende profundizar en las líneas de trabajo de la mejora de la calidad del aire, la disminución de gases de efecto invernadero

BOCM-20240115-10

y la implantación de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático que eran la base del Plan Azul+, de acuerdo con sus principales objetivos:

a) Proporcionar un marco de referencia para acometer actuaciones coordinadas entre las distintas Administraciones públicas.

b) Mejorar el conocimiento disponible sobre calidad del aire y adaptación al cambio climático.

c) Reducir la contaminación por sectores.

d) Fomentar el uso de combustibles limpios y mejores tecnologías.

e) Promover el ahorro y la eficiencia energética.

f) Involucrar al sector empresarial en la problemática de calidad del aire y el cambio climático.

g) Mantener medios y herramientas adecuados de evaluación y control de la calidad del aire.

El Plan Azul+ considera prioritario dar continuidad a la reducción de las emisiones de los últimos años y a la mejora de la calidad del aire, haciendo especial hincapié en objetivos y actuaciones dirigidas a los sectores de transporte (principalmente emisiones de NO_x debidas al transporte por carretera) e industria (principalmente emisiones de COVNM del uso de disolventes y otros productos), sin dejar de lado el establecimiento de objetivos y medidas sobre otras sustancias y/o sectores que presenten algún potencial de actuación.

En cuanto a la mejora de la calidad del aire en el Plan Azul+ se establecieron objetivos cuantitativos que se concretan en el cumplimiento de los requisitos establecidos por el Real Decreto 102/2011, 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, en todo el territorio de la Comunidad de Madrid, y en la reducción de las emisiones de GEI.

El Plan Azul+ se componía de cincuenta y ocho medidas agrupadas en cuatro programas sectoriales, dirigidos a disminuir las emisiones de contaminantes de los principales sectores generales de actividad de la Comunidad de Madrid y cuatro programas horizontales, que recogen actuaciones con un alcance transversal y que inciden en dos o más de estos sectores.

La Revisión del Plan Azul+ tuvo como finalidad la consecución del cumplimiento de los objetivos establecidos en el Plan Azul+ para aquellos contaminantes que, según los datos proporcionados por la Red, superan los valores objetivo y valores límite fijados en la normativa y, además, encamina los esfuerzos hacia la consecución de los objetivos fijados tanto a nivel nacional como en los acuerdos internacionales recientemente adoptados. Se refuerza la acción fundamentalmente en materias como la movilidad eléctrica, la adaptación al cambio climático o la gobernanza sostenible. El resultado de este análisis se tradujo en la propuesta de 40 medidas adicionales, 12 nuevas y 28 complementarias a las

BOCM-20240115-10

ya incluidas en el Plan Azul+, con un periodo de ejecución superior al horizonte temporal del mismo, dando especial prioridad a aquellas actuaciones relacionadas con la reducción de las emisiones procedentes del transporte, así como la mitigación y adaptación al cambio climático.

A su vez, en lo que respecta a la energía, cabe destacar, como antecedente inmediato de la Estrategia, el **Plan Energético de la Comunidad de Madrid 2016-2020,** que contemplaba actuaciones en diferentes sectores socioeconómicos de la región, afectando así a todos los ciudadanos, empresas e instituciones públicas de la Comunidad de Madrid. El Plan Energético tenía los siguientes objetivos:

- Mejora de la eficiencia en el uso de la energía, que permitiera **reducir el consumo en un 10 % respecto del escenario tendencial.**
- **Incremento del 35 % en la producción de energía renovable y por encima del 25 % en la producción energética total**.
- Satisfacción de la demanda energética con altos niveles de seguridad y calidad en el suministro, reforzando para ello las **infraestructuras** existentes.

La EECAM utiliza la experiencia previa obtenida en el Plan Energético, aunque plantea una revisión completa de los objetivos en materia de energía teniendo en cuenta la coyuntura internacional, tan afectada por el contexto de la guerra de Ucrania y las nuevas exigencias y compromisos que provienen de las Directivas europeas en la materia, así como la obligada necesidad de integrar en un solo documento estratégico las interrelacionadas materias de energía, cambio climático y calidad del aire.

1.2. Justificación del presente documento. Motivación de la aplicación del procedimiento de evaluación ambiental estratégica simplificada

La evaluación ambiental estratégica en la Comunidad de Madrid, se rige por la normativa básica estatal, la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental en tanto que se apruebe una nueva legislación autonómica en la materia, como se indica en la Disposición Transitoria Primera de la Ley 4/2014, de 22 de diciembre, de Medidas Fiscales y Administrativas de la Comunidad de Madrid. El presente documento ambiental estratégico realiza un análisis de los efectos ambientales de la Estrategia a través de aplicación del procedimiento de evaluación ambiental estratégica simplificada, de acuerdo con lo previsto en el artículo 29 de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, como se justifica a continuación.

En primer lugar, debe tenerse en cuenta que la Estrategia constituye en sí misma un instrumento de mejora ambiental que, a través de los objetivos estratégicos planteados, pretende servir de referencia para que los agentes sociales, económicos y políticos y la

BOCM-20240115-10

ciudadanía en general sean conscientes y apliquen en todas sus actuaciones el criterio de la descarbonización progresiva de la economía madrileña.

Al respecto, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC) es el instrumento de planificación propuesto por el Gobierno de España para cumplir con los objetivos y metas de la Unión Europea en el marco de la política energética y climática. El PNIEC propone una serie de medidas a fin de que se alcancen los siguientes objetivos a nivel nacional en 2030:

- 23 % de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990.
- 42 % de renovables sobre el uso final de la energía.
- 39,5 % de mejora de la eficiencia energética.
- 74 % de energía renovable en la generación eléctrica.

El PNIEC es a su vez el marco para la futura autorización de proyectos legalmente sometidos a evaluación de impacto ambiental, por lo que fue objeto de evaluación ambiental estratégica de carácter ordinario, en cumplimiento del artículo 6.1, de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. Tal procedimiento finalizó por la Resolución de 30 de diciembre de 2020, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se formula la declaración ambiental estratégica del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (“BOE” núm. 9, de 11 de enero de 2021).

En la misma línea, y como respuesta legislativa a la emergencia climática, el 20 de mayo de 2021 se aprueba la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de Cambio Climático y Transición Energética. De esta manera los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a 2030 quedan fijados por ley en al menos un 23% respecto de 1990. Se establece, asimismo, el objetivo de alcanzar la neutralidad climática para el año 2050.

El PNIEC pretende que se instalen 59 GW de capacidad adicional de renovables, de forma que para el año 2030 la potencia total instalada en el sector eléctrico sea de unos 161 GW, de los que 50 GW procederán de la energía eólica (terrestre y marina), 39 GW serán de solar fotovoltaica; 27 GW de los ciclos combinados de gas; 16 GW de la hidráulica; 9,5 GW de bombeo hidráulico; 7 GW solar termoeléctrica y 3 GW de la energía nuclear, así como cantidades menores de otras tecnologías. Los objetivos del PNIEC no están territorializados por Comunidades Autónomas, deben alcanzarse globalmente en el conjunto del Estado.

Por tanto, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030 y la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de Cambio Climático y Transición Energética suponen el contexto de trabajo esencial para las diversas Comunidades Autónomas. Es importante resaltar que el papel de las Comunidades Autónomas es complementario al rol de los entes estatales

BOCM-20240115-10

y, en algunos casos, incluso al de las administraciones locales, por una cuestión de límites competenciales.

De hecho, la mayor parte de las actividades de suministro energético en España se realizan en régimen de libre competencia, por lo que la planificación energética es en su mayor parte indicativa. Por el contrario, la planificación estatal en materia de cambio climático y energía, el PNIEC y la planificación de la red de transporte de energía eléctrica para el periodo 2021-2026, cuyo objetivo fundamental es convertir a la red de transporte eléctrica en un vector clave de la transición energética, son obligatorias y, por tanto, han sido sometidas a evaluación ambiental estratégica.

La EECAM se configura teniendo en cuenta las obligaciones que impone la Ley 7/2021, de 20 de mayo, en la lucha contra el cambio climático y los objetivos definidos en el PNIEC, donde se establece una visión unificada de las estrategias globales de energía y clima. Ello se debe, como se señala en el propio PNIEC, a que, en el conjunto del Estado, tres de cada cuatro toneladas de gases de efecto invernadero se originan en el sistema energético, por lo que su descarbonización es el elemento central sobre el que se desarrollará la transición energética.

La EECAM establece las líneas estratégicas sobre energía y cambio climático en la región, cumpliendo el compromiso de avanzar en la transición energética y la descarbonización, **siempre dentro del marco planificado obligatorio global ya establecido y evaluado ambientalmente por el Estado, asumiendo, por tanto, los objetivos del PNIEC proporcionalmente al peso del consumo energético y de las emisiones de GEI y de contaminantes atmosférico de la Comunidad de Madrid**. En ese contexto, la Comunidad de Madrid no establece mediante la EECAM una nueva planificación sobre la que ya existe y que ha sido evaluada ambientalmente, sino que traslada directamente los objetivos del PNIEC a su territorio, mediante la alternativa o escenario denominado “Ambición 2030”.

De manera coherente con tales líneas estratégicas, y ya que el consumo energético en las distintas actividades provoca no solo GEI sino emisiones de contaminantes atmosféricos, a la visión unificada de las estrategias globales de energía y lucha contra el cambio climático se ha añadido en la EECAM el **nuevo Plan de Calidad del Aire**, que sustituirá al Plan Azul +, es decir, la Estrategia de Calidad del Aire y Cambio Climático de la Comunidad de Madrid 2013-2020, finalizado su periodo de vigencia. En el nuevo Plan de Calidad del Aire, con una visión a 2030, se resaltan las áreas de actuación de la Estrategia que se pueden considerar más orientadas a la reducción de las emisiones de contaminantes a la atmósfera y mejora de la calidad del aire, pero la visión estratégica es única y subsidiaria tanto de la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de Cambio Climático y Transición Energética como del PNIEC.

BOCM-20240115-10

Teniendo en cuenta la Disposición adicional quinta “Concurrencia y jerarquía de planes o programas”, ya que se produce la concurrencia de la EECAM con el PNIEC en la región madrileña, y a fin de poder adoptar las medidas necesarias con el fin de que ambos documentos puedan complementarse en el ámbito de la Comunidad de Madrid y para evitar que se produzca una duplicidad de evaluaciones, asegurando que todos los efectos ambientales significativos de cada uno son convenientemente evaluados, se considera que la EECAM debe someterse, al menos, al procedimiento de evaluación ambiental estratégica simplificada.

Se elabora, por consiguiente, a los fines previstos en los artículos 29 y siguientes de la Ley 21/2013 el presente Documento Ambiental Estratégico (DAE) de la **Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid 2023-2030**, cuyo contenido se atiene responda a lo establecido en el artículo 29.1, reflejando, por tanto:

a) Los objetivos de la planificación.

b) El alcance y contenido del plan propuesto y de sus alternativas razonables, técnica y ambientalmente viables.

c) El desarrollo previsible del plan o programa.

d) Una caracterización de la situación del medio ambiente antes del desarrollo del plan o programa en el ámbito territorial afectado.

e) Los efectos ambientales previsibles y, si procede, su cuantificación.

f) Los efectos previsibles sobre los planes sectoriales y territoriales concurrentes.

g) La motivación de la aplicación del procedimiento de evaluación ambiental estratégica simplificada.

h) Un resumen de los motivos de la selección de las alternativas contempladas.

i) Las medidas previstas para prevenir, reducir y, en la medida de lo posible, corregir cualquier efecto negativo relevante en el medio ambiente de la aplicación del plan o programa, tomando en consideración el cambio climático.

j) Una descripción de las medidas previstas para el seguimiento ambiental del plan.

BOCM-20240115-10

2. Objetivos de la Estrategia

La estrategia en el ámbito de la Administración se puede definir como el proceso que permite favorecer o facilitar el desarrollo de una serie de objetivos deseables como sociedad, en este caso en los ámbitos de la disponibilidad y uso de la energía, la mitigación y adaptación al cambio climático y la mejora de la calidad del aire.

Por lo tanto, la **Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid 2023-2030** debe ser entendida como una guía para que los distintos niveles de la Administración, organismos y empresas públicas y privadas elaboren sus propios planes y programas que contribuyan a alcanzar los objetivos deseados y establecidos en la misma.

La Estrategia pretende establecer un marco de actuación a medio y largo plazo para descarbonizar la economía de la Comunidad de Madrid e incluye integradamente los aspectos de «Energía», «Clima» y «Aire» por estar fuertemente interrelacionados. Con ello se da continuidad al trabajo que viene realizando la Comunidad de Madrid en estos ámbitos durante las últimas décadas, con **la visión** de *alcanzar una sociedad y economía descarbonizada para seguir creciendo* y **la misión** de *…favorecer la necesaria transición energética de la región hacia un modelo descarbonizado, que asegure el crecimiento económico y se adapte al cambio climático, mejorando la calidad de vida de toda la sociedad madrileña*

Para cumplir la misión planteada se han establecido una serie de objetivos estratégicos que contribuyan al cumplimiento de las políticas europeas y nacionales en materia de energía, clima y aire, con la meta global de satisfacer la calidad y cantidad de energía suministrada en nuestra región, impulsando un consumo eficiente, incentivando la mitigación de emisiones, favoreciendo la adaptación de la Comunidad de Madrid a los fenómenos extremos y que todo lo anterior se desarrolle de forma socialmente responsable y medioambientalmente sostenible.

Con este objeto general la Estrategia propone 7 objetivos estratégicos y que están ligados a la planificación energética (OE1, OE2 y OE3), ambiental (OE4, OE5 y OE6) y orientados al conjunto de la sociedad (OE7):

BOCM-20240115-10

(OE1) **Impulsar** la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables.

(OE2) **Contribuir** a la mejora de la disponibilidad, seguridad y calidad del suministro de energía a un precio razonable y promoviendo el autoabastecimiento.

(OE3) **Promover** el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono.

(OE4) **Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.

(OE5) **Reducir** las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire.

(OE6) **Avanzar** en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas.

(OE7) **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación

Objetivo estratégico 1.- Impulsar la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables

En coherencia con las recomendaciones recogidas el Pacto Verde y el *Fit for 55* y las futuras directivas europeas que recogerán estos compromisos, la manera más eficiente y rápida de progresar en la mitigación de los efectos del cambio climático y el ahorro económico consecuencia de la disminución del consumo es **avanzar en la eficiencia energética**. La principal fuente de generación energética en autoconsumo es la producción de energía fotovoltaica, que además contribuye de manera decisiva a disminuir la adquisición de energía de terceros. La eficiencia energética y la instalación de tecnologías de autoconsumo con energía solar renovables nos permitiría también no solo avanzar en la independencia energética sino también en la seguridad del suministro.

Para desarrollar este objetivo y en línea con nuestros compromisos europeos y nacionales se establecen los siguientes puntos de referencia para 2030:

- Continuar la mejora en la eficiencia energética observada a través de la reducción de la **intensidad energética en un 2,53%** anual promedio.
- Continuar con la mejora de la **intensidad energética primaria** vinculadas con la eficiencia en el uso final de la energía, así como la mayor penetración de las energías renovables con un valor objetivo de **0,036 ktep/M€ año**.

BOCM-20240115-10

- Renovar la media anual de la **superficie edificada del 3%** del parque de edificios públicos

Objetivo estratégico 2.- Contribuir a la mejora de la disponibilidad, seguridad y calidad del suministro de energía a un precio razonable y promoviendo el autoabastecimiento.

La estrategia europea de descarbonización se centra en una progresiva electrificación de todos los sectores de consumo. Sin embargo, las energías renovables son discontinuas, por lo que es necesario asegurar que se mantiene durante todo el periodo de la Estrategia unas fuentes de suministro seguras, continuas y con la suficiente calidad que requieren los dispositivos eléctricos.

El mantenimiento de altos niveles de calidad del suministro es clave para posicionar a Madrid como centro estratégico para el desarrollo del sector del tratamiento de datos (*Data center*) líder del sur de Europa. En Madrid seguimos también apostando por la cogeneración y el autoabastecimiento, no solo por contribuir a la seguridad de suministro y respaldo, sino también por ser más económica y apoyar a nuestra industria.

Para desarrollar este objetivo y en línea con nuestros compromisos europeos y nacionales se establecen los siguientes puntos de referencia para 2030:

- Mejora de un 10% de la calidad del suministro eléctrico en la Comunidad de Madrid medido a través de los índices TIEPI y NIEPI. (*$TIEPI_{2030}$: 0,397h, $NIEPI_{2030}$: 0,506)*.
- Creación de una oficina de Impulso a los Centros de Procesamiento de Datos que coordine con REE y las empresas distribuidoras el despliegue de las infraestructuras necesarias.
- Conseguir que los distribuidores dispongan de Planes de actuación para hacer frente a posibles limitaciones o interrupciones del suministro de fuentes energéticas.

Objetivo estratégico 3- Promover el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono.

Las energías renovables como la solar térmica y fotovoltaica, hidráulica o los sistemas de aerotermia, geotermia e hidrotermia deben promoverse no solo para autoconsumo sino también para su venta a la red eléctrica o a clientes a través de sistemas de calor distribuido (*District heating*). El hidrógeno verde a lo largo del periodo de aplicación de esta Estrategia verá posiblemente consolidado su papel como vector energético de almacenamiento de energía renovable y combustible para la movilidad. Durante el periodo de transición energética y en coherencia también con el objetivo estratégico 1, se promoverá la renovación del parque existente de dispositivos convencionales por otros que utilicen en mayor medida energías renovables o sean más eficientes utilizando energías fósiles.

BOCM-20240115-10

Para desarrollar este objetivo y en línea con nuestros compromisos europeos y nacionales se establecen los siguientes puntos de referencia para 2030:

- Alcanzar los **5 GW instalados** de energías renovables en la Comunidad, de los cuales 1GW se corresponden a autoconsumo.
- **Mejorar la autoproducción energética** en la región en al menos el 140%. Esto supone llegar a un nivel de autoabastecimiento eléctrico del 16,4% en 2030.
- Conseguir que el **84% de la generación eléctrica sea renovable** en 2030.
- Alcanzar un **77% de generación térmica renovable** en 2030.

***Objetivo estratégico 4*.- Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.**

Los gases de efecto invernadero no solo tienen su origen en la generación y consumo de energía, sino que también se emiten desde otros sectores como la industria, la agricultura, la ganadería o la gestión de residuos. Por lo tanto, es necesario desarrollar políticas y herramientas para reducir las emisiones de GEI en todas las fuentes artificiales a fin de mitigar los efectos del cambio climático. De igual manera, se debe apoyar el aumento de los sumideros de carbono y el desarrollo de tecnologías para su retención y captación

Para alcanzar este objetivo, y en línea con nuestros compromisos europeos y nacionales, se establece para 2030:

- Reducir nuestras **emisiones totales** de gases de efecto invernadero en un **23% respecto a 1990.**

Es necesario reducir las emisiones directas de gases de efecto invernadero en casi un 50% con respecto al año base de estudio (2018), lo que supone más de **10.000 kt/año de CO_2 equivalente**, a fin de cumplir con los objetivos nacionales planteados en la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética y el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (reducción del 23 % respecto del año 1990).

Este objetivo de reducción implica un esfuerzo coherente con el incremento de la ambición a nivel europeo para 2030, así como con el Acuerdo de París. En consecuencia, el escenario que se plantea en la Estrategia se basa en una reducción de GEI proporcional a los objetivos nacionales, y también consistente con la **Hoja de Ruta para la neutralidad climática** planteada por el **Ayuntamiento de Madrid**, que marca el reto de reducir los gases de efecto invernadero un 65 % en 2030, todo ello en coherencia con la necesaria coordinación entre las Administraciones Publicas responsables.

BOCM-20240115-10

Objetivo estratégico 5.- Reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos para mejorar la calidad del aire

Las condiciones físicas de nuestra comunidad, con la barrera que supone la Sierra del Guadarrama, no facilitan la dispersión de la contaminación atmosférica lo que, unido a la ubicación del mayor núcleo de población de la Península Ibérica como es el área metropolitana de Madrid, ocasiona unos niveles de contaminación del aire elevados. El avance en los objetivos anteriores (OE 1, 3 y 4 principalmente) conllevará un descenso de las emisiones, no solo de gases de efecto invernadero, sino también de los principales contaminantes atmosféricos entre los que destacan el NO_x y las partículas. Sin embargo, también serán necesario reforzar estas políticas con actuaciones concretas para evitar la producción de gases contaminantes a determinados momentos del día o situaciones atmosféricas, así como el desarrollo de protocolos adicionales a los existentes para evitar la generación y la exposición a estos contaminantes. En este sentido, se ha redactado el **Plan de Mejora de la Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid**, que se adjunta como Anexo 2 de la Estrategia, en desarrollo de este objetivo estratégico 6 (OE6).

Dado que el fin de la Estrategia es minimizar los efectos negativos sobre la salud y los ecosistemas de la contaminación atmosférica, los esfuerzos se orientarán a **alcanzar el cumplimiento de los objetivos y valores límite legalmente establecidos**, no ya en la normativa que actualmente se encuentra en vigor, esto es, el Real Decreto 102/2011 de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, sino en la que finalmente se defina una vez se apruebe la nueva Directiva actualmente en tramitación, en coherencia también con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud.

Cabe señalar que las interrelaciones entre calidad del aire y cambio climático hacen necesaria una **aproximación conjunta a ambos problemas**. No obstante, la diferencia en las escalas espaciotemporales relevantes, los procesos y sustancias de interés y los aspectos relacionados con la regulación y gobernanza de ambos ámbitos, dificultan en gran medida el planteamiento de unos objetivos de reducción consistentes. La necesidad imperiosa de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la existencia de compromisos a nivel internacional ha facilitado que las distintas administraciones definan objetivos a medio plazo, como es el caso del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC).

Por el contrario, identificar objetivos de reducción de emisiones basadas en la consecución de determinados niveles de calidad del aire es mucho más complejo, ya que los valores de concentración de contaminantes dependen de numerosos procesos físico-químicos, habitualmente no lineales, que además están condicionados, entre otros factores, por las emisiones a nivel nacional o internacional, según se ha reflejado en el “Análisis de contribución de fuentes emisoras” que se incluye como Anexo 3 de la propia Estrategia.

BOCM-20240115-10

De este modo, no es posible garantizar plenamente que un plan de reducción de emisiones contaminantes a nivel regional cumpla una determinada normativa futura, como pueden ser los valores límite de la actual Directiva de Calidad del aire (2008/50/CE), los valores guía propuestos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) o los valores límite a 2030 contemplados en la propuesta de Directiva de calidad del aire, publicada el 26 de octubre de 2022.

El OE4 de la Estrategia plantea en la actualidad **reducir en el año 2030 las emisiones de gases de efecto invernadero del conjunto de España en, al menos, un 23 % respecto del año 1990**. Como se ha indicado, trasladar este objetivo de reducción a la Comunidad de Madrid, implicaría reducir las emisiones directas de gases de efecto invernadero actuales (tomando como año base 2018) en casi un 50%.

Debe considerarse que, como analiza el apartado 2 de la Estrategia, mientras que las emisiones de la Comunidad de Madrid para los principales compuestos relevantes para la calidad del aire se han reducido sustancialmente en la última década, las emisiones de CO_2-equivalente actuales son superiores a las del año 1990, datos que sugieren que las reducciones que deben plantearse en este ámbito han de ser mucho más exigentes.

Para poner en marcha este objetivo, y en línea con nuestros compromisos europeos y nacionales, será necesario impulsar actuaciones de gran calado en los sectores del tráfico y residencial, comercial e institucional (RCI), con reducciones de emisiones superiores al 60% (respecto al escenario base de 2018) en ambos casos. Con todo ello, las reducciones aparejadas para otros contaminantes gracias a la implementación de estas actuaciones tendrían un efecto notable en la calidad del aire local.

Por todo ello, para evaluar el efecto previsible en términos de calidad del aire que tendrá la reducción de emisiones de GEI a alcanzar en el año 2030, en el marco del Convenio firmado con la UPM se ha realizado una simulación, manteniendo constantes las condiciones de contorno, es decir, sin considerar el posible efecto de medidas y estrategias que se están implementando a nivel nacional o internacional, fuera del ámbito competencial de la Comunidad de Madrid, y que carecen del detalle suficiente para su integración en este ejercicio. Los resultados obtenidos en este ejercicio de modelización se resumen en el Anexo 5 de la Estrategia y concluyen en señalar que "…*en conjunto, las emisiones de GEI en 2030 serían aproximadamente la mitad que las de 2018, lo que sería compatible con una repercusión proporcional de los objetivos a nivel nacional y también consistente con la planificación en materia de mitigación del cambio climático del Ayuntamiento de Madrid. La reducción de emisiones de NOX tendría un orden de magnitud similar, mientras que el impacto para el resto de los contaminantes sería en general inferior al 20%*".

Esta información es muy relevante porque permite concluir que el cumplimiento de los objetivos climáticos es proporcional al cumplimiento de los objetivos de calidad del aire específicamente para la región de Madrid, lo que debe facilitar a todos los agentes la

BOCM-20240115-10

identificación de estrategias efectivas en ambos ámbitos con el objeto de asegurar la contribución de la Comunidad a la consecución de los objetivos globales asociados al cambio climático y de minimizar la exposición de sus ciudadanos a la contaminación atmosférica.

Objetivo estratégico 6.- Avanzar en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas.

Los efectos del cambio climático tales como la intensificación de las olas de calor, la modificación del régimen de lluvias, el aumento de las temperaturas máximas y mínimas, las inundaciones o la intensificación de los incendios, se verán incrementados a lo largo del presente siglo, según todos los modelos climáticos analizados.

Para avanzar hacia un territorio adaptado a estas amenazas climáticas se hace necesario poner en marcha una serie de actuaciones destinadas, por un lado, a mejorar el conocimiento sobre los potenciales impactos en los distintos sectores en la región y, por otro, a proponer medidas que permitan dar una respuesta adecuada a estos riesgos.

Cabe mencionar los trabajos realizados hasta la fecha por diferentes organismos y universidades públicas relevantes en la Comunidad de Madrid, como es el caso del estudio de *Identificación de medidas de adaptación a partir de los impactos sobre los recursos hídricos en la Comunidad de Madrid*[70], llevado a cabo por la Fundación Canal y la Universidad Politécnica de Madrid, o el proyecto de investigación para el *Diseño de un Sistema Piloto de Indicadores de Impacto y Adaptación al Cambio Climático en la Comunidad de Madrid*, desarrollado también por la Fundación Canal en colaboración con la Universidad de Alcalá de Henares.

Se hace necesario, por tanto, continuar avanzando en la generación de conocimiento a fin de encontrar las respuestas más adecuadas en la Región ante los riesgos derivados del cambio climático.

Así, partiendo de estas premisas y en línea con los compromisos establecidos a nivel nacional y europeo, se establecen los siguientes puntos de referencia para 2030:

- Mantener y mejorar las redes de observación y desarrollar modelos climáticos adaptados a la Comunidad de Madrid.
- Aumentar la resiliencia frente al cambio climático de los distintos sectores relevantes propuestos en la Estrategia. En concreto, mediante la evaluación sectorial de impactos y análisis de sus vulnerabilidades, así como a través de la implementación de medidas de adaptación adecuadas a los escenarios tendenciales a 2030.

BOCM-20240115-10

- Colaborar con entidades locales de la región para la realización de proyectos innovadores en materia de riesgos y de adaptación al cambio climático.

En los últimos años se ha producido un gran avance en el conocimiento de los efectos que el cambio climático va a tener sobre determinados sectores naturales, como pueden ser los recursos hídricos, los ecosistemas o la salud humana. No obstante, existe todavía una laguna en el conocimiento sobre la incidencia que puede esperarse en determinados sectores socioeconómicos, como el sector turístico, el agrícola y ganadero o el industrial.

Por ello, se propone avanzar en los estudios de impactos y vulnerabilidades de estos sectores, complementando estas actuaciones con la implementación de medidas de adaptación para aquellos otros en los que ya existe una evidencia contrastada, como puede ser el de los recursos hídricos.

Los distintos escenarios climáticos coinciden en la previsible variabilidad del patrón de precipitaciones, agudizándose los extremos climáticos, es decir, se esperan más y más largos episodios de sequía, combinados con episodios de lluvias extremas. En este contexto, se proponen actuaciones que busquen la eficiencia en el uso del recurso, sin olvidar la capacidad de adaptación a los eventos extremos, mediante la mejora de las redes de drenaje o alcantarillado y el uso de pavimentos drenantes y superficies no artificiales que permitan el filtrado natural de las aguas.

Asimismo, se proponen actuaciones en otros ámbitos como el medio urbano y el transporte, la salud o el medio natural.

Por último, es necesario mencionar que, si bien las medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero deben plantearse a escala global para resultar efectivas, es en el ámbito local donde existen las mayores oportunidades de actuar para lograr de manera efectiva avanzar en la adaptación a los riesgos climáticos. Por ello, se requiere que los gobiernos locales pongan en marcha actuaciones para proteger a la población y a sus respectivos territorios de los efectos del cambio climático. De esta forma, en el ámbito municipal se propone la colaboración y financiación de proyectos innovadores destinados a la adaptación a los efectos del cambio climático en las entidades locales y municipios de la región.

Objetivo estratégico 7.- Favorecer el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.

No será posible alcanzar los anteriores objetivos si no se trasmite a la sociedad la necesidad de avanzar en el uso eficiente de la energía y el agua, la importancia de favorecer los comportamientos respetuosos con el medio ambiente y el deber de realizar un consumo sostenible de los recursos.

BOCM-20240115-10

El impulso de la descarbonización deberá implicar a todos los sectores de la sociedad, con especial relevancia de los estamentos educativos, dado el papel fundamental que juegan en la sensibilización, concienciación e impuso de un mayor compromiso con la sostenibilidad. Asimismo, resulta imprescindible impulsar la actividad investigadora, sobre todo en las áreas en las que este desarrollo sea necesario por la carencia o falta de accesibilidad de las tecnologías de la descarbonización.

Además, y en línea con el objetivo estratégico anterior, resulta especialmente relevante la concienciación y divulgación entre la población y grupos sensibles de cuáles son los efectos del cambio climático y la mejor forma de adaptarse a ellos. Para participar activamente y entender los condicionantes y riesgos climáticos es necesario que la población en general cuente con un adecuado acceso a información climática. En este sentido, las campañas de sensibilización y concienciación constituyen un primer paso para la adquisición por la ciudadanía de hábitos sostenibles en los ámbitos de vida (laboral, escolar, familiar, individual) de sus actividades diarias.

Para poner en marcha este objetivo, y en línea con nuestros compromisos europeos y nacionales, se establece como referencia para 2030 incrementar en 10 puntos porcentuales la concienciación de la sociedad en la necesidad de avanzar hacia una economía descarbonizada.

BOCM-20240115-10

3. Alcance y contenido de la Estrategia y de sus alternativas razonables, técnica y ambientalmente viables y motivo de selección de las mismas.

3.1 Alcance y contenido de la Estrategia

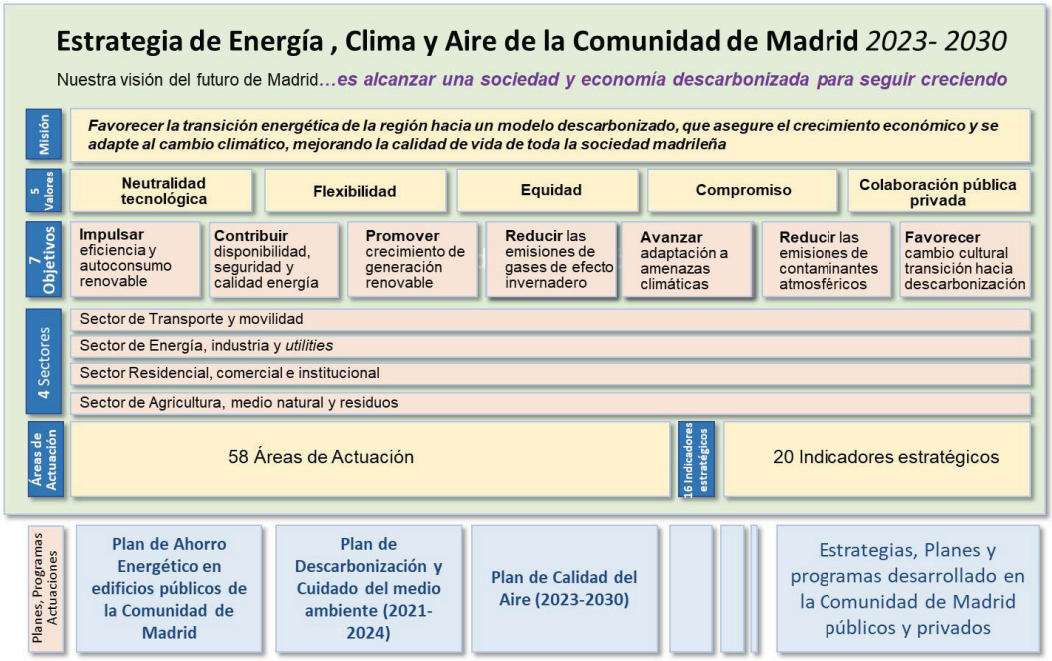


Ilustración 1. Perímetro de la Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid 2023-2030.

(Fuente: Ilustración 100 de la Estrategia).

La Estrategia pretende establecer un marco de actuación para garantizar una transición ordenada de la economía madrileña hacia un modelo bajo en carbono, que asegure el crecimiento económico y se adapte al cambio climático, mejorando la calidad de vida de toda la sociedad madrileña. Se estructura en ocho apartados y seis Anexos e incluye integradamente los aspectos de «Energía», «Clima» y «Aire» por estar fuertemente

BOCM-20240115-10

interrelacionados, dando continuidad al trabajo que viene realizando la Comunidad de Madrid en estos ámbitos durante las últimas décadas.

La Estrategia se concibe como un instrumento que permita facilitar el desarrollo de una serie de objetivos estratégicos deseables como sociedad, en los tres ámbitos sobre los que se asienta. Por ello, **se debe entender como una guía** para que los distintos niveles de la Administración, los diferentes organismos y las empresas públicas y privadas elaboren sus propios planes y programas que contribuyan a alcanzar los objetivos establecidos en la misma. Pretende, asimismo, servir de referencia para el papel esencial de la ciudadanía en la transición hacia un modelo descarbonizado.

Como se esquematiza en la Ilustración 1, la redacción de la EECAM ha partido de un análisis estratégico que ha permitido definir claramente **la visión** de *alcanzar una sociedad y economía descarbonizada para seguir creciendo* y **la misión** de *…favorecer la necesaria transición energética de la región hacia un modelo descarbonizado, que asegure el crecimiento económico y se adapte al cambio climático, mejorando la calidad de vida de toda la sociedad madrileña*.

La Estrategia se asienta sobre un conjunto de cinco valores: neutralidad tecnológica, flexibilidad y gradualidad, equidad y balance justo, compromiso y consenso, colaboración pública privada y responsabilidad compartida.

En coherencia con el análisis realizado y los objetivos estratégicos planteados, habiendo identificado los sectores donde es preciso actuar y las barreras que se pueden encontrar, la EECAM propone 58 áreas de actuación en las que los agentes del cambio, es decir, la sociedad en su conjunto y cada uno de los agentes implicados, deben focalizar sus esfuerzos.

La experiencia de los últimos años demuestra que es preciso contar con instrumentos estratégicos flexibles, que permitan, a lo largo de todo su periodo de vigencia, ir concretando y modificando las medidas a ejecutar, a fin de adaptarse a un entorno legislativo, socioeconómico y tecnológico cambiante, a través de un proceso de análisis y seguimiento continuo de la evolución de los resultados mediante una serie de indicadores previamente fijados. Por tales motivos y sin merma del nivel de ambición, se ha preferido en la EECAM establecer áreas de actuación, dentro de los sectores previamente identificados, en vez de un catálogo inflexible de medidas cerradas y calendarizadas de antemano.

Se pretende que estas áreas de actuación sean la guía para el desarrollo de planes específicos de las administraciones, organismos públicos y privados, empresas y colectivos de todo tipo para el diseño de sus propias políticas y planes relacionados con la energía, el cambio climático y el mantenimiento de la calidad del aire. Las áreas de actuación y las medidas y acciones concretas dentro de ellas podrán ampliarse o modificarse de acuerdo a cómo avancen los 18 indicadores de seguimiento previstos, sin perder de vista los

BOCM-20240115-10

objetivos estratégicos anteriormente definidos, que orientarán la política regional sobre energía, clima y calidad del aire de los próximos años.

3.2 Alternativas o escenarios

Durante los trabajos de preparación de la Estrategia se han considerado diversas alternativas o escenarios a fin de plasmar la visión del futuro de la Comunidad de Madrid para ***alcanzar una sociedad y economía descarbonizada para seguir creciendo***, ya que no es sostenible, ni medioambiental ni económicamente, basar el crecimiento exclusivamente en los combustibles fósiles, que son los responsables fundamentales tanto de los efectos del cambio climático como de la contaminación del aire. Es preciso, además, profundizar en la tendencia del descenso de la intensidad energética, a fin de favorecer un consumo sostenible los recursos naturales.

3.2.1. Alternativa o escenario cero o tendencial

Este escenario tendencial, que se describe en detalle en el apartado 2.2 "*Escenarios tendenciales de Energía, Clima y Calidad del Aire*" de la propia Estrategia, se resume a continuación:

- En primer lugar, y en lo que se refiere a la **intensidad energética**, indicador de eficiencia energética que se define como la relación entre la demanda o consumo energético y el producto interior bruto, se muestra a continuación, Ilustración 2, sobre la base de los datos de los últimos años, la evolución esperada de su evolución en el conjunto de España en el escenario objetivo del PNIEC y la proyección de la intensidad energética de la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial de la Estrategia a 2030, Tabla 1:

BOCM-20240115-10

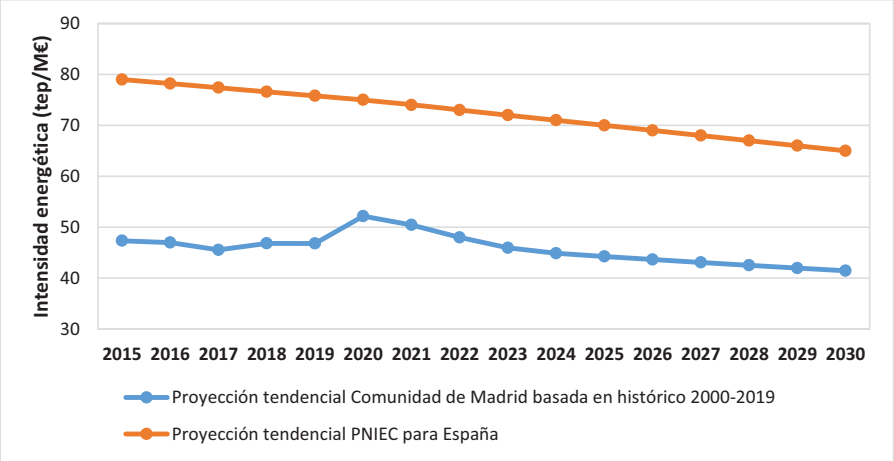


Ilustración 2. Evolución histórica y proyectada de la intensidad energética en España y la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y MITERD. Ilustración 65 de la Estrategia)

Intensidad energética final (tep/M€)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Proyección tendencial PNIEC España	76,6	75,8	75,0	74,0	73,0	72,0	71,0	70,0	69,0	68,0	67,0	66,0	65,0
Proyección tendencial Comunidad de Madrid basada en histórico 2000-2019	46,8	46,8	52,1	50,4	47,9	45,9	44,8	44,2	43,6	43,0	42,5	41,9	41,4

Tabla 1. Evolución histórica y proyectada de la intensidad energética en España y la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y MITERD. Tabla 20 de la Estrategia).

En el apartado 2.2 de la Estrategia, al que se remite al lector, se ha realizado también un análisis del comportamiento del consumo de energía final por sectores y por tipo de combustible para el escenario tendencial. Tal análisis de base de comparación para el posterior diseño de escenarios de mayor eficiencia energética y menores emisiones, como luego se verá.

- En cuanto a **las emisiones a la atmósfera**, como también se describe en el apartado 2.2 de la Estrategia, en el año 2020, en el marco de la elaboración del Inventario correspondiente al periodo 1990-2018, se estimaron las proyecciones de las emisiones de la Comunidad de Madrid para el marco temporal 2019-2030.

BOCM-20240115-10

Se consideraron dos escenarios, uno tendencial, en el que se preveía el impacto de las políticas y regulación existentes en ese momento (**escenario con medidas-WeM**) y, un segundo escenario, en el que se analizó el previsible impacto en las emisiones de, entre otras, las medidas que se encontraban incluidas en el entonces borrador del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima y en el Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica (**escenario con medidas adicionales-WaM**), en ese momento sin haberse iniciado, y que más tarde consideraremos.

Contando solo con las medidas existentes, **escenario con medidas-WeM**, que es parte de la **Alternativa o escenario cero o tendencial**, se concluye que, para el material particulado ($PM_{2,5}$), se produciría una reducción (–20 % en 2030 comparados con niveles de 2018). Sin embargo, para los óxidos de nitrógeno la tendencia, bajo este supuesto de aplicación restringida de medidas, se mantiene prácticamente constante, marcando un ligero descenso en 2030 (–2 % en 2030 comparados con niveles de 2018). La tendencia generalizada estacionaria o a la baja de estos dos grupos de emisiones (NO_x y $PM_{2,5}$), desacoplada del marco de crecimiento económico y poblacional considerado en la construcción de las proyecciones, viene principalmente marcada por la previsible evolución del mix eléctrico (con una mayor penetración de las energías renovables), la modernización del parque móvil, con la completa aplicación de las tecnologías EURO y la continuación del efecto de eficiencia energética observada y de reducción de emisiones previsibles en la práctica totalidad de los sectores económicos.

Las emisiones de los compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM), sin embargo, presentaron una evolución al alza en el escenario tendencial a partir de 2019, alcanzando niveles de +12 % en 2030 respecto al año 2018. Estas emisiones están mayormente ligadas a factores de consumo doméstico (con una previsible tendencia creciente) y para los que se consideró agotado el efecto de las políticas de mitigación existentes.

En el escenario tendencial, las emisiones de amoniaco (NH_3) presentaban una evolución estacionaria ligada a la cabaña ganadera y a la entrada en aplicación de medidas de mitigación ya existentes en el sector agrícola, que mantenían las emisiones sin apenas variaciones.

Finalmente, las emisiones de óxidos de azufre (SO_x) presentaban los mayores niveles de reducción (–57 % en 2030 comparados con los niveles de emisiones de 2018), por un doble efecto de las medidas existentes de reducción del contenido en azufre de los combustibles derivados del petróleo y por la sustitución del uso de carbón con fines energéticos por otras fuentes no emisoras de óxidos de azufre.

BOCM-20240115-10

- Dentro de la **Alternativa o escenario cero o tendencial**, las **emisiones de gases de efecto invernadero** tendrían una tendencia al alza si se siguen los registros históricos, tomando como referencia el consumo energético y, más concretamente, la evolución del consumo de los productos petrolíferos descrito en el diagnóstico energético recogido en el apartado 2.1.2 de la Estrategia.

  Como ya se ha citado, en el año 2020 se realizó un ejercicio de proyecciones durante la elaboración del Inventario de emisiones correspondiente al año 2018, mediante el cual se plantea un escenario de evolución de las emisiones a la atmósfera tanto de gases de efecto invernadero (GEI) como de contaminantes atmosféricos. Las proyecciones de emisiones de GEI de la Comunidad de Madrid se estiman hasta el horizonte temporal 2030 y se han expuesto en dicho apartado 2.2.2. de la Estrategia, considerando dos escenarios. En el escenario tendencial se prevé el impacto de las políticas y regulación existente (escenario con medidas-WeM). La clave del alza de las emisiones en el escenario tendencial se encuentra en el incremento del consumo de energía, asociado al aumento del consumo de combustible fósiles y muy baja electrificación.

  A continuación, Tabla 2, se resumen los datos numéricos de las emisiones inventariadas (serie 1990-2018) para los gases de efecto invernadero y las proyecciones a 2030 en el Escenario tendencial:

	1990	2000	2005	2018	2030 WeM
Emisiones (kt)	14.267,94	21.981,12	27.428,31	21.653,88	21.858,65
Variación respecto a 1990		54%	92%	52%	53%
Variación respecto a 2005				-21%	-20%
Variación respecto a 2018					1%

Tabla 2. Datos de emisiones de GEI y variaciones relativas respecto a los niveles de emisión de 1990, 2005 y 2018 en el escenario tendencial. (Fuente: Tragsatec).

3.2.2 Alternativa o escenario de "Medidas adicionales"

En esta alternativa o escenario se valoran opciones que, sin perjuicio del máximo nivel de ambición a 2050 de lograr una economía completamente descarbonizada, consideran el previsible impacto de medidas adicionales en materia de emisiones de, entre otras, las medidas y políticas del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima y el Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica. En este escenario, la progresión en el uso eficiente de la energía y la reducción de emisiones sigue claramente la ruta de la

BOCM-20240115-10

descarbonización, por encima del escenario tendencial, pero de manera más pausada y menos ambiciosa temporalmente que en la alternativa o escenario "Ambición 2030". Para estimar la proyección de emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos de la Comunidad de Madrid, se calculó una función de reparto para cada una de las actividades que diferencian las proyecciones nacionales y para cada uno de sus correspondientes contaminantes.

El fundamento estratégico de esta alternativa se basa en las características de la Comunidad de Madrid, que cuenta con una economía terciarizada, con un gran peso de la movilidad, pero una buena intensidad energética, la más baja de España, lo que permitiría no trasladar directamente los objetivos del PNIEC, al partir de un menor consumo energético por unidad de PIB y unas menores emisiones per cápita que otras comunidades autónomas con un mayor peso de la industria pesada/contaminante.

En esta alternativa, se plantea un objetivo de mejora de intensidad energética equivalente al del PNIEC, lo que se considera fácilmente alcanzable sin medidas excesivamente enérgicas, si bien una menor ambición en la reducción de emisiones. La asunción clave del escenario de "Medidas adicionales" es el de una penetración progresiva y relativamente reducida en 2030 de la electrificación en todos los sectores y, especialmente, en el del transporte y el doméstico. Esta alternativa es razonable, en cuanto que no aspira a cambios muy drásticos en la senda de reducción de emisiones y viable técnica y ambientalmente, por cuanto se basa en la progresión tecnológica que ha permitido una reducción de las emisiones en los últimos 20 años y en la adopción de medidas graduales adicionales a las del escenario tendencial.

- En lo referente a la **intensidad energética**, conforme al ***OE1-IE1 Intensidad energética***, **se asume un compromiso de reducción de la intensidad energética un 2,53 % anual promedio entre 2021 y 2030**, es decir, se asume directamente el objetivo del PNIEC.
- En lo relativo a **las emisiones a la atmósfera**, como ya se ha indicado, en el marco de la elaboración del Inventario correspondiente al periodo 1990-2018, se estimaron las proyecciones de las emisiones de la Comunidad de Madrid para el marco temporal 2019-2030, considerando un escenario, en el que se analizó el previsible impacto en las emisiones de, entre otras, las medidas que se encontraban incluidas en el entonces borrador del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima y en el Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica (**escenario con medidas adicionales-WaM**).

  Las proyecciones de emisiones en el escenario WaM, sobre la base, ya comentada de una electrificación progresiva pero no muy intensa, supondrían una tendencia a la reducción de emisiones. Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y óxidos de nitrógeno (NOx) sufrirían, en ese escenario una reducción cercana al 30

BOCM-20240115-10

% en 2030 respecto de los niveles de 2018. Este comportamiento conjunto a la baja estaría directamente ligado al impacto de las medidas adicionales en materia energética incluidas en el borrador del PNIEC.

La proyección de las emisiones de amoniaco (NH_3) en el escenario con medidas adicionales presentaría una reducción del 13,5% respecto a 2018, debido a la aplicación de medidas adicionales de reducción de estas emisiones tanto en la gestión de los estiércoles como en las prácticas de fertilización de suelos previstas en el marco de la preparación del Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica.

Finalmente, y al igual que ocurría en el escenario tendencial, las emisiones de los compuestos orgánicos volátiles no metálicos (COVNM) permanecían prácticamente estables a lo largo de todo el periodo proyectado debido a la compensación del crecimiento de estas emisiones con el limitado efecto de mitigación de las políticas adicionales contempladas en algunos sectores de actividad como la agricultura.

En la Tabla 3 se resumen las estimaciones para los gases de efecto invernadero y las proyecciones a 2030 en el Escenario de "Medidas adicionales":

	1990	2000	2005	2018	2030
					WaM
Emisiones (kt)	14.267,94	21.981,12	27.428,31	21.653,88	15.108,40
Variación respecto a 1990		54%	92%	52%	6%
Variación respecto a 2005				-21%	-45%
Variación respecto a 2018					-30%

Tabla 3. Datos de emisiones de GEI y variaciones relativas respecto a los niveles de emisión de 1990, 2005 y 2018 en el escenario con medidas adicionales. (Fuente: Tragsatec).

3.2.3 Alternativa o escenario "Ambición 2030"

La alternativa o escenario denominada **"Ambición 2030"** se atiene al marco planificado obligatorio ya establecido y evaluado ambientalmente por el Estado para el conjunto del país, asumiendo directamente en la región los objetivos del PNIEC, de manera que se apliquen proporcionalmente al consumo energético de la Comunidad de Madrid y a sus emisiones. En comparación con la alternativa anterior, exige un mayor compromiso social, político y empresarial. Tal planteamiento, definido a través de los objetivos estratégicos anteriormente descritos, se puede resumir como sigue:

BOCM-20240115-10

- Conforme al ***OE1-IE1 Intensidad energética***, **se asume un compromiso de reducción de la intensidad energética un 2,53 % anual promedio entre 2021 y 2030**, es decir, se asume directamente el objetivo del PNIEC.
- En segundo lugar, de conformidad con el ***OE4-IE1 Toneladas equivalentes de CO2/número de habitantes***, **las emisiones de GEI en 2030 deberían ser aproximadamente la mitad que las de 2018**, si se considera la aplicación proporcional en la Comunidad de Madrid de los objetivos a nivel nacional del PNIEC y se tiene en cuenta, dada la relevancia de la capital en términos de emisiones, los objetivos propios, ya asumidos en la materia, del Ayuntamiento de Madrid. Ello supondría, asimismo, una reducción de emisiones de NO_X de un orden de magnitud similar, lo que contribuiría decisivamente al cumplimiento de los objetivos de calidad del aire definidos en la normativa europea y nacional, atendiendo así el ***OE5-IE1.Valor medio anual de concentración de NO_2 registrado en las estaciones de control de la calidad del aire la Comunidad de Madrid***.

  Esta alternativa plantea un intenso y acelerado cambio de combustibles intra-sectorial tal que se favorezca la descarbonización que debe centrarse, en primer lugar, en la retirada de combustibles fósiles del sector transporte favoreciendo, por un lado, una penetración intensa de la energía eléctrica y de otros combustibles alternativos y, por otro, el uso de medios no motorizados. De forma similar, en el sector doméstico o residencial se debe favorecer la electrificación de manera decidida, el calor renovable y la retirada de combustibles fósiles, entre otras posibles actuaciones.

  La estimación de la reducción de emisiones que resultaría de esta alternativa, realizada por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) en el marco del convenio de investigación suscrito con tal institución académica, se muestra a continuación:

Sector	Reducción de emisiones anuales y total estimado para 2030 (t, excepto GEI en kt de CO_2-equivalente)							
	SO_2	NO_X	COVNM	CO	NH_3	$PM_{2,5}$	PM_{10}	GEI
Transporte Rodado	27	16.171	626	7.481	247	478	558	5.975
RCI	679	4.918	1.494	2.569	-	303	304	4.139
Otros	2	239	95	111	821	35	35	824
Total	**709**	**21.327**	**2.215**	**10.161**	**1.068**	**816**	**897**	**709**
Emisiones en 2030	6.185	20.117	48.246	42.124	3.972	4.014	5.871	10.922

BOCM-20240115-10

Sector	Reducción de emisiones anuales y total estimado para 2030 (t, excepto GEI en kt de CO_2-equivalente)							
	SO_2	NO_X	COVNM	CO	NH_3	$PM_{2,5}$	PM_{10}	GEI
Variación (en % respecto a 2018)	*-10,3*	*-51,5*	*-4,4*	*-19,4*	*-21,2*	*-16,9*	*-13,3*	*-50,0*

La fila total difiere en algunos casos de la suma de las cifras indicadas para cada sector porque no se muestran decimales

Tabla 4. Resumen de emisiones bajo el escenario "Ambición 2030"

3.2.4 Alternativa o escenario elegido

La **Alternativa o escenario cero o tendencial** se aleja sustancialmente de los objetivos nacionales y europeos en materia de reducción de emisiones. Por consiguiente, cabe descartar este escenario, en el que la progresión del consumo energético y las emisiones de GEI y contaminantes atmosféricos a 2030 seguiría las tendencias históricas.

La **Alternativa o escenario de "Medidas adicionales"** supone una mejora sustancial en las emisiones de GEI y de contaminantes atmosféricos, en un proceso gradual de electrificación de las actividades, mientras que la **Alternativa o escenario "Ambición 2030"**, implica una más rápida y profunda difusión de la electrificación, un mayor empleo de medios no motorizados de transporte y un compromiso más sostenido de todos los agentes y sectores sociales en favor de la descarbonización. En ambos casos, la mejora de eficiencia energética es similar, si bien la **Alternativa o escenario "Ambición 2030"** supone un mayor consumo eléctrico y un menor consumo directo de combustibles fósiles (teniendo en cuenta que el mix eléctrico español tiende a descarbonizarse).

La comparación entre ambas alternativas ofrece una clara ventaja al escenario **"Ambición 2030"** en lo que se refiere GEI, óxidos de nitrógeno y amoníaco, como contaminantes significativos, tal y como se observa en la siguiente Tabla 5:

Escenarios	Estimación de la reducción de emisiones en 2030 respecto a 2018		
	GEI	NO_X	NH_3
Medidas adicionales	-30%	-30%	-13,5%
Ambición 2030	-50%	-51,5 %	-21,2%

Tabla 5. Resumen de emisiones bajo el escenario "Ambición 2030"

Como se señala explícitamente por parte de la UPM, en conjunto, las emisiones de GEI en 2030 serían en la **Alternativa o escenario "Ambición 2030"** aproximadamente la mitad que las de 2018, lo que sería compatible con una repercusión proporcional de los objetivos

BOCM-20240115-10

a nivel nacional y también consistente con la planificación en materia de mitigación del cambio climático del Ayuntamiento de Madrid. La reducción de emisiones de NO_x tendría un orden de magnitud similar, mientras que el impacto para el resto de los contaminantes sería en general inferior al 20%.

Esta alternativa, permitiría también el cumplimiento de los valores de calidad del aire en todas las zonas gestionadas por la Comunidad de Madrid y permitiría aproximarse, de acuerdo con la propia UPM, a los valores límite de la actual propuesta de futura Directiva europea de calidad del aire a 2030.

Se concluye en que **la alternativa preferible** desde el punto de vista de la reducción de emisiones, la descarbonización y el cumplimiento de los objetivos de calidad del aire que plantea la nueva Directiva europea, es la **Alternativa o escenario "Ambición 2030"**.

BOCM-20240115-10

4. Desarrollo previsible de la Estrategia

La Estrategia se concibe como un instrumento que permite facilitar el desarrollo de una serie de objetivos deseables como sociedad, en este caso en los ámbitos de la disponibilidad y uso de la energía, la mitigación y la adaptación al cambio climático, así como la calidad del aire en las mejores condiciones posibles

Por tanto, la Estrategia se configura como una guía para que los distintos niveles de la Administración, los diferentes organismos y las empresas públicas y privadas elaboren sus propios planes y programas que contribuyan a alcanzar los objetivos establecidos en la misma. Pretende, asimismo, servir de referencia para el papel esencial de la ciudadanía en la transición hacia un modelo descarbonizado.

A lo largo del Capítulo 5 de la EECAM se definen las áreas de actuación donde se deberían encuadrar las medidas consideradas para la consecución de los objetivos estratégicos y la evolución del modelo energético de la Comunidad de Madrid hacia un sistema bajo en carbono. El conjunto de las acciones que deberían diseñarse y ponerse en marcha dentro de cada área de actuación se debe enfocar en una apuesta por la eficiencia energética primero, centrando los esfuerzos principales en los sectores de mayores consumos, como son los de transporte y RCI, teniendo, asimismo, en cuenta, el papel central que juega la ciudadanía.

Para facilitar este proceso, que, por otra parte, ya está en marcha, se han identificado en la EECAM los agentes principales responsables del desarrollo de las áreas de actuación. De esta manera, junto con la descripción y mecanismos de acción posibles correspondientes se introducen también los organismos con competencias en la materia que deberían estar implicados en cada una de las acciones concretas dentro de cada área de actuación.

Una vez aprobada la Estrategia se deben revisar los planes y programas de la administración madrileña que tengan relación con los ámbitos de aplicación de la energía, aire y clima. Así los órganos responsables de la administración deberán considerar si los planes y programas en ejecución se encuentran alineados con la Estrategia, a fin de reforzar o atenuar alguna de sus líneas de actuación en caso necesario.

De igual manera el resto de los ámbitos de la administración autonómica como son las empresas públicas, entes, organismos o fundaciones de carácter público, así como las administraciones locales disponen en esta estrategia de una guía para implementar o revisar sus propios planes y programas.

BOCM-20240115-10

Entre los anexos de la Estrategia se encuentra tanto el Plan de Mejora de la Calidad del Aire 2023-2030, así como una guía de propuestas de actuaciones municipales para enfrentarse al incremento de los fenómenos extremos en municipios, especialmente enfocada a los problemas e idiosincrasia de nuestra Comunidad.

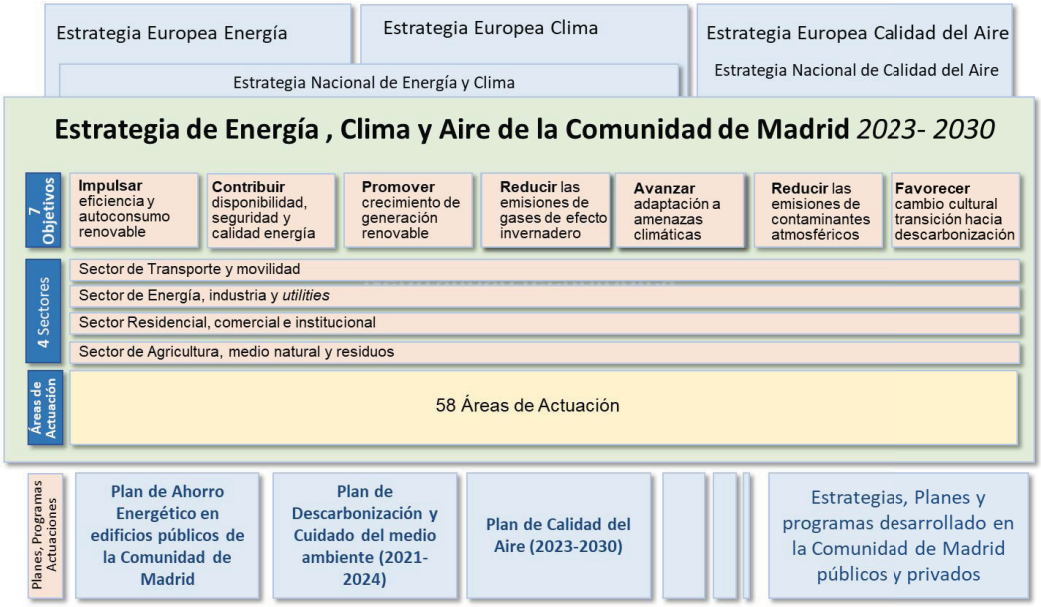


Ilustración 3. Jerarquía de implantación del Plan Estratégico de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid 2023-2030
(Fuente: Elaboración propia. Ilustración 104 de la Estrategia).

La responsabilidad principal de interpretación/orientación de la Estrategia, el impulso y apoyo a los responsables de la adopción y puesta en marcha de medidas o acciones concretas y la coordinación en la ejecución de las actuaciones para que alcancen los objetivos propuestos, corresponde a la dirección general competente en materia de transición energética de la Comunidad de Madrid. En la distribución de competencias a la fecha de cierre del presente documento, el impulso y liderazgo de la Estrategia, así como el seguimiento y la coordinación de las medidas y acciones en él comprendidas corresponden a la **Consejería competente en materia de transición energética**, **cambio climático y calidad del aire**, que se apoyará para el ejercicio de sus funciones de seguimiento y coordinación en una **Oficina de Implantación de la Estrategia** dependiente orgánica y funcionalmente de dicha Consejería. Dicha oficina no implicará la creación de un organismo o ente distinto a la propia administración de la que forma parte.

BOCM-20240115-10

La necesaria implicación de distintos centros gestores de la Comunidad de Madrid en la ejecución de la Estrategia, así como el necesario alineamiento de las medidas que cada uno ejecuta, hace necesario el establecimiento de una entidad interdepartamental.

Asimismo, dada la gran transversalidad de la estrategia y la multitud de dimensiones que se ven afectas por él, también será necesaria la implicación de otros Centros Gestores y Organismos Públicos para hacer efectivo el plan de actuación. De esta manera, desde la dirección general competente en materia de energía se gestionará la puesta en marcha de las medidas y el alineamiento de los diferentes organismos implicados por la estrategia con respecto a este ámbito, garantizando una participación eficiente y teniendo en consideración las competencias de cada institución.

De igual manera, desde la Dirección General competente en Calidad del aire se pondrá en marcha los programas necesarios para el cumplimiento de los objetivos de Calidad del Aire, que deberán ser posiblemente revisados en los próximos años al estar actualmente los límites de emisión en proceso de revisión.

De especial relevancia es la participación de la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (Fenercom), fundación pública madrileña con largo recorrido e implicación en el despliegue de acciones de carácter energético en la región. En este sentido, la Fundación es un agente fundamental en la ejecución de los diversos instrumentos de ayuda, financiados con fondos estatales o autonómicos. También se requiere su participación en aquellas acciones de difusión y concienciación de la ciudadanía y empresas en materia energética. Fenercom elabora, además, el balance energético anual de la región, un documento clave para conocer la evolución de las fuentes y el consumo de energía.

La implicación de organismos técnicos del ámbito nacional, como Red Eléctrica de España (REE) o el Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE), también será necesaria para la integración con aquellos sistemas y mecanismos puestos en marcha a nivel estatal. Por ejemplo, para aquellas acciones referentes a la generación eléctrica y con implicaciones sobre la red de transporte se tendrá en consideración la valoración técnica de REE.

Comisión Interdepartamental de Energía y Cambio Climático de la Comunidad de Madrid

Actualmente existe una **Comisión Interdepartamental de Cambio climático**. Se propone en la Estrategia que se promueva su transformación en una **Comisión Interdepartamental de Energía y Cambio Climático de la Comunidad de Madrid** que sería un órgano colegiado regulado por la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público.

BOCM-20240115-10

Esta Comisión Interdepartamental tendrá un régimen de funcionamiento y una composición que será la que establezca su Decreto de creación. En la Comisión Interdepartamental deberán estar representadas al menos las Consejerías con las siguientes competencias:

- Presidencia
- Hacienda
- Energía
- Medio Ambiente
- Salud
- Agricultura
- Economía
- Transportes e Infraestructuras
- Universidades, Ciencia e Innovación

Además, deberán formar parte los siguientes organismos y áreas:

g) Consorcio Regional de Transportes de Madrid
h) Canal de Isabel II
i) Institutos IMDEA-Energía, IMDEA-Agua e IMDEA-Alimentación
j) Instituto Universitario de Investigación del Automóvil (INSIA)
k) Seguridad, Protección Civil y Emergencias
l) Agencia de Seguridad y Emergencias Madrid 112

Entre las funciones de la Mesa, que deberá fijarse en su Decreto de creación, se podrán contar las siguientes:

- Formulación de propuestas dirigidas a asegurar el desarrollo de la Estrategia y su cumplimiento.
- Evaluación, dentro de las previsiones que anualmente establezcan las leyes de presupuestos regionales, de los recursos y necesidades presupuestarias y propuesta de asignación de los fondos públicos destinados a las diferentes medidas que integren la Estrategia.
- Realizar la coordinación de las actuaciones contenidas en la Estrategia.
- Debate de las cuestiones propuestas, en el ámbito sustantivo de la Mesa.
- Propuesta de medidas y actuaciones que tengan con objeto promover la consecución de los objetivos de la Estrategia
- Seguimiento de las medidas y actuaciones acordadas.
- Ser el canal de cooperación con otras administraciones públicas ajenas a la Comunidad de Madrid en la ejecución de actuaciones en el ámbito de la Estrategia que coadyuven a la consecución de sus objetivos.

Comité científico-técnico de Sostenibilidad y Cambio Climático

BOCM-20240115-10

La Comunidad de Madrid cuenta con el Comité científico-técnico de Sostenibilidad y Cambio Climático, con el objetivo de disponer opinión experta y cualificada para poder contrastar las políticas de cambio climático y su posible aplicación y seguimiento.

Los expertos que integran este comité, constituido en 2019, forman parte de entidades públicas, privadas e independientes reconocidas en el ámbito de la investigación y la ciencia, a nivel nacional e internacional. Así, participan expertos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), de la Oficina Española del Cambio Climático, del Instituto de Salud Carlos III, la Fundación para la Investigación del Clima, la Agencia Española de Meteorología (AEMET), el laboratorio de ideas *Economics for Energy*, el Instituto Madrileño de Estudios Avanzados (IMDEA) Agua e IMDEA Energía o Grupo Red Eléctrica, entre otros, así como investigadores de universidades públicas madrileñas como la Universidad Politécnica de Madrid, Universidad de Alcalá, Universidad Carlos III, Universidad Autónoma de Madrid y Universidad Rey Juan Carlos.

El comité servirá de soporte para analizar los escenarios climáticos y su impacto, valorar los indicadores de adaptación al cambio climático o los estudios de impacto específicos del cambio climático en la región, por ejemplo, los referidos a los recursos hídricos, así como para evaluar las respuestas y necesidades ante un escenario del incremento medio de las temperaturas, así como la adaptación ante posibles riesgos naturales, entre otros. También prestará apoyo y asesoramiento para determinar las líneas de actuación prioritarias en los planes de mitigación y adaptación regionales y podrán realizar evaluaciones técnicas previas de las medidas que se vayan a implementar en la región.

Sección de Calidad del Aire del Consejo de Medio Ambiente

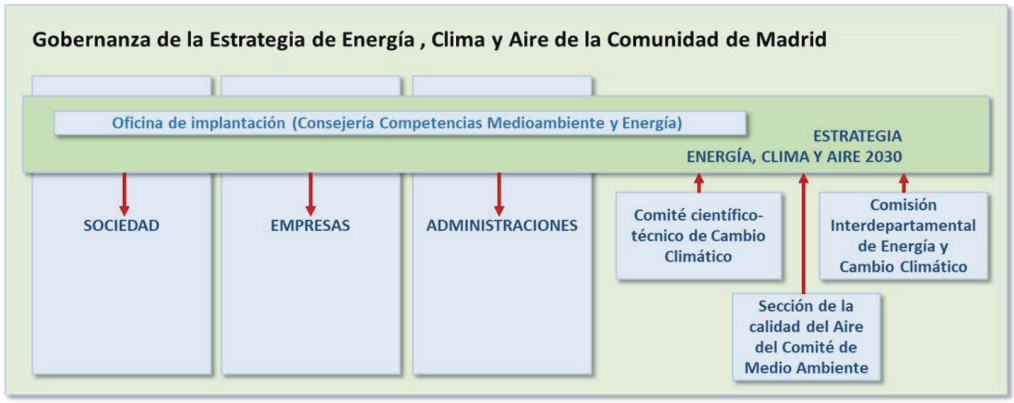
La misión de la Sección de Calidad del Aire del Consejo de Medio Ambiente se encarga de coordinar, valorar, proponer y protocolizar la adopción de las medidas tendentes a evitar la superación de los umbrales de alerta o, en su caso, paliar los efectos de las superaciones de dichos umbrales, según la legislación vigente sobre la materia.

Se reúne cuando, en función de la situación de las concentraciones de los contaminantes regulados y habida cuenta de las condiciones atmosféricas concurrentes y su previsible evolución, se considere necesario la adopción de medidas tendentes a evitar la superación de los umbrales de alerta o paliar los efectos de dichas superaciones, así como en aquellos otros casos en que se considere necesario. En todo caso, la Sección se reunirá, con carácter inmediato, cuando se supere el umbral de alerta correspondiente.

BOCM-20240115-10

También tiene como función las que atribuya a la Comunidad de Madrid la legislación vigente en materia de evaluación y gestión de calidad del aire.

Ilustración 4. Gobernanza de la Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid 2023-2030
(Fuente: Elaboración propia. Ilustración 105 de la Estrategia).



BOCM-20240115-10

5. Caracterización de la situación del medio ambiente antes del desarrollo de la Estrategia en el ámbito territorial afectado y su posible evolución

En este apartado se valoran los aspectos fundamentales de la situación del medio ambiente afectado por las propuestas de la Estrategia y su evolución previsible en un futuro inmediato.

5.1 Caracterización ecosistémica de la Comunidad de Madrid

De acuerdo con la información obtenida durante la elaboración de la "Guía de medidas de adaptación al cambio climático de las entidades locales de la Comunidad de Madrid", teniendo en cuenta su sensibilidad a los cambios y en función de la cartografía procedente del SIOSE14 y del Mapa del Terreno Forestal de la Comunidad Madrid, la región cuenta con 8 ecosistemas según la agrupación de hábitats del European Nature Information System (EUNIS) (Davies et al., 2004), diferenciando aguas superficiales; zonas húmedas; pastizales, hierbas, musgos o líquenes; brezal, matorral y tundra; bosques, bosquetes y tierras boscosas; hábitats con vegetación muy escasa o nula; hábitats agrícolas, hortícolas y domésticos; y hábitats artificiales, industriales.

BOCM-20240115-10

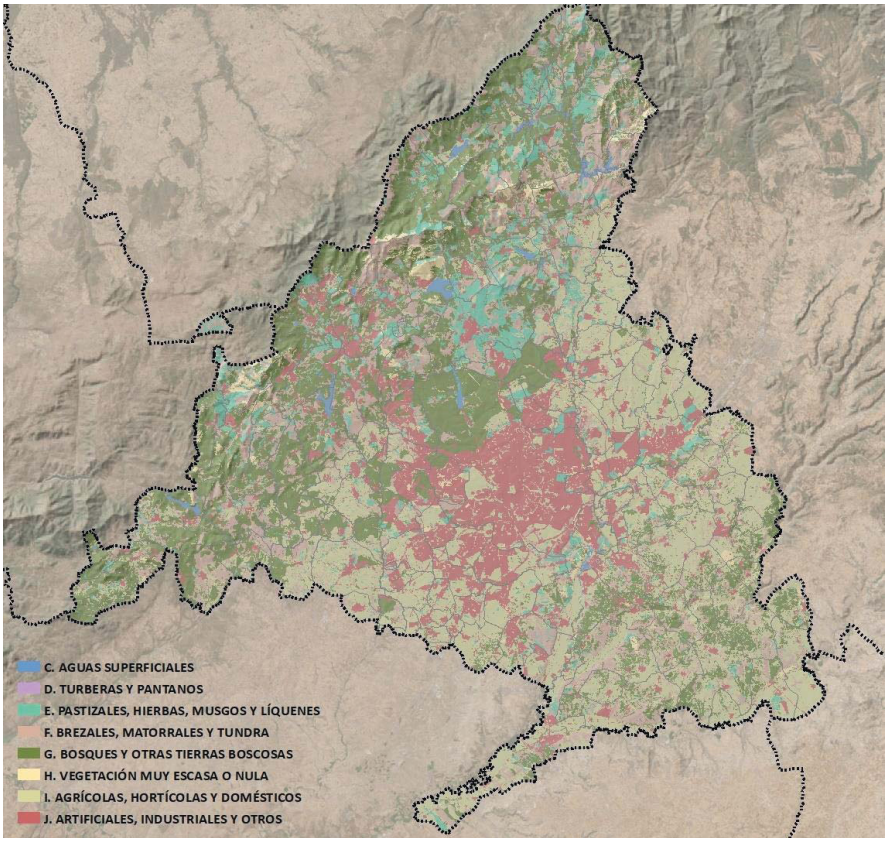


Ilustración 5. Principales ecosistemas de la Comunidad de Madrid según la clasificación EUNIS

Los ecosistemas mayoritarios son los *G. Bosques y otras tierras boscosas* (28,81%) tal y como se puede apreciar en la Tabla 6. Algo más de la mitad de su superficie, formada por bosques de frondosas, coníferas, mixtos y matorral boscoso de transición, se localiza entre las Sierras norte y sur. Junto con los anteriores, y ocupando una superficie escasamente inferior a la anterior agrupación, se encuentran los *I. Hábitats agrícolas, hortícolas y domésticos* (27,79%). Estos están conformados por tierras de labor en secano terrenos regados permanentemente, terrenos principalmente agrícolas y sistemas agroforestales que se localizan preferentemente en la Meseta y las Áreas de Tensión sur y este de la Comunidad.

Los denominados J. Hábitats artificiales, industriales y otros serían los cuartos ecosistemas en extensión por detrás de los *F. Brezales, matorrales y tundra,* pero su distribución territorial fragmenta notablemente el territorio, creando una franja central, que colisiona

BOCM-20240115-10

frontalmente con los intentos de crear corredores ecológicos u otras soluciones basadas en la naturaleza de forma sencilla. Casi un 25% de su superficie se localiza en el término municipal de Madrid, siendo esta la concentración mayoritaria en la zonificación previamente comentada.

Por su parte, son los ecosistemas *D. Turberas y pantanos* los que ocupan un pequeño espacio dentro de la Comunidad con un tan sólo 61,77 Ha. localizadas principalmente en Chinchón (22,76 Ha.) y Algete (21,85 Ha.).

El resumen de tal descripción se recoge en la Tabla 6:

Ecosistema EUNIS	Superficie (Ha.)	Porcentaje
C. Aguas superficiales	6.704,55	0,84%
D. Turberas y pantanos	61,77	0,01%
E. Pastizales, hierbas, musgos o líquenes	63.653,49	7,93%
F. Brezales, matorrales y tundra	139.119,27	17,34%
G. Bosques y otras tierras boscosas	231.149,90	28,81%
H. Hábitats con vegetación muy escasa o nula	17.826,65	2,22%
I. Hábitats agrícolas, hortícolas y domésticos	222.985,97	27,79%
J. Hábitats artificiales, industriales y otros	120.937,44	15,07%
Total	**802.439,03**	**100,00%**

Tabla 6. Distribución de la agrupación EUNIS de ecosistemas en la Comunidad de Madrid

5.2 Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero

Las emisiones de GEI de la Comunidad de Madrid en el año 2020 fueron de 20,41 Mt CO_2 equivalente, lo que representa una disminución del 15,5 % respecto a las emisiones del año anterior y un incremento del 25,5 % respecto a las emisiones del año base 1990, así como una disminución del 33 % respecto a 2007, año en el que se produce el máximo de emisiones. Esto se debe a la particular situación derivada de la COVID-19 producida durante el año 2020, por lo que los datos de este año no son representativos de las tendencias acumuladas en años anteriores. Así, en el año 2019 se emitieron un total de 24,16 Mt CO2 equivalente, lo que supuso un incremento del 0,4 % respecto al año anterior y un incremento del 49 % respecto a las emisiones de 1990.

En general, como se puede apreciar en la Ilustración 6, la evolución presentada por el total de las emisiones de GEI a lo largo de la serie histórica inventariada está fuertemente marcada por el comportamiento del sector de procesado de la energía (sector energético), que incluye el transporte, pues es éste el que más emisiones reporta (Ilustración 7). Sus emisiones están directamente ligadas al consumo de sus fuentes energéticas y presenta, con carácter general, una evolución paralela a la de la economía nacional con un perfil diferenciado en cuatro fases a lo largo de la serie, una de leve crecimiento fluctuante hasta

BOCM-20240115-10

1995, seguida de un marcado aumento en el consumo hasta 2007, después de una disminución en los años de la crisis económica y un ligero repunte a partir de 2014.

Cabe destacar la reducción notable de emisiones en el año 2020, debido a las circunstancias excepcionales de la pandemia de COVID.

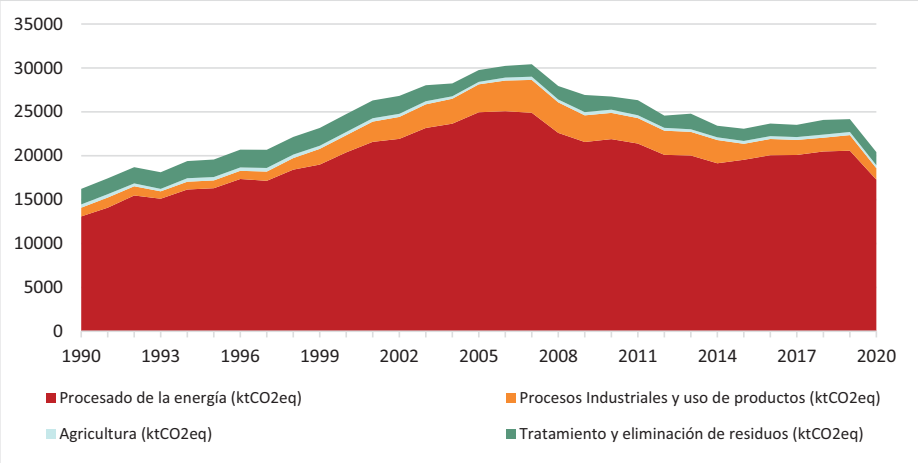


Ilustración 6. Reproducción de la. Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero por sectores desde el año base (1990) hasta 2020.
Ilustración 6 de la Estrategia

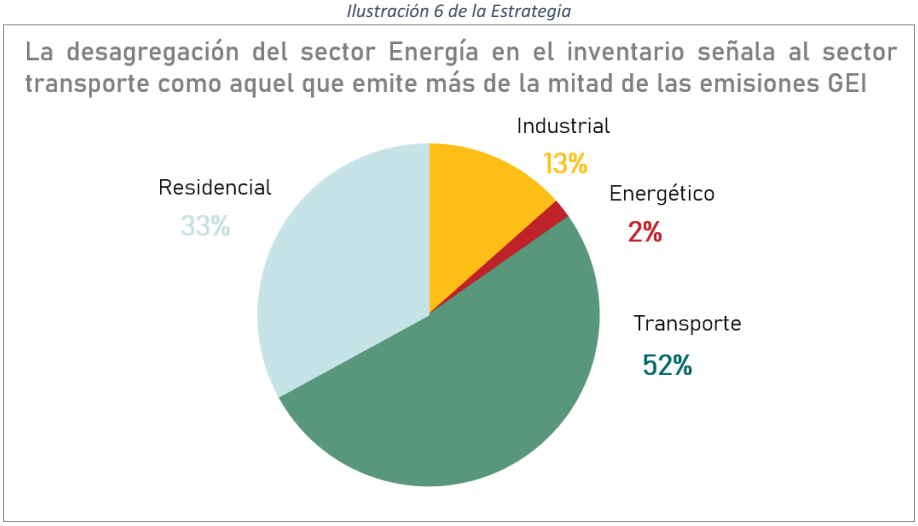


Ilustración 7. Peso de las emisiones de GEI del sector energía desagregado en la Comunidad de Madrid en 2020
Ilustración 7 de la Estrategia

El CO_2 (Ilustración 8) mantiene su contribución al total de las emisiones más o menos constante desde 1990, en torno al 85 %, respecto al resto de gases de efecto invernadero.

BOCM-20240115-10

Presenta una evolución creciente hasta el año 2007, momento a partir del cual comienza a disminuir, posiblemente como consecuencia de la crisis económica. Por último, en el final del periodo se aprecia un ligero repunte de las emisiones. Análogamente, el CH_4 tiene una participación estable a lo largo de todo el periodo, en torno al 8 %, con un comportamiento muy similar al del CO_2. El N_2O, aunque presenta más fluctuaciones a lo largo de la serie temporal, mantiene una participación en torno al 2 %.

Los gases fluorados comenzaron a usarse a principios de los años 90 del pasado siglo para sustituir a las sustancias que agotan la capa de ozono y sus emisiones empezaron a reportarse en el año 1995. Desde entonces las emisiones de estos gases, principalmente representados por los HFC (hidrofluorocarburos), experimentan un aumento notable, que entre los años 2007 y 2014 alcanzan su máximo nivel de contribución y, a partir de entonces, se produce una reducción notable de sus emisiones como consecuencia de la entrada en vigor de la normativa nacional e internacional para la sustitución de estos gases por otros con menor potencial de calentamiento atmosférico.

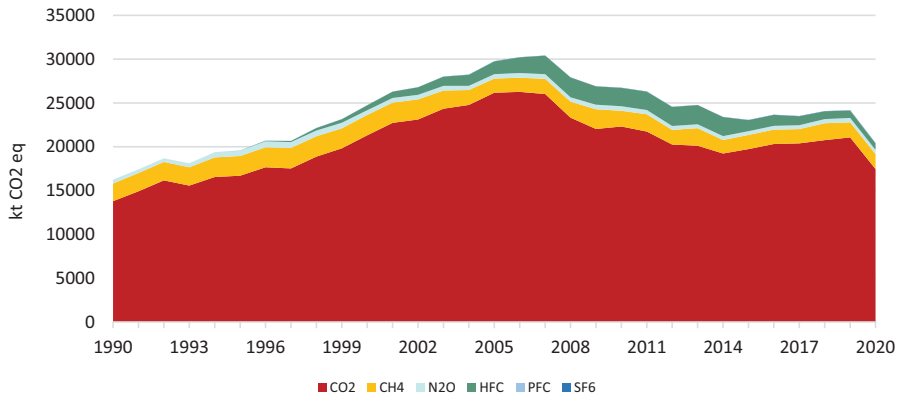


Ilustración 8. Evolución de los distintos gases de efecto invernadero desde año base hasta 2020 (Ilustración 9 de la Estrategia)

5.3 Evidencias del cambio climático

El clima de la Comunidad de Madrid se define en general como mediterráneo y se caracteriza por la existencia de parámetros que presentan grandes contrastes, con una estación estival de altas temperaturas y bajas precipitaciones. Además, el clima de la región está fuertemente condicionado por su orografía; variables climáticas como la circulación de los vientos, la temperatura y las precipitaciones están estrechamente

BOCM-20240115-10

influenciadas por barreras naturales como la Sierra de Guadarrama y Somosierra en el noroeste de Madrid. Estas formaciones geológicas impiden el paso hacia el interior de los vientos que provienen del norte y noroeste, lo que provoca que se formen frentes nubosos en la vertiente norte de ambas sierras.

Como consecuencia, existe un claro gradiente noroeste-sureste (Ilustración 9) en lo que a la pluviometría se refiere, que oscila desde una precipitación media de 700-1100 mm/año en la Sierra hasta los 400-500 mm/año en las zonas más bajas de la Comunidad. Este mismo gradiente se repite para el caso de la temperatura, pasando de una media anual de 7-8 °C en la Sierra de Guadarrama a otra de 14-15 °C en el Valle del Tajo (AEMET[116]).

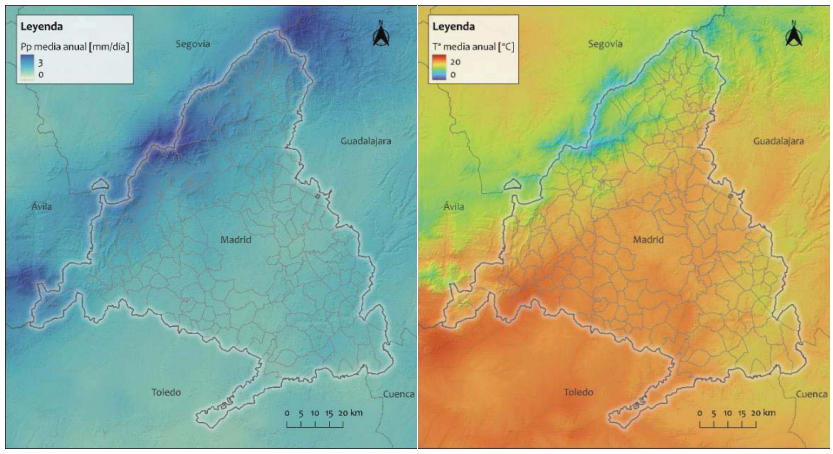


Ilustración 9. Gradientes de precipitación *(izq.) y de temperatura (drcha.) media anual*
Ilustración 61 de la Estrategia

Para identificar los cambios del clima a los que se ha visto y se verá sometida la región en el futuro, se ha realizado un análisis de su evolución histórica y sus posibles tendencias bajo escenarios de cambio climático.

Los resultados que se presentan se han obtenido a partir de un estudio de adaptación, realizado en el contexto de los trabajos de elaboración de la EECAM y recogido en el denominado Análisis de impacto y vulnerabilidad ante el cambio climático de los municipios madrileños (Anexo 6 de la Estrategia). En este estudio se analiza el riesgo de los municipios frente a las principales amenazas para la región: olas de calor, inundaciones fluviales, inclemencias invernales, sequías e incendios forestales. Con objeto de contextualizar la componente climática de la Estrategia, en este apartado se presentan los resultados más significativos del análisis. Así mismo, el análisis de las proyecciones climáticas se realiza en el apartado 2.2.3. de la propia Estrategia.

BOCM-20240115-10

Para realizar dicho análisis se han utilizado las proyecciones de precipitación y temperatura, así como una serie de indicadores asociados a las diferentes amenazas climáticas, del conjunto de datos Euro-CORDEX, disponibles en el Visor de Escenarios de Cambio Climático de AdapteCCa.

Las proyecciones utilizadas contemplan dos escenarios de emisión de uso habitual, denominados "Trayectorias de Concentración Representativas" (RCP, por sus siglas en inglés):

- ✓ **Moderado**: en cuanto a la producción de emisiones (denominado RCP 4,5), estabilizándose hacia final de siglo, con un forzamiento radiativo estable y unas emisiones de CO_2 equivalentes a nivel mundial de 538 ppm a 2100;
- ✓ **Pesimista** o de alta producción de emisiones hacia final de siglo (denominado RCP 8,5), con un forzamiento radiativo creciente y unas emisiones de CO2 equivalentes a nivel mundial de 936 ppm.

En conjunto, se han seleccionado los siguientes horizontes temporales de análisis:

- Histórico [1971-2000].
- Futuro cercano, horizonte 2030 [2011-2040].
- Futuro intermedio, horizonte 2060 [2041-2070].

Los resultados promedio obtenidos, tanto para el periodo histórico (retroproyecciones) como para los horizontes temporales futuros, permiten observar los datos históricos y contrastarlo con la evolución estimada de los parámetros analizados:

Indicadores	HISTÓRICO	RCP4,5		RCP8,5	
		Horizonte 2030	Horizonte 2060	Horizonte 2030	Horizonte 2060
	1971-2000	2011-2040	2041-2070	2011-2040	2041-2070
Precipitación (mm/día)	1,38	1,36	1,31	1,36	1,27
Temperatura mínima (ºC)	6,59	7,58	8,36	7,73	9,00
Temperatura máxima (ºC)	18,62	19,84	20,78	19,98	21,53

Tabla 7. Valores promedio de las variables climáticas precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima en la Comunidad de Madrid (tabla 18 de la Estrategia).

La precipitación media diaria para el histórico se observa en 1,38 mm/d, con un ligero descenso en todos los horizontes temporales futuros, especialmente en el horizonte 2060 del RCP 8,5, donde la precipitación llega a 1,27 mm/d.

La temperatura mínima refleja un promedio de 6,59 ºC en el histórico, con un aumento en los horizontes temporales futuros, superando los 7,5 ºC en los horizontes 2030 de ambos

BOCM-20240115-10

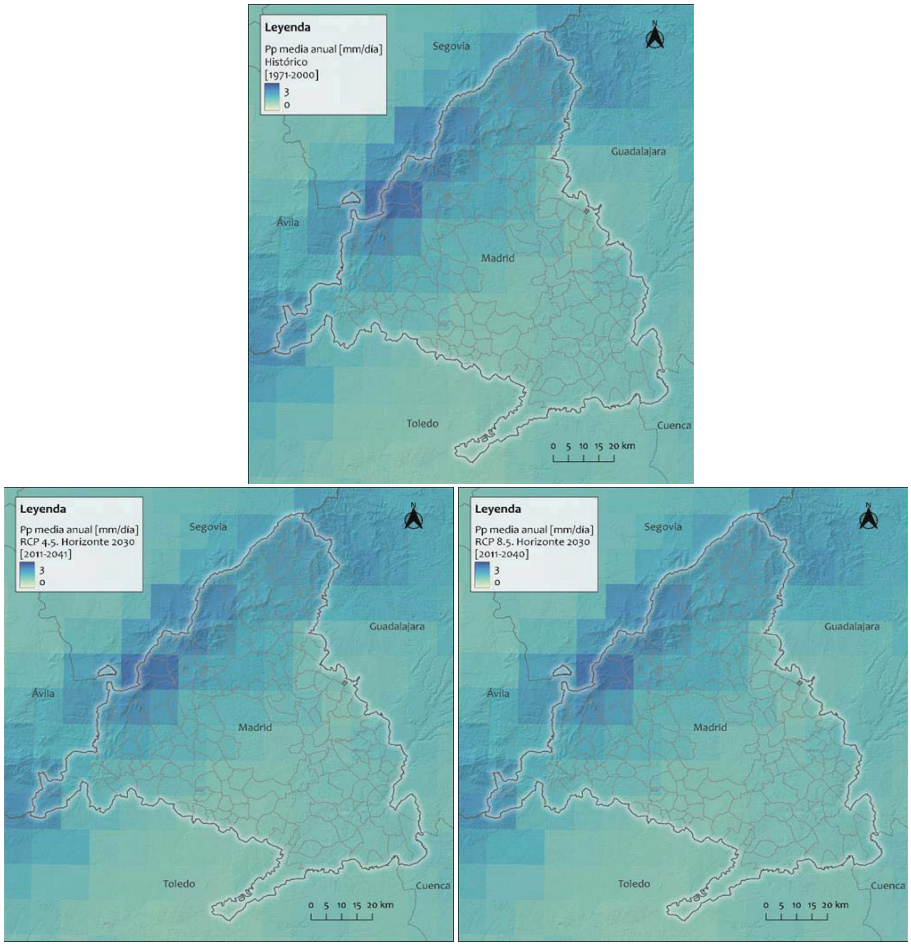
escenarios de cambio climático, y llegando a un máximo de 9 ºC en el horizonte 2060 del RCP 8,5.

A su vez, la temperatura máxima observa un promedio de 18,62 ºC en el histórico, con un aumento en los horizontes temporales futuros que alcanza los 21,53 ºC en el horizonte 2060 del RCP 8,5.

Algunos de los municipios que reflejan un mayor descenso de la precipitación, con respecto al periodo histórico, son Guadarrama, Los Molinos, Cercedilla, Collado Mediano y San Lorenzo de El Escorial, Navacerrada o Rascafría. Se observa que el descenso de las precipitaciones será algo más acentuado en la zona de sierra de la Comunidad (Ilustración *62*).

No obstante, el análisis de la serie histórica muestra cómo no existe una tendencia significativa en el periodo histórico ni en el escenario RCP 4,5, por lo que no se puede afirmar que haya un claro descenso en las precipitaciones en ambos periodos.

BOCM-20240115-10



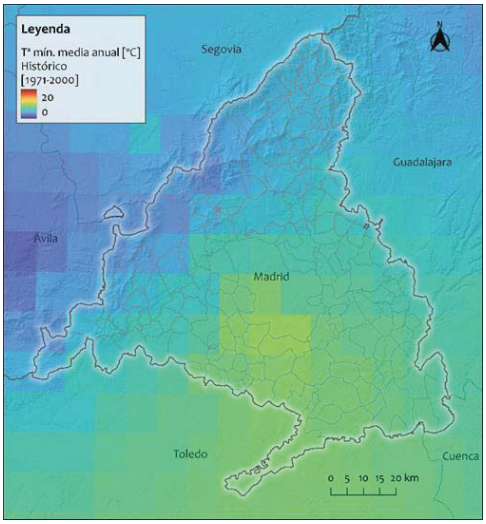
BOCM-20240115-10

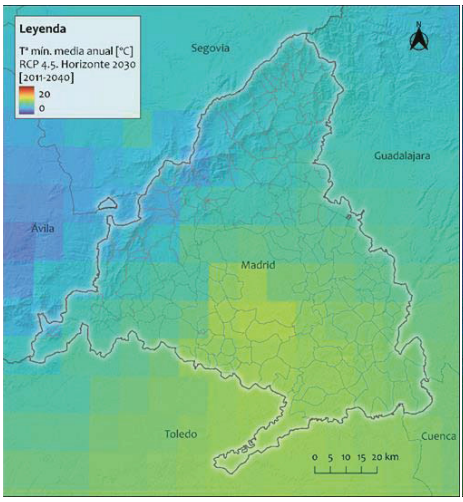
Ilustración 10. Precipitación media anual del histórico (1971-2000) y de los escenarios RCP 4,5 y 8,5 (horizonte 2030). (Fuente: Elaboración propia, Ilustración 11 de la Estrategia).

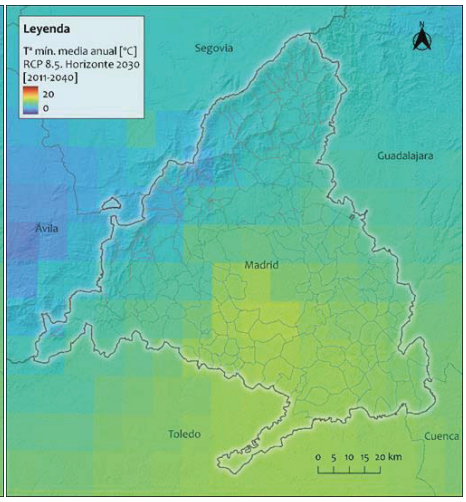
Las temperaturas muestran un incremento, tanto de la mínima media anual como de la máxima media anual, tanto en el periodo histórico como en los horizontes 2030 y 2060 en los dos escenarios analizados (RCP 4,5 y RCP 8,5).

Se observa en la Ilustración 11 que los municipios que reflejan un mayor aumento de la temperatura mínima media anual, con respecto al periodo histórico, son Rozas de Puerto Real, Cenicientos, Cadalso de los Vidrios, Valdemaqueda y San Martín de Valdeiglesias. Se concluye, entonces, que el ascenso de las temperaturas mínimas será más acentuado al sur de la Comunidad.

BOCM-20240115-10







BOCM-20240115-10

Ilustración 11. Temperatura mínima media anual del histórico (1971-2000) y de los escenarios RCP 4,5 y 8,5 (horizonte 2030). (Fuente: Elaboración propia. Ilustración 12 de la Estrategia)

En cuanto a la temperatura máxima media anual, se observa como los municipios que reflejan un mayor aumento con respecto al periodo histórico son Navacerrada, Guadarrama, Manzanares el Real, Collado Mediano y Rascafría. Por tanto, puede decirse que el aumento de las temperaturas máximas tendrá un mayor impacto sobre los municipios de la zona de la sierra de la Comunidad.

BOCM-20240115-10

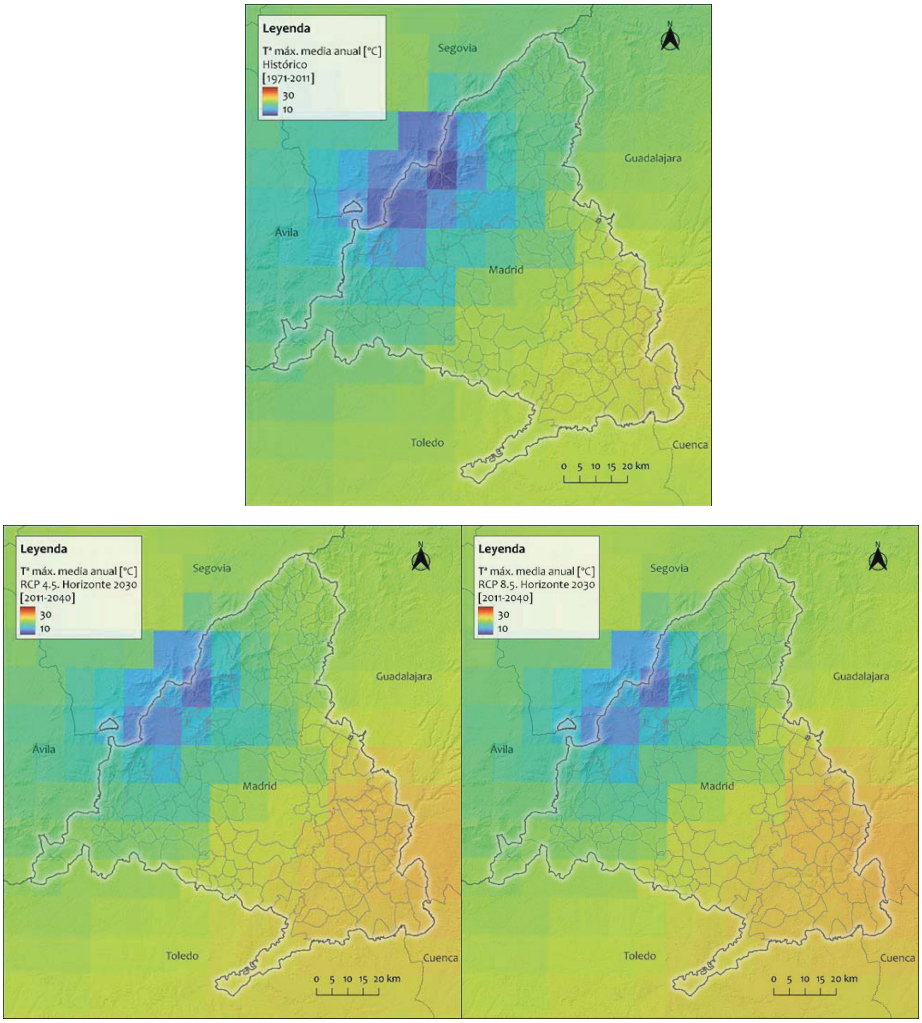


Ilustración 12. Temperatura máxima media anual del histórico (1971-2000) y de los escenarios RCP 4,5 y 8,5 (horizonte 2030. Ilustración 13 de la Estrategia).

En resumen, las proyecciones analizadas indican un ligero descenso de las precipitaciones, así como un considerable aumento de las temperaturas a lo largo de todo el siglo XXI, acentuándose más hacia la segunda mitad de siglo. Sin embargo, y a pesar de la variación en las magnitudes de las variables analizadas, no se observa un cambio en los patrones de distribución o gradientes termopluviométricos a lo largo del territorio de la Comunidad de Madrid.

BOCM-20240115-10

El estudio contenido en el documento de *Análisis de impacto y vulnerabilidad ante el cambio climático de los municipios madrileños* (Anexo 6 de la Estrategia) muestra un análisis detallado sobre la caracterización de los principales eventos extremos vinculados al clima de la región, destacando el crecimiento de las siguientes amenazas climáticas: olas de calor, inundaciones, inclemencias invernales, sequías e incendios.

Para su estudio se han analizado, al igual que las variables termopluviométricas, una serie de **indicadores climáticos**, normalmente vinculados a este tipo de eventos. La tabla 8 recoge los resultados promedio de estos indicadores, obtenidos tanto para el periodo histórico (retroproyecciones) como para los horizontes temporales futuros.

Olas de calor

Para el estudio de las **olas de calor** se han empleado tres indicadores: duración máxima de las olas de calor, número de días cálidos y número de noches cálidas.

En cuanto a la duración máxima de las olas de calor, se observan valores crecientes a lo largo de los horizontes temporales de estudio, en comparación con el periodo histórico. Si la duración promedio en la Comunidad de Madrid en el periodo histórico se cifra en 11,72 días, el escenario de estabilización de emisiones RCP 4,5 prevé que la duración de las olas de calor se prolongue durante 16,73 días y 23,35 días en los horizontes 2030 y 2060, respectivamente. El escenario más pesimista, RCP 8,5, prevé que para el horizonte 2030 dicha duración aumente a un promedio de 17,6 días, alcanzando casi el triple, 27,14 días, para el horizonte 2060.

Por otra parte, el número de días cálidos muestra un ascenso considerable en los escenarios climáticos previstos, desde 36,4 días promedio en el periodo histórico, aumentando en casi 20 días en el horizonte temporal 2030 de ambos RCPs, y alcanzando valores de 66,20 días o de más del doble, 82,64 días, en el horizonte 2060 del RCP 4,5 y RCP 8,5, respectivamente.

Finalmente, el número de noches cálidas presenta un comportamiento similar al anterior indicador, aunque la diferencia entre el periodo histórico y la proyección para el escenario climático 8,5 en su horizonte 2060 es aún más acusada, representando un aumento de 46 días. Entre la serie histórica y el escenario 4,5, horizonte 2030, hay un aumento de 16 días, mientras que la diferencia con el escenario 8,5 y horizonte 2060 es de 46 días.

Inundaciones

En el caso de las **inundaciones,** se utilizan como parámetros de análisis la precipitación máxima en 24 h y el percentil 95 de la precipitación diaria, que es el indicador comúnmente utilizado para la definición de evento intenso (así, evento intenso es aquel en el que la precipitación registrada supera o iguala ese umbral).

El percentil 95 de la precipitación diaria tiene un promedio de 18,56 días para la serie histórica, manteniendo los valores de proyecciones futuras más o menos constantes, con

BOCM-20240115-10

un ligero aumento de entre uno y dos días para los escenarios RCP 4,5 y 8,5 en ambos horizontes. El máximo se alcanza en el escenario RCP 8,5 en su horizonte 2060, con un valor de 20,48.

De igual manera, para la precipitación máxima en 24 h se prevé un incremento, tanto para el horizonte 2030 como para el 2060 y los dos escenarios de cambio climático analizados. El indicador tiene un valor inicial de 33,3 mm/d en el periodo histórico, aumentando entre 1 y 2 mm para el escenario RCP 4,5, así como en el escenario RCP 8,5, en el que la diferencia máxima es de 2 mm para el horizonte 2060, respecto a la serie histórica.

Inclemencias invernales

Para caracterizar las inclemencias invernales se han utilizado dos indicadores: número días con temperatura mínima menor de 0 ºC y temperatura mínima extrema.

El número días con temperatura mínima menor de 0 ºC experimenta un descenso, desde el promedio de 61,98 días en el periodo histórico hasta 48,63 días en el primer escenario RCP 4,5 y horizonte 2030, valor que sigue disminuyendo para el horizonte 2060. En el escenario más pesimista, RCP 8,5, el horizonte 2060 pronostica un descenso de hasta 32,02 días promedio, lo que supone una reducción de casi el 50 % para el indicador.

Por otra parte, los datos para la temperatura mínima extrema reportan un descenso desde el periodo histórico, con un promedio de - 6,94 ºC, hasta los - 4,93 ºC para el horizonte 2060 en el escenario RCP 8,5. Por el contrario, los datos arrojados por el RCP 4,5, si bien coinciden en la disminución de la temperatura mínima extrema, pronostican un descenso más contenido. Así, el horizonte 2030 prevé un promedio de - 6,08 ºC, y de - 5,50 ºC para el siguiente horizonte 2060.

Sequías

Las **sequías** se han evaluado mediante el indicador del máximo número de días consecutivos con precipitación menor de 1 mm. En este caso, los valores van en aumento, con una variabilidad más moderada. Con un valor inicial de 42,07 días consecutivos en la serie histórica, se produce un aumento de cuatro días para el horizonte 2030 en el escenario RCP 4,5 y de cinco días para el horizonte 2060. Para el escenario RCP 8,5 y horizonte 2030, el valor promedio es menor que en el mismo horizonte del escenario anterior; sin embargo, el horizonte 2060 de este escenario vuelve a superar todos los datos anteriores, alcanzando el máximo de 50,07 días.

Incendios

En cuanto a los **incendios**, caracterizados por los días con nivel de peligro de incendio muy alto, muestran un aumento en los diferentes horizontes temporales con respecto a los 15,12 días del periodo histórico. Así, en el horizonte temporal 2030 de ambos RCPs se observan incrementos de 4,5 y 8,5 (20,76 y 20,09 días, respectivamente), llegando casi a duplicarse en el horizonte temporal 2060 (27,06 y 28,30 días, respectivamente).

BOCM-20240115-10

Evento Extremo	Indicador	Unidad	HISTÓRICO	RCP4,5		RCP8,5	
				Horizonte 2030	Horizonte 2060	Horizonte 2030	Horizonte 2060
			1971-2000	2011-2040	2041-2070	2011-2040	2041-2070
Olas de calor	Duración máxima de olas de calor	Días	11,72	16,73	22,35	17,60	27,14
	Nº días cálidos	Días	36,40	52,35	66,20	54,89	74,76
	Nº de noches cálidas	Días	36,40	56,12	72,68	58,72	82,64
Inundaciones	Percentil 95 de la precipitación diaria	mm/ día	18,56	19,76	20,20	19,77	20,48
	Precipitación máxima en 24h	mm/ día	33,30	34,90	35,31	35,01	35,59
Inclemencias invernales	Nº de días con temperatura mínima < 0ºC	Días	61,98	48,63	39,81	46,50	32,02
	Temperatura mínima extrema	ºC	-6,94	-6,08	-5,50	-5,97	-4,93
Sequías	Máximo Nº de días consecutivos con precipitación < 1mm	Días	42,07	46,03	47,95	45,94	50,07
Incendios	Días con nivel de peligro de incendio muy alto	Días	15,12	20,76	27,06	20,09	28,30

Tabla 8. Valores promedio de indicadores climáticos asociados a las principales amenazas climáticas de la Comunidad de Madrid (tabla 19 de la Estrategia).

BOCM-20240115-10

6. Evaluación de la calidad del aire

La evaluación de la calidad del aire, la valoración de los datos del inventario de emisiones y el análisis de contribución de fuentes (incluido como Anexo 3 de la Estrategia), constituyen la base para poder diagnosticar el estado de la calidad del aire en la Comunidad de Madrid. La realización de este diagnóstico permite, a su vez, identificar las zonas con mayores niveles de contaminación, los compuestos críticos y las fuentes de emisión más relevantes, con el fin último de diseñar un plan en el que establecer medidas de mejora de la calidad aire.

Para realizar el diagnóstico de la calidad del aire se toman como base los informes anuales que la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior, a través del Área de Calidad Atmosférica, elabora a partir de las concentraciones de los contaminantes principales registrados en las estaciones de la Red. En el presente apartado se analizan tanto los resultados específicos obtenidos en el informe anual del año 2021, como los resultados históricos disponibles desde el año 2015. El análisis se ha estructurado en función de las zonas en las que se divide la Comunidad de Madrid. En la Zona 1, correspondiente al municipio de Madrid, se han utilizado los valores recogidos en la Red de Vigilancia de la Calidad del Aire del Ayuntamiento de Madrid, mientras que para el resto de las zonas se han utilizado los datos de las estaciones de la Red de calidad del Aire de la Comunidad de Madrid.

La normativa de referencia para realizar este diagnóstico es el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, que transpone a nuestro ordenamiento jurídico los objetivos de calidad del aire establecidos por las directivas europeas, para los contaminantes con más incidencia en la salud de las personas y en el medio ambiente. Este Real Decreto ha sido modificado recientemente a través del Real Decreto 34/2023, de 24 de enero, con el fin de adaptar su contenido a lo dispuesto en el nuevo Plan Marco de Acción a corto plazo en caso de episodios de alta contaminación, aprobado por la Conferencia Sectorial de Medio Ambiente el 9 de julio de 2021, en el que se establecen nuevos umbrales de contaminación que no se recogían en el anterior real decreto.

Como se indica en el apartado 1.3. de la Estrategia, las Directivas de calidad del aire descritas se encuentran actualmente en proceso de revisión, habiéndose publicado el 26 de octubre de 2022 la propuesta de Directiva relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa.

BOCM-20240115-10

Por otra parte, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha actualizado en septiembre de 2021 sus directrices mundiales de calidad del aire del año 2005. Los nuevos valores guía son inferiores a los que figuraban en las directrices previas del año 2005, aunque se establecen también metas intermedias con el fin de promover una reducción gradual desde concentraciones altas a otras más bajas. Estos valores guía no son vinculantes, sin embargo, se ha considerado de interés incluir en este apartado, únicamente con carácter informativo, la comparación de las concentraciones de los principales contaminantes regulados registrados en la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid, con los valores guía de la OMS del año 2005 y 2021, así como con los valores que figuran actualmente en la propuesta de Directiva.

Es importante mencionar en este punto, en el que se van a interpretar los datos recogidos en las distintas estaciones, la repercusión de la situación vivida por la pandemia mundial causada por la Covid-19, cuyo impacto comenzó a partir del mes de marzo del año 2020. Por este motivo, los datos medidos durante el año 2020 podrían no ser representativos y tener diferencias significativas respecto a los recogidos en años anteriores. Ese efecto se ve reflejado, en muchos casos, en las gráficas donde se muestra la evolución de la situación durante el periodo de estudio. A continuación, se resumen los resultados para los contaminantes más problemáticos en la región, como son NO_2, Partículas (PM_{10}, $PM_{2.5}$) y O_3. Para mayores detalles, se remite al lector al apartado 2.3 "*Evaluación de la calidad del aire*" del Plan de mejora de la Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid que se incluye como Anexo 2 de la Estrategia.

6.1 Dióxido de nitrógeno (NO_2)

Las Ilustraciones siguientes muestran la situación de la calidad del aire respecto al NO_2 en las estaciones de la Comunidad de Madrid y del Ayuntamiento de Madrid en el año 2021, con la representación de los valores límite establecidos por la normativa de referencia (Real Decreto 102/2011). Dicha normativa establece dos valores límites para la protección de la salud: uno sobre la media anual (límite de concentración anual de 40 µg/m^3) y otro sobre la media horaria (límite de concentración de 200 µg/m^3 que no puede superarse en más de 18 ocasiones al año).

Como se observa, el valor límite anual no fue superado en el año 2021 en ninguna de las estaciones de la Red. En cuanto al valor límite horario, ninguna estación ha superado los 200 µg/m^3 en 2021. Es decir, la Comunidad de Madrid cumplió con la normativa de referencia y se mantuvo por debajo de los valores límite para el NO_2 en 2021. En cambio, si se comparan las observaciones de la Red con el nuevo valor límite anual (20 µg/m^3) recogido en la propuesta de Directiva, se observa que la mitad de las estaciones incumplirían dicho valor. Es decir, si la Directiva que finalmente se apruebe mantiene este

BOCM-20240115-10

valor, se deberán adoptar medidas para reducir los valores medios de NO_2 y de esta forma cumplir con los niveles que serán preceptivos en 2030.

Con respecto al valor límite horario que actualmente recoge la propuesta de Directiva, los valores relativos al año 2021 muestran una situación de cumplimiento ya que, como se ha comentado anteriormente, ninguna estación alcanzó los 200 µg/m³. Por último, si se comparan los datos de las estaciones con los valores guía de la OMS publicados en 2021 (10 µg/m³ de media anual), tan sólo las estaciones rurales como El Atazar, Guadalix de la Sierra, Puerto de Cotos, San Martín de Valdeiglesias, Villa del Prado y Orusco del Tajuña se encontrarían por debajo de los mismos.

En la Ilustración 13 puede comprobarse que las estaciones de tráfico cuentan con las concentraciones más elevadas, seguidas por las de las de tipo industrial.

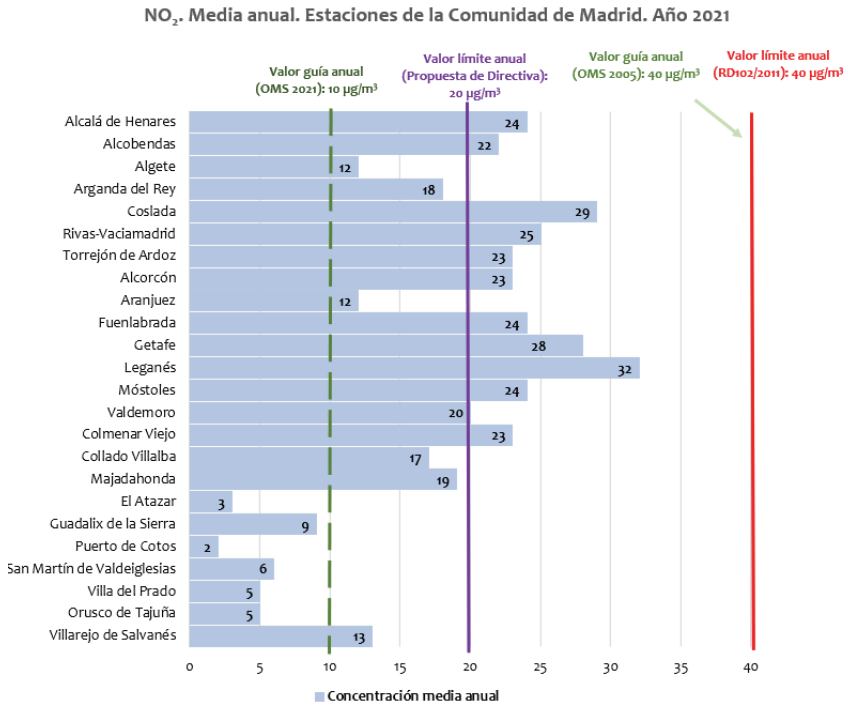


Ilustración 13. Media anual de NO2 en µg/m3 en 2021 en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid. (Elaboración propia. Figura 13 del Plan de mejora de la Calidad del Aire)

En lo que respecta a la Red del Ayuntamiento de Madrid, la estación de Plaza Elíptica, con una media anual de 41 µg/m³, ha superado el valor límite anual vigente en 2021 (Ilustración 14). No obstante, la situación empeora drásticamente si se comparan los valores medios

BOCM-20240115-10

anuales medidos en las estaciones con el límite anual recogido en la propuesta de Directiva: todas las estaciones del Ayuntamiento excepto Casa de Campo y El Pardo, estarían sobrepasando el valor actualmente propuesto. En el caso de comparar los valores con las recomendaciones de la OMS para 2021, se observa que todas las estaciones están por encima de ese valor guía.

En cuanto al valor límite horario actualmente en vigor, si bien ninguna estación lo ha incumplido, sí se han registrado valores superiores a los 200 µg/m^3 en algunas de ellas: 1 superación en Ensanche de Vallecas y Plaza Elíptica, 2 superaciones en Ramón y Cajal y Villaverde y 5 superaciones en Cuatro Caminos. Excepto las dos primeras, donde tan solo se ha registrado una superación, el resto de las estaciones estarían incumpliendo el valor límite horario propuesto para 2030 por la nueva Directiva (200 µg/m^3 que no debe superarse más de 1 ocasión al año).

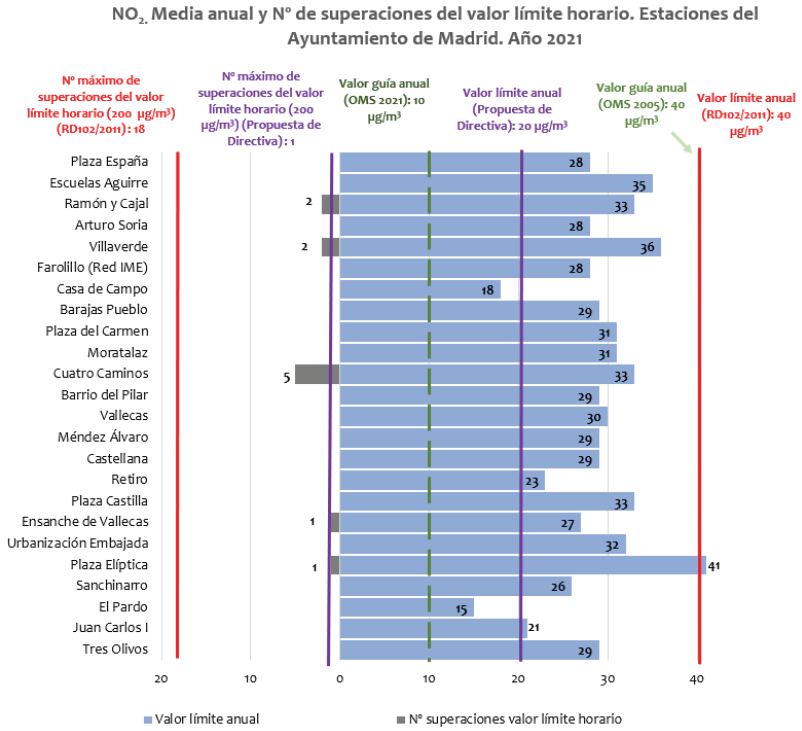


Ilustración 14. Media anual y nº de superaciones del valor límite horario de NO2 en µg/m3 en 2021 en las estaciones de la Red del Ayuntamiento de Madrid. (Elaboración propia. Figura 14 del Plan de mejora de la Calidad del Aire)

BOCM-20240115-10

La evolución de la calidad del aire para NO_2 desde el año 2015 hasta 2021 tanto en la Comunidad de Madrid como en el Ayuntamiento de Madrid se puede observar en las Ilustraciones 15 y 16 y en las Tablas 9 y 10.

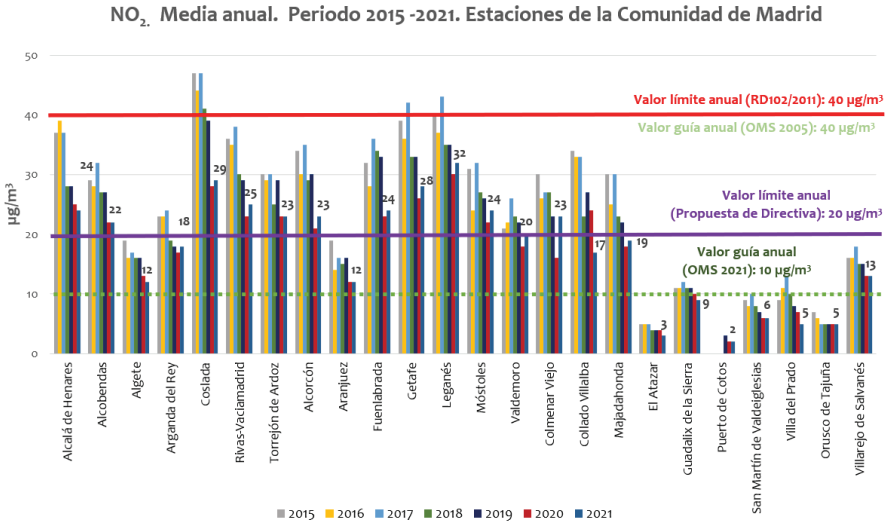


Ilustración 15. Evolución de la calidad del aire de NO2 en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el límite anual (Elaboración propia. Figura 15 del Plan de mejora de la Calidad del Aire)

Como se puede observar, tres estaciones de la Comunidad han superado el **valor límite anual** durante el periodo de estudio. En concreto las superaciones han sido las siguientes:

Zona Corredor del Henares:

- Coslada (tráfico): en esta estación se superó el valor límite anual para la protección de la salud en 2015, 2016, 2017 y 2018, con un valor medio anual de 47, 44, 47 y 41 µg/m³ respectivamente.

Zona Urbana Sur:

- Getafe: en el año 2017 se superó el valor límite anual, registrándose un valor de 42 µg/m³ de media anual.
- Leganés: en el año 2017 se superó el valor límite anual, registrándose un valor de 43 µg/m³ de media anual.

Tabla 9. Evolución de la situación de la calidad del aire para el compuesto NO_2 en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015-2021 según el número de superaciones del valor límite horario

Estaciones	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Alcalá de Henares	8	0	0	0	0	0	0

BOCM-20240115-10

Alcobendas	9	0	1	0	0	0	0
Algete	0	0	0	0	0	0	0
Arganda del Rey	0	0	0	0	0	0	0
Coslada	18	0	4	0	1	0	0
Rivas-Vaciamadrid	4	0	0	0	0	0	0
Torrejón de Ardoz	3	0	0	0	0	0	0
Alcorcón	1	0	0	0	0	0	0
Aranjuez	0	0	0	0	0	0	0
Fuenlabrada	0	0	0	0	0	0	0
Getafe	21	2	15	0	2	0	0
Leganés	1	0	0	0	0	0	0
Móstoles	2	0	0	0	0	0	0
Valdemoro	0	0	0	0	0	0	0
Colmenar Viejo	3	0	0	0	0	0	0
Collado Villalba	2	2	2	0	0	0	0
Majadahonda	4	2	0	0	0	0	0
El Atazar	0	0	0	0	0	0	0
Guadalix de la Sierra	0	0	0	0	0	0	0
Puerto de Cotos	-	-	-	-	0	0	0
San Martín de Valdeiglesias	0	0	0	0	0	0	0
Villa del Prado	0	0	0	0	0	0	0
Orusco de Tajuña	0	0	0	0	0	0	0
Villarejo de Salvanés	0	0	0	0	0	0	0
*Nº de superaciones del valor límite horario (200 µg/m³) > **18** (RD102/2011)							
Nº máximo de superaciones del valor límite horario (200 µg/m³) > **1** (Propuesta de Directiva)							

(Elaboración propia. Tabla 4 del Plan de mejora de la Calidad del Aire).

Para el valor límite horario, solamente una estación, la de Getafe en la zona Urbana Sur, incumplió este parámetro en el año 2015 registrando 21 superaciones. En el período 2016-2021 ninguna de las estaciones de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid ha superado el valor límite horario (más de 18 horas por encima de 200 µg/m^3).

Es notable resaltar la mejora generalizada de los valores medios anuales que se viene observando con el paso de los años.

No obstante, si comparamos estos valores con los establecidos en la propuesta de Directiva se observa que todas las estaciones, excepto Algete, Aranjuez, así como las 2 de la Sierra Norte, las 2 de la Cuenca del Alberche y las 2 de la Cuenca del Tajuña superarían dichos valores.

En cuanto a la zona Municipio de Madrid, tal y como se observa en la Ilustración 16 y la Tabla 10, se han producido superaciones de los valores límite horario y anual de este contaminante en diversas estaciones durante el periodo de estudio.

BOCM-20240115-10

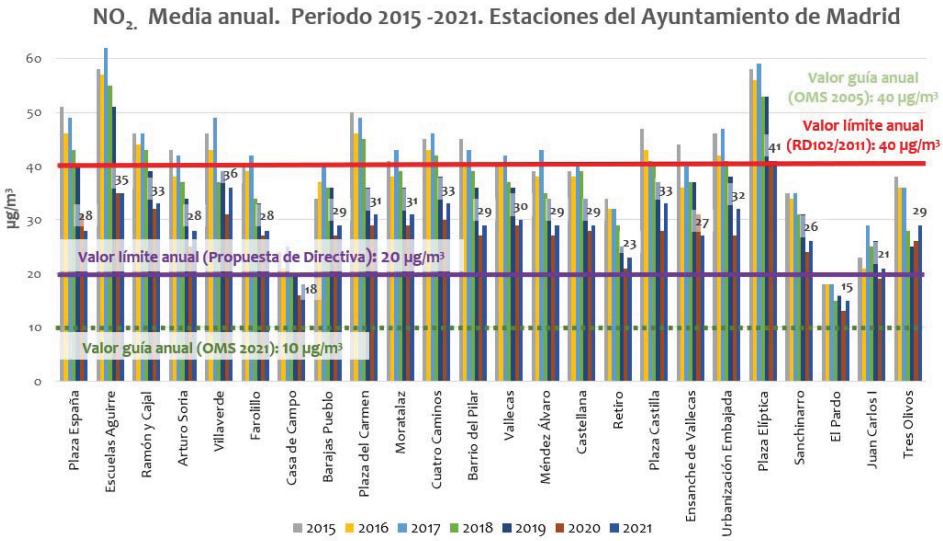


Ilustración 16. Evolución de la calidad del aire de NO2 en la Red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el límite anual (Elaboración propia. Figura 16 del Plan de mejora de la Calidad del Aire)

Tabla 10. Evolución de la calidad del aire para el NO2 en la Red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015-2021 según el número de superaciones del valor límite horario

Estaciones de medición	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Plaza España	12	6	7	2	1	0	0
Escuelas Aguirre	39	36	41	5	7	0	0
Ramón y Cajal	65	39	49	24	15	6	2
Arturo Soria	18	0	12	1	4	0	0
Villaverde	62	13	19	0	0	0	2
Farolillo	6	1	1	0	0	0	0
Casa de Campo	0	0	0	0	0	0	0
Barajas Pueblo	3	0	3	1	0	1	0
Plaza del Carmen	0	0	0	0	0	0	0
Moratalaz	6	0	0	0	0	0	0
Cuatro Caminos	28	15	20	11	1	1	5
Barrio del Pilar	95	29	23	13	6	0	0
Vallecas	4	0	0	0	0	0	0
Méndez Álvaro	10	3	11	0	0	0	0
Castellana	4	2	5	1	0	0	0
Retiro	2	0	0	0	0	0	0
Plaza Castilla	6	4	2	2	0	0	0
Ensanche de Vallecas	71	13	22	4	8	0	1

BOCM-20240115-10

Urbanización Embajada	6	0	8	1	2	0	0
Plaza Elíptica	63	46	88	33	47	5	1
Sanchinarro	48	15	15	3	5	0	0
El Pardo	0	0	0	0	0	0	0
Juan Carlos I	1	0	0	1	0	0	0
Tres Olivos	0	0	0	0	0	0	0
*Nº de superaciones del valor límite horario (200 µg/m³) > **18** (RD102/2011)							
Nº máximo de superaciones del valor límite horario (200 µg/m3) > 1 (Propuesta de Directiva)							

(Elaboración propia. Tabla 6 del Plan de mejora de la Calidad del Aire).

Como se ha comentado anteriormente, el NO_2 es un contaminante cuya principal fuente emisora en la Comunidad de Madrid es el tráfico rodado. El motivo por el que la ciudad de Madrid ha superado casi todos los años el valor límite anual y el valor límite horario para NO_2 es debido a las especiales circunstancias que coinciden en este municipio, que por su condición de capital del Estado y sus características geográficas, económicas y sociales, la convierten a día de hoy en un gran núcleo generador de actividad y, por tanto, de tráfico rodado, tanto propio como del resto de municipios del área metropolitana y otras zonas de la región.

A la vista de los resultados registrados para el NO_2, el Plan de mejora de la Calidad del Aire necesariamente debe considerar medidas de mejora de la calidad del aire dirigidas a toda la región, especialmente en las zonas donde se han detectado superaciones. Estas actuaciones deberán dirigirse principalmente a reducir las emisiones procedentes del tráfico rodado, fuente con mayor contribución a los niveles de NO_2 (ver apartado 2.4.5 de la Estrategia).

6.2 Partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$)

El RD 102/2011 establece para las emisiones de partículas PM_{10} dos límites para la protección de la salud, uno sobre la media anual (40 µg/m^3) y otro sobre la media diaria (50 µg/m^3 que no puede superase en más de 35 ocasiones a lo largo del año).

En el caso del material particulado, se realiza una distinción entre las emisiones debidas a procesos naturales, como pueden ser las intrusiones de polvo del Sahara, y las emisiones antropogénicas, como pueden ser las generadas a través de la quema de biomasa.

La Ilustración 17 muestra las medias anuales de emisiones de PM_{10}, con y sin descontar las concentraciones de partículas debidas a aportes naturales.

BOCM-20240115-10

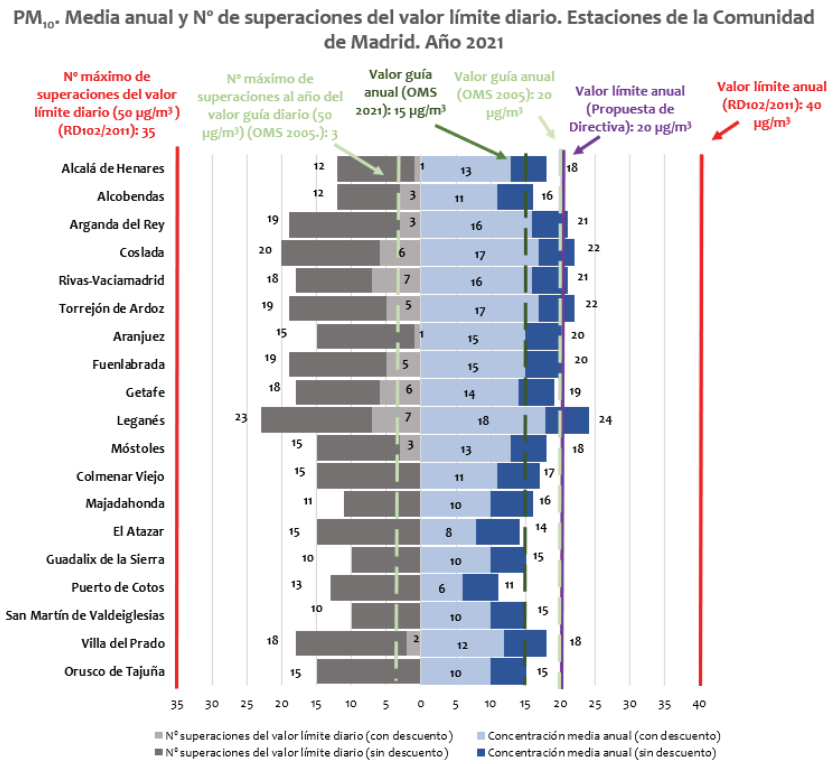


Ilustración 17. Media anual y nº de superaciones del valor límite diario de PM10 (con y sin descuento del aporte de polvo sahariano) en µg/m3 en 2021 en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid.
(Elaboración propia. Figura 17 del Plan de mejora de la Calidad del Aire)

Como se observa en la Ilustración 17, el límite anual establecido en el RD 102/2011 (40 µg/m^3) no fue superado en el año 2021 en ninguna de las estaciones de la Red. Sin embargo, al comparar estos datos con el nuevo valor límite anual establecido en la propuesta de Directiva, que coincide a su vez con el valor guía anual de la OMS del 2005 (20 µg/m^3), si no se descuenta el aporte de polvo sahariano, 5 estaciones registran valores superiores (Arganda del Rey, Coslada, Rivas Vaciamadrid, Torrejón de Ardoz y Leganés). En caso de descuento, todas las estaciones estarían cumpliendo ambos valores.

A su vez, si se comparan las medias anuales con los actuales valores guía de la OMS (2021) la perspectiva es muy diferente. Todas las estaciones de la Red, excepto Puerto de Cotos y El Atazar se encontrarían por encima de esos valores guía recomendados (sin descontar los aportes de polvo sahariano). Sin embargo, tras los descuentos debidos al polvo sahariano solo 5 estaciones incumplirían dicho valor.

BOCM-20240115-10

Respecto al valor límite diario establecido en el RD 102/2011, aunque los 50 µg/m^3 fue superado en varias ocasiones en diversas estaciones, no se llegó a alcanzar el límite de 35 superaciones anuales que permite el RD. En este sentido, fue la estación de Leganés la que más superaciones tuvo, con un total de 23, aunque este valor se reduce a 7 si se tiene en cuenta el descuento por el aporte de las intrusiones saharianas. En cambio, si se comparan estos valores con el nuevo límite diario establecido en la propuesta de Directiva (45 µg/m^3 que no puede superarse en más de 18 ocasiones a lo largo de un año), analizando los valores sin descuento que aparecen publicados en el apartado 4 del informe anual sobre la calidad del aire en la Comunidad de Madrid del año 2021, 9 estaciones estarían incumpliendo dicho límite (Arganda del Rey, Coslada, Rivas Vaciamadrid, Torrejón de Ardoz, Fuenlabrada, Getafe, Leganés, Móstoles y Villa del Prado) y todas las estaciones incumplirían el valor guía de 2021 de la OMS (45 µg/m^3 que no puede superarse en más de 3 ocasiones a lo largo de un año).

En lo que respecta a las estaciones del Ayuntamiento de Madrid, en la Ilustración 18 se representan los valores relativos al año 2021, sin descontar los episodios de intrusiones por polvo sahariano, ya que en los informes anuales de calidad del aire publicados anualmente por dicho Ayuntamiento no figuran los datos con los descuentos de dichas intrusiones.

Como se puede apreciar, los valores no superaron en ningún momento del año 2021 el valor límite anual establecido por la normativa de referencia ni tampoco se sobrepasó en más de 35 ocasiones el valor límite diario de 50 µg/m3. Sin embargo, en las estaciones de Vallecas, Plaza Castilla y Urbanización Embajada se superaría el valor límite anual reflejado en la propuesta de Directiva, que coincide con el valor guía anual de la OMS de 2005. Por último, cabe señalar que todas las estaciones, excepto la de Tres Olivos, se encontrarían por encima del valor guía anual propuesto por la OMS en 2021.

En lo que respecta al valor límite diario, este se cumple en todas las estaciones, ya que en ninguna de ellas se ha superado en más de 35 ocasiones. Como se observa en la figura, no se ha representado ni el nuevo valor límite diario propuesto por la Directiva, ni el valor guía propuesto por la OMS en 2021 ya que las superaciones de estos valores, al hacer referencia a 45 µg/m^3 y no a los 50 µg/m^3 no se evalúan en los informes de seguimiento.

BOCM-20240115-10

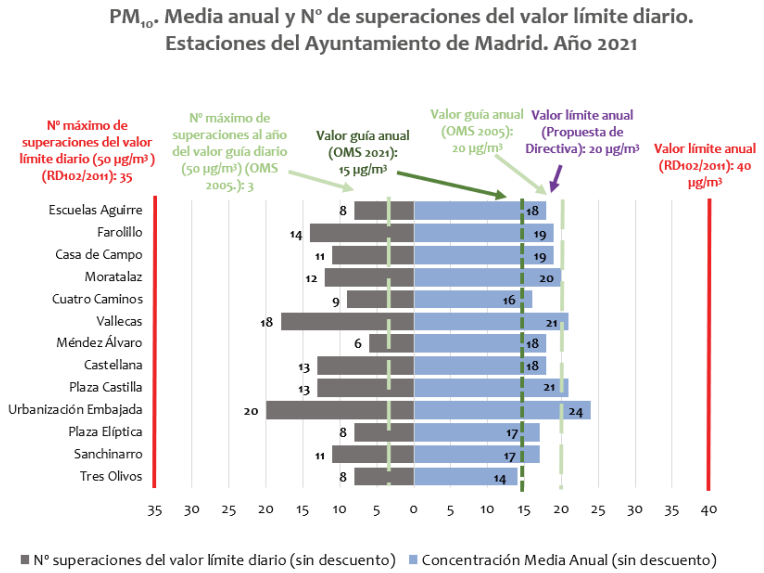


Ilustración 18. Media anual y nº de superaciones del valor límite diario de PM10 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en µg/m3 en 2021 en las estaciones del Ayuntamiento de Madrid.

(Elaboración propia. Figura 18 del Plan de mejora de la Calidad del Aire)

En las Ilustraciones 19, 20 y 21 y en la Tabla 11 se refleja la evolución de PM_{10}, observada en el periodo 2015-2021 sin contabilizar el aporte de polvo sahariano, tanto en las estaciones de la Comunidad de Madrid como en las del Ayuntamiento, ya que, como se ha comentado anteriormente, el Ayuntamiento de Madrid solo ofrece la información sin descontar estos aportes:

BOCM-20240115-10

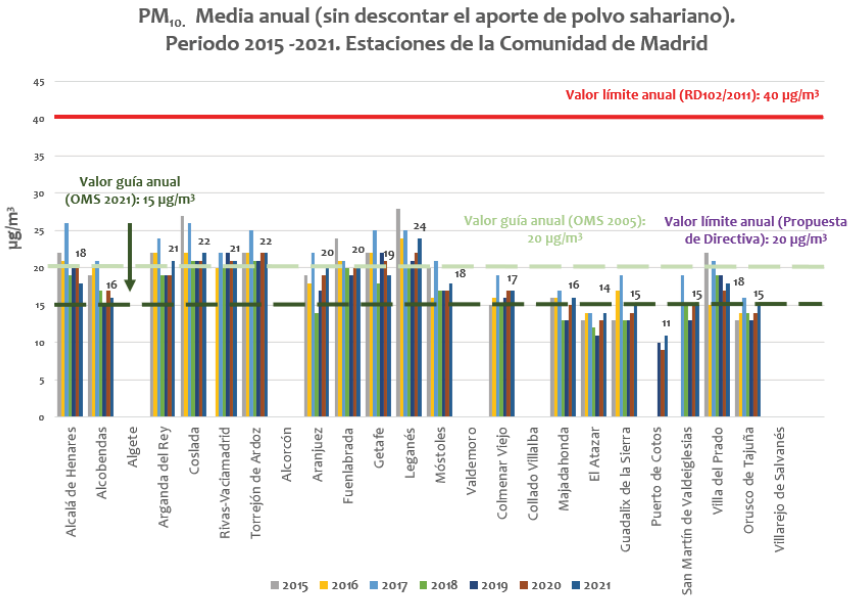


Ilustración 19. Evolución de la calidad del aire de PM10 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual
(Elaboración propia. Figura 19 del Plan de mejora de la Calidad del Aire)

Tabla 11. Evolución de la situación de la calidad del aire para el compuesto PM10 en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015-2021 según el número de superaciones del valor límite diario sin descontar el aporte de polvo sahariano

Estaciones	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Alcalá de Henares	4	13	23	4	5	7	12
Alcobendas	10	10	8	3	2	5	12
Arganda del Rey	12	14	14	3	7	6	19
Coslada	24	13	15	5	8	12	20
Rivas-Vaciamadrid		7	16	2	15	8	18
Torrejón de Ardoz	10	20	18	8	6	16	19
Aranjuez	1	14	14	2	0	6	15
Fuenlabrada	21	15	7	6	5	9	19
Getafe	11	17	17	5	16	16	18
Leganés	26	20	20	9	10	20	23
Móstoles	2	5	11	4	0	6	15
Colmenar Viejo	0	4	4	3	2	7	15
Majadahonda	2	5	3	1	0	5	11
El Atazar	2	5	3	4	1	7	15
Guadalix de la Sierra	8	7	8	2	0	4	10
Puerto de Cotos					2	4	13
San Martín de Valdeiglesias			6	5	0	5	10

BOCM-20240115-10

Estaciones	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Villa del Prado	5	4	9	13	3	7	18
Orusco de Tajuña	1	9	4	4	1	6	15
*N° de superaciones del valor límite diario (50 µg/m³) > 35 (RD102/2011)							

(Elaboración propia. Tabla 6 del Plan de mejora de la Calidad del Aire).

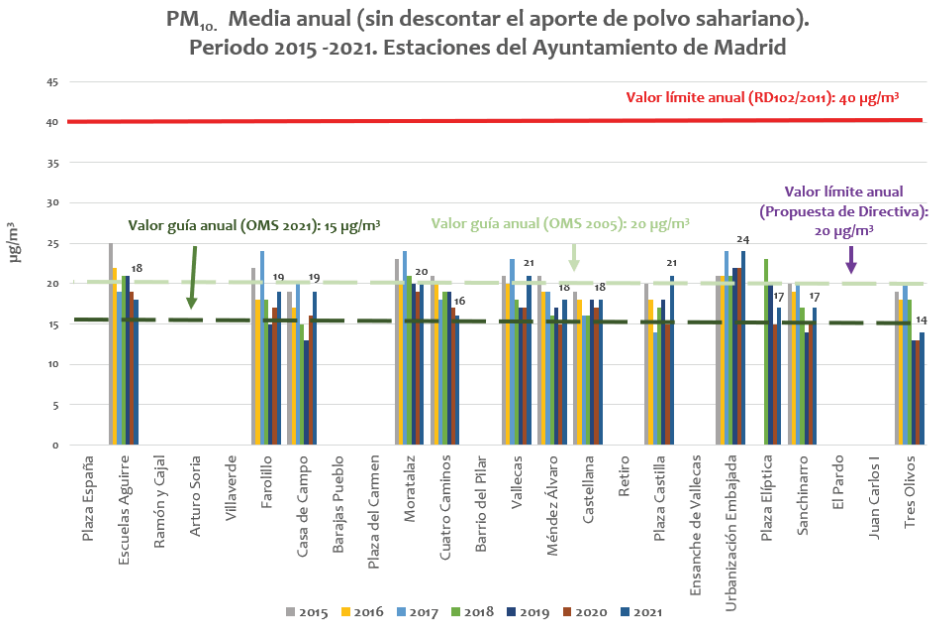


Ilustración 20. Evolución de la calidad del aire de PM_{10} (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual
(Elaboración propia en base a los informes de calidad del aire del Ayuntamiento Madrid. Figura 20 del Plan de mejora de la Calidad del Aire)

BOCM-20240115-10

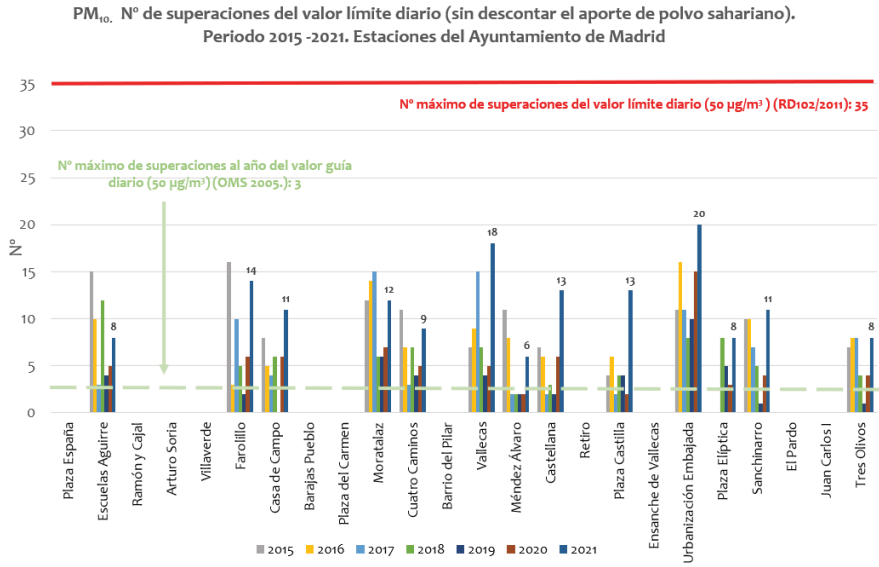


Ilustración 21. Evolución de la calidad del aire de PM_{10} (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el número de superaciones del valor límite diario
(Elaboración propia. Figura 21 del Plan de mejora de la Calidad del Aire)

En cuanto a las partículas $PM_{2,5}$, el RD 102/2011 establece un límite para la protección de la salud sobre la media anual de 25 µg/m^3 hasta 2015 y de 20 µg/m^3 a partir de 2020. En la Ilustración 22 se muestran las medias anuales de $PM_{2,5}$ considerando y sin considerar los aportes naturales. Como se puede observar, el límite anual no fue superado en el año 2021 en ninguna de las estaciones de la Red. Si los valores se comparan con el límite anual propuesto en la nueva Directiva para 2030 (10 µg/m^3), la situación se mantiene, es decir, todas las estaciones se encontrarían por debajo de ese valor una vez realizados los descuentos debidos al polvo sahariano.

BOCM-20240115-10

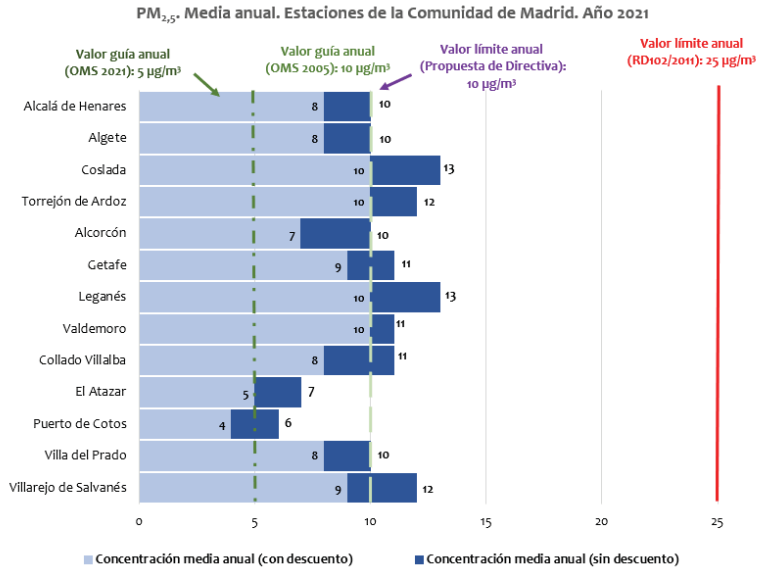


Ilustración 22. Media anual de PM2.5 (con y sin descuento del aporte de polvo sahariano) en µg/m3 en 2021 en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid.
(Elaboración propia Figura 22 del Plan de mejora de la Calidad del Aire)

Sin embargo, si los datos se comparan con el valor guía anual propuesto por la OMS en 2021 (5 µg/m^3), todas las estaciones que miden $PM_{2,5}$, excepto las 2 de la Sierra Norte, El Atazar y Puerto de Cotos, superarían ese valor aun descontando los aportes de polvo sahariano. Por otra parte, al analizar los valores de $PM_{2,5}$ (sin descontar el aporte de polvo sahariano) recogidos en las estaciones del Ayuntamiento de Madrid, todas las estaciones estarían por debajo del valor límite actual (25 µg/m^3) pero la mayoría de ellas se encontraría, bien en el límite propuesto por la nueva Directiva (10 µg/m^3), o bien con valores muy próximos al mismo.

BOCM-20240115-10

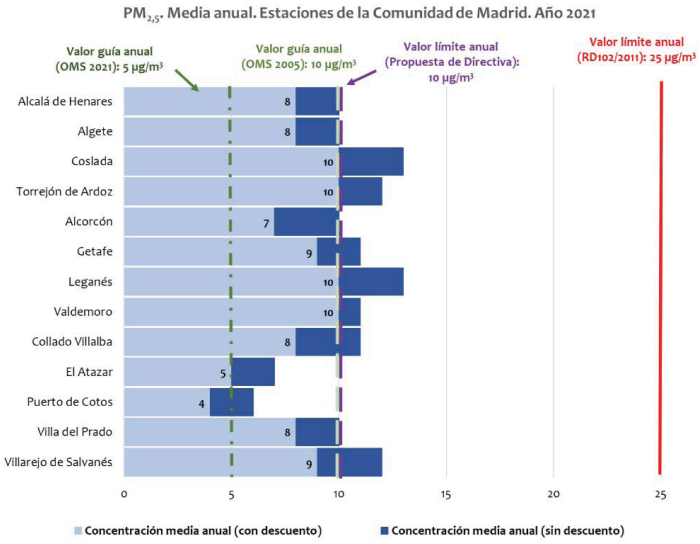


Ilustración 23. Media anual de PM2.5 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en µg/m3 en 2021 en las estaciones del Ayuntamiento de Madrid.
(Elaboración propia. Figura 23 del Plan de mejora de la Calidad del Aire)

Al analizar la evolución de ese contaminante a lo largo del periodo de estudio mostrado en las gráficas siguientes, donde se muestran los registros sin descontar las intrusiones de polvo sahariano, la situación no es nada concluyente, aunque sí se observa que se encuentran muy por debajo del valor límite anual actual.

BOCM-20240115-10

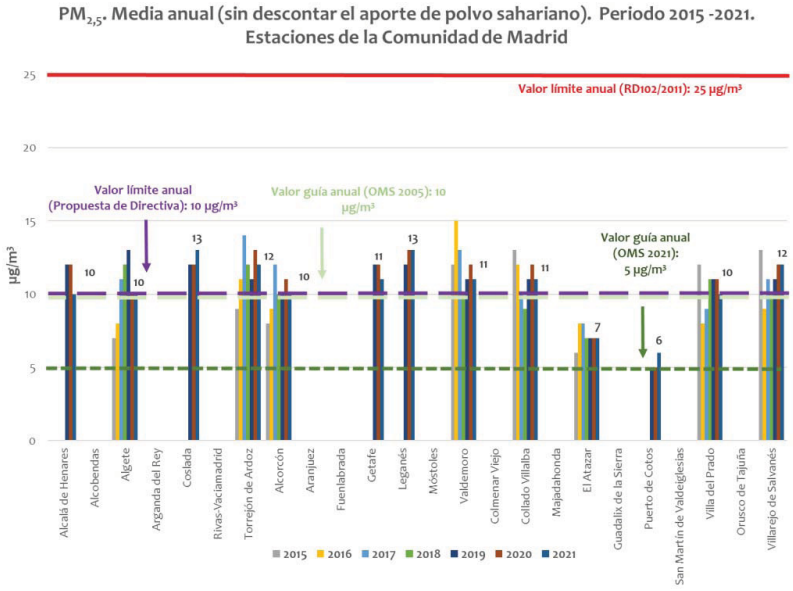
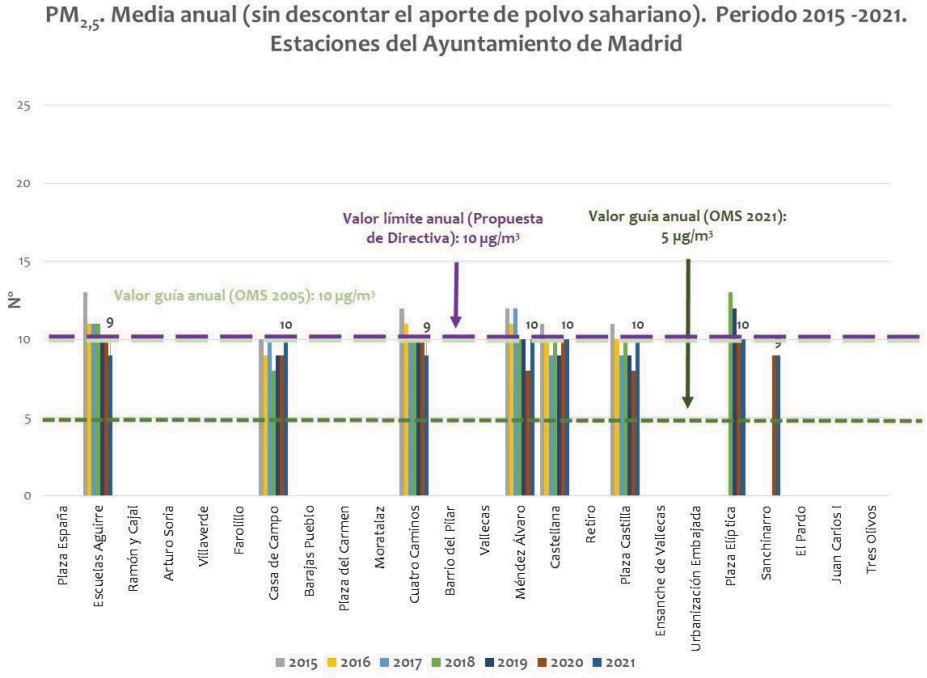


Ilustración 24. Evolución de la calidad del aire de PM2.5 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual.
(Elaboración propia. Figura 24 del Plan de mejora de la Calidad del Aire)



BOCM-20240115-10

Ilustración 25. Evolución de la calidad del aire de PM2.5 (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la Red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual.
(Elaboración propia. Figura 25 del Plan de mejora de la Calidad del Aire)

Como cabría esperar, las concentraciones de PM_{10} y $PM_{2,5}$ registradas en las estaciones clasificadas como "rurales" son las más bajas, ya que se encuentran en zonas con poca exposición a fuentes de contaminación. En el otro extremo, las estaciones clasificadas como "tráfico" son las que obtienen los valores más altos, ya que se encuentran en puntos donde la calidad del aire está directamente influenciada por las emisiones del transporte por carretera, principal fuente de emisión de partículas, junto al sector residencial, en la Comunidad de Madrid. En el caso de las estaciones clasificadas como "fondo urbano" e "Industrial" se observa mucha más variabilidad entre las diferentes estaciones.

6.3 Ozono (O_3)

El Real Decreto 102/2011 establece para el ozono un valor objetivo para la protección de la salud de 120 µg/m^3 (máxima diaria de las medias móviles octohorarias) que no deberá superarse más de 25 días por cada año civil de promedio en un periodo de 3 años. Además, establece como valor objetivo para la protección de la vegetación un AOT40 de 18.000 µg/m^{3}xh de promedio en un periodo de 5 años, calculado a partir de medias horarias entre mayo y julio. El valor AOT40, acrónimo de «Accumulated Ozone Exposure over a threshold of 40 Parts Per Billion», es la suma de la diferencia entre las concentraciones horarias superiores a los 80 µg/m^3, equivalente a 40 nmol/mol o 40 partes por mil millones en volumen, y 80 µg/m^3 a lo largo de un período dado utilizando únicamente los valores horarios medidos entre las 8:00 y las 20:00 horas, HEC, cada día, o la correspondiente para las regiones ultraperiféricas. El citado Real Decreto establecía como fecha límite de cumplimiento para ambos valores el 1 de enero de 2010.

Las Ilustraciones 26 y 27 muestran la comparativa de los datos registrados en las estaciones con los valores regulados.

BOCM-20240115-10

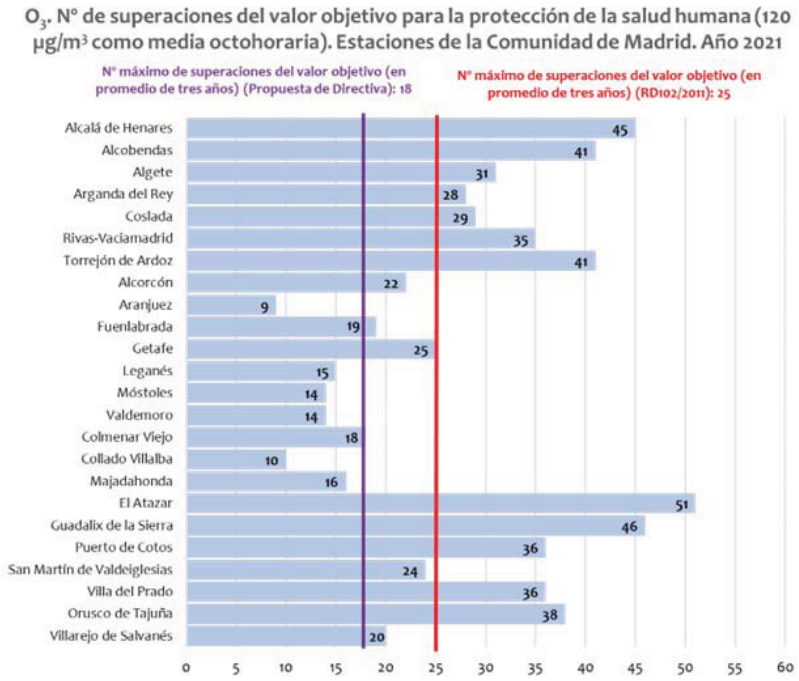


Ilustración 26. Número de superaciones en 2021 del valor objetivo de O3 para la protección de la salud en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid.
(Elaboración propia. Figura 26 del Plan de mejora de la Calidad del Aire)

BOCM-20240115-10

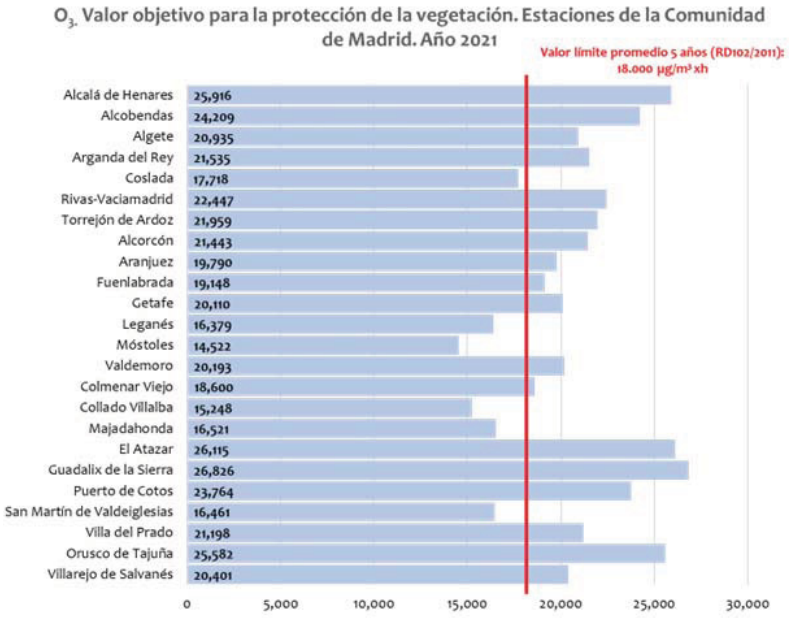


Ilustración 27. Valor objetivo de O3 para la protección de la vegetación (AOT40) en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid. Año 2021.
(Elaboración propia. Figura 27 del Plan de mejora de la Calidad del Aire)

Según se ilustra en ambas Ilustraciones, tanto el objetivo a largo plazo para la protección de la salud humana como los valores de la AOT40 para la protección de la vegetación registraron superaciones generalizadas en toda la Red. Se observa cómo el número de concentraciones máximas diarias de las medias móviles octohorarias por encima de 120 µg/m^3 es superior a 25 (objetivo a largo plazo para la protección de la salud humana) en prácticamente la mitad de las estaciones de la Red, alcanzándose los valores más elevados en las estaciones rurales (El Atazar 51 y Guadalix de la Sierra 46 superaciones). Considerando que el valor de referencia para este parámetro es de 18 ocasiones en la propuesta de Directiva, el número de superaciones sería sustancialmente mayor, y solo 6 de las 24 estaciones estarían cumpliendo con los valores objetivo propuestos a 2030.

En lo que respecta al objetivo para la protección de la vegetación (AOT40 de mayo a julio < 18000 µg/m^{3}xh), en 2021 se incumple en todas las estaciones excepto en Coslada, Leganés, Móstoles, Collado Villalba, Majadahonda y San Martín de Valdeiglesias. Las estaciones con mayores superaciones del valor de referencia de AOT40 (en el periodo Mayo-Julio) son el Atazar y Guadalix de la Sierra, con una excedencia del 60% y 47% respectivamente. Conforme a estos datos, todas las estaciones están sumamente alejadas del valor objetivo a largo plazo para la protección de la vegetación (AOT40 de mayo a julio

BOCM-20240115-10

< 6000 µg/m³xh). Al contrario que el NO_2, los valores máximos se registran típicamente en verano.

En la Red de Calidad del Aire del Ayuntamiento de Madrid, 3 de las 13 estaciones que miden O_3 registraron en el año 2021 más de 25 superaciones del valor objetivo octohorario (120 µg/m³).

Respecto a la evolución de la concentración de este contaminante, tal y como se observa en la Ilustración 28, durante el periodo 2015-2021 se han registrado de forma generalizada niveles por encima del valor objetivo para la protección de la salud en todas las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid. Ocurre lo mismo en todas las estaciones de la Red del municipio de Madrid, según se indica en los informes anuales de calidad del aire de la ciudad de Madrid de los años 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021 (Dirección General de Sostenibilidad y Control Ambiental, Ayuntamiento de Madrid, 2021).

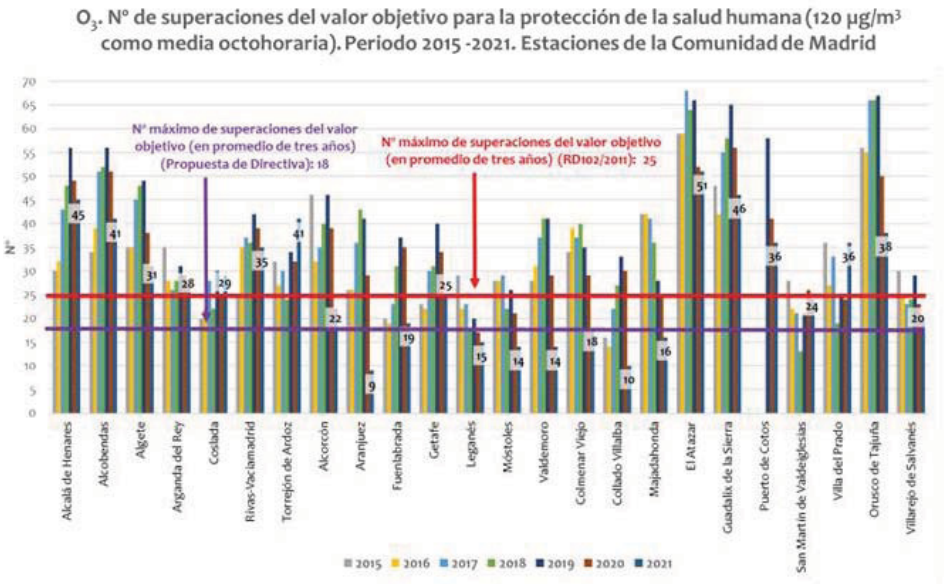


Ilustración 28. Número de superaciones en el periodo 2015-2021 del valor objetivo de O3 para la protección de la salud en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid.
(Elaboración propia. Figura 29 del Plan de mejora de la Calidad del Aire)

BOCM-20240115-10

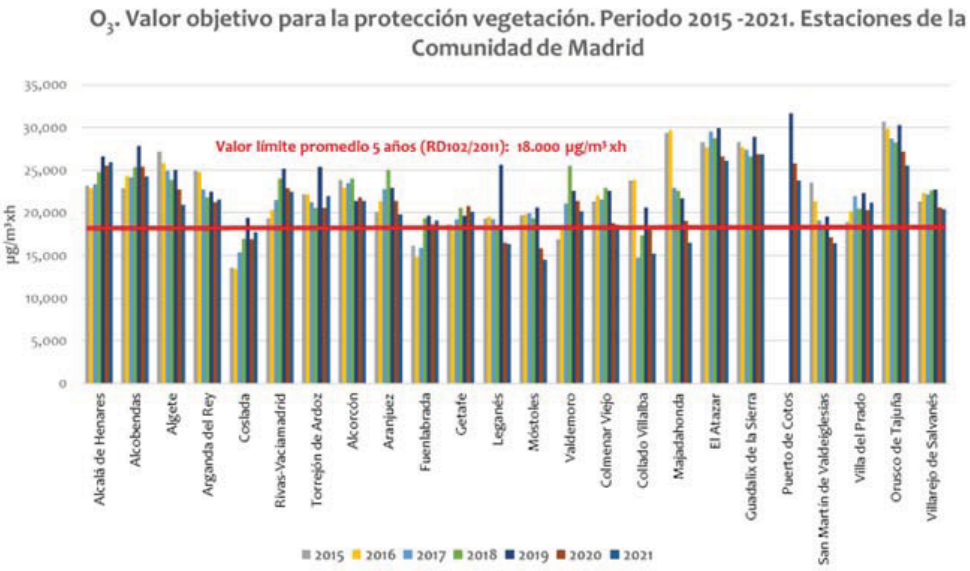


Ilustración 29. Evolución del valor objetivo de O3 para la protección de la vegetación en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015 – 2021.
(Elaboración propia. Figura 28 del Plan de mejora de la Calidad del Aire)

Como se observa en la Ilustración 29, las superaciones del valor objetivo para la protección de la vegetación presentan un patrón similar, superándose los valores de forma generalizada.

Por otra parte, en el Real Decreto 102/2011 se establece un umbral de Información (180 µg/m^3) y un umbral de alerta (240 µg/m^3 durante 3 horas consecutivas) ambos en base a una concentración media horaria. El umbral de alerta no se ha superado nunca en la Comunidad de Madrid, pero el umbral de información sí ha sido superado en varias estaciones de la Red durante el periodo de estudio (Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura, 2022)

6.4 Otros contaminantes

Los valores registrados en las estaciones de las distintas zonas de calidad del aire para el resto de los contaminantes (dióxido de azufre, benceno, monóxido de carbono, metales pesados y benzo(a)pireno), han permanecido alejados de los valores establecidos por la legislación vigente.

BOCM-20240115-10

A continuación, se resume la evolución de cada contaminante y se ofrece la evaluación del cumplimiento de límites:

- Con relación al **SO_2,** los niveles de concentración media anual para las diferentes zonas de calidad del aire muestran una tendencia de reducción, a pesar del ligero aumento registrado en 2017. Asimismo, en todo el periodo 2015-2021 en ninguna estación de la Red se han registrado superaciones de los valores límite horario (350 µg/m^3) y diario (125 µg/m^3) para la protección de la salud, ni del nivel crítico para la protección de los ecosistemas y la vegetación relativo al año civil e invierno (20 µg/m^3). De igual modo, el umbral de alerta (500 µg/m^3) no ha sido superado nunca en ningún municipio de la Comunidad de Madrid, incluido el de Madrid.
- Para el **resto de los contaminantes** regulados: benceno, monóxido de carbono, metales pesados (plomo (Pb), arsénico (As), cadmio (Cd) y níquel (Ni)) y benzo(a)pireno, los valores registrados en todas las estaciones de la Red han permanecido muy alejados de los valores límite y valores objetivo establecidos en la legislación vigente.

6.5 Conclusiones sobre calidad del aire

Del análisis realizado en los apartados anteriores se puede concluir que durante el año 2021 los datos registrados por las estaciones de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad del Madrid y del Ayuntamiento de Madrid ponen de manifiesto que:

- Las partículas en suspensión (PM_{10} y $PM_{2,5}$), el dióxido de azufre (SO2), el monóxido de carbono (CO), el benceno (C6H6,) el plomo (Pb), el arsénico (As), el cadmio (Cd), el níquel (Ni) y el benzo(a)pireno (B(a)P) presentan concentraciones alejadas de los valores límite establecidos por la normativa de aplicación en vigor actualmente, de acuerdo con los datos de las estaciones de la Comunidad de Madrid.
- En cuanto al dióxido de nitrógeno (NO_2), únicamente se ha superado el valor límite anual en una de las estaciones de la Red del Ayuntamiento de Madrid (Plaza Elíptica), encontrándose el resto de estaciones en situación de cumplimiento, tanto en la Red de la Comunidad de Madrid como en la del Ayuntamiento.
- Respecto al ozono (O_3), en 12 de las 24 estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid se han registrado más de 25 superaciones del valor objetivo en 2021 (120 µg/m^3) y en 3 de las 13 estaciones que miden O_3 del Ayuntamiento de Madrid registraron más de 25 superaciones de dicho valor. El objetivo a largo plazo para el ozono, sin fecha definida de cumplimiento, ha sido superado en 2021 al menos en alguna ocasión en todas las estaciones de la Red. Asimismo, en el año 2021 se ha detectado un incremento en las superaciones del umbral de información a la población

BOCM-20240115-10

en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid, registrándose 19 horas aditivas por encima de 180 µg/m^{3}en (8 horas no aditivas) frente, por ejemplo, a la única superación registrada en 2020. Sin embargo, en las estaciones del Ayuntamiento de Madrid no se ha producido ninguna superación del umbral de información a la población.

- El análisis comparativo de los datos registrados en el año 2021 con respecto a años anteriores muestra, en términos generales, una mejor calidad del aire en la región. Cabe señalar que todavía en el año 2021 el comportamiento de los contaminantes atmosféricos continúa viéndose afectado por la actual pandemia Covid-19, registrando niveles de contaminación superiores a los detectados en 2020 pero no tan elevados como en años anteriores.

Del estudio relativo a la evolución de la calidad del aire durante el periodo 2015-2021 se desprenden los siguientes aspectos:

- Con respecto al NO_2, ninguna de las estaciones de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid ha superado el valor límite horario (más de 18 horas por encima de 200 µg/m^3) en los últimos seis años (en 2015 se produjo superación en la estación de Getafe). El número de superaciones de este valor límite ha ido disminuyendo de forma progresiva en los últimos años, no registrándose ningún valor horario por encima de 200 µg/m^3 en los años 2019 y 2021. Con respecto al valor límite anual, entre el 2016 y el 2018 varias estaciones de la Red (Coslada, Getafe y Leganés) registraron valores por encima de este valor límite, sin bien en los restantes años de la serie no se ha superado este valor límite en ninguna estación, manteniéndose los registros en valores más bajos respecto a años anteriores. En lo que respecta a las estaciones pertenecientes a la red del Ayuntamiento de Madrid, se registran superaciones del valor límite anual y el valor límite horario en varias estaciones a lo largo del periodo estudiado. No obstante, se observa una mejoría en los valores registrados en los últimos años, pasando de incumplir el valor límite anual en 13 estaciones en 2015 a solo una estación en 2021 (Plaza Elíptica)[4]. A su vez, para el valor límite horario, se pasa de registrar incumplimientos en 8 estaciones en 2015 a ninguna en 2021.
- Los valores de partículas (PM_{10} y $PM_{2,5}$) registrados en las estaciones de la Red se han mantenido en todo momento por debajo del valor límite anual durante todo el periodo 2015-2021. Tampoco se registran incumplimientos de los parámetros regulados para las partículas durante el periodo estudiado para las estaciones del Ayuntamiento de Madrid.
- En cuanto al ozono, se han registrado de forma generalizada niveles por encima del valor objetivo para la protección de la salud y para la protección de la vegetación en todas las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid. El umbral de alerta a la

BOCM-20240115-10

población (240 µg/m^3 de media horaria) no se ha superado nunca en la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid. En lo relativo al Ayuntamiento de Madrid, también se registran incumplimientos del valor objetivo para la protección de la salud a lo largo del periodo, si bien no en todas las estaciones, pasando de superarse en 14 estaciones en el año 2015 a únicamente en 3 en 2021. Asimismo, tampoco se ha superado nunca el umbral de alerta en ninguna de las estaciones del Ayuntamiento de Madrid.

- Para el resto de contaminantes analizados, las concentraciones se han mantenido similares respecto a años anteriores, con ligeras variaciones dependiendo del contaminante o de la zona estudiada, pero manteniéndose en cualquier caso inferiores a los valores límite u objetivos establecidos en la normativa de aplicación en la totalidad de la Comunidad de Madrid.
- Si se comparan los datos registrados en las estaciones de ambas redes con los valores límite propuestos en la nueva Directiva a cumplir en 2030, se observan superaciones de dichos valores en 2021 en los principales contaminantes evaluados: NO_2, Partículas y ozono, lo que hace necesaria la adopción de nuevas medidas.

BOCM-20240115-10

7. Efectos ambientales previsibles y su cuantificación

7.1 Efecto previsto de las Áreas de actuación en calidad del aire y GEI

El resultado de los trabajos del convenio con la Universidad Politécnica de Madrid en este punto proporciona una cuantificación del efecto de las áreas de actuación previstas en el apartado 5 de la Estrategia, en términos de emisión, en los niveles de calidad del aire para los principales compuestos de interés (NO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$ y O_3), a través de los parámetros relevantes regulados según el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire. Las actividades realizadas para la valoración del efecto previsto por las medidas recogidas en las distintas áreas de actuación se resumen a continuación.

La simulación de la calidad del aire en 2030 ha sido realizada por la UPM mediante la ejecución anual del modelo CMAQ (versión 5.3.2, *Community Multiscale Air Quality Modeling System*) con las emisiones desarrolladas en el punto anterior, considerando una meteorología y unas condiciones de contorno idénticas a las de la simulación del año base (2018). Esta etapa incluye el pre y post-procesado de las principales variables de entrada (meteorología y emisiones) y salida (datos de concentración) terminó con el cálculo de los principales indicadores de interés para todo el dominio con una resolución de 1 km^2. Adicionalmente, se ha simulado el efecto de este escenario considerando el efecto del cambio climático.

Los resultados se muestran en el Anexo 5 de la Estrategia y muestran reducciones sustanciales en las emisiones en los sectores del tráfico rodado y RCI, que son los mayores contribuyentes a las emisiones atmosféricas en la Comunidad de Madrid, tanto para la emisión de GEI como de compuestos relevantes para la calidad del aire. En conjunto, las emisiones de GEI en 2030 serían aproximadamente la mitad que las de 2018, lo que sería compatible con una repercusión proporcional de los objetivos a nivel nacional y también consistente con la planificación en materia de mitigación del cambio climático del Ayuntamiento de Madrid. La reducción de emisiones de NO_X tendría un orden de magnitud similar, mientras que el impacto para el resto de los contaminantes sería en general inferior al 20%.

En lo que respecta al NO_2, se observa una reducción de la concentración media anual del 40% como promedio en la Comunidad de Madrid y reducciones máximas de hasta el 58%.

BOCM-20240115-10

En el caso de los valores altos (percentil horario 99,8) la reducción promedio en la Comunidad de Madrid es del 55% con máximos de 73%. Esto tiene implicaciones importantes para las zonas y estaciones donde pueden producirse superaciones de los valores límite anuales y horarios y más aun teniendo en cuenta los valores límite más restrictivos de la propuesta de futura directiva de calidad del aire, así como de los valores guía propuestos por la OMS.

En el caso del material particulado, la reducción de los niveles de concentración de PM_{10} y $PM_{2,5}$ como consecuencia de la aplicación de las medidas también es evidente. En el caso de fracción PM_{10}, la reducción promedio de los niveles de concentración es del 4% para el conjunto de la Comunidad de Madrid. No obstante, se producen mayores reducciones, entorno a un 13%, en aquellas zonas donde los niveles de concentración son más altos, lo que supone disminuciones en la concentración de hasta 2,6 $\mu g/m_3$ como media anual.

En cuanto a la fracción $PM_{2,5}$, la mejora es ligeramente mayor que en el caso de la fracción PM10, alcanzándose una reducción media para el conjunto de la Comunidad de Madrid de un 6,1% y reducciones máximas del 18%, lo que supone hasta 2,2 $\mu g/m^3$ como media anual en algunos puntos de la región. Estas reducciones permiten que se registren en las zonas con concentración más elevadas (centro ciudad y principales vías de comunicación) valores muy próximos a los valores límite propuestos por la propuesta de nueva directiva, que fija el valor límite en 10 $\mu g/m^3$

En cuanto a la superación del número de días con medias octohorarias mayores de 120 $\mu g/m^3$ para el O_3, la variación entre simulaciones es poco significativa. El impacto de la Estrategia se traduce en una reducción como promedio en la Comunidad de Madrid del 1,5% y reducciones máximas del 4,6%. Estas reducciones se producen principalmente en lugares donde los niveles de concentración de O_3 son altos (periferia de ciudad y zonas rurales). En este caso, el estudio de contribución de fuentes realizado en el marco del convenio concluye que la mayor contribución se debe a las condiciones de contorno, entorno al 59%, lo que quiere decir que las concentraciones de O_3 se deben en gran parte al transporte de este contaminante desde áreas fuera del dominio de simulación, lo que supone una limitación importante para el planteamiento de medidas locales eficaces para reducir los niveles de este compuesto. Por el contrario, se podrían producir ligeros aumentos de concentración en el centro de la ciudad de Madrid; no obstante, a pesar de este ligero aumento, es descartable a priori cualquier tipo de superación en estas zonas.

Teniendo en cuenta las reducciones previstas para los indicadores analizados, se puede concluir que la implementación efectiva de la Estrategia es compatible con el cumplimiento de los valores de calidad del aire en todas las zonas gestionadas por la Comunidad de Madrid y permitiría aproximarse a los valores límite de la actual propuesta de futura Directiva europea de calidad del aire a 2030. No obstante, es importante señalar que para tener una estimación más realista de los cumplimientos sería necesario considerar reducciones en otros ámbitos geográficos.

BOCM-20240115-10

En el caso del ozono y dadas sus particularidades, el análisis de posibles medidas debe basarse en estudios específicos del efecto de reducciones de emisiones concretas bajo las condiciones meteorológicas que típicamente se asocian a los picos de concentración de este compuesto.

7.2 Valoración del consumo energético en la ambición de la Estrategia a 2030

A partir de la modelización llevada a cabo para dar cuenta del sistema energético de la Comunidad de Madrid, como se describe en el apartado, se ha obtenido la evolución del consumo de energía final, tanto del sistema energético regional como por sectores y combustibles, lo que se resume en la siguiente ilustración:

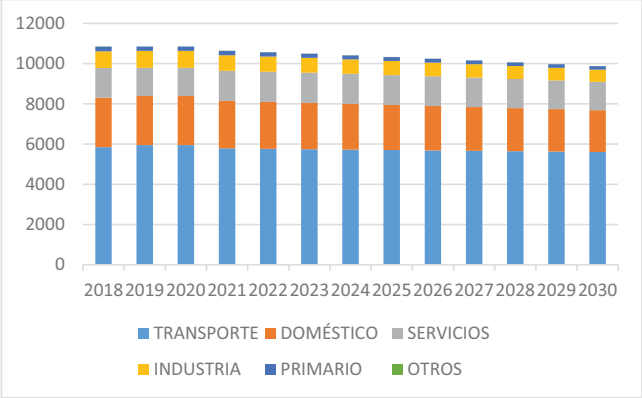


Ilustración 30. Proyección del consumo de energía final por sector en la Comunidad de Madrid en la ambición de la Estrategia a 2030 (ktep) (Fuente: Elaboración propia. Ilustración 120 de la Estrategia)

BOCM-20240115-10

8. Efectos previsibles sobre los planes sectoriales y territoriales concurrentes

Se describen a continuación las concurrencias más relevantes de la EECAM con los planes sectoriales y territoriales nacionales y regionales.

8.1 Planes nacionales concurrentes

En primer lugar, como se ha descrito, la Estrategia asume de manera directa los objetivos nacionales de recogidos en el **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC)**, contribuyendo de esa forma a tales objetivos a partir del esfuerzo de la sociedad madrileña.

En el PNIEC se detallan los procesos, objetivos y las setenta y ocho medidas específicas englobadas en las cinco dimensiones de la Unión de la Energía: descarbonización de la economía, eficiencia energética, seguridad energética, mercado interior de la energía e investigación, innovación y competitividad. Todas las medidas propuestas pretenden reflejar el compromiso y la contribución de España al esfuerzo internacional, enviar las señales de certidumbre y sentido de dirección a todos los inversores y resto de agentes implicados en la transición energética y velar por el bien común y la protección de los colectivos más vulnerables. Todo ello es asumido por la EECAM, como instrumento de descarbonización, como referencia propia.

En la misma línea, y como respuesta legislativa a la emergencia climática, el 20 de mayo de 2021 se aprueba la **Ley 7/2021, de 20 de mayo, de Cambio Climático y Transición Energética**. De esta manera los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a 2030 quedan fijados por ley en al menos un 23 % respecto de 1990 y se fija el objetivo de alcanzar la neutralidad climática para el año 2050. Esta ley pretende articular la respuesta al desafío del cambio climático basándose en principios de desarrollo sostenible, justicia social, resiliencia, protección y promoción de la salud pública, mejora de la competitividad de los sectores productivos y cooperación entre administraciones.

La rehabilitación de edificios es un elemento clave introducido por la ley, tanto en el esfuerzo por reducir el consumo energético como en la lucha contra la pobreza energética y la reactivación económica. Para ello se ha actualizado la Estrategia a largo plazo para la Rehabilitación Energética en el Sector de la Edificación en España (ERESEE 2020) y está

BOCM-20240115-10

previsto que el Fondo Nacional de Eficiencia Energética (FNEE) permita movilizar más de 1.000 millones de euros en los próximos cinco años.

El sector de la movilidad es otro de los ejes principales de transformación propuestos por la ley. El fomento de medios de transporte más respetuosos con el medio ambiente, como la bicicleta o el transporte público, junto con la descarbonización de los vehículos motorizados para 2040 son los principales focos de atención del documento. Para afrontar este reto, el Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana plantea la Estrategia de Movilidad segura, sostenible y conectada 2030117, que pretende dar respuesta a los retos de movilidad de la próxima década. Además, esta ley también hace referencia especial a la importancia de los planes de ordenación urbana en municipios de gran tamaño y una estrategia coordinada de despliegue de puntos de recarga para vehículos eléctricos, tanto en la vía pública como en el ámbito residencial.

La Ley 7/2021, de 20 de mayo, regula asimismo la creación de las Zonas de Bajas Emisiones, y obliga a todos los municipios de más de 50.000 habitantes, así como los de más de 20.000 habitantes que superen los valores límite de contaminantes regulados, a crear zonas de bajas emisiones (ZBE) antes de 2023.

En materia de **adaptación al cambio climático**, la Ley 7/2021, de 20 de mayo, recoge en su objeto las políticas de adaptación incluyendo un sistema de indicadores de impactos y adaptación al cambio climático, para facilitar el seguimiento y la evaluación de las políticas públicas. También se recoge la necesidad de elaborar informes de riesgos y se reconoce, por primera vez en un texto normativo, el papel del carbono azul, el capturado por los ecosistemas oceánicos, definido por el IPCC, al que se le adjudica una posición relevante en el secuestro de CO_2.

Todas las cuestiones y compromisos legales de la Ley 7/2021 tienen su oportuno reflejo en las distintas áreas de actuación previstas en la EECAM. En lo relativo a la adaptación al cambio climático y en el marco de la Estrategia se ha elaborado una “Guía de medidas de adaptación al cambio climático de las entidades locales de la Comunidad de Madrid”, redactada tomando como referencia, tanto el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) 2021-2030, como herramienta para promover la acción coordinada frente a los efectos del cambio climático en España, como la “Guía Metodológica para la aplicación en el planeamiento urbano de herramientas para la mitigación y adaptación al cambio climático”, elaborada en 2015 por la Oficina Española de Cambio Climático y la Federación Española de Municipios y Provincias.

BOCM-20240115-10

8.2 Planes regionales concurrentes

En la Comunidad de Madrid la gestión del ciclo del agua (de la captación al vertido a cauce) es responsabilidad del Canal de Isabel II. Esto permite ejecutar un plan estratégico integral para la gestión de este recurso en toda la región a fin de mejorar las condiciones de resiliencia en la gestión del agua, quizás el ámbito más sensible de la Comunidad de Madrid en términos climáticos. En su **Plan Estratégico 2018-2030,** el Canal de Isabel II establece objetivos, medidas e indicadores concretos en un aspecto clave para la adaptación al cambio climático como es la garantía de suministro mediante el manejo eficiente de los recursos existentes, la extensión y el fomento del uso del agua regenerada y la gestión eficiente de la demanda. También se está actuando desde el Canal de Isabel II frente a otro riesgo climático clave, como es el de las inundaciones, especialmente por medio del **Plan Sanea** (apoyando la elaboración de Planes directores de alcantarillado, teniendo en cuenta la componente climática), así como mediante la gestión preventiva de embalses y el fomento de técnicas de drenaje urbano sostenible.

Los planes del Canal de Isabel II han sido tenidos en cuenta en la redacción de la Estrategia y sus objetivos y fines se asumen directamente como referencias obligadas en las áreas de actuación previstas.

El **Plan de Descarbonización de la Comunidad de Madrid y cuidado del medio ambiente** 2021 a 2024**,** ya citado, ha servido de referencia en la redacción de la Estrategia teniendo en cuenta que su visión es la de **descarbonizar para seguir creciendo**. Por ello, sus objetivos de descarbonización, incremento de la eficiencia de la economía y la industria, reducción de las emisiones directas y de los riesgos asociados a la dependencia energética, mejora de la prevención y la adaptación de las poblaciones frente a eventos meteorológicos extremos e impulso de la investigación e innovación en tecnologías de bajas emisiones, constituyen también la base de la Estrategia.

El **Plan de Ahorro y Eficiencia Energética en Edificios Públicos de la Comunidad de Madrid**, aprobado en 2017 y revisado en 2022, persigue impulsar el ahorro y la eficiencia energética en los edificios propios de la Comunidad de Madrid. Se estima que se trata de 3.812 edificios con utilización y consumos significativos, con una superficie total de casi 10 millones de m^2. Tal plan se asume de manera íntegra en la EECAM, como parte esencial del esfuerzo de descarbonización y ahorro energético.

Procede también mencionar que, desde la Comunidad de Madrid, se han realizado en los últimos años otras contribuciones significativas que están relacionadas con las materias o aspectos objeto de la presente Estrategia, especialmente en lo que se refiere a mitigación y adaptación al cambio climático, tales como:

- El **Plan integral de Recuperación y Conservación de los Ríos y Humedales**, aprobado con el propósito de articular la actuación interinstitucional en aspectos

BOCM-20240115-10

clave como la gestión de los recursos, la conservación de los cauces, así como la conservación y la mejora de la biodiversidad. Comprende dos partes con diferente alcance y escala de actuación: el Plan de Actuación sobre Humedales Catalogados y la Estrategia de Recuperación y Conservación de los Ríos de la Comunidad de Madrid.

- El proyecto **Arco Verde**, iniciativa que está conectando veinticinco municipios con los tres grandes Parques Regionales de la Comunidad de Madrid (Cuenca Alta del río Manzanares, Curso Medio del río Guadarrama y Sureste) y los extensos parques periurbanos de Valdebenardo, Bosque Sur y Polvoranca, para crear un gran Corredor Verde que provea de servicios ecosistémicos al Área Metropolitana de la capital.
- El **Programa de Desarrollo Rural de la Comunidad de Madrid 2014-2020**, que contenía medidas para fomentar el desarrollo económico en las zonas rurales, restaurar y preservar los ecosistemas relacionados con la agricultura y la silvicultura y mejorar la viabilidad de las explotaciones agrarias, entre otros.
- El **Plan Terra** (Plan de Acción para la Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural), que tiene una componente relevante de sostenibilidad y resiliencia.

Adicionalmente, con objeto de gestionar los fondos europeos dirigidos a la recuperación de la crisis económica originada por la COVID-19 y canalizados a través de la Administración General del Estado, se publica la **Estrategia para la Recuperación y Resiliencia de la Comunidad de Madrid**. La Estrategia compila las transformaciones futuras de todos los sectores económicos de la Región, que debe consolidarla como territorio inteligente y sostenible, para fortalecer la economía verde, luchar contra el cambio climático, así como proteger y cuidar de la biodiversidad como claves del bienestar futuro. En este sentido, cabe destacar las inversiones previstas para los siguientes fines:

Promoción de la descarbonización y el uso de las energías renovables y el hidrógeno verde (212 M€).

Fomento de la eficiencia energética y el aprovechamiento de recursos (1.601 M€).

Promoción de la regeneración rural y urbana para la implementación de la Agenda Urbana 2030 (51 M€).

Fomento de la gestión hídrica para garantizar la eficiencia en la gestión de los procesos del ciclo del agua, alineado con los actuales planes en funcionamiento de la Fundación Canal de Isabel II -Plan Sanea y Plan RED - (2.537 M€).

BOCM-20240115-10

Preservación de la biodiversidad y mejora de la resiliencia medioambiental mediante la creación de Corredores ecológicos previstos en el Plan Recorre y Arco Verde (57 M€).

Por último, se deben también citar los planes para la prevención y gestión del riesgo de desastres, y en concreto los Planes Territoriales y los Planes Especiales de Protección Civil, entre los que procede destacar los relativos a incendios forestales, inclemencias invernales e inundaciones.

De forma genérica, el instrumento organizativo general que da respuesta a situaciones de grave riesgo colectivo o catástrofe en la Comunidad de Madrid es el **Plan Territorial de Protección Civil de la Comunidad de Madrid** (PLATERCAM) aprobado en 2019 con carácter de Plan Director. En el caso concreto de los incendios forestales, el plan de actuación más reciente es el Plan Especial de Emergencias por Incendios Forestales de la Comunidad de Madrid (INFOMA) aprobado en 2017, En cuanto al riesgo de inundaciones, el marco de actuación en caso de eventos catastróficos se recoge en el Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones en la Comunidad de Madrid (INUNCAM), aprobado en 2020. En el caso de la actuación frente a inclemencias climáticas se dispone de un plan específico, el Plan de Protección Civil ante Inclemencias Invernales en la Comunidad de Madrid.

Cabe también citar la **Estrategia de Gestión Sostenible de los Residuos de la Comunidad de Madrid** (2017-2024), compuesta por un Programa de Prevención de Residuos y diez Planes de Gestión de distintas clases de residuos y que persigue, entre otros objetivos, prevenir la generación de residuos en la Comunidad de Madrid, maximizar la transformación de los residuos en recursos, en aplicación de los principios de la economía circular, reducir el impacto ambiental asociado con carácter general a la gestión de los residuos y, en particular, los impactos vinculados al calentamiento global y fomentar la utilización de las Mejores Técnicas Disponibles en el tratamiento de los residuos.

BOCM-20240115-10

9. Medidas previstas para redefinir la Estrategia en el caso de que los resultados se desvíen de lo previsto

Debe tenerse en cuenta que la Estrategia es, en sí misma, un instrumento de mejora ambiental, dirigido al cumplimiento de objetivos estratégicos que supondrán efectos ambientales positivos a corto, medio y largo plazo. Los efectos negativos, derivarán, por tanto, previsiblemente, de una evolución excesivamente lenta o inadecuada hacia el cumplimiento de los objetivos estratégicos planteados.

El impulso y liderazgo de la Estrategia, así como el seguimiento y la coordinación de las medidas y acciones en él comprendidas corresponden a la Consejería competente en materia de transición energética, cambio climático y calidad del aire. La necesaria implicación de distintos centros gestores de la Comunidad de Madrid en la ejecución de la Estrategia, así como el alineamiento de las medidas que cada una ejecuta hace aconsejable el establecimiento de una entidad interdepartamental, por lo que la citada Consejería se apoyará para el ejercicio de sus funciones de seguimiento y coordinación en una **Oficina de Implantación de la Estrategia,** dependiente orgánica y funcionalmente de la citada Consjería. Dicha oficina no implicará la creación de un organismo o ente distinto a la propia administración de la que forma parte.

Tal Oficina será la responsable de verificar la evolución de los indicadores de seguimiento previstos, a fin de proponer la redefinición de las áreas de actuación previstas y de nuevas medidas en caso necesario.

En el apartado 7 de la Estrategia se han definido varios posibles escenarios por sectores, que se diferencian en la penetración de la electrificación. La definición de los escenarios de baja electrificación por sectores permite una visión prospectiva con el fin de anticipar los efectos de una descarbonización más lenta de lo deseable, y poder valorar cambios en la Estrategia y en los planes que deriven de ella, así como acciones adaptativas para reconducir la transición.

La Estrategia pretende ser un instrumento vivo y revisable, de manera que de la evolución de los indicadores de seguimiento que se describen en el siguiente apartado deberá obtenerse información para proceder a la reevaluación del progreso en el cumplimiento de los objetivos estratégicos y de las áreas de actuación en el caso de que los escenarios no sigan la curva de mejora prevista.

BOCM-20240115-10

10. Descripción de las medidas previstas para el seguimiento ambiental de la Estrategia.

La Estrategia de Energía, Clima y Aire pretende ser una herramienta viva y necesariamente flexible para alcanzar unos objetivos de mejora constante involucrando a un gran número de agentes, incluso a la totalidad de los madrileños y, por tanto, ha de disponer de sistemas de seguimiento y control de los resultados globales, que permitan la eventual modificación y mejora de los planteamientos establecidos previamente.

A ese fin, se han establecido una serie de indicadores globales de los diferentes objetivos estratégicos:

OBJETIVO	DENOMINACIÓN DEL OBJETIVO	INDICADOR GLOBAL	
OE 1	**Impulsar** la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables	***OE1-IE1***	Intensidad energética
		OE1-IE2	Consumo de energía eléctrica por habitante
		OE1-IE3	Número de instalaciones de autoconsumo por CUP
OE 2	**Contribuir** a la mejora de la disponibilidad, seguridad y calidad del suministro de energía a un precio razonable y promoviendo el autoabastecimiento.	***OE2-IE1***	Interrupciones Año (TIEPI)
		OE2-IE2	Número de puntos de recarga eléctrica/habitante
		OE2-IE3	Número de puntos de recarga/CUP
OE 3	**Promover** el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono	***OE3-IE1***	Capacidad instalada de Energías renovables para producción eléctrica
		OE3-IE2	Producción primaria de renovables/producción total
OE 4	**Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.	***OE4-IE1***	Toneladas equivalentes de CO2/ número de habitantes
		OE4-IE2	Vehículos eléctricos/vehículos totales
		OE4-IE3	Edad media del parque circulante de vehículos
		OE4-IE4	Flota transporte público cero emisiones/total
OE 5		***OE5-IE1***	Valor medio anual de concentración de NO_2

BOCM-20240115-10

OBJETIVO	DENOMINACIÓN DEL OBJETIVO	INDICADOR GLOBAL		
	Reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire	***OE5-IE2***	Valor medio anual de concentración de $PM_{2,5}$	
		OE5-IE3	Superaciones del umbral de información a la población de Ozono troposférico	
OE 6	**Avanzar** en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas.	***OE6-IE1***	Evolución de los parámetros climáticos en las redes de observación	
		OE6-IE2	Índice de percepción de la variable adaptación al cambio climático entre la población de la Comunidad de Madrid	
		OE6-IE3	Evolución parámetros relacionados con los recursos hídricos	Evolución consumo agua/habitante
				Porcentaje agua sometida a tratamiento terciario frente al agua derivada para consumo
OE 7	**Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.	***OE7-IE1***	Mejora en el Índice Madrileño de Concienciación sobre Descarbonización (IMCD)	

Tabla 12. Reproducción de la tabla 30 de la Estrategia. Cuadro resumen de los indicadores estratégicos

(OE1) Impulsar la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables

OE1-IE1 Intensidad energética

Definición. - Representa la cantidad de energía que se consume para producir cada unidad de PIB. Se calcula como el cociente entre el consumo energético medido en toneladas equivalentes de petróleo (tep) y el PIB de la Comunidad de Madrid (medido en millones de euros).

Es un indicador que, de manera sintética, mide la eficiencia energética en una sociedad, teniendo en cuenta un principio esencial para un desarrollo sostenible: lograr un incremento de la riqueza producida con un menor empleo de energía.

Situación en 2019.- 47 tep/M€ (Fenercom).

Objetivo a 2030.- 36,5 tep/M€

Revisión.- anual

Teniendo en cuenta la previsión de crecimiento del PIB de la Comunidad de Madrid y el escenario de consumo energético objetivo, partiendo de una estimación de 44 tep/M€ en 2022 (por no disponer aún del dato exacto), la evolución pretendida de este indicador se muestra en la figura siguiente:

BOCM-20240115-10

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PIB a precios constantes 2015 (M€)	421.595	248.276	252.747	257.217	261.688	266.159	270.629	275.100
Consumo energía (ktep)	10.530	10.461	10.391	10.321	10.251	10.182	10.112	10.042
Consumo/PIB (tep/€)	43,59	42,13	41,11	40,13	39,17	38,26	37,36	36,50

Tabla 13.Reproducción de la tabla 31 de la Estrategia. Proyección del PIB, del consumo de energía y de la intensidad energética a 2030.

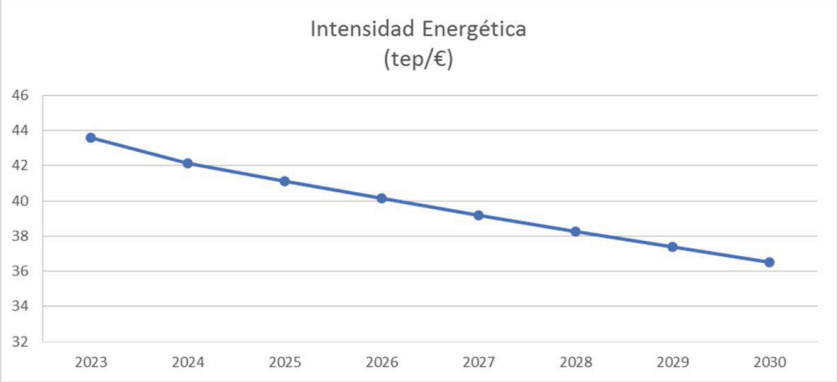


Ilustración 31. Reproducción de la Ilustración 106 de la Estrategia. Proyección de la intensidad energética a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

OE1-IE2 Consumo de energía por habitante

Definición. - Representa la cantidad de energía que consume cada habitante de la Comunidad de Madrid. Por lo tanto, se calcula como el cociente entre el consumo energético medido en toneladas equivalentes de petróleo (tep) y el número de habitantes de la Comunidad de Madrid.

Es un indicador que, de manera sintética, mide la eficiencia energética en una sociedad, teniendo en cuenta un principio esencial para un desarrollo sostenible: lograr un incremento de la riqueza producida con un menor empleo de energía. En un entorno de economías desarrolladas, si el consumo por habitante es decreciente indica que los individuos utilizan la energía de forma más eficiente para satisfacer sus necesidades.

Situación en 2019.- 1,61 tep/habitante (Fenercom)

Objetivo a 2030.- 1,347 tep/habitante

Revisión.- anual

Teniendo en cuenta la previsión de crecimiento del PIB de la Comunidad de Madrid y el escenario de consumo energético objetivo, partiendo de una estimación de 1,54

BOCM-20240115-10

tep/habitante en 2022 (por no disponer aún del dato exacto), la evolución pretendida de este indicador se muestra en la figura siguiente:

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Consumo energía (ktep)	10.530	10.461	10.391	10.321	10.251	10.182	10.112	10.042
Nº habitantes	6.857.401	6.950.863	7.043.069	7.133.246	7.220.130	7.302.734	7.380.708	7.453.345
Consumo/ habitante	1,54	1,50	1,48	1,45	1,42	1,39	1,37	1,35

Tabla 14. Reproducción de la tabla 32 de la Estrategia. Proyección del consumo de energía, del número de habitantes y del consumo de energía por habitante a 2030.
(Fuente: Elaboración propia).

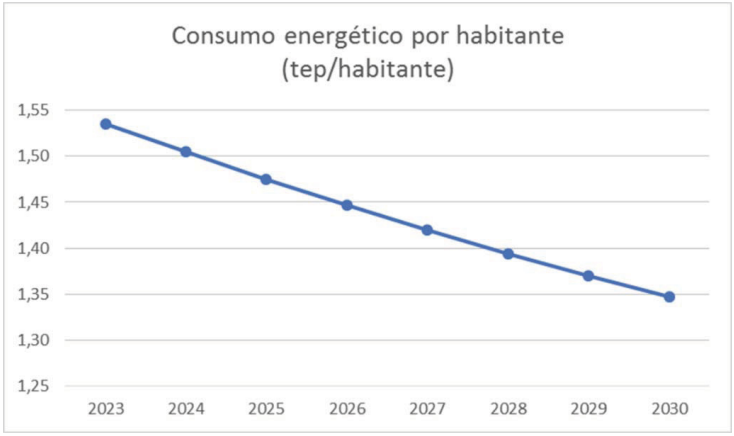


Ilustración 32. Reproducción de la Ilustración 107 de la Estrategia. Proyección del consumo energético por habitante a 2030.
(Fuente: Elaboración propia).

OE1-IE3 Número de instalaciones de autoconsumo por CUP

Definición. - Este indicador expresa el número de instalaciones de autoconsumo existentes sobre el total de instalaciones de la Comunidad de Madrid. El número de instalaciones total se representa con la medición del número de CUPs (Código Universal de Puntos de Suministro), expresado en millares.

Para el cálculo de este indicador se realiza una estimación de crecimiento del número de puntos de suministro, basándonos en su serie histórica.

Situación actual. - 12 instalaciones/miles de CUPs

Objetivo a 2030.- 103,7 instalaciones/miles de CUPs

BOCM-20240115-10

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Nº instalaciones	42.198	59.077	82.708	115.791	162.108	210.740	273.962	356.151	462.996
Potencia instalada	283.677	397.148	556.007	778.410	1.089.774	1.416.706	1.841.717	2.394.233	3.112.502
Nº CUPs	3.523.050	3.628.742	3.737.604	3.849.732	3.965.224	4.084.181	4.206.706	4.332.907	4.462.894
Nº inst/ Millar de CUPs	12,0	16,3	22,1	30,1	40,9	51,6	65,1	82,2	103,7

Tabla 15. Reproducción de la tabla 33 de la Estrategia. Proyección del número de instalaciones de autoconsumo, de la potencia instalada, del número de CUPs y del número de instalaciones por cada millar de CUPs a 2030.
(Fuente: Elaboración propia).

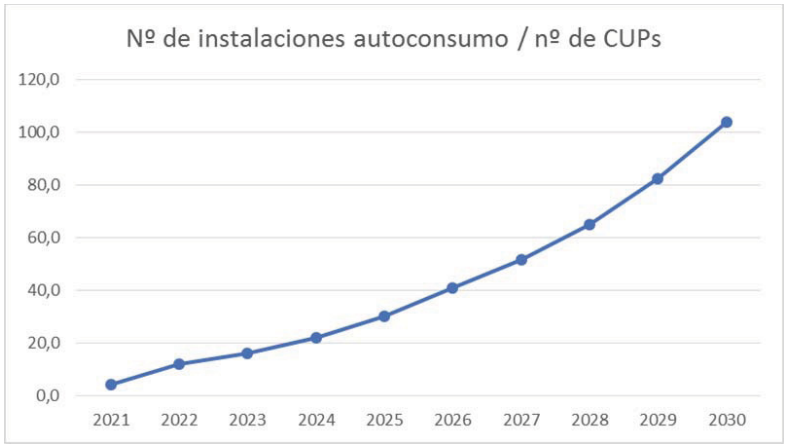


Ilustración 33. Reproducción de la Ilustración 108 de la Estrategia. Proyección de la relación entre el número de instalaciones de autoconsumo por millar de CUPs a 2030.
(Fuente: Elaboración propia).

(OE2) Contribuir a la mejora de la disponibilidad, seguridad y calidad del suministro de energía a un precio razonable y promoviendo el autoabastecimiento

OE2-IE1 Tiempo de consumo eléctrico interrumpido

Definición. - Es el tiempo de interrupción equivalente de la potencia instalada en media tensión.

Es un indicador que mide el tiempo en el que el suministro eléctrico ha estado interrumpido (medido en horas). Se calcula con la siguiente fórmula:

BOCM-20240115-10

Donde:

- Σ PI= suma de la potencia instalada de los centros de transformación MT/BT del distribuidor más la potencia contratada en MT (en kVA).
- PI_i = potencia instalada de los centros de transformación MT/BT del distribuidor más la potencia contratada en MT, afectada por la interrupción i de duración H i (en kVA).
- H_i = tiempo de interrupción del suministro que afecta a la potencia PI_i (en horas).
- K = número total de interrupciones durante el período considerado.

Situación actual. - Este índice presenta un valor en 2022 de 0,531. En 2021 y 2022 se ha producido un pico respecto a los valores históricos de este, habitualmente de altísima calidad. Por ejemplo, el TIEPI regional fue de 0,441h en 2019, y los valores históricos muestran un comportamiento muy plano. Sirva como comparación el que otras CC. AA. presentan valores de TIEPI mucho más elevados: Andalucía (1,3-1,6h), Castilla y León (1-1,8h), Cataluña (1-1,2h), País Vasco (0,6-1,1h). La media española oscila entre el 1,06h (2014) y 1,37h (2017) (Fuente: MITERD, https://energia.serviciosmin.gob.es/Gecos/DatosPublicos/CalidadServicio)

$$TIEPI = \frac{\sum_{i=1}^{k}(PI_i x H_i)}{\sum PI}$$

Objetivo a 2030.- 0,397 horas (reducción del 10% respecto a los valores históricos anteriores a 2019)

Revisión.- anual

La evolución pretendida de este indicador se muestra en la figura siguiente:

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
TIEPI	0,531	0,51425	0,4975	0,48075	0,464	0,44725	0,4305	0,41375	0,397

Tabla 16. Reproducción de la tabla 34 de la Estrategia. Proyección del TIEPI a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

BOCM-20240115-10

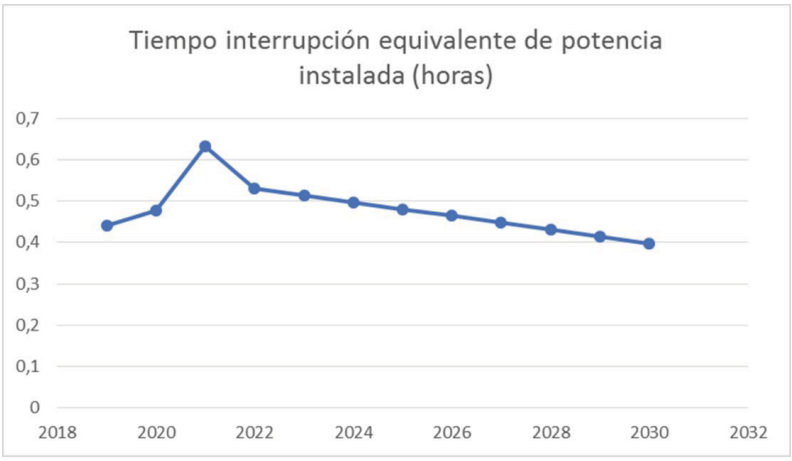


Ilustración 34. Reproducción de la Ilustración 109 de la Estrategia. Proyección del TIEPI a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

OE2-IE2 Número de puntos de recarga para vehículos eléctricos por habitante

Definición. - Es el número de puntos de recarga de vehículos eléctricos existentes por cada millón de habitantes en la Comunidad de Madrid.

Situación actual. - 633 nº de puntos recarga / millón de habitantes

Objetivo a 2030.- 11.096 nº de puntos recarga / millón de habitantes

Revisión.- anual

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Nº puntos de recarga CAM	4.320	18.256	23.472	28.410	37.947	49.136	60.325	71.515	82.704
Nº habitantes	6.825.005	6.857.401	6.950.863	7.133.246	7.133.246	7.220.130	7.302.734	7.380.708	7.453.345
Nº puntos/ Millón habitante	633	2.662	3.377	5.320	5.320	6.805	8.261	9.689	11.096

Tabla 17. Reproducción de la tabla 35 de la Estrategia. Proyección del número de puntos de recarga en la Comunidad de Madrid, del número de habitantes y de la relación entre el número de puntos de recarga por millón de habitantes a 2030.
(Fuente: Elaboración propia).

BOCM-20240115-10

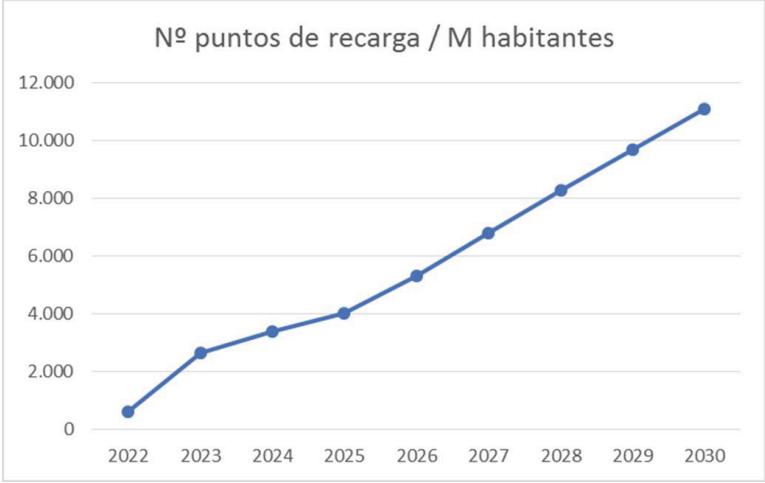


Ilustración 35. Reproducción de la Ilustración 110 de la Estrategia. Proyección del número de puntos de recarga por millón de habitantes a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

OE2-IE3 Número de puntos de recarga para vehículos eléctricos por CUP

Definición. - Es el número de puntos de recarga de vehículos eléctricos existentes por cada millar de CUP (Código Universal de Puntos de Suministro) en la Comunidad de Madrid.

Este indicador es una métrica que indica cuántos puntos de suministro están dedicados a la recarga de vehículos eléctricos con relación al total de puntos de suministro.

Situación actual. - 1,2 nº VE/millar de CUPs

Objetivo a 2030.- 18,5 nº VE/millar de CUPs

Revisión.- anual

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Nº puntos de recarga CAM	4.320	18.256	23.472	28.410	37.947	49.136	60.325	71.515	82.704
Nº CUPs	3.523.050	3.628.742	3.737.604	3.849.732	3.965.224	4.084.181	4.206.706	4.332.907	4.462.894
Nº puntos/ Millar de CUPs	1,2	5,0	6,3	7,4	9,6	12,0	14,3	16,5	18,5

BOCM-20240115-10

Tabla 18.. Reproducción de la tabla 36 de la Estrategia. Proyección del número de puntos de recarga en la Comunidad de Madrid, del número de CUPs y de la relación entre el número de puntos de recarga por millar de CUPs a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

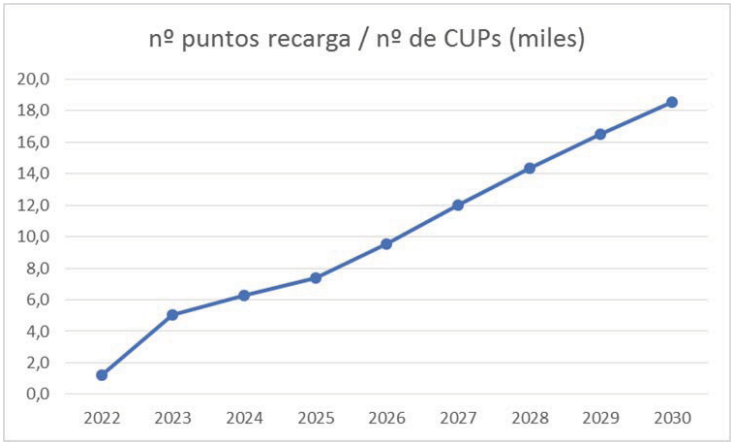


Ilustración 36. Reproducción de la Ilustración 111 de la Estrategia. Proyección del número de puntos de recarga por millar de CUPs a 2030.
(Fuente: Elaboración propia).

(OE3) Promover el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono

OE3-IE1 Capacidad instalada de energías renovables para producción eléctrica

Definición. - Este indicador expresa la producción eléctrica, medida en megavatios, que se instalan en la Comunidad de Madrid, utilizando como energía primaria una fuente renovable de energía.

Debido a la ausencia de datos de alguna de las fuentes renovables y al orden de magnitud mayor que presenta la capacidad instalada debida a energía solar fotovoltaica comparándola con el resto de las fuentes, este indicador se aproxima utilizando para el cálculo del mismo solamente la capacidad instalada fotovoltaica.

Situación actual. - 70 MW

Objetivo a 2030.- 5.000 MW

Revisión.- anual

BOCM-20240115-10

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
MW instalados	70	686	1.303	1.919	2.535	3.151	3.768	4.384	5.000

Tabla 19. Reproducción de la tabla 37 de la Estrategia. Proyección de la capacidad eléctrica fotovoltaica instalada a 2030.
(Fuente: Elaboración propia).

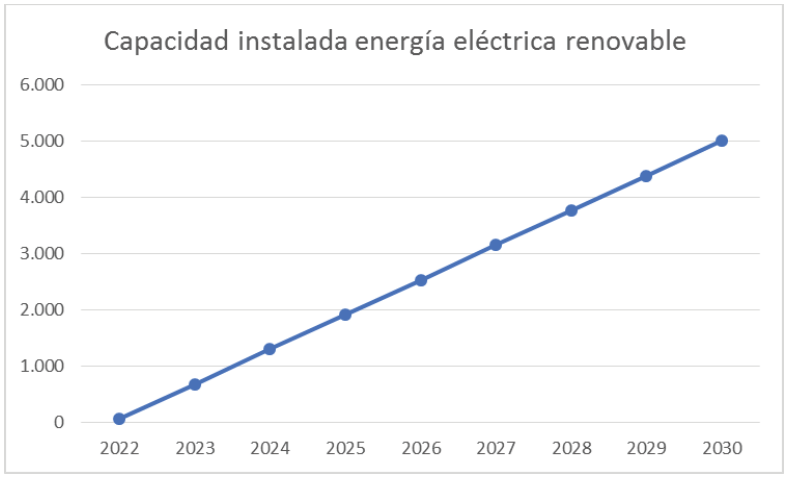


Ilustración 37. Reproducción de la Ilustración 112 de la Estrategia. Proyección de la capacidad instalada eléctrica renovable a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

OE3-IE2 Energía renovable producida sobre la producción energética total

Definición. - Este indicador indica el porcentaje que representa la energía producida en la Comunidad de Madrid con fuentes renovables sobre el total de la producción energética. Se considera en conjunto la energía térmica y la eléctrica.

Situación actual. - 60,5%

Objetivo a 2030.- 80,7%

Revisión.- anual

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
% de energía renovable sobre el total generado	60,5%	63,3%	65,8%	68,0%	71,7%	74,6%	77,0%	79,0%	80,7%

Tabla 20. Reproducción de la tabla 38 de la Estrategia. Proyección del porcentaje de energía renovable sobre el total generado a 2030.

BOCM-20240115-10

(Fuente: Elaboración propia).

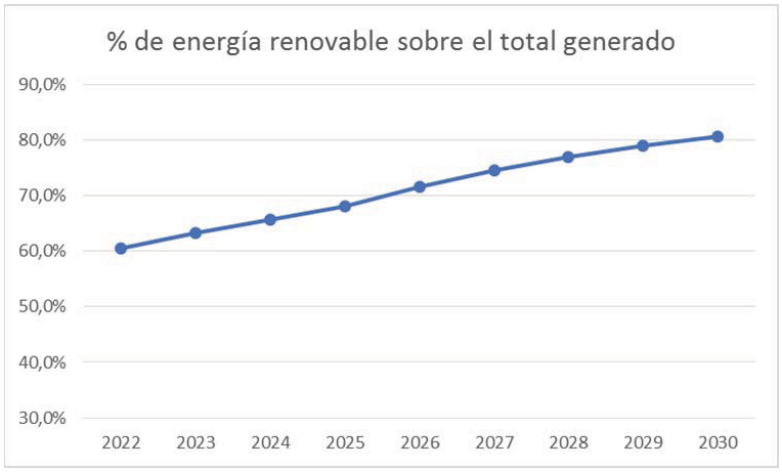


Ilustración 38. Reproducción de la Ilustración 113 de la Estrategia. Proyección del porcentaje de energía renovable sobre el total generado a 2030.
(Fuente: Elaboración propia).

(OE4) Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.

OE4-IE1 Toneladas equivalentes de CO2/número de habitantes

Los gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por la actividad humana acentúan el fenómeno natural que permite el mantenimiento de la temperatura media del planeta, acumulando un exceso de calor proveniente de la radiación solar. El objetivo es reducir las emisiones directas de gases de efecto invernadero en casi un 50% con respecto al año base de estudio (2018), lo que supone más de 10.000 kt/año de CO_2 equivalente.

Definición. – Emisiones totales de gases de efecto invernadero per cápita.

Unidad.- T eq de CO_2/habitante.

Situación actual. – *3,3* t eq de CO_2*/hab, tomando como* año base 2018 (Inventario 1990-2018, edición 2020).

Objetivo a 2030.- 1,5 t eq de CO_2*/hab (a partir de las proyecciones de población del INE para el año 2030)*

Revisión.- Anual

OE4-IE2 Vehículos cero emisiones/vehículos totales

BOCM-20240115-10

Este indicador expresa el cociente entre el número de vehículos cero emisiones y el número de vehículos totales matriculados anualmente en la Comunidad de Madrid, como una referencia estrechamente relacionada con la reducción de las emisiones de GEI y de contaminantes atmosféricos, dado el peso del sector del transporte.

Definición. – Cociente entre el número de vehículos cero emisiones/vehículos totales, matriculados en la Comunidad de Madrid

Situación actual. – (Parque nacional de vehículos por comunidad autónoma, provincia, tipo de vehículo y tipo de carburante, Observatorio del transporte y la logística en España, https://apps.fomento.gob.es/bdotle/visorBDpop.aspx?i=396). Nº de vehículos totales: Instituto de Estadística. Anuario Estadístico de la Comunidad de Madrid. Transportes y comunicaciones.
http://www.madrid.org/iestadis/fijas/estructu/general/anuario/ianucap09.htm

Objetivo a 2030.- 850.000 cero emisiones acumuladas, matriculados en la Comunidad de Madrid en 2030 sobre un total estimado de 5.500.000 vehículos.

Revisión.- anual.

OE4-IE3 Edad media del parque circulante de vehículos

La edad media del parque circulante en España es superior a los 13 años. Otros países europeos se encuentran por debajo de los 10 años. Es fundamental modernizar el parque ya que, independientemente de la tecnología, los vehículos más nuevos son más eficientes y producen menos emisiones de contaminantes y gases de efecto invernadero. Según fuentes del sector, los coches de más de diez años generan en la actualidad más del 80% de los gases contaminantes.

Definición. – Edad media del parque circulante según la definición y datos de la DGT.

Situación actual. – 12,61 años/vehículo en 2021 en la Comunidad de Madrid

Objetivo a 2030.- 10 años

Revisión.- anual.

OE4-IE4 Flota transporte público cero emisiones/total

Este indicador expresa el cociente entre el número de vehículos de la flota de transporte público cero emisiones y el número total de vehículos de la misma flota, como una referencia estrechamente relacionada con la reducción de GEI, dado el peso del sector del transporte en sus emisiones. Dado el peso del municipio de Madrid (el número de sus autobuses iguala al del resto de la Comunidad de Madrid), se realizará un seguimiento específico del mismo.

BOCM-20240115-10

Definición. – Cociente entre el número de vehículos de la flota de transporte público cero emisiones y el número total de vehículos de la misma flota. Fuente: informe anual CRTM.

Situación en 2020. – autobuses EMT: 81 autobuses cero emisiones/2.066 autobuses en total. Autobuses CRTM: 1 autobús cero emisiones/2.063 autobuses en total.

Objetivo a 2030.- 1 (total de la flota de transporte público cero emisiones).

Revisión.- anual.

(OE5) Reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire.

OE5-IE1. Valor medio anual de concentración de NO2 registrado en las estaciones de control de la calidad del aire la Comunidad de Madrid.

La fuente principal de emisión de este contaminante en la Comunidad de Madrid son los vehículos a motor.

Para el NO_2 la legislación en vigor, Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, establece un Valor límite anual (VLA) de NO_2 para la protección de la salud humana de concentración anual de 40 µg/m^3 referenciado al año civil. La propuesta de Directiva relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa por la que se revisan las Directivas 2004/107/CE y 2008/50/CE, publicada el 26 de octubre de 2022, propone un VLA más exigente de 20 µg/m^3 que deberá cumplirse, de aprobarse esta norma con su contenido actual, a más tardar el 1 de enero de 2030.

Definición. – Valor Límite Anual de NO_2 para la protección de la salud.

Unidad. **–** Microgramo por metro cúbico (µg/m^3).

Situación actual. – En 2021 ninguna estación de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid ha superado el VLA. En la Red del Ayuntamiento de Madrid la Estación de Plaza Elíptica superó este valor (41 µg/m^3). Fuente: página web de la Comunidad de Madrid.

Objetivo a 2030.- Cumplimiento del VLA establecido en la normativa en vigor.

Revisión.- Anual.

OE5-IE2 Valor medio anual de concentración de PM2,5 registrado en las estaciones de control de la calidad del aire de la Comunidad de Madrid.

La fuente principal de emisión de este contaminante en la Comunidad de Madrid es el sector residencial, comercial e institucional, el transporte y la industria.

BOCM-20240115-10

Para las partículas $PM_{2,5}$, la legislación en vigor, Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, establece un Valor límite anual (VLA) para la protección de la salud de 20 µg/m^3. La propuesta de Directiva relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa por la que se revisan las Directivas 2004/107/CE y 2008/50/CE, publicada el 26 de octubre de 2022 propone un VLA más exigente de 10 µg/m^3 que deberá cumplirse, de aprobarse esta norma con su contenido actual, a más tardar el 1 de enero de 2030.

Definición. – VLA de $PM_{2,5}$ para la protección de la salud.

Unidad.- Microgramo por metro cúbico (µg/m^3).

Situación actual. – En términos de calidad del aire, este contaminante no presenta superaciones del VLA en la Comunidad de Madrid.

Objetivo a 2030.- Cumplimiento del VLA establecido en la normativa en vigor.

Revisión.- Anual.

OE5-IE3 Superaciones del umbral de información a la población de Ozono troposférico, O3, registrado en las estaciones de control de la calidad del aire la Comunidad de Madrid.

A diferencia de los contaminantes primarios, el ozono troposférico no se emite directamente a la atmósfera, sino que se forma, casi en su totalidad, a partir de reacciones químicas complejas de gases precursores, principalmente los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles no metánicos que están presentes en la atmosfera. A escala continental, el metano (CH_4) y el monóxido de carbono (CO) también juegan un papel en la formación de O_3. La radiación solar es otro factor determinante que condiciona la velocidad y el grado de formación de O_3, por lo que los niveles más elevados de este contaminante se producen en primavera y verano.

Por lo anteriormente expuesto, se plantea hacer un seguimiento de la evolución de este contaminante a través de, entre otros datos, el número de superaciones del umbral de información a la población que se producen en las estaciones de control de la calidad del aire de la Comunidad de Madrid.

Definición. – Umbral de información a la población de ozono troposférico.

Unidad.- Microgramo por metro cúbico (µg/m^3).

Situación actual. – En el año 2021 se ha detectado un incremento en las superaciones del umbral de información a la población, registrándose 19 horas aditivas (para una misma hora son aditivas las superaciones que se hayan producido en las distintas estaciones) por encima de 180 µg/m^3 en toda la Red y 8 horas no aditivas (si a una misma hora se están produciendo superaciones en varias estaciones, la superación corresponde a esa hora, no

BOCM-20240115-10

siendo aditivas las superaciones por estación) frente, por ejemplo, a la única superación registrada en 2020.

Objetivo a 2030.- No registrar superaciones del umbral de información a la población en las estaciones de la Red de Calidad del Aire.

Revisión.- Anual.

(OE6) Avanzar en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas.

Los objetivos planteados en materia de adaptación al cambio climático, al contrario de los referidos a mitigación, calidad del aire o energía, no son siempre fácilmente cuantificables, por lo que, en ocasiones, resulta más adecuado acudir a indicadores cualitativos que midan el grado de avance en esta materia.

Así, se han propuesto los siguientes indicadores, que aportan información tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo, y que permiten obtener una visión completa de los avances realizados en el desarrollo de la Estrategia.

OE6-IE1 Evolución de los parámetros climáticos en las redes de observación de la Comunidad de Madrid.

Los indicadores que habitualmente se asocian con el cambio climático son el aumento de la temperatura media global del aire en superficie, el aumento de fenómenos extremos (olas de calor, inundaciones y sequías), la disminución de las masas de hielo y nieve, el aumento de los gases de efecto invernadero, entre otros. Según el análisis realizado en el apartado 2 de esta estrategia, se espera que estos fenómenos se intensifiquen en las próximas décadas, con un aumento de los fenómenos extremos y de las temperaturas en superficie fundamentalmente. En este sentido, resulta fundamental realizar un seguimiento de los parámetros climáticos a través de las redes de observación existentes en la Comunidad de Madrid a fin de obtener información precisa y actualizada para evaluar la variabilidad del clima, comprender sus causas y facilitar la toma de decisiones.

La observación también proporciona información imprescindible para los modelos climáticos, de manera que puedan ser ajustados con los datos recogidos en las distintas redes, a fin de predecir el comportamiento del climático en el futuro y también para establecer proyecciones a largo plazo en función de diferentes escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero.

- **Definición. –** Evolución de los parámetros climáticos en las redes de observación de la Comunidad de Madrid.
- **Unidad**.- Temperatura (T), precipitación (mm), radiación (W/m^2), velocidad del viento (m/sg), dirección del viento (sexagesimales), presión (hPa).

BOCM-20240115-10

- **Situación actual. –** Datos observados en las redes de la Comunidad de Madrid
- **Objetivo a 2030.-** Adquirir conocimiento detallado de la evolución de los parámetros climáticos en la Comunidad de Madrid.
- **Revisión.-** Anual.

OE6-IE2 – Índice de percepción de la variable adaptación al cambio climático entre la población de la Comunidad de Madrid.

Por medio de este indicador se pretender realizar un seguimiento de la apreciación, por parte de la ciudadanía de la Comunidad de Madrid, de las actuaciones que se pongan en marcha durante el desarrollo de la estrategia en materia de adaptación al cambio climático en los distintos sectores. Estas actuaciones tienen por objetivo integrar la adaptación al cambio climático en diferentes planes y programas orientados a sectores relevantes en la región, tales como el turismo o el transporte, así como proteger los recursos de que disponen frente a los riesgos asociados a los eventos climáticos y fomentar la resiliencia de las infraestructuras y los equipamientos de los mismos. A través de la realización de encuestas directas y/o datos indirectos y objetivos se obtendrá un índice que refleje la percepción de los madrileños sobre la evolución de la adaptación en el territorio de la región.

- **Definición. –** Índice de percepción de la variable adaptación al cambio climático entre la población de la Comunidad de Madrid.
- **Unidad**.- Porcentaje para cada factor analizado en el índice.
- **Situación actual. –** N (a establecer durante el primer ejercicio de aplicación de la estrategia).
- **Objetivo a 2030.-** Crecimiento de un 10% sobre el índice inicial (N*1,1).
- **Revisión.-** 2 años.

OE6-IE3 Evolución de los parámetros relacionados con los recursos hídricos de la Comunidad de Madrid.

Los recursos hídricos de la Comunidad de Madrid se aprovechan mediante un complejo sistema de regulación integrado por numerosos embalses y un sistema estratégico de captación de aguas subterráneas. La demanda de estos recursos se debe, principalmente, al abastecimiento urbano y está gestionada por el Canal de Isabel II. En este sentido, el objetivo es profundizar en la integración del cambio climático en la gestión del ciclo integral del agua, dando especial prioridad a la gestión de eventos extremos (sequías e inundaciones), así como reduciendo el riesgo a través de la promoción de prácticas de

BOCM-20240115-10

adaptación sostenibles, que persigan objetivos múltiples, en materia de uso y gestión del agua.

Los objetivos propuestos son dos:

3. Mantener el nivel de garantía de suministro actual en los escenarios previsibles de cambio climático y con un aumento de población sostenido equivalente a la media de los últimos 15 años.
    - **Definición. –** Consumo de agua por habitante incluyendo todos los usos del agua potable urbana. Se utilizará de año base el consumo del año 2017.
    - **Unidad**.- litros/habitante/día.
    - **Situación actual. –** El año 2021 el consumo por habitante alcanzó los 202,4 l/hab/día.
    - **Objetivo a 2030.-** 156 l/hab/día.
    - **Revisión.-** anual**.**
4. El agua regenerada se emplea para el riego de parques, baldeo de calles e industria y su producción elimina la necesidad de derivar agua de los ríos para estos usos, por lo que es clave en una política de adaptación a la sequía y los climas extremos. Un porcentaje del agua regenerada se emplea también para su vertido a cauce público mejorando la calidad de nuestros ríos y su caudal.
    - **Definición. –** Porcentaje agua sometida a tratamiento terciario frente al agua derivada para consumo.
    - **Unidad**.- Porcentaje.
    - **Situación actual. –** El año 2021 se situó en el 24,6%.
    - **Objetivo a 2030.-** Mantener o incrementar. Por definir.
    - **Revisión.-** anual.

(OE7) Favorecer el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.

OE7-IE1 Mejora en el Índice Madrileño de Concienciación sobre Descarbonización (IMCD).

El éxito de las políticas establecidas inicialmente por la Unión Europea en el avance hacia la descarbonización de la sociedad depende fundamentalmente de la **concienciación de la sociedad**, empresas e instituciones y ciudadanos en la necesidad de progresivamente atenuar las fuentes de emisiones y hacer un uso sostenible de los recursos naturales. El

BOCM-20240115-10

objetivo es promover la implicación de los diferentes sectores y agentes sociales en los procesos de cambio cultural -a través de la educación, comunicación, capacitación y participación ambiental- que implicará la transición ecológica y energética en la siguiente década.

Con el objetivo de medir la evolución de este parámetro se propone elaborar un índice en base a una encuesta directa y/o datos indirectos y objetivos de la evolución de esta conciencia medioambiental.

Definición. - Creación del índice madrileño de concienciación de la descarbonización en base 100 en la que 100 representa el máximo de concienciación. Este índice se establecerá antes una vez iniciada la estrategia y se revisará cada 2 años.

Situación actual. - N (a establecer durante el primer ejercicio de aplicación de la estrategia).

Objetivo a 2030.- Crecimiento de un 10% sobre el índice inicial (N*1,1).

Revisión.- 2 años.

(03/21.954/23)

BOCM-20240115-10