



# Hoja de ruta hacia la neutralidad climática en 2050

# MADRID

## Hoja de Ruta hacia la neutralidad climática en 2050

### Contenido

<b>1   Visión y compromiso.....</b>	<b>4</b>
<b>2   Situación de partida.....</b>	<b>8</b>
<i>Tendencias medioambientales .....</i>	8
<i>Tendencias económicas.....</i>	12
<i>Tendencias sociales .....</i>	13
<b>3   Objetivos de reducción de emisiones .....</b>	<b>14</b>
<i>Escenarios de reducción de emisiones .....</i>	15
<i>Co-beneficios de las políticas climáticas .....</i>	16
<b>4   Sectores y palancas de transformación .....</b>	<b>18</b>
<i>Análisis de la reducción de emisiones en los principales sectores en el periodo 2015-2030</i> .....	20
Sector residencial .....	20
Sector servicios.....	21
Sector transporte.....	22
Sector residuos .....	24
Sector industrial y sumideros de carbono (naturaleza).....	25
<i>Abatimientos por palancas y ejes de acción 2030/2050 .....</i>	26
<i>Principales hipótesis.....</i>	35
Hipótesis sector eléctrico .....	35
Hipótesis sector residencial.....	36
Hipótesis sector servicios .....	37
Hipótesis sector transporte.....	38
Hipótesis otros sectores (sector tratamiento de residuos, industria, forestal) .....	41
<b>5   Análisis económico .....</b>	<b>43</b>
<b>6   Análisis social.....</b>	<b>47</b>
<b>7   Colaboraciones entre administraciones y colaboración público-privada-social.....</b>	<b>49</b>
<b>8   Procesos impulsores de implementación y escalado.....</b>	<b>51</b>
<b>9   Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.....</b>	<b>53</b>



<i>Escenarios climáticos y evaluación de riesgos</i> .....	53
<i>Objetivos de adaptación</i> .....	55
<b>10   Seguimiento y comunicación</b> .....	<b>58</b>
<i>Estrategia de comunicación</i> .....	59
<b>11   Amenazas y barreras</b> .....	<b>59</b>
<b>12   Anexos y documentación relacionada</b> .....	<b>63</b>
<i>Anexo I.- Indicadores de monitorización de tendencias hacia la neutralidad climática</i> .....	63
<i>Anexo II.- Documentación relacionada</i> .....	70

## 1 | Visión y compromiso

La Hoja de Ruta tiene por objeto definir las líneas prioritarias de la acción municipal frente al Cambio Climático, un desafío ambiental cuyos efectos son cada vez más visibles y que inciden directa e intensamente en la sociedad y la economía de Madrid.

Los impactos climáticos se están haciendo cada vez más complejos debido a la interacción y efectos en cascada a una escala global, pero en la que las ciudades han adquirido progresivamente un papel clave.

Los entornos urbanos representan menos del 2% de la superficie terrestre, pero concentran más de la mitad de la población mundial (valor que en España alcanza el 80 %). Constituyen núcleos de alta intensidad energética en los que se consume más del 75 % de la energía mundial y son responsables del 60 % de las emisiones de los gases de efecto invernadero que provocan el calentamiento global

Todo ello convierte a las ciudades en el mayor contribuyente al cambio climático, pero a su vez, son muy vulnerables a los impactos derivados de las alteraciones climáticas, que ponen en riesgo los sistemas urbanos, desde los relacionados con el abastecimiento de recursos esenciales como el agua, la energía o los alimentos, a aquellos concernientes a la salud, los flujos migratorios o la actividad económica.

En todo caso, la solución a este reto pasa por las ciudades, por el desarrollo de su potencial de recursos y acción. Las ciudades ya son líderes de las iniciativas climáticas como centros del conocimiento e innovación que determinan las pautas del comportamiento social, por lo que cualquier estrategia de sostenibilidad a escala global requiere una transformación hacia un nuevo modelo urbano de bajas o nulas emisiones.

La [Estrategia de Sostenibilidad Ambiental Madrid 360](#), presentada en septiembre de 2019, ya apuntaba en su introducción que *“la necesidad imperiosa de frenar el cambio climático llevó a la Unión Europea a establecer límites más claros y ambiciosos en la emisión de gases dentro de las ciudades”*. En este contexto, en 2020, el Consejo Europeo ha refrendado el nuevo objetivo, vinculante para la UE, de reducir las emisiones netas de gases de efecto invernadero de la Unión en, al menos, un 55% para 2030 con respecto a los valores de 1990 (Pacto Verde Europeo). En consecuencia, la Estrategia Madrid 360 desarrolla esta Hoja de Ruta, que no solo responde a este llamamiento, sino que establece un nivel de ambición mayor, como corresponde a aquellas ciudades que quieren situarse a la vanguardia de la lucha frente al Cambio Climático.

Así, la acción climática que se refleja en esta Hoja de Ruta deriva del objetivo general establecido por la Estrategia Ambiental Madrid 360 de transformar Madrid en una ciudad más sostenible desde el punto de vista ambiental, incidiendo de forma directa sobre una mejora en la calidad de vida, en el desarrollo de una economía baja en carbono y en una mayor seguridad y resiliencia frente a los riesgos climáticos. En ella se identifican y desarrollan aquellas acciones especialmente relevantes de Madrid 360 en materia de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, con el fin de detener, revertir y mitigar los efectos derivados del Cambio Climático, así como medidas de adaptación climática que incrementen la capacidad de respuesta de la ciudad ante los impactos climáticos. Además, la ciudad quiere avanzar en la transición hacia la neutralidad climática siguiendo principios de “no dejar a nadie atrás” y de “no perjudicar”. Así, esta Hoja de Ruta pretende contribuir al desarrollo de la economía local, mediante la innovación social y la generación de oportunidades de empleo.

La **Hoja de Ruta hacia la Neutralidad Climática para 2050 de la Ciudad de Madrid**, alinea las políticas municipales con las europeas y estatales, y hace propios los retos más ambiciosos de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Esta Hoja de Ruta tiene por metas **reducir las emisiones de la ciudad de Madrid el 65% en 2030, respecto a 1990 y alcanzar la neutralidad climática en el año 2050** (escenario sostenible).

Pero este viaje no comienza ahora, Madrid ya tiene un camino hecho en esta dirección. Esta Hoja de Ruta se suma a un conjunto de compromisos, planes e instrumentos que constituyen la planificación climática de la ciudad de Madrid, un plan vivo que va actualizando, ampliando y añadiendo nuevas iniciativas.

La Hoja de Ruta constituye, por tanto, un análisis de carácter técnico que tiene por objeto dar soporte al compromiso político de acción frente al Cambio Climático de la ciudad de Madrid. Este compromiso responde, en primer término, a movimientos y herramientas de carácter internacional entre los que destacan:

- **Pacto verde europeo (Green Deal).** El 11 de diciembre de 2019, la Comisión presentó su Comunicación sobre el **Pacto Verde Europeo**. Se trata de una nueva estrategia de crecimiento para la UE tendente a transformarla en una sociedad climáticamente neutra, equitativa y próspera, con una economía moderna, eficiente en el uso de los recursos y competitiva. En la reunión del Consejo Europeo de diciembre de 2019, los dirigentes de la UE reiteraron su empeño en ejercer un papel motor en la lucha mundial contra el cambio climático, confirmando el objetivo de la neutralidad climática para 2050. En diciembre de 2020, el Consejo Europeo ha refrendado el nuevo objetivo, vinculante para la UE, de reducir las emisiones netas de gases de efecto invernadero de la Unión en al menos un 55% para 2030 con respecto a los valores de 1990, lo que representa 15 puntos porcentuales por encima del objetivo de 2030 acordado en 2014. Estos objetivos se incluyen en la Ley Europea del Clima aprobada en junio 2021, que establece y define el objetivo de neutralidad climática de la UE a 2050.

- **Fondos de recuperación, transformación y resiliencia (Next Generation EU).** Ambicioso Plan de financiación que recoge, como uno de los principales objetivos en el programa de España, “Un país que apuesta por la descarbonización, que invierte en infraestructuras verdes y que transita desde las energías fósiles hasta un sistema energético limpio”, siendo la transición ecológica uno de los cuatro ejes transversales. La variable climática es, por tanto, uno de los ejes para destinar los fondos asociados al Plan.

El **Acuerdo de París** alcanzado en el marco de la Conferencia de las Partes (COP21, diciembre 2015) de la Convención sobre el Cambio Climático, que establece conforme a las conclusiones de la comunidad científica (IPCC) el objetivo de limitar el aumento de la temperatura mundial por debajo de los 2 °C, recomendando mantener incluso por debajo de los 1,5 °C este incremento para evitar consecuencias irreversibles y que, en términos de reducción de emisiones, deberá traducirse en la especificación de contribuciones determinadas a nivel nacional. A destacar también el papel relevante de Madrid en la celebración de la **COP 25** (diciembre 2019) en la que se reiteró la visión y ambición climática de nuestra ciudad.

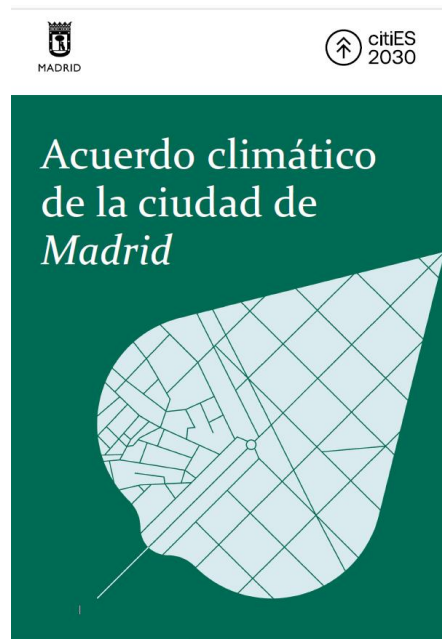
- El reto asumido por el Ayuntamiento de Madrid como miembro de la Red de Liderazgo de ciudades frente al Cambio Climático **C40**, que requiere la elaboración de una Hoja de Ruta antes de 2020 (Iniciativa Deadline 2020) para alcanzar la neutralidad en emisiones de gases de efecto invernadero antes de 2050, con un objetivo intermedio en 2030.

- **Pacto de Alcaldías por el Clima y la Energía**, del que Madrid forma parte desde su fundación en 2008 con el propósito de reunir a los gobiernos locales que voluntariamente se comprometen a alcanzar y superar los objetivos de la UE en materia de clima y energía.

- Desde abril 2022 Madrid forma parte de la **Misión Europea de ciudades inteligentes y climáticamente neutras**, uno de los componentes que estructuran el nuevo Programa Marco Europeo de Investigación e Innovación “Horizonte Europa” previsto para el periodo 2021-2027 y cuyo objeto es apoyar, promover y mostrar la transformación de cien ciudades europeas hacia la neutralidad climática de aquí a 2030 para convertirlas en centros de experimentación e innovación para todas las demás.

Como parte de los compromisos de la Misión, a finales del mes de marzo de 2023 se firmó el Acuerdo climático de la ciudad de Madrid. En él se aborda la Misión con una visión sistémica de toda la ciudad y con tres intervenciones estratégicas prioritarias: nuevos desarrollos de ciudad climáticamente neutros, nueva cultura para los ciudadanos del futuro a través de la intervención en campus universitarios y escuelas transformadas en entornos climáticamente neutros y la transformación y regeneración de la ciudad consolidada con los equipamientos, el espacio público, y otras instalaciones públicas actuando como nodos de neutralidad.

Además, en octubre de 2023 la Comisión Europea otorgó a Madrid el “Sello Misión”, reconociendo la ambición y el trabajo de la ciudad en el desarrollo de su Acuerdo Climático. La iniciativa CitiES2030 que agrupa las ciudades Misión españolas, se configura como el referente a escala nacional de la Misión UE y, por tanto, posiciona a Madrid en la vanguardia de ciudades que ya están actuando para establecer una herramienta de colaboración con el Estado español y otras administraciones para avanzar en la descarbonización urbana.



La Hoja de Ruta desarrolla la acción climática ya reflejada de forma genérica en la [Estrategia Ambiental Madrid 360](#) y en el [Plan de calidad del aire y cambio climático](#), que también se recoge específicamente en distintas declaraciones institucionales como:

#### Acuerdos de la Villa 2020

en cuyo Acuerdo MEC.GT1.067/274 se señala la necesidad de acciones municipales específicas de lucha contra el Cambio Climático, con el fin de alcanzar como mínimo los objetivos nacionales y europeos para los años 2030 y 2050 sobre descarbonización y neutralidad climática.

#### Declaración de Emergencia Climática

(25/09/2019), por la que el Pleno municipal aprobó la necesidad de establecer los compromisos políticos, normativas y recursos necesarios para garantizar la reducción progresiva de gases de efecto invernadero.

El documento que se desarrolla a continuación es el resultado de un análisis, coordinado desde el Área de Urbanismo, Medio Ambiente y Movilidad, que ha contado desde su inicio con la contribución de distintas fuentes:

- Colaboración de diversos departamentos municipales que ha servido para alinear políticas, objetivos y buscar la necesaria sinergia en la acción climática
- Directrices técnicas de las redes de ciudades, entre ellas C40
- Universidades y centros de investigación a través de proyectos europeos y estudios específicos
- Consultores especializados en materia de descarbonización y entidades privadas de carácter estratégico en materia de energía y clima
- Colaboración con diversas organizaciones, entidades sociales y privadas para fortalecer la integración de aspectos sociales como el acceso a los recursos públicos, la creación de empleo y la involucración de la ciudadanía, fundamentales para el avance hacia los compromisos de descarbonización.

## 2 | Situación de partida

El cumplimiento de los objetivos de la Hoja de Ruta estará estrechamente ligado a la evolución del contexto socio-económico que acompañe al proceso. La puesta en práctica de muchas de las medidas requerirá inversiones económicas, tanto desde el ámbito público como privado, y un objetivo explícito de cohesión social y desarrollo inclusivo. La Hoja de Ruta debe por tanto tener muy en cuenta las tendencias medioambientales, económicas, sociales y tecnológicas, que incluyen las siguientes variables:

### Tendencias sociales

- Envejecimiento de la población
- Conciencia medioambiental de la población
- Capacidad de gestión de consumo y producción energética
- Pobreza energética (crisis energética)
- Proceso demográfico de urbanización
- Movilidad activa y compartida, cambio modal

### Tendencias tecnológicas

- Desarrollo de tecnologías más eficientes (ej. bomba de calor, vehículos híbridos o eléctricos) y fuentes energéticas alternativas (ej. hidrógeno)
- Incremento de la proporción de renovable en el mix energético
- Reducción del coste de generación renovable y baterías
- Nuevos modelos de producción y distribución energética (autoconsumo)

### Tendencias económicas

- Crecimiento económico
- Desarrollo de modelos de negocio colaborativos
- Desarrollo de una fiscalidad medioambiental
- Precio de las emisiones de GEI
- Oportunidades de empleo verde
- Teletrabajo

### Tendencias medioambientales

- Desarrollo de herramientas más precisas de cálculo y seguimiento de emisiones GEI
- Incremento de eventos climáticos adversos
- Normativa europea de energía, clima y calidad del aire más exigente
- Políticas de mitigación y adaptación (Misiones Europeas)
- Renaturalización de las ciudades y fomento de la biodiversidad
- Urbanismo de proximidad

El Ayuntamiento dispone de numerosas herramientas que permiten acercarse a un diagnóstico urbano, tales como el [análisis socio-económico](#), el [Informe mensual de coyuntura económica](#), los [Informes de diagnóstico por distrito](#), [índices de vulnerabilidad por distritos](#), o el [diagnóstico de ciudad](#) realizado con motivo de los trabajos de Revisión PGOUM, entre otros.

### Tendencias medioambientales

En los últimos años la ciudad de Madrid ha puesto en marcha políticas, planes y acciones para reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Habitualmente estas acciones se han asociado a otros planes municipales como los de calidad del aire, movilidad o regeneración urbana, aprovechando recursos, desarrollando sinergias y tratando de orientar en la misma dirección las distintas políticas municipales.



Para conocer el estado y la evolución de estas emisiones a la atmósfera, el Ayuntamiento de Madrid elabora anualmente el Inventario de GEI de la ciudad de Madrid. El inventario ofrece información de las emisiones directas (alcance 1) e indirectas por consumo eléctrico y pérdidas por la distribución (alcances 2 y 3), desagregadas por sectores de actividad.

El Inventario sigue la metodología del proyecto europeo CORINAIR, coordinado por la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) y cumple los requisitos establecidos por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) y el Grupo de Trabajo sobre Inventarios y Proyecciones de Emisiones a la Atmósfera de la Comisión Económica para Europa de Naciones Unidas (TFEIP - UNECE). La recopilación, análisis y consolidación de información implica un desfase en la publicación del inventario, de forma que el último informe corresponde al año 2021. Los valores del Inventario de emisiones de GEI 2021 arrojan un volumen total de emisiones de **8.224 ktCO<sub>2</sub>eq**, de las cuales **6.356,4 ktCO<sub>2</sub>eq** (77,3%) son emisiones directas y **1.867,6 ktCO<sub>2</sub>eq** (22,7%) indirectas.

Desagregación sectorial del total de emisiones de GEI (año 2021)

Sector	Emisiones kt CO <sub>2</sub> eq	Contribución (%)
<b>Residencial, Comercial e Institucional</b>	3.678,4	44,4
<b>Industria*</b>	503,7	6,1
<b>Transporte por carretera</b>	2.253,4	27,4
<b>Otros modos de transporte</b>	653,8	8,0
<b>Tratamiento y eliminación de residuos**</b>	808,6	9,8
<b>Otros***</b>	356,2	4,3
<b>TOTAL</b>	<b>8.224,0</b>	<b>100</b>

(\*) Incluye emisiones industriales derivadas o no de procesos de combustión (grupos SNAP 03 y 04)

(\*\*) Incluye tratamiento de residuos y tratamiento de aguas residuales

(\*\*\*) Incluye la Extracción y distribución de combustibles fósiles, el uso de disolventes y otros productos, la agricultura y la naturaleza (exceptuando las absorciones de CO<sub>2</sub> por parte de los sumideros)

Emisiones directas e indirectas de GEI (año 2021)

Año 2021	Emisiones kt CO <sub>2</sub> eq	Contribución (%)
<b>Directas</b>	6.356,4	77,3
<b>Indirectas</b>	1.867,6	22,7
<b>TOTAL</b>	<b>8.224,0</b>	<b>100</b>

Por sectores de actividad, el Residencial, Comercial e Institucional (RCI) es el que tiene una mayor contribución de emisiones **3.648 ktCO<sub>2</sub>eq** (44,4%), seguido por el de Transporte por carretera **2.253 ktCO<sub>2</sub>eq** (27,4%) y Tratamiento y eliminación de residuos **808,6 ktCO<sub>2</sub>eq** (9,8%).

Respecto a 1990, en el año 2021 las emisiones directas de GEI del municipio han disminuido un 24% y las emisiones indirectas un 60%, lo que implica una reducción del total de emisiones del 37%. En el periodo 2000-2021, las emisiones directas del sector “RCI” han disminuido un 20% (pese al crecimiento experimentado en el último año) y las del “Transporte por carretera” un 44%. Cabe destacar, que las emisiones del año 2021 continúan estando notablemente influenciadas por la pandemia de la COVID-19, que ha afectado a la actividad de algunos sectores de forma decisiva, como es el caso de los sectores relacionados con el transporte de pasajeros o mercancías.

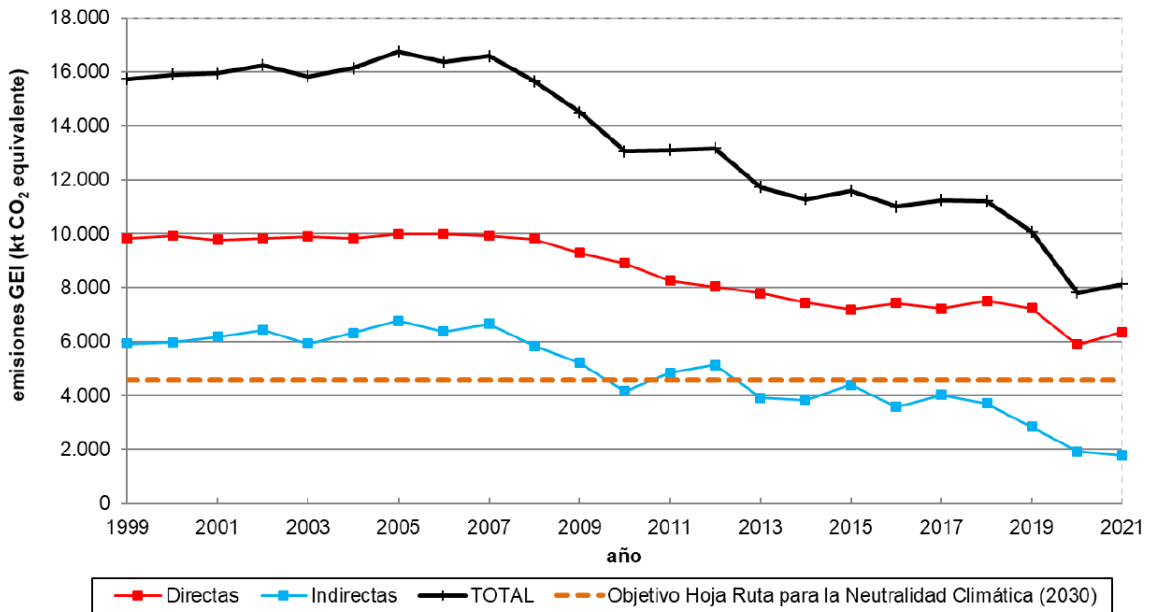
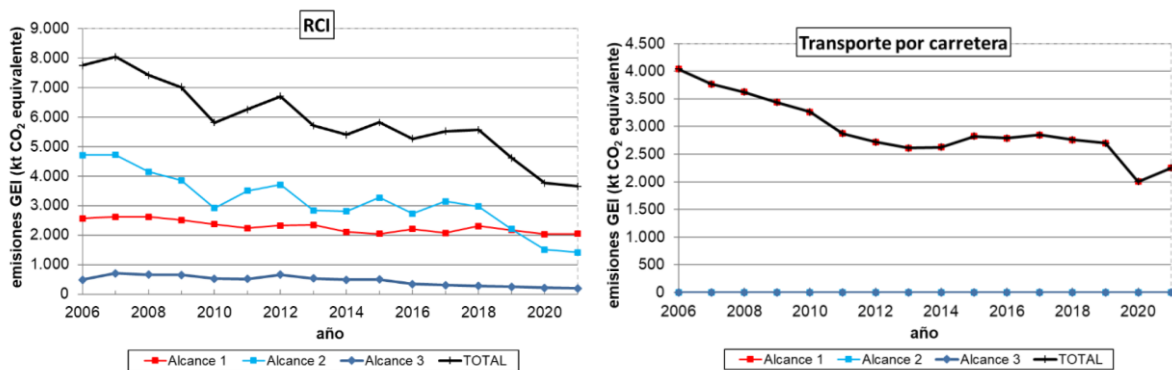


Figura 6. Evolución de las emisiones directas e indirectas de GEI en el municipio de Madrid



Los indicadores muestran una cifra muy inferior de emisiones per cápita en el municipio de Madrid en relación a la media nacional, así como una mayor intensidad energética.

La emisión per cápita municipal se ha reducido un 55% en el periodo 2000-2021, como consecuencia del crecimiento de la población (un 15%) y del descenso de las emisiones totales de GEI (un 48%). Así mismo, la “intensidad de emisión por unidad de PIB” se ha reducido un 65%, dado que al descenso de las emisiones de GEI ya comentado, se ha de sumar un incremento del PIB (un 47%).

En 2021, el municipio de Madrid acogió el 7% de la población nacional y generó el 3% de las emisiones totales de GEI. Así, la emisión per cápita municipal fue un 59% inferior a la media nacional (2,5 frente a 6,1 t/habitante). Del mismo modo, Madrid generó el 13% del PIB nacional, por lo que su “intensidad de emisión por unidad de PIB” fue un 78% inferior al valor nacional (59 frente a 268 t/M€2010). Estas importantes diferencias se deben, en gran medida, a la estructura productiva del municipio, cuya actividad económica se basa en el sector terciario (servicios) y no en la industria que, al consumir más energía, genera más emisiones.

Indicadores de emisión a nivel municipal y nacional (año 2021)

Año 2021	Emisión per cápita (t CO <sub>2</sub> eq/hab)	Emisión por unidad de PIB (t CO <sub>2</sub> eq / mill € <sub>2010</sub> )
<b>Madrid</b>	2,5	59
<b>España</b>	6,1	268
<b>Ratio Madrid/España</b>	0,41	0,22

En el periodo evaluado (2000-2021), la emisión per cápita municipal ha tenido un mayor descenso que en el conjunto nacional (un 55% frente al 36% nacional) pese a que la población tuvo un mayor crecimiento en el conjunto del país (un 17% frente a casi un 15% en el municipio de Madrid). Por tanto, el descenso en la emisión per cápita se debe a una mayor reducción de las emisiones municipales (un 48% frente al 25% nacional). Desde el punto de vista de las emisiones por unidad de PIB, este indicador muestra en Madrid una reducción del 65% en el periodo 2000-2021, mientras que en España la disminución es del 45%. Esta diferente evolución es reflejo de un mayor descenso de las emisiones totales de GEI a nivel municipal y de un mayor incremento del PIB.

Los esfuerzos de mitigación se han centrado en los sectores más emisores, el transporte y la edificación asociados al desarrollo de políticas convergentes como las de Calidad del Aire, la rehabilitación de edificios o la eficiencia energética.

En general, la ciudad de Madrid, gracias al conjunto de acciones municipales y de otras instituciones y sectores, está siguiendo una senda acertada en la reducción de emisiones. Si bien, las tendencias muestran la necesidad de acelerar e incrementar los ritmos de reducción.

La consecución de los objetivos que se establecen en esta Hoja de Ruta incide en la necesidad de continuar e intensificar las políticas de mitigación de emisiones, afrontando retos como el **desacoplamiento del crecimiento económico del incremento en el consumo energético y de emisiones**, y promoviendo un desarrollo inclusivo que cuente con la implicación de la ciudadanía y ayude a la cohesión social, impulsando la transformación urbana hacia modelos sostenibles.

## Tendencias económicas

El Ayuntamiento publica anualmente el informe Madrid Economía, un análisis socio-económico de la ciudad que ofrece un panorama general de la situación actual y tendencias. La [edición 2023](#) expone una situación de crecimiento económico mantenido en los últimos años, en una clara senda de recuperación desde la crisis producida a finales de la primera década de este siglo, y la caída del empleo y de la actividad de algunos sectores estratégicos provocada por la pandemia. La ciudad ha conseguido recuperarse y superar los niveles previos a la pandemia, presentando máximos históricos en número de afiliados a finales de 2022 y principios del 2023.

La estructura productiva de la ciudad está dominada por los servicios (88,3%), seguida de la industria (7,4%) y la construcción (4,3%). Dentro de los servicios, las ramas más destacadas son Información y comunicaciones, Actividades profesionales, científicas y técnicas, Actividades inmobiliarias y Actividades financieras. Estos cuatro grupos concentran el 40% del valor añadido total generado por la economía de Madrid.

Ésta ha destacado en los últimos años por una relativa fortaleza, acompañada de una dinámica empresarial al alza. Según el [Informe de coyuntura económica](#) de noviembre de 2023, el PIB creció un 5,8 % en 2022, cinco décimas menos que un año antes, e igual al conjunto nacional. La pandemia provocó que la actividad económica madrileña retrocediera un 10,5 % en el año 2021, ligeramente menos de lo que hizo el conjunto de España, aunque en 2022 se ha producido un crecimiento en todos los sectores, exceptuando las actividades financieras y de seguros dentro del sector servicios. El análisis destaca la importancia en la ciudad de sectores estratégicos como el turismo, las infraestructuras en transporte, la investigación y formación o el sector financiero y la exportación.

En lo que respecta al empleo, según los datos de la Encuesta de Población Activa 2022, la media anual de la tasa de empleo en Madrid se sitúa en 71,61% para las personas entre 16 y 64 años, frente a una tasa de desempleo del 10,97%. En cambio los datos del Panel Estable de Hogares del Ayuntamiento de Madrid arroja cifras más altas y destaca un riesgo de desempleo mayor para mujeres (17,5% frente al 14,7% de los hombres) y para personas nacidas fuera de la UE (19%). La transición energética supone una oportunidad para la creación de empleo y desarrollo de la economía local. El [Informe sobre empleo verde](#) del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico destaca la falta de profesionales capacitados para satisfacer la creciente demanda de empleo especializado que surgirá durante la transición ecológica.

Además, es relevante destacar los cambios en las tendencias al teletrabajo que han surgido desde el inicio de la pandemia. A pesar de la disminución observada después de este periodo, el teletrabajo en la Comunidad de Madrid sigue manteniéndose por encima de la media nacional. Según datos del INE correspondientes al segundo trimestre de 2022, un 22% de los trabajadores de la región realiza teletrabajo ocasional o más de la mitad de sus jornadas laborales. No obstante, la situación actual revela que el 46% de los empleos de la Comunidad de Madrid son susceptibles de ser realizados en modalidad teletrabajo, marcando una brecha de 24 puntos con respecto a la tasa actual de teletrabajadores. Este indicador señala un notable potencial de expansión del teletrabajo en la región, con alrededor de 785.000 personas adicionales que podrían adoptar esta modalidad laboral con alguna frecuencia en comparación con la situación actual, lo que a su vez que podría tener repercusiones en la disminución de desplazamientos diarios y, por consiguiente, en la reducción de emisiones.

## Tendencias sociales

En términos demográficos, la población de la ciudad alcanzó la cifra de 3.339.931 habitantes en enero de 2023, representando un incremento del 1,6% más en comparación con el año 2022. Este aumento marcó un cambio significativo después de la pérdida de casi 50.000 habitantes experimentada en los dos años previos, debido a la pandemia, recuperándose la tendencia positiva observada durante el periodo 2015-2019. Además, la ciudad forma parte de un área metropolitana que alberga casi 7 millones de habitantes.

Los datos del Padrón Municipal muestran una sociedad que experimenta un proceso de envejecimiento, evidenciado por el hecho de que un 17% de la población tiene menos de 19 años, mientras que el 20% supera los 65. La llegada de personas de otros países ha propiciado la incorporación de nuevos trabajadores a la actividad productiva, generando un aumento en la base de la pirámide de edad correspondiente a los segmentos más activos laboralmente y contribuyendo al rejuvenecimiento general de la población.

En cuanto a la configuración de los hogares, según los datos recopilados en el [informe de diagnóstico social](#) correspondiente al periodo 2021-2022, el 31,1% de los hogares en la ciudad de Madrid son unipersonales, y un 12,3% están conformados únicamente por una persona mayor de 65 años. Con relación a los modelos de convivencia, alrededor de uno de cada tres hogares está compuesto por una pareja de personas adultas con menores a su cargo, mientras que cerca de uno de cada cuatro está formado por parejas sin hijos. También se observa que un 8,2% de los hogares adoptan otras formas de convivencia, destacando la notable presencia de personas migrantes en esta categoría.

Aunque solo el 2,5% de los hogares son monoparentales, su peso en los servicios sociales de la ciudad es considerablemente mayor debido a la vulnerabilidad asociada a esta estructura familiar. Además, en el 38,6% de los hogares, la persona que asume el papel principal de sustento es una mujer. Resulta relevante destacar que la edad promedio de estos sustentadores principales es de 62 años, lo cual refleja nuevamente una sociedad que enfrenta el desafío del envejecimiento, al mismo tiempo que pone de manifiesto las dificultades que experimentan las personas jóvenes para establecer sus propios hogares.

En términos de vulnerabilidad económica, el 28,14% de los hogares enfrentan dificultades para llegar a fin de mes. Entre ellos, se destacan aquellos que experimentan problemas para cubrir el pago de su vivienda (7,93%), mantener la temperatura adecuada en la misma durante el verano o el invierno (7,06%) o abonar los suministros básicos (5,91%). Es importante señalar que estas dos últimas situaciones son indicativas de lo que se conoce como pobreza energética. Cabe resaltar que los hogares monoparentales y aquellos compuestos únicamente por una persona mayor tienden a acumular más desventajas y ver comprometido su bienestar de manera más significativa.

En relación con la percepción sobre la transición climática, según un Informe del Observatorio de Transición Justa, el 57% de la población de la Comunidad de Madrid tiene una visión positiva respecto al impacto de la transición ecológica en su entorno. Además, los habitantes de Madrid muestran una mayor disposición que la media estatal para adoptar medidas que favorezcan la lucha contra el cambio climático, como la instalación de paneles fotovoltaicos en sus viviendas (92% frente a 89%) o la adquisición de un vehículo híbrido o eléctrico (78% frente a 69%). En lo que respecta a los hábitos de movilidad, es importante destacar que la pandemia ha generado cambios significativos en los patrones de movilidad de la población de Madrid. Mientras que el [Informe de Movilidad](#)

2020 reflejó cifras de motorización relativamente estables (alrededor de 425 vehículos por cada 1000 habitantes), la tendencia a la matriculación de vehículos experimentó una reducción del 51,7% en 2023 con respecto al año anterior, según información de la Secretaría General de Estadística.

### 3 | Objetivos de reducción de emisiones

La urgencia por acelerar los procesos de reducción de emisiones justifica el incremento del nivel de ambición en cuanto a objetivos de descarbonización y la reducción de los plazos para alcanzar la neutralidad en carbono. El Acuerdo de París y los objetivos planteados por la Unión Europea en el Marco sobre Clima y Energía para 2030 son las referencias a nivel europeo. En el ámbito local, el Ayuntamiento de Madrid adopta inicialmente los objetivos recogidos en el Plan A, Plan de Calidad del Aire y Cambio Climático de la ciudad de Madrid. Sin embargo, con el fin de alcanzar las metas europeas más avanzadas y observando el contexto del Pacto Verde Europeo, la ciudad de Madrid no solo asume el reto de la Comisión Europea para intensificar la ambición climática de Europa para 2030, sino que apuesta por un compromiso más ambicioso dentro de su Estrategia Ambiental Madrid 360:

**Reducción del 65% en las emisiones de gases de efecto invernadero para 2030 (respecto a 1990), superando la ambición europea en 10 puntos y posicionando a Madrid en la senda de la neutralidad climática para 2050.**

Así pues, considerando que las emisiones en el año 1990 fueron **12.954 ktCO<sub>2</sub>eq (13 MtCO<sub>2</sub>eq)** y que, conforme a la evolución experimentada hasta la fecha y la previsible trayectoria (escenario tendencial) no es posible alcanzar los objetivos planteados, se plantean los siguientes escenarios de reducción de emisiones GEI de la ciudad de Madrid:

Siguiendo el **escenario sostenible**, que implica acentuar las medidas de reducción con mayor capacidad de abatimiento y establecer herramientas innovadoras de implementación tal y como se describe más adelante, el volumen de emisiones previsto para **2030** será de **4,5 MtCO<sub>2</sub>eq** lo que supone una reducción de **65,3% MtCO<sub>2</sub>eq** respecto al año 1990, llegando a las **1,4 MtCO<sub>2</sub>eq** en **2050**, y alcanzando la neutralidad a través de mecanismos de compensación.

Siguiendo el **escenario extendido**, que requiere cambios socioeconómicos no probables, aunque técnicamente viables, el volumen de emisiones previsto para **2030** será de **3,4 MtCO<sub>2</sub>eq** lo que supone una reducción de **73,8% MtCO<sub>2</sub>eq** respecto al año 1990, llegando a las **0,6 MtCO<sub>2</sub>eq** en **2050**, y alcanzando la neutralidad a través de mecanismos de compensación. El Acuerdo Climático de la Ciudad de Madrid inicia las vías para poder explorar cómo se podría desarrollar dicho 'escenario extendido', de forma que la ciudad pueda establecer objetivos más ambiciosos sobre la descarbonización de sus sistemas.

Otros documentos a nivel municipal y autonómico han asumido compromisos coherentes con el escenario sostenible delineado en esta Hoja de Ruta. En el marco del Plan de Movilidad Sostenible Madrid 360, se han establecido proyecciones de reducción de emisiones mediante un modelo de simulación del tráfico urbano, considerando la reducción del uso de vehículos privados y el cambio del parque circulante. Según estas estimaciones, se espera alcanzar, de manera aproximada para el año 2030, una reducción superior al 65% de las emisiones de GEI generadas por el tráfico urbano con respecto a los niveles registrados en 1999. En paralelo, la Comunidad de Madrid, a través de su [Estrategia de Energía, Clima y Aire 2023-2030](#), ha fijado metas específicas para la

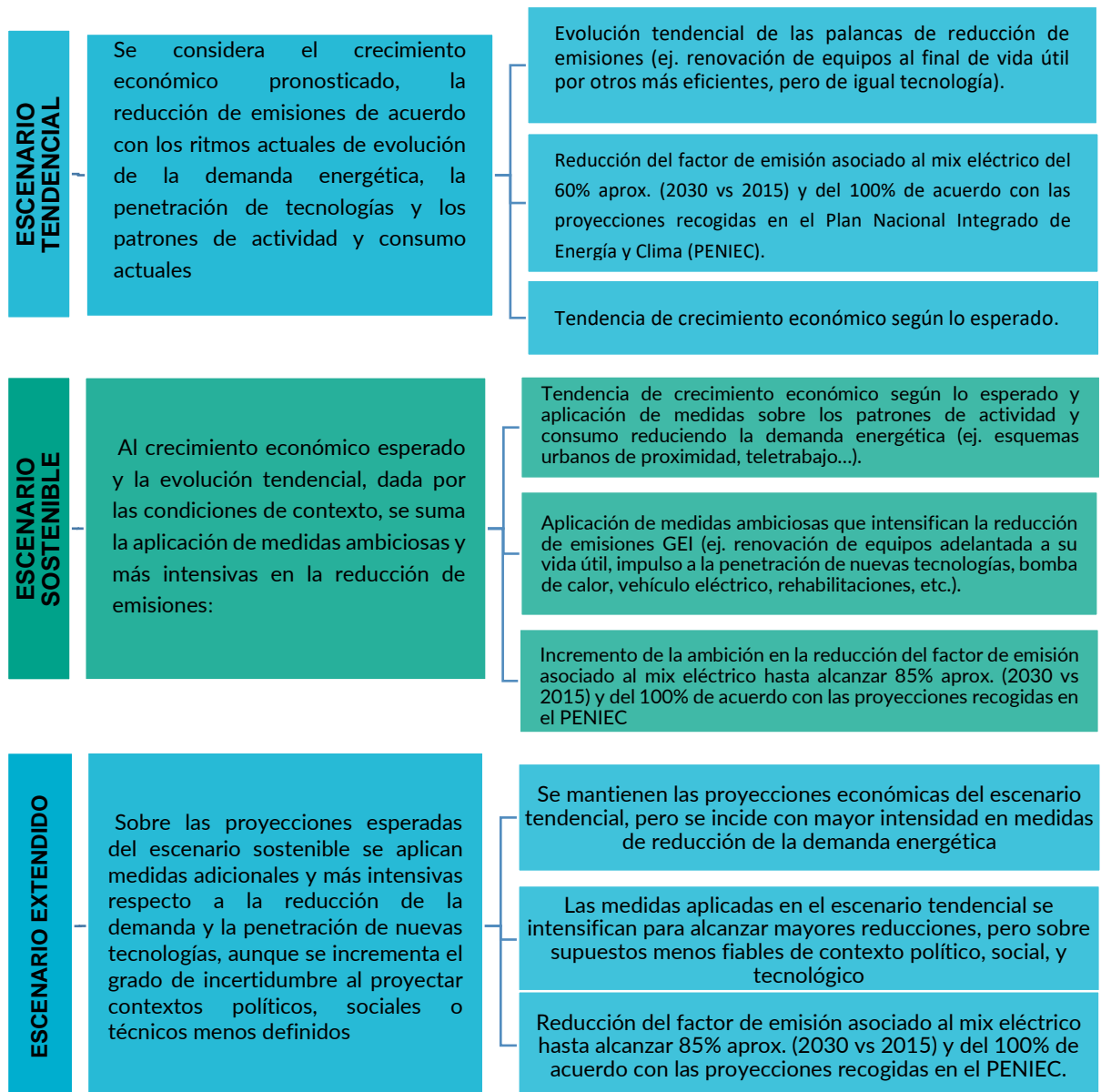
reducción de GEI, declarándose consistente y alineada con esta Hoja de Ruta, sus planteamientos y objetivos.

## Escenarios de reducción de emisiones

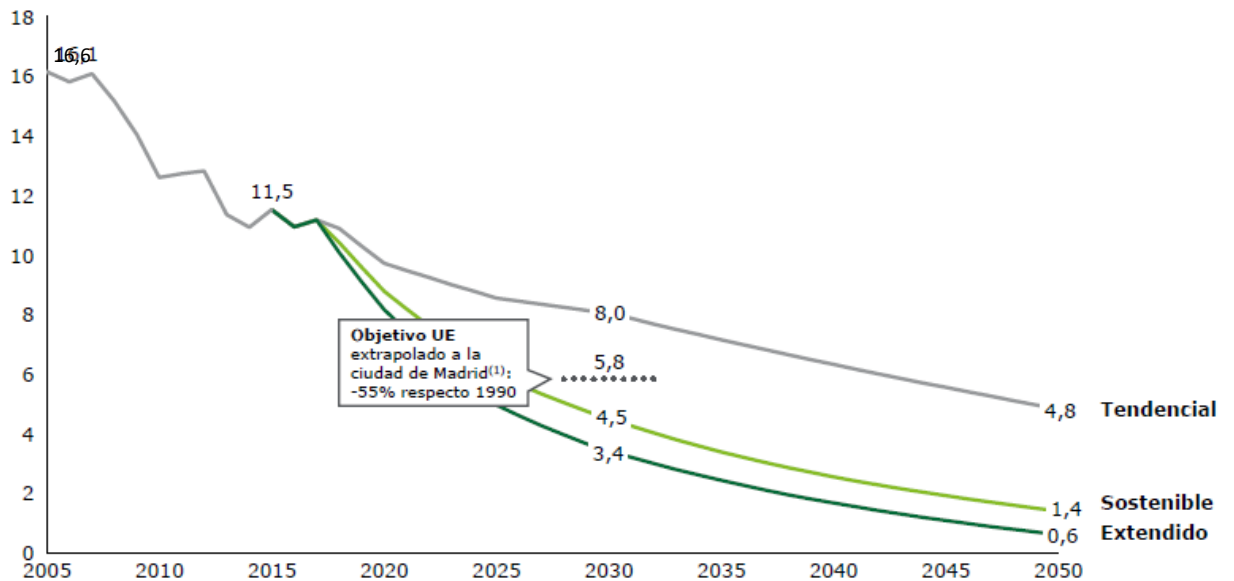
Alcanzar los objetivos planteados implica el desarrollo de políticas, planes y acciones que, desde todos los ámbitos de la sociedad, pero especialmente desde las distintas administraciones, promuevan una transformación de los sectores y palancas responsables de las emisiones.

La neutralidad en emisiones de carbono para el año 2050 supone una reducción anual paulatina que deberá cumplir con unos objetivos parciales hasta ese momento. La intensidad en la reducción de emisiones será determinada por el conjunto de medidas que se apliquen, tanto desde el ámbito local como del contexto supramunicipal.

En función de la aplicación de medidas y de las condiciones de contexto se definen 3 trayectorias para la ruta de descarbonización:



Emisiones por escenario 2005-2050  
(Mt CO<sub>2</sub>eq)



De acuerdo con el desarrollo de las trayectorias, tanto en el escenario sostenible, como en el extendido, se cumplen los objetivos ambiciosos de la UE para el año 2030. El escenario sostenible muestra un nivel de emisiones en ese año de **4,5 MtCO<sub>2</sub>eq**, reduciendo un 61% el volumen de toneladas respecto al año 2015 y del 65,3% respecto a 1990, mejorando así las metas propuestas por la UE.

El escenario extendido incrementa esta ambición llegando a 3,4 MtCO<sub>2</sub>eq en 2030, un 70,4% menos que en 2015 y del 73,8% respecto a 1990.

En el año 2050 aún quedarían emisiones residuales **1,4 MtCO<sub>2</sub>eq** en el escenario sostenible y **0,6 MtCO<sub>2</sub>eq** en el extendido, que deberían neutralizarse a través de medidas de compensación complementarias como la absorción por medio de plantaciones forestales.

Como se pone de manifiesto en la gráfica, el periodo 2020-2030 tiene una especial relevancia en las trayectorias de descarbonización, siendo necesaria una marcada intensidad en la aplicación de medidas y en la creación de las condiciones para provocar una descarbonización inercial en el segundo periodo 2030 -2050.

## Co-beneficios de las políticas climáticas

El camino hacia la neutralidad implica una evolución de muchos de los modelos urbanos actuales y una transformación social y económica. En este proceso, debe destacarse la importancia de los co-beneficios que van a producirse de manera asociada a las acciones de descarbonización. Además, explicar de manera clara y hacer visibles los beneficios asociados puede ser clave para crear incentivos y lograr la participación efectiva de la ciudadanía en el proceso de descarbonización.

Las actuaciones en materia de eficiencia energética sobre el parque edificado tendrán como efecto asociado la mejora de la calidad habitacional, especialmente en aquellos edificios y zonas más vulnerables de la ciudad, y mejorarán también las condiciones de acceso a la energía, reduciendo las situaciones de pobreza energética y generando impactos positivos en la salud, el aprendizaje y el rendimiento escolar. Además, la mejora



de la eficiencia energética presenta oportunidades para la creación de nuevos empleos cualificados y de calidad, impulsando el fortalecimiento de la economía local.

La evolución en la movilidad tendrá un efecto directo en la calidad del aire de la ciudad y en el impacto acústico, debido a la reducción de la demanda, a la penetración de nuevas tecnologías y al cambio modal hacia modos de transporte sostenibles. Además, la incorporación de conductas como el teletrabajo o el desarrollo de un urbanismo de proximidad provocarán la reducción de desplazamientos y ampliarán la presencia de modos no motorizados como el peatonal y el ciclista. Las políticas de mitigación asociadas a la movilidad tienen asociados co-beneficios para la salud de la población, bien sea por la mejora ambiental en la ciudad, como por el impulso de hábitos de vida saludables vinculados a la movilidad activa.

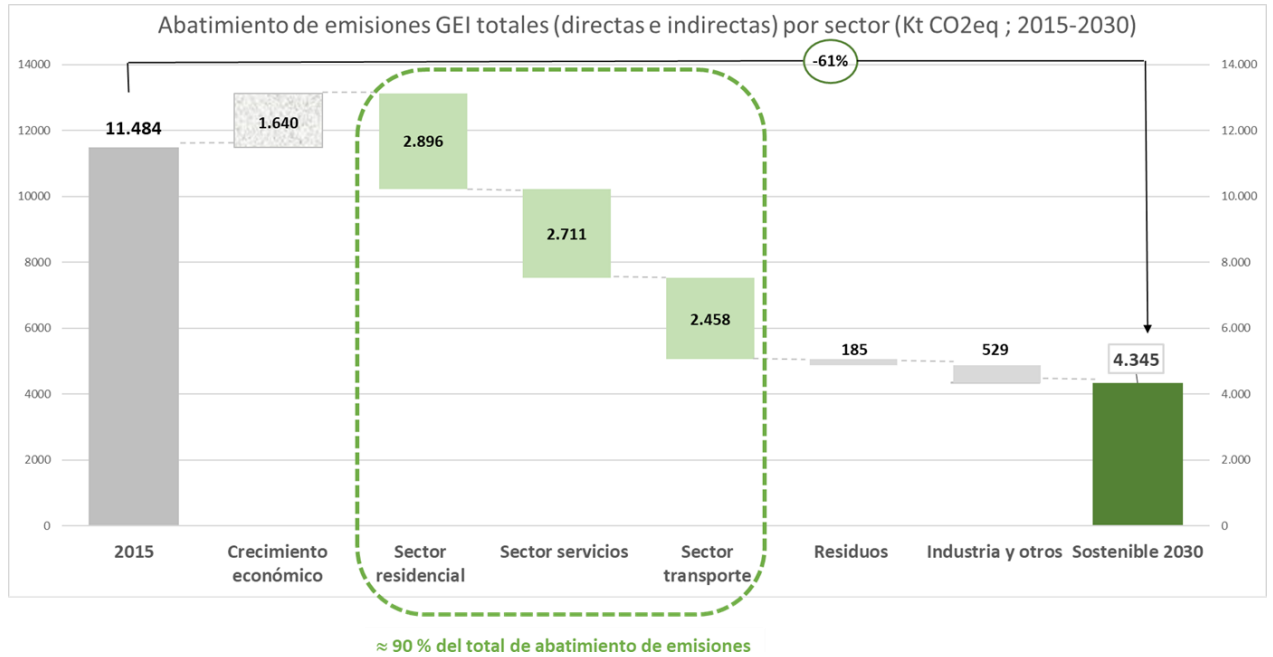
El desarrollo de mecanismos de compensación, como la creación de bosques sumideros de carbono, incrementará sustancialmente la presencia de naturaleza y biodiversidad en la ciudad con todos los beneficios asociados que esto supone.

Junto a las acciones de mitigación, se incorporan las medidas de adaptación al cambio climático de la ciudad, que además de reforzar la respuesta frente a los riesgos climáticos, destacan por los múltiples co-beneficios que aportan, desde la mejora en salud de los ciudadanos, la calidad de los espacios públicos, el estímulo de economías locales, la gestión del agua o la reducción de costes en seguros, entre un sinfín de otros efectos.

PALANCAS DE DESCARBONIZACIÓN	BENEFICIOS ASOCIADOS
Reducción de desplazamientos (teletrabajo, urbanismo de proximidad)	Salud
Reducción del uso del vehículo privado	Biodiversidad
Cambio modal	Naturación urbana
Nuevas tecnologías del transporte	Calidad del aire
Rehabilitación energética	Equidad e inclusión social
Electrificación de sistemas de calefacción	Gestión del agua
Reducción del volumen de residuos	Accesibilidad energética
Incremento de tasas de recuperación	Energía limpia
Compensación de emisiones	Acústica
	Crecimiento económico y empleo
	Economías locales, nuevos modelos de negocio
	Fomento economía circular

## 4 | Sectores y palancas de transformación

El objetivo global de reducción de las emisiones de GEI se alcanzará por la suma de los abatimientos producidos en cada uno de los sectores. La trayectoria marcada por el escenario sostenible muestra una contribución por sector en el periodo 2015–2030 según el gráfico siguiente.



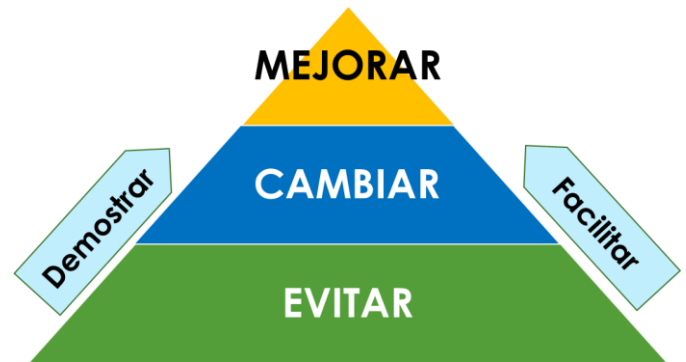
La suma de los abatimientos sectoriales entre el periodo 2015-2030 equivale a una reducción de emisiones del 61%, y del 65,3% respecto a 1990. (Cumplimiento de objetivos de UE).

El **sector residencial** es el que debe contribuir con el mayor volumen de reducciones (**2,9 MtCO<sub>2</sub>eq**), seguido del sector servicios (**2,7 MtCO<sub>2</sub>eq**) y el de transporte (**2,4 MtCO<sub>2</sub>eq**). Como se aprecia en el gráfico, la suma de las emisiones abatidas de los sectores de transporte, residencial y servicios aglutina la mayor parte de las emisiones a reducir, más del 91%.

Es, por tanto, en estos sectores donde deberá intensificarse la acción, aunque sin dejar de actuar en las otras áreas, ya que las estrategias de descarbonización deben ser integrales entendiendo las interrelaciones y la complejidad del sistema urbano.

Si bien el objetivo primordial de la Hoja de Ruta es identificar y acelerar aquellas medidas que tienen un potencial de reducción más significativo es importante señalar que el marco genérico de la misma no puede desestimar la necesaria **jerarquía de intervención** hacia un nuevo modelo urbano y el desarrollo de políticas emblemáticas, independientemente del potencial de reducción a corto plazo de las palancas de transformación. Esta jerarquía de políticas hacia la sostenibilidad adopta el enfoque de **EVITAR - CAMBIAR - MEJORAR**, también conocido por sus términos en inglés Avoid - Shift- Improve y que tiene una aplicación ampliamente extendida:

**1-EVITAR:** A veces también se emplea el término reducir. Se refiere a la no utilización o a la menor utilización de un recurso. Las acciones de aislamiento, rehabilitación y eficiencia energética en el sector de la edificación, la reducción de desplazamientos y de viajes motorizados o la reducción de generación de residuos son ejemplos básicos de un modelo urbano sostenible, aunque su impacto en términos de emisiones de GEI sea paulatino o difícil de cuantificar.



**2-CAMBIAR:** Se refiere a la selección de un modo u opción más eficiente a la actualmente empleada y es el segundo escalón en esta jerarquía. Así, la adopción de modos de movilidad activa (peatonal, ciclista) o transporte público, tecnologías de alta eficiencia para climatización como la bomba de calor o esquemas para la reutilización de materiales serían ejemplos de acciones de esta categoría.

**3-MEJORAR:** Se refiere a la incorporación de fuentes o tecnologías mejoradas que reduzcan el impacto en emisiones. Constituye el tercer paso en la transformación, una vez implementadas acciones dirigidas a evitar consumos y a adoptar las modalidades más eficientes. Como ejemplos de esta categoría, cabe destacar la movilidad eléctrica, la generación eléctrica y térmica con fuentes renovables o la recuperación de materiales a partir del reciclaje y la valorización de los residuos.

El papel del Ayuntamiento en esta jerarquía de acciones es doble, por una parte facilitar su desarrollo a través de normativas habilitantes, una planificación urbana alineada con los objetivos y unos servicios municipales que favorezcan su escalado y, por otra, actuar como elemento demostrador que sirva de ejemplo y de experimentación de las soluciones climáticas innovadoras. Además, el Ayuntamiento desempeña un papel fundamental brindando apoyo (información, financiación, acompañamiento...), particularmente a las personas en situación de vulnerabilidad, para que puedan participar en la transición.

Se definen en este documento los conceptos siguientes:

- **Estrategia:** cada uno de los procedimientos de actuación con capacidad de abatimiento de emisiones en los que pretende incidir la presente hoja de ruta. Se propone estructurarlas en la lógica anteriormente descrita de Evitar-Cambiar-Mejorar. Cada una de estas estrategias está formada por palancas, que son, a su vez, conjuntos de acciones.
- **Palanca:** cada uno de los sectores o conjuntos temáticos de acciones propuestos dentro de una estrategia.

- **Acción:** propuesta concreta y medible que persigue el abatimiento de emisiones de GEI. Se agrupan en palancas bajo un mismo tema o línea de trabajo.

A continuación, se analizan las principales palancas de abatimiento de emisiones para los principales sectores. Al final del apartado se incluye una tabla resumen y las acciones clave a desarrollar asociadas a dichas palancas de reducción. Así mismo en el apartado 7 se profundiza en las acciones y procesos clave desde la perspectiva municipal.

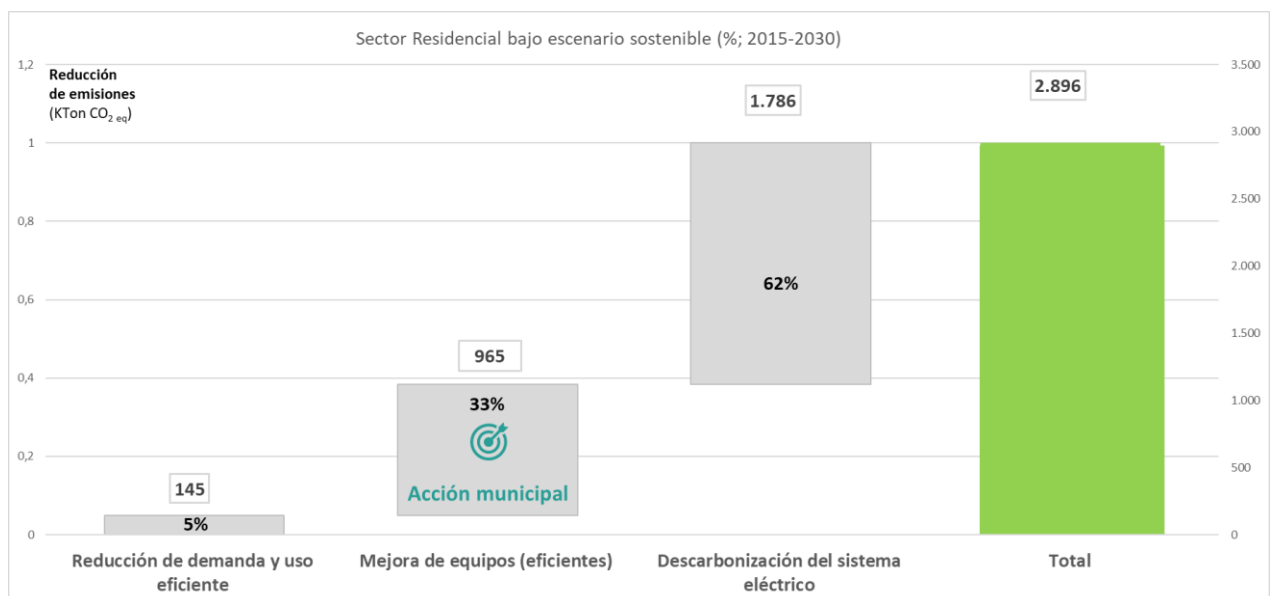
## Análisis de la reducción de emisiones en los principales sectores en el periodo 2015-2030

### Sector residencial

Dada la mayoritaria contribución de emisiones indirectas, derivadas del consumo eléctrico, en el sector residencial y la progresiva electrificación de la demanda energética del mismo para satisfacer necesidades de climatización, tiene especial relevancia la reducción de emisiones asociadas a la descarbonización del mix eléctrico por incorporación de fuentes renovables en la generación. En el escenario sostenible, la descarbonización esperada de la matriz energética en el periodo 2015-2030 implica una reducción de emisiones de **1,8 MtCO<sub>2</sub>eq**, más del 60% en este sector.

En segundo lugar, la renovación de equipos térmicos a calderas de condensación de GN y preferentemente a sistemas eléctricos basados en bomba de calor, con la consiguiente mejora de los rendimientos y eficiencia energética, permitirá reducir **1 MtCO<sub>2</sub>eq**, el 33% de las emisiones de este sector en el periodo 2015-2030.

Otras actuaciones de eficiencia energética (renovación de electrodomésticos, iluminación...) y rehabilitación y aislamiento participan en menor proporción a la descarbonización del sector en este limitado marco temporal, sin embargo, la acción en estos ámbitos resulta imprescindible por los beneficios adicionales que aportan en la dirección del uso eficiente de la energía, confort y calidad estancial en los edificios, así como por constituir el pilar fundamental en la jerarquía descrita anteriormente para un modelo urbano sostenible.



El Área de Políticas de Vivienda reconoce que los compromisos de descarbonización<sup>1</sup> obligan a aumentar diez veces el ritmo de la rehabilitación energética antes de 2030. Teniendo en cuenta además que se requieren inversiones considerables por parte de la ciudadanía en términos de recursos económicos, esfuerzo y tiempo, la disminución de emisiones del sector residencial representa un desafío significativo. La situación actual de este sector contribuye a comprender la dimensión de este reto. Según datos de la [Agenda Rehabilita Madrid](#) (2022):

- La ciudad de Madrid cuenta con 1,5 millones de viviendas, de las cuales un 70% fueron construidas con anterioridad a la normativa técnica de aislamientos de edificios (1979).
- Madrid requiere pasar de rehabilitar 2.040 viviendas en 2021 a 20.400 en 2030 hasta alcanzar un total de más de 80.000 viviendas rehabilitadas en 2030, para cumplir su compromiso con la Estrategia Nacional de Emergencia Climática a través del PNIEC.
- Entre 2017 y 2019 solo el 16% de las subvenciones solicitadas se destinaron a actuaciones de eficiencia energética.
- La rehabilitación energética no es obligatoria para poder pasar la Inspección Técnica de Edificios, por lo que no es percibida como una necesidad por parte de la ciudadanía.
- Los procesos de rehabilitación son complejos y es necesario acompañar e informar a la ciudadanía, así como simplificar los procedimientos administrativos.
- La mayoría de los hogares reside en viviendas en régimen de propiedad (68,1% ya pagada y 13,8% con préstamo hipotecario) frente al 15,2% que vive en régimen de alquiler.
- Las políticas de rehabilitación han movilizado la inversión privada y generado más de 6000 empleos anuales en el sector de la construcción especializada.

La reducción de emisiones en el sector residencial se ve directamente afectada por las decisiones tomadas por los ciudadanos en su ámbito privado, así como por la necesidad de inversiones significativas. En este sentido, la capacidad municipal se centra en sensibilizar e informar a la población a través de espacios como la Oficina Verde, crear incentivos para la adopción de tecnologías eficientes y proporcionar apoyo financiero a proyectos de rehabilitación y eficiencia energética (Plan Rehabilita), especialmente dirigido a los sectores de la población con menos recursos.

## Sector servicios

El sector servicios comprende los edificios comerciales, administrativos, culturales y deportivos tanto del sector privado como de las distintas administraciones e instituciones, así como los elementos fijos de los servicios de la ciudad (alumbrado público, túneles, semáforos, fuentes, etc.). Este sector tiene asignada una contribución muy significativa en reducción de emisiones (**2,7 MtCO<sub>2</sub>eq.**) en el periodo 2015-2030. De manera análoga al sector residencial, la incidencia de las emisiones indirectas explica que los volúmenes

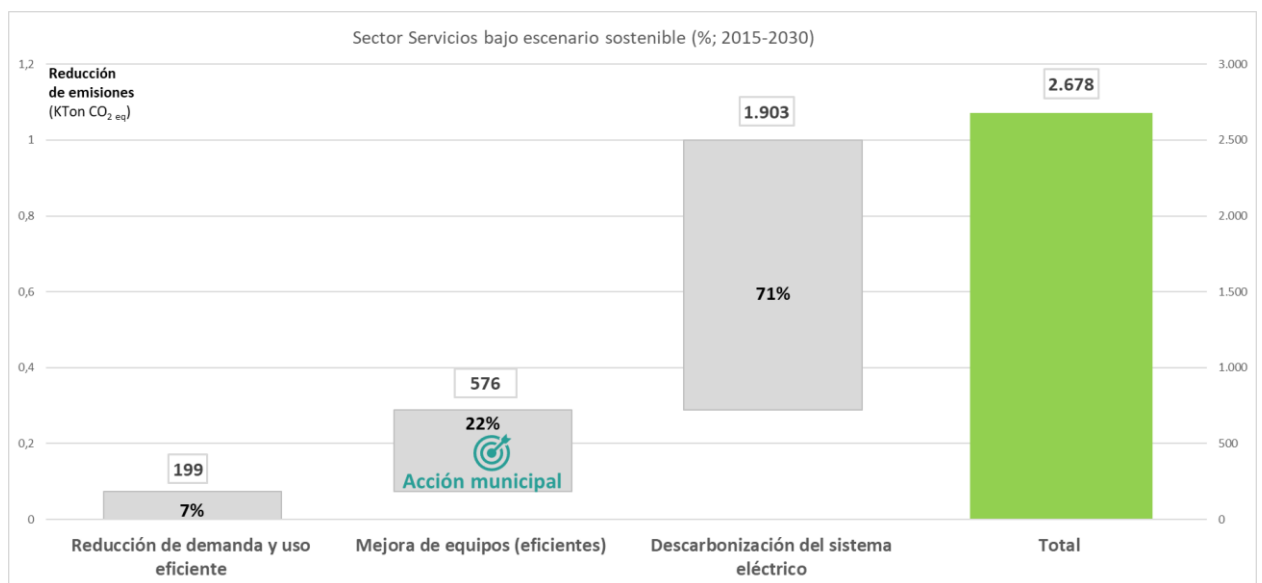
---

<sup>1</sup> Se han comprometido objetivos muy exigentes de rehabilitación de viviendas en el marco de la Estrategia a largo plazo para la Rehabilitación Energética en el Sector de la Edificación (ERESEE), por mandato europeo a través de la Directiva UE 2018/844, así como del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, o el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (Fondos Europeos).

mayores de abatimiento se producen a través de la descarbonización del mix eléctrico **1,9 MtCO<sub>2</sub>eq** (71%) y la renovación/sustitución de equipos térmicos **0,6 MtCO<sub>2</sub>eq**. (22%).

El mayor grado de electrificación de este sector, con una capacidad de integrar equipos eléctricos eficientes como la bomba de calor, implica una mayor incidencia de la mejora del factor de emisión del mix eléctrico en la reducción de emisiones y otorga a este sector un papel muy relevante en la demostración de soluciones electrificadas para la edificación exentas de todo tipo de emisiones locales, papel en el que los edificios y servicios municipales deben ser protagonistas por su capacidad tractora y deber ejemplificador.

En este sentido, es relevante el papel de Ayuntamiento en el uso de materiales de baja huella de carbono en las acciones de rehabilitación y nueva construcción de edificios municipales.



## Sector transporte

La estrategia de reducción de emisiones del sector transporte constituye un claro ejemplo del enfoque Evitar-Cambiar-Mejorar (Avoid-Shift-Improve, ASI). En esta jerarquía se conjuga la acción combinada de la reducción de la demanda (urbanismo de proximidad, teletrabajo, etc.) **0,6 MtCO<sub>2</sub>eq**. (23%), el trasvase de trayectos del vehículo privado a otros modos sostenibles, **0,3 MtCO<sub>2</sub>eq**. (14%) y la penetración de nuevas tecnologías menos emisoras como la movilidad eléctrica.

La renovación del parque circulante se incluye dentro de la estrategia de mejora. Esta palanca contribuye con la mayor reducción de emisiones **1,2 MtCO<sub>2</sub>eq**. (50%), si bien el escenario tendencial ya incluye gran parte de la renovación del parque y, por tanto, el escenario sostenible abordará una parte menor de ese cambio. Por otra parte, que el escenario tendencial contemple esta acción indica un alto grado de certidumbre en su consecución.

Como se ha comentado anteriormente, la estrategia de AVOID - SHIFT - IMPROVE tiene una aplicación muy extendida en el campo de la movilidad y el transporte. El concepto SHIFT se refiere, en estos casos, principalmente a las medidas que se proponen y aplican para fomentar el cambio modal desde el empleo del vehículo privado a medios de

transporte sostenibles. Estas medidas son de dos tipos y, para que surtan el efecto deseado, suelen ir combinadas. Por un lado, medidas PULL que proponen la mejora en la calidad y el atractivo del transporte público o los medios de movilidad activos, y, por otro, medidas PUSH que persiguen disuadir de o prevenir el uso del vehículo privado.

En ambos casos las acciones deben ir ligadas a una correcta planificación coordinada entre territorio y movilidad a escala local, autonómica y nacional.



Respecto al cambio modal, la distribución modal de Madrid actual muestra una realidad equilibrada, por lo que se refiere al uso del coche, muy similar a la de otras ciudades europeas de parecido tamaño. No obstante, si se baja a un análisis por zonas la situación cambia evidenciándose desiguales distribuciones modales; muy equilibrada dentro de la almendra central y un reparto modal muy desequilibrado a favor del uso del coche, tanto en la movilidad transversal dentro la periferia, como en la penetración desde su Área Metropolitana. Al desagregar por ámbito territorial, el objetivo más ambicioso se plantea en la mejora de la sostenibilidad de los desplazamientos en la periferia de la ciudad, en la que se plantea que los desplazamientos en coche de los residentes pasen de un 30% a un 22%.

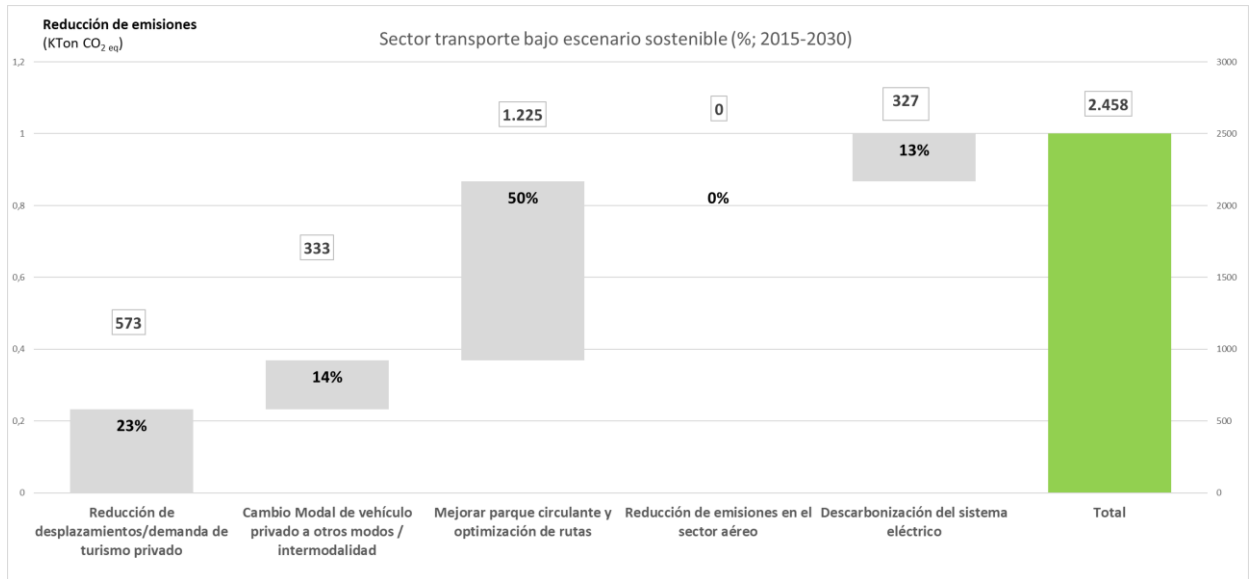
**Fuente: PMS Madrid (2021) Pirámide multimodal.**

El Ayuntamiento tiene en este sector una capacidad de acción muy importante volcada principalmente al cambio modal, puesto que las posibilidades de actuación en esta materia deben venir necesariamente de la mano de las administraciones locales y regionales. De esta manera, el consistorio puede fomentar el cambio modal implementando acciones de diversa índole, desde planes de movilidad sostenible metropolitanos a escala regional (en tanto que Ayuntamiento clave en la región), hasta mejoras en la caminabilidad de la ciudad o en la infraestructura ciclista, pasando por mejoras de la red de transporte público, restricciones del tráfico o del aparcamiento en vía pública.

**Reparto de viajes por modo de transporte según corona de residencia (PMS 2021)**

Corona de Residencia	A Pie	Transporte Público	Vehículo Privado	Otros
Madrid Almendra	40,0%	34,8%	20,3%	4,9%
Madrid Periferia	32,2%	32,8%	32,4%	2,6%
Corona Metropolitana	34,0%	16,4%	47,7%	1,9%
Corona Regional	29,6%	10,8%	56,2%	3,4%
<b>Comunidad de Madrid</b>	<b>34,0%</b>	<b>24,3%</b>	<b>39,0%</b>	<b>2,7%</b>

Esta tabla de reparto de viajes por modo de transporte y según corona de referencia muestra de manera clara la pertinencia de la planificación de la movilidad a escala metropolitana. Además, en estrecho vínculo con la capacidad de abatimiento de emisiones, la reducción de la cuota modal de viajes del vehículo privado en la escala metropolitana tendrá un impacto mucho mayor en el total del abatimiento de emisiones debido a que los viajes en este escalón son, de media, mucho más largos.



Mención aparte merecen las emisiones derivadas del sector aéreo, que, teniendo en cuenta el volumen asociado a las operaciones del aeropuerto Adolfo Suarez-Barajas representan una contribución significativa en el transporte y para las que no es previsible una reducción importante a corto plazo.

## Sector residuos

Atendiendo a las emisiones directas de gases de efecto invernadero (como metano y dióxido de carbono), en este sector cobra especial relevancia la recogida y tratamiento de la fracción orgánica. La minimización de residuos orgánicos, en la que también entran en consideración aspectos éticos relacionados con el desperdicio de alimentos, la correcta separación y recogida selectiva de la fracción orgánica y su tratamiento en el complejo tecnológico de Valdemingómez, son las palancas fundamentales para la consecución de importantes reducciones de emisión. Este tratamiento de la fracción orgánica debe orientarse a la digestión anaerobia y posterior refinado del biogás para generar biometano para su incorporación a la red de gas, junto con el aprovechamiento del material sólido procedente de la digestión (digestato) por compostaje. Así mismo, es importante el control y aprovechamiento del metano procedente del vertedero.

La Hoja de Ruta hacia la neutralidad climática, no obstante, también comprende acciones que, si bien no tienen un reflejo directo en los inventarios de emisiones de GEI dada la metodología y ámbito de estos, si inciden en un nuevo modelo de ciudad más sostenible y respetuoso con los recursos y materiales. En este sentido cabe destacar la minimización de residuos de construcción, con un importante contenido de carbono embebido como resultado de su producción y transporte, y otras acciones de consumo responsable integradas en una estrategia de economía circular y de conocimiento sensibilización sobre la huella de carbono asociada a productos y materiales.



## Sector industrial y sumideros de carbono (naturaleza)

El sector industrial tiene una escasa participación en las emisiones de gases de efecto invernadero de la ciudad, por lo que su capacidad de contribuir a los objetivos de reducción es muy limitada. Como acciones principales cabe destacar la necesaria reducción del impacto de gases refrigerantes y la progresiva electrificación de procesos industriales.

En cuanto a otras fuentes y sumideros (naturaleza) es importante señalar la capacidad de secuestro de emisiones por parte de las masas forestales urbanas. Las zonas verdes cobran un especial protagonismo en Madrid donde aproximadamente un tercio de su superficie es zona verde forestal o ajardinada, con una capacidad actual como sumidero de carbono estimada en 30.000 t/año (Fuente: “El Valor del Bosque Urbano” AG Medio Ambiente y Movilidad, 2018).

## Abatimientos por palancas y ejes de acción 2030/2050

### EJE 1: Descarbonización del sistema eléctrico; energía 100 % renovable

- Objetivos**
1. Fomentar la implantación de energía renovable en los sectores residencial, comercial y transportes
  2. Mejorar los objetivos nacionales de producción de energía eléctrica renovable consumida en la ciudad
  3. Facilitar a la ciudadanía el acceso a este tipo de energía (comunidades energéticas)

PALANCAS	ACCIONES	REDUCCIÓN DE EMISIONES (kton CO2eq)		COLABORADORES Y ALIANZAS	FUENTE DE FINANCIACIÓN
		en 2030	en 2050		
<b>Instar al gobierno nacional a aumentar la producción de energía renovable en el mix eléctrico</b> <b>EVITAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En el sector residencial</li> <li>- En el sector del transporte</li> <li>- En el sector servicios, comercial e institucional</li> </ul>	3.997		Administración autonómica y nacional. Sector privado	Plan nacional
<b>Estudiar e investigar nuevas fórmulas de autoconsumo</b> <b>CAMBIAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudiar el potencial de instalación y las fórmulas jurídicas para definir los roles en esquemas de autoconsumo compartido</li> <li>- Diseño, implementación y evaluación de proyectos demostradores en equipamientos públicos replicables en el sector residencial.</li> </ul>	N/A	N/A	Administración autonómica y nacional. Sector privado. Universidades citiES2030	Presupuesto y plan ordinario
<b>Acciones locales para la descarbonización del sistema eléctrico</b> <b>MEJORAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incremento de generación de energía de origen renovable en edificios e instalaciones municipales: Plan para el despliegue de autoconsumo de energía fotovoltaica en edificios municipales- Facilitar la generación de energía renovable distribuida para autoconsumo en la ciudad.</li> <li>- Colaborar con otras administraciones (autonómica y nacional) para trabajar en los edificios de la ciudad como consumidores energéticos casi nulo y autoconsumidores de su propia energía.</li> </ul>	19	19	Administración autonómica. Empresas energéticas	Planes nacionales específicos. Financiación privada. Plan 'Rehabilita' (subvenciones) Madrid 360 Solar

## EJE 2: Edificios residenciales cero emisiones

### Objetivos

1. Sensibilizar a la población sobre la necesidad de incrementar las fuentes renovables de energía y el uso de sistemas e instalaciones altamente eficientes. Se busca fomentar una ciudadanía responsable y consciente de su consumo energético.
2. Estimular la electrificación de la demanda de climatización y agua caliente sanitaria (ACS) mediante soluciones asequibles y socialmente accesibles.
3. Incentivar la generación de energía eléctrica distribuida en la ciudad a través del impulso del autoconsumo, contribuyendo a la descentralización y diversificación de la matriz energética.
4. Estimular la rehabilitación energética de viviendas, especialmente de aquellas situadas en las categorías E, F y G, con el propósito de mejorar su eficiencia, reducir la pobreza energética y garantizar condiciones de vida más saludables.
5. Desarrollar acciones de regeneración urbana integral en los barrios más desfavorecidos de la ciudad.
6. Integrar principios de economía circular en la rehabilitación de edificios y nuevas construcciones.
7. Impulsar la capacitación y la generación de empleo en el ámbito de la rehabilitación y la eficiencia energética.

PALANCAS	ACCIONES	REDUCCIÓN DE EMISIONES (kton CO <sub>2</sub> eq)		COLABORADORES Y ALIANZAS	FUENTE DE FINANCIACIÓN
		en 2030	en 2050		
<b>Mejoras en el aislamiento y la eficiencia energética de los edificios existentes.</b> <i>(Reducción del consumo energético en viviendas)</i> <b>EVITAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Medidas y apoyos para incentivar la rehabilitación de cubiertas, fachadas y ventanas, así como para la implantación de nuevos sistemas de control como por ejemplo en la climatización (Plan Rehabilita).</li> <li>- Monitorización de edificaciones rehabilitadas para obtener indicadores de mejora de consumos y emisiones (Plan Rehabilita).</li> <li>- Establecimiento de puntos de información, sensibilización y acompañamiento a la ciudadanía (Oficina verde y otros equipamientos municipales) sobre el uso eficiente de la energía y las ayudas públicas disponibles.</li> <li>- Apoyo, sensibilización y formación para administradores de fincas y empresas del sector.</li> <li>- Establecimiento de alianzas estratégicas con empresas y asociaciones vecinales que puedan liderar procesos de rehabilitación de los barrios prioritarios.</li> </ul>	145	134	Administración autonómica y nacional. Sector privado Tercer sector  Colegios profesionales Administración de fincas	Planes nacionales específicos. Financiación privada. Plan 'Rehabilita' (subvenciones)



---

	- Identificación de áreas prioritarias para la rehabilitación energética, que incorpore criterios de reducción de emisiones (certificación energética E, F, G entre otros) y de vulnerabilidad energética.				
<b>Edificios nuevos de consumo casi nulo. EVITAR</b>	- Medidas para incentivar la construcción de viviendas de consumo casi nulo y uso de materiales de baja huella de carbono (incentivos financieros, ayudas y subvenciones, campañas de educación y sensibilización, colaboración público-privada)				
<b>Cambio de equipos e instalaciones más eficientes. CAMBIAR</b>	- Acciones para estimular la innovación y el desarrollo de soluciones eficientes accesibles económica y socialmente. - Medidas de apoyo e incentivos a la sustitución de equipos de climatización por otros más eficientes (bombas de calor), la renovación de calderas de gas natural de condensación, y de otras instalaciones como ascensores o sistemas de ventilación de garajes. - Renovación de electrodomésticos (A+++ vs. A++) y sistemas de iluminación. - Gestión sostenible de los elementos sustituidos (equipos, electrodomésticos, sistemas de iluminación), que considere su reutilización o reciclaje, especialmente cuando no haya terminado su ciclo de vida.	965	751	Administración autonómica y nacional. Sector privado	Planes nacionales específicos. Financiación privada. Plan 'Cambia 360' (subvenciones) Programa ReMad
<b>Descentralización de la producción de energía renovable. (ver Eje 1) MEJORAR</b>	Desarrollo de modelos innovadores de producción distribuida de energía renovable para autoconsumo en la ciudad.	Ver Eje 1			

---

### EJE 3: Transporte cero emisiones

#### Objetivos

1. Ofrecer opciones de transporte sostenible que permitan acceder a destinos y servicios clave a toda la ciudadanía
2. Mejorar la eficiencia y la relación costo-efectividad del transporte de personas y bienes
3. Fomentar el desarrollo equilibrado de todos los modos de transporte proporcionándole a cada uno su espacio correspondiente en la vía pública
4. Promover políticas laborales flexibles que limiten los desplazamientos
5. Promover la electrificación de la flota de vehículos, tanto públicos como privados
6. Sensibilizar a la población sobre la necesidad de reducir desplazamientos en vehículo privado motorizado y animarla a utilizar modos de transporte sostenible. Por una ciudadanía responsable y consciente de su movilidad

PALANCAS	ACCIONES	REDUCCIÓN DE EMISIONES (kton CO <sub>2</sub> eq)		COLABORADORES Y ALIANZAS	FUENTE DE FINANCIACIÓN
		en 2030	en 2050		
<b>Zonas de Bajas emisiones a varias escalas.</b> <i>(Medidas disuasorias del tráfico motorizado)</i> <b>EVITAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acciones de peatonalización y calmado de tráfico en centralidades secundarias (áreas de centralidad en distritos).</li> <li>- Creación/consolidación de Zonas de Bajas Emisiones y de Especial Protección (ZBEDEP)</li> </ul>				
<b>Política de estacionamiento y jerarquización vial</b> <i>(Medidas disuasorias del tráfico motorizado)</i> <b>EVITAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Política restrictiva de aparcamientos en vía pública</li> <li>- Implementación de zonas SER en los barrios donde aún no existe, tratamiento del efecto frontera.</li> <li>- Redistribución del espacio público hacia modelos de movilidad sostenible en proyectos de reforma urbana, tendencia al reequilibrio del espacio público reduciendo espacios de circulación para integrar espacios estanciales, vegetales o de servicio.</li> </ul>	573	296	Administración autonómica y nacional	Presupuesto y plan ordinario Planes nacionales específicos.
<b>Política de proximidad urbana y otras modalidades de trabajo</b> <i>(Reducción de la demanda de movilidad)</i> <b>EVITAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fomento de áreas de centralidad existentes o nuevas en los barrios, vinculadas a los equipamientos y/o a las estaciones o áreas de intercambio modal.</li> <li>- Integración de la perspectiva de mezcla de usos (evitar urbanismo segregado) en los nuevos desarrollos.</li> <li>- Reducir desplazamientos laborales (turismos) asociados al incremento de esquemas de teletrabajo, apoyando al desarrollo de planes de movilidad de empresa para grandes centros de trabajo.</li> </ul>				

<p><b>Acciones en la infraestructura para modos personales activos</b> <b>CAMBIAR</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora de la red ciclista municipal a través de la consecución Plan ciclista existente. (Ampliación de la red, mejora de la infraestructura existente y refuerzo de la señalización y la seguridad).</li> <li>- Ampliación de la red de aparcamientos para bicicletas y VMP (Vehículos de Movilidad Personal) tanto libres como con algún tipo de seguridad.</li> <li>- Acciones de conexión peatonal y ciclista en las grandes fronteras urbanas (autovías, infraestructura ferroviaria...).</li> <li>- Mejora del espacio público para caminar en la ciudad. Zonas 30, entornos escolares, ampliación de aceras, peatonalización, medidas de pacificación del tráfico...</li> </ul>	333	389	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Administración autonómica.</li> <li>- Empresas privadas modos compartidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presupuesto y plan ordinario</li> <li>- Planes nacionales específicos.</li> </ul>
<p><b>Acciones en la red de transporte público</b> <b>CAMBIAR</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Potenciar el uso del transporte público colectivo (autobús, tren y metro).</li> <li>- Refuerzo de líneas de transporte público periurbanas y no radiales. Mejora de la velocidad comercial de los autobuses públicos con la implantación de carriles bus exclusivos o Bus-VAO (Vehículos Alta Ocupación) y con prioridad semafórica en las principales vías estructurales, así como mejora de los existentes. Nuevas líneas de BRT (Bus Rapid Transit o autobús de alta capacidad).</li> <li>- Ampliación de horarios en horas extremas para facilitar la movilidad laboral y la alternativa sostenible en horarios no convencionales, así como refuerzo de la red nocturna.</li> </ul>	333	389	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Administración autonómica.</li> <li>- Empresas privadas modos compartidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presupuesto y plan ordinario</li> <li>- Planes nacionales específicos.</li> </ul>
<p><b>Acciones enfocadas a la intermodalidad</b> <b>CAMBIAR</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora de la accesibilidad ciclista y VMP (Vehículos de Movilidad Personal) hasta las estaciones de metro y cercanías e intercambiadores de transporte, a través de infraestructura específica y de política de aparcamiento seguro y suficiente.</li> <li>- Fomento de nuevas áreas intermodales de segundo nivel en los barrios periféricos.</li> <li>- Impulso a nuevas áreas de aparcamiento disuasorio en entradas de la ciudad y conectadas con la red de metro o cercanías.</li> <li>- Ampliación de la red pública de bicicleta compartida BiciMAD y colaboración con operadores privados para mejorar la oferta de modos de movilidad compartida: VMP, carpooling, carsharing o motosharing.</li> </ul>	333	389	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Administración autonómica.</li> <li>- Empresas privadas modos compartidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presupuesto y plan ordinario</li> <li>- Planes nacionales específicos.</li> </ul>
<p><b>Renovación y electrificación del parque circulante</b> <b>MEJORAR</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Electrificación de la EMT, sus centros de operaciones y otras flotas municipales.</li> <li>- Apoyo a la conversión de la flota de taxis y de VTC (Vehículo de Transporte con Conductor).</li> </ul>	333	389	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Administración autonómica.</li> <li>- Empresas privadas modos compartidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planes nacionales específicos.</li> <li>- Plan 'Cambia 360' (subvenciones)</li> </ul>

<b>Despliegue de la infraestructura de recarga MEJORAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Medidas de apoyo a la renovación y electrificación del parque de vehículos privados.</li> <li>- Planificación y ampliación de la red de RVE (Recarga de Vehículos Eléctricos) de oportunidad de acceso público.</li> <li>- Medidas de apoyo a la implantación de infraestructuras de recarga particulares en edificios y aparcamientos.</li> <li>- Estaciones urbanas de servicio de recarga eléctrica (electrolineras).</li> </ul>	1225	884	Administración autonómica y nacional. Sector privado	Planes nacionales específicos. Plan 'Cambia 360' (subvenciones)
<b>Acciones relativas a la Distribución Urbana de Mercancías (DUM) MEJORAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Electrificación del parque encargado de la DUM, tanto de particulares como de empresas responsables y centros logísticos (Mercamadrid).</li> <li>- Mejora de la eficiencia de la logística en el espacio urbano y evaluación del impacto de los nuevos modelos (comercio electrónico).</li> </ul>				
<b>Innovación y digitalización del transporte MEJORAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impulsar de las herramientas de la movilidad como servicio MaaS (Mobility as a Service) como herramienta de integración de todos los operadores y mejora sustancial de la información al viajero en todos los puntos de entrada a la red. Sistemas de transporte público bajo demanda y optimización de rutas</li> <li>- Optimizar de procesos logísticos (logística inversa)</li> <li>- Digitalización, aplicaciones de movilidad (APP), IOT y movilidad autónoma y que fomenten el uso colaborativo del vehículo privado.</li> </ul>				
<b>Acciones ligadas a la descarbonización del sector aéreo. EVITAR/CAMBIAR/MEJORAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instar al gobierno nacional a lanzar planes y programas dirigidos a la reducción de emisiones en aviación, mediante la reducción de vuelos de corta duración y alternativa viaria, uso de combustibles alternativos o mejorando las operaciones de despegue y aterrizaje de las aeronaves.</li> </ul>	N/A	N/A	Nacional	Programas nacionales

## EJE 4: Edificios y locales del sector servicios cero emisiones

- Objetivos**
1. Impulsar el uso de sistemas e instalaciones más eficientes en instituciones y actividades
  2. Fomentar la generación de energía eléctrica distribuida en la ciudad mediante el impulso del autoconsumo
  3. Compartir la visión de edificios municipales e institucionales como nodos de generación de energía distribuida en la ciudad

PALANCAS	ACCIONES	REDUCCIÓN DE EMISIONES (kton CO <sub>2</sub> eq)		COLABORADORES Y ALIANZAS	FUENTE DE FINANCIACIÓN
		en 2030	en 2050		
<b>Reducir la demanda de consumo de los edificios existentes mejorando el aislamiento y la eficiencia energética</b> <b>EVITAR</b>	Mejorar el aislamiento y la eficiencia energética de los edificios mediante: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acciones enfocadas a edificios e instalaciones comerciales e institucionales fuera de alcance municipal</li> <li>- Acciones enfocadas a edificios e instalaciones de alcance municipal</li> <li>- Smart heating y smart lighting en instalaciones y edificación</li> </ul>	232	145	Administración autonómica y nacional. Sector privado	Presupuesto y plan ordinario Planes nacionales específicos.
<b>Cambio de equipos e instalaciones más eficientes</b> <b>CAMBIAR</b>	<b>Mejoras en climatización:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sustitución/incorporación de bomba de calor</li> <li>- Mejora eficiencia equipos actuales</li> </ul> <b>Otros equipos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Otras instalaciones como sistemas de ventilación de garajes o ascensores</li> <li>- Renovación electrodomésticos más eficientes (A+++ vs A++) e iluminación</li> </ul>	576	253	Administración autonómica y nacional. Sector privado	Planes nacionales específicos. Financiación privada. Plan 'Cambia 360' (subvenciones)
<b>Acciones locales para la descarbonización del sistema eléctrico</b> <b>MEJORAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de energía renovable distribuida a escala municipal: Plan para el despliegue de autoconsumo de energía fotovoltaica en edificios municipales.</li> <li>- Colaborar con otras entidades comerciales e institucionales para impulsar edificios cero emisiones, autoconsumidores de su propia energía.</li> </ul>	Ver Eje 1			



## EJE 5: Reducir el impacto de los residuos

- Objetivos**
1. Sensibilizar sobre la necesidad de reducir en origen
  2. Mejorar los procesos de recuperación
  3. Mejorar la eficiencia de los tratamientos

PALANCAS	ACCIONES	REDUCCIÓN DE EMISIONES (kton CO2eq)		COLABORADORES Y ALIANZAS	FUENTE DE FINANCIACIÓN
		en 2030	en 2050		
<b>Reducción en la generación EVITAR / CAMBIAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mecanismos, plataformas y procedimientos de reutilización de productos para el ciudadano.</li> <li>- Reducción de envases e identificación de procesos de logística inversa en cadenas de suministro.</li> <li>- Reducción del desperdicio de alimentos</li> <li>- Minimización de Residuos de demolición y Construcción en obras en el municipio</li> <li>- Fomento de iniciativas de economía circular y materiales y productos de baja huella de carbono</li> </ul>	37	36	Administración autonómica y nacional. Sector privado	Presupuesto y plan ordinario. Planes nacionales específicos. Financiación privada
<b>Incremento tasas de recuperación en sectores residencial, servicios y municipal MEJORAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Actualización y revisión de pliegos de contratación de las plantas de tratamiento con objetivos de recuperación ambiciosos</li> <li>- Mejorar la tasa en los puntos limpios y de proximidad</li> </ul>	19	18	Administración autonómica	Presupuesto y plan ordinario
<b>Recogida y tratamiento de materia orgánica MEJORAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumentar la cantidad de residuos tratados mediante planta de compostaje de digesto de fracción orgánica de recogida selectiva (FORS) y fracción vegetal</li> <li>- Reducir emisiones por valorización energética de residuos, mejorando el proceso de biometanización y aumentando la generación de energía eléctrica para autoconsumo de las plantas.</li> <li>- Mejorar la pureza de FORS a través de campañas de sensibilización ciudadana</li> <li>- Aumentar tasa de biogás inyectado a la red de gas natural</li> </ul>	129	125	Administración autonómica Sector privado	Presupuesto y plan ordinario. Planes nacionales específicos. Financiación privada

## EJE 6: Reducir emisiones en otros sectores

- Objetivos**
1. Reducir el impacto de gases refrigerantes y disolventes
  2. Reducir emisiones en el sector industrial
  3. Impulsar y apoyar la reforestación en el municipio

PALANCAS	ACCIONES	REDUCCIÓN DE EMISIONES (kton CO <sub>2</sub> eq)		COLABORADORES Y ALIANZAS	FUENTE DE FINANCIACIÓN
		en 2030	en 2050		
<b>Reducción en impacto de gases refrigerantes y disolventes</b> <b>EVITAR / CAMBIAR</b>	- Apoyar fórmulas de investigación para reducir el impacto de gases refrigerantes y disolventes en la atmósfera. Por ejemplo: sustitución de estos gases por elementos menos contaminantes	426	171	Administración autonómica y nacional Sector privado	Planes nacionales específicos. Financiación privada
<b>Reducción de las emisiones en el sector industrial</b> <b>EVITAR / CAMBIAR / MEJORAR</b>	- Mejora de eficiencia de procesos industriales - Electrificación de los consumos derivados de los procesos y de las fuentes necesarias para llevar a cabo la actividad	100	120	Administración autonómica y nacional Sector privado	Planes nacionales específicos. Financiación privada
<b>Naturalizar y reforestar el municipio</b>	- Plantación de árboles: impulso de la iniciativa Madrid compensa como programa de compensación de emisiones de gases de efecto invernadero. - Integración de la naturaleza en proyectos de urbanización y regeneración (aplicación de Soluciones basadas en la naturaleza SBN)	3	3	Administraciones y sector privado	Presupuesto y plan ordinario

## Principales hipótesis

La Hoja de Ruta de la ciudad de Madrid hacia la neutralidad climática establece seis bases de acción para la drástica reducción de emisiones:

- Establecer modelos de gobernanza y financiación acordes con los objetivos de sostenibilidad climática.
- Impulsar fuentes de origen renovable en la generación eléctrica (descarbonización del mix eléctrico), incrementando la generación distribuida escala local.
- Fomentar la eficiencia energética y la electrificación de la demanda en la edificación residencial y los servicios.
- Favorecer el transporte sostenible de personas y mercancías.
- Mejorar la sostenibilidad de la gestión de residuos y la industria.
- Contribuir desde la administración municipal con el ejemplo de modelos energéticos sostenibles.

A partir de estos ejes, la ruta de neutralidad se plantea de acuerdo con hipótesis estratégicas para cada uno de los sectores de análisis. Estas hipótesis se aplican a las principales palancas de reducción de emisiones.

### Hipótesis sector eléctrico

La **evolución del sector eléctrico** es determinante en la consecución de los objetivos de descarbonización. La reducción del factor de emisiones del mix eléctrico por la penetración de energías renovables y el cierre paulatino de centrales térmicas convencionales (centrales de carbón y ciclo combinado) son las hipótesis principales de su evolución.

PALANCAS	ESCENARIOS				
	TENDENCIAL	SOSTENIBLE		EXTENDIDO	
		2030	2050	2030	2050
<b>Factor de emisión del sector eléctrico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción del ~60% (2030 vs. 2015) (según el escenario tendencial del PNIEC)</li> <li>• Reducción del 100% (2050 vs. 2030)</li> <li>• Generación eléctrica a partir de fuentes renovables: 51% en 2030 y 100% en 2050</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción del ~85% (2030 vs. 2015) (según el escenario objetivo del PNIEC)</li> <li>• Generación eléctrica a partir de fuentes renovables: 73%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción 100% de emisiones en 2050</li> <li>• Generación eléctrica neutra en emisiones GEI 100%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción del ~85% (2030 vs. 2015) (según el escenario objetivo del PNIEC)</li> <li>• Generación eléctrica a partir de fuentes renovables: 73%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción 100% de emisiones en 2050</li> <li>• Generación eléctrica neutra en emisiones GEI 100%</li> </ul>
<b>Reducción anual de emisiones en otros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción del 5,9% anual de emisiones (según el escenario tendencial del PNIEC, coincidente con el escenario objetivo).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción del 5,9% anual de emisiones (según el escenario objetivo del PNIEC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción del 5,9% anual de emisiones (según el escenario objetivo del PNIEC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción del 5,9% anual de emisiones (según el escenario objetivo del PNIEC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción del 5,9% anual de emisiones (según el escenario objetivo del PNIEC)</li> </ul>

## Hipótesis sector residencial

La penetración de **bomba de calor** en sustitución de los sistemas convencionales de climatización (de combustión y eléctricos) resulta fundamental dado el superior rendimiento energético de estos sistemas ( $\approx 200-300\%$  frente a  $90-100\%$  calentadores eléctricos). El escenario tendencial contempla la sustitución en el corto plazo de las calderas térmicas convencionales, tanto de gas como de otros combustibles (productos petrolíferos, carbón) a **calderas de gas natural de condensación eficientes**, mejorando significativamente el rendimiento de estos equipos ( $\approx 110\%$  frente a  $70-90\%$  calderas convencionales).

La rehabilitación energética de edificios es otra de las palancas clave. Estas intervenciones comprenden cambio de ventanas (ahorros  $10-15\%$ ), rehabilitación de fachadas (ahorros  $30-50\%$ ) y rehabilitación de cubiertas (ahorros  $5-15\%$ ). La intervención integral de un edificio que recoja todas estas actuaciones puede llegar a alcanzar ahorros en el consumo de calefacción del  $60-70\%^2$ .

PALANCAS	TENDENCIAL	ESCENARIOS			
		SOSTENIBLE		EXTENDIDO	
		2030	2050	2030	2050
<b>Penetración Bomba de Calor</b>	Solo renovaciones, no instalaciones adicionales	Incremento superficie anual $\sim 0,9\%$ 12.000 nuevas unidades año	Entre 2030-2050 Incremento superficie $\sim 0,9\%$ 14.000 nuevas unid. año	Incremento superficie anual $\sim 1,2\%$ 17.000 nuevas unidades año	Entre 2030-2050 Incremento superficie $\sim 1,5\%$ 24.000 nuevas unid. año
<b>Renovación de calderas de gas natural</b>	Renovación al final de vida útil ( $\sim 15$ años) $\sim 40.000$ calderas/año	Renovación cada $\sim 13$ años. $\sim 50.000$ calderas/año	Renovación cada $\sim 13$ años. $\sim 50.000$ calderas/año	Renovación cada $\sim 12$ años. $\sim 60.000$ calderas/año	Renovación cada $\sim 8-9$ años. $\sim 80.000$ calderas/año
<b>Rehabilitación</b>	No se consideran rehabilitaciones	Rehabilitación $\sim 1\%$ superf/año 13.000 rehab./año	Rehabilitación $\sim 1\%$ superf/año hasta 2050 16.000 rehab./año	Rehabilitación $\sim 1,5\%$ superf/año 20.000 rehab./año	Rehabilitación $\sim 1,5\%$ superf/año hasta 2050 24.000 rehab./año

<sup>2</sup> Estimaciones sobre edificios de viviendas anteriores a 1980.

## Hipótesis sector servicios

La **bomba de calor** puede tener una penetración más rápida en el sector servicios que en el residencial, dadas las circunstancias más favorables de este tipo de edificación con mayores demandas de climatización y mejores condiciones constructivas de instalación.

En este sector también se espera una mejora de la eficiencia debida a la **sustitución de equipos térmicos convencionales por los de gas natural de alta eficiencia**. El **control inteligente de iluminación y sistemas de calefacción** permite alcanzar reducciones de consumo del 15 al 30%.

De manera análoga al sector residencial, la **rehabilitación energética de edificios dedicados a servicios**, con actuaciones en ventanas (ahorros 10-15%), fachadas (ahorros 30-50%) y cubiertas (ahorros 5-15%) pueden alcanzar ahorros en el consumo de calefacción del 60 al 70%.

PALANCAS	ESCENARIOS				
	TENDENCIAL	SOSTENIBLE		EXTENDIDO	
		2030	2050	2030	2050
Penetración Bomba de Calor	Ritmo actual de penetración	Instalación anual del 2,7% de la superficie	Instalación anual del 2,7% de la superficie	Instalación anual del 3% de la superficie	Instalación anual del 3% de la superficie
Smart heating & cooling. Smart lighting	No se consideran instalaciones	Instalación anual del 2,7% de la superficie	Instalación anual del 2,7% de la superficie	Instalación anual del 3% de la superficie	Instalación anual del 3% de la superficie
Rehabilitaciones	No se realizan rehabilitaciones	Instalación anual del 1,5% de la superficie	Instalación anual del 1,5% de la superficie	Instalación anual del 1,5% de la superficie	Instalación anual del 1,5% de la superficie

## Hipótesis sector transporte

La descarbonización debe ser consecuencia también de la transformación de los esquemas de movilidad actuales y los estilos de vida. Estos nuevos modelos deben orientarse a la **reducción de la demanda del transporte** a través del fomento del teletrabajo, el desarrollo de un urbanismo de proximidad o el cambio de comportamientos de transporte y consumo; según se ha desgranado anteriormente en la tabla de acciones y palancas de abatimiento.

El **cambio modal de transferencia de viajes del vehículo particular** ( $\approx 104$  gCO<sub>2</sub>/pasajero-km) **al transporte público**, permite la reducción de GEI por pasajero-km que puede llegar al 35 % en el caso de producirse al autobús convencional ( $\approx 68$  gCO<sub>2</sub>/pasajero-km) y casi un 90% si esta se produce al tren o metro ( $\approx 14$  gCO<sub>2</sub>/pasajero-km).

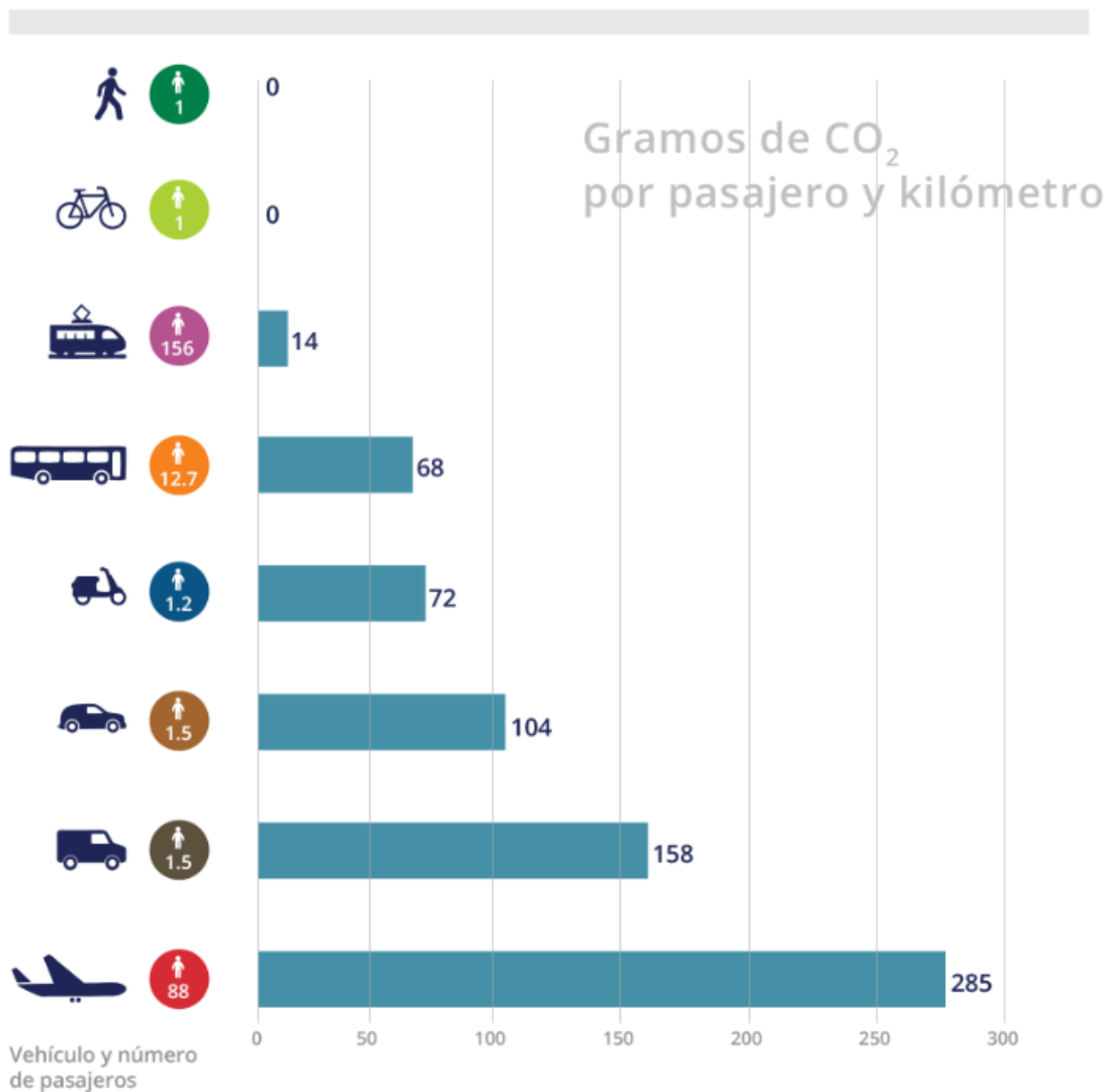


Ilustración 1: Estudio realizado en 2019 por la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA)

El **cambio modal a transporte no motorizado** (a pie, bicicleta, ...) se considera que se ve fomentado por el desarrollo de carriles específicos, impulso de aparcamiento dedicado, impulso a sistemas de alquiler, etc.

La **penetración del vehículo eléctrico, en sustitución del vehículo de tecnologías convencionales**, implica una reducción de emisiones. Las emisiones GEI del vehículo eléctrico son de 6 a 7 veces inferiores a las de un vehículo convencional EURO III, de 4 a 5 veces inferiores a las de uno EURO IV y de 2 a 3 veces a las de uno EURO VI.

La **renovación del parque de vehículos antiguos convencionales por otros más eficientes y menos contaminantes** es la palanca de mayor potencial de abatimiento de emisiones en el periodo 2030-2050. La mayor parte de esta renovación ya está contemplada en el escenario tendencial, al que se suma el esfuerzo adicional en el escenario sostenible. Un vehículo antiguo diésel Euro III emite 2 veces más que un vehículo diésel Euro VI nuevo.

Se prevé que el **sector aéreo** crezca de manera proporcional al crecimiento anual de trayectos y pasajeros. Se contemplan acciones de reducción de emisiones en el escenario extendido de 2050 por el uso de combustibles menos emisores aún no disponibles comercialmente.

PALANCAS	ESCENARIOS				
	TENDENCIAL	SOSTENIBLE		EXTENDIDO	
		2030	2050	2030	2050
<b>Reducción de la demanda en el transporte</b>	Crecimiento anual de los trayectos 0.5 %	Reducción anual de trayectos 1.5%	Reducción anual de trayectos 1.5%	Reducción anual de trayectos 1.5%	Reducción anual de trayectos 1.5%
<b>Cambio modal pasajeros</b>	No motorizado 31% Transporte público 32% Vehículo privado 37%	No motorizado 30% Transporte público 40% Vehículo privado 30%	No motorizado 46% Transporte público 45% Vehículo privado 9%	No motorizado 46% Transporte público 45% Vehículo privado 9%	No motorizado 47% Transporte público 45% Vehículo privado 8%
<b>Penetración vehículo eléctrico</b>	Penetración actual ≈ 0%	≈ 20% ≈290.000	≈ 100% ≈1.450.000	≈ 40% ≈ 580.000	≈ 100% ≈1.450.000
<b>Renovación del parque de vehículos</b>	Incremento de la edad actual del parque hasta 11-12 años	Disminución de la edad media del parque hasta 9-10 años	Disminución de la edad media del parque hasta 6-7 años	Disminución de la edad media del parque hasta 6-7 años	Disminución de la edad media del parque hasta 6-7 años
<b>Sector aéreo</b>	Crecimiento de emisiones 0.5% anual hasta 2030 y 0.25% hasta 2050 Tasas de crecimiento proporcional al crecimiento de trayectos	Reducción anual de emisiones 1,50% Tasas de crecimiento proporcional al crecimiento de trayectos	Reducción anual de emisiones 1,50% Tasas de crecimiento proporcional al crecimiento de trayectos	Reducción anual de emisiones 1,50% Tasas de crecimiento proporcional al crecimiento de trayectos	Reducción anual de emisiones 5,10% Posibilidad de uso de combustibles no contaminantes, fase piloto



## Hipótesis otros sectores (sector tratamiento de residuos, industria, forestal)

La reducción de emisiones derivadas del tratamiento de residuos se aborda a través del descenso de su generación mediante el fomento de la prevención y la aplicación de esquemas de economía circular, la mejora de la recogida selectiva e incremento de las tasas de recuperación de materiales y, fundamentalmente dada su contribución en las emisiones locales, la mejora en la recogida y tratamiento de la materia orgánica.

La **reducción de emisiones en el sector industrial** se alcanzará mejorando la eficiencia energética por mejoras en las tecnologías y sistemas de gestión de procesos industriales, y el incremento de la electrificación en el mix de consumos finales.

En el escenario extendido se considera la descentralización de la industria como factor de descarbonización en el municipio. La sustitución de gases fluorados de alto potencial de calentamiento por gases de menor o nulo efecto se considera en la hipótesis de descarbonización.

Respecto a los sumideros de carbono, las hipótesis se establecen en función del incremento de la masa forestal, con el consiguiente crecimiento de la capacidad de absorción.

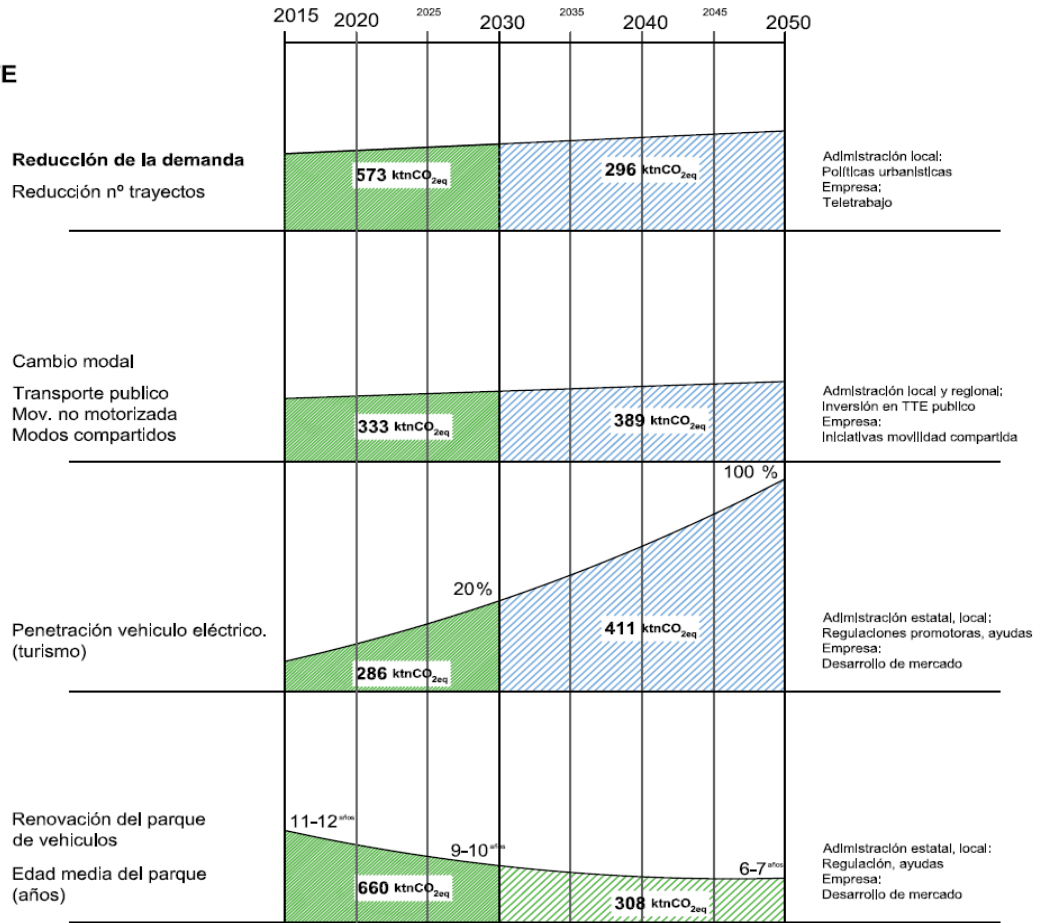
PALANCAS	ESCENARIOS				
	TENDENCIAL	SOSTENIBLE		EXTENDIDO	
		2030	2050	2030	2050
<b>Reducción anual de emisiones en residuos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción del 1,1% anual de emisiones (según el escenario tendencial del PNIEC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción del 2,6% anual de emisiones (según el escenario objetivo del PNIEC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción del 2,6% anual de emisiones (según el escenario objetivo del PNIEC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción del 2,6% anual de emisiones (según el escenario objetivo del PNIEC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción del 5,2% anual de emisiones</li> <li>Se considera el uso de tecnologías avanzadas de tratamiento de residuos y tasas ambiciosas de reciclaje y economía circular</li> </ul>
<b>Reducción anual de emisiones en industria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción del 0,7% anual de emisiones (según el escenario tendencial del PNIEC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción del 1,3% anual de emisiones (según el escenario objetivo del PNIEC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción del 1,3% anual de emisiones (según el escenario objetivo del PNIEC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción del 8,3% anual de emisiones</li> <li>Se considera cierta descentralización de la actual industria del Ayto. de Madrid hacia zonas circundantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción del 6,7% anual</li> <li>Se considera cierta descentralización de la actual industria del Ayto. de Madrid hacia zonas circundantes</li> </ul>
<b>Reforestación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No se considera una plantación adicional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se considera un incremento del 10 % de la masa forestal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se considera un incremento del 20 % de la masa forestal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se considera un incremento del 15 % de la masa forestal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se considera un incremento del 25 % de la masa forestal</li> </ul>

### ABATIMIENTO DE EMISIONES DE LAS PRINCIPALES PALANCAS

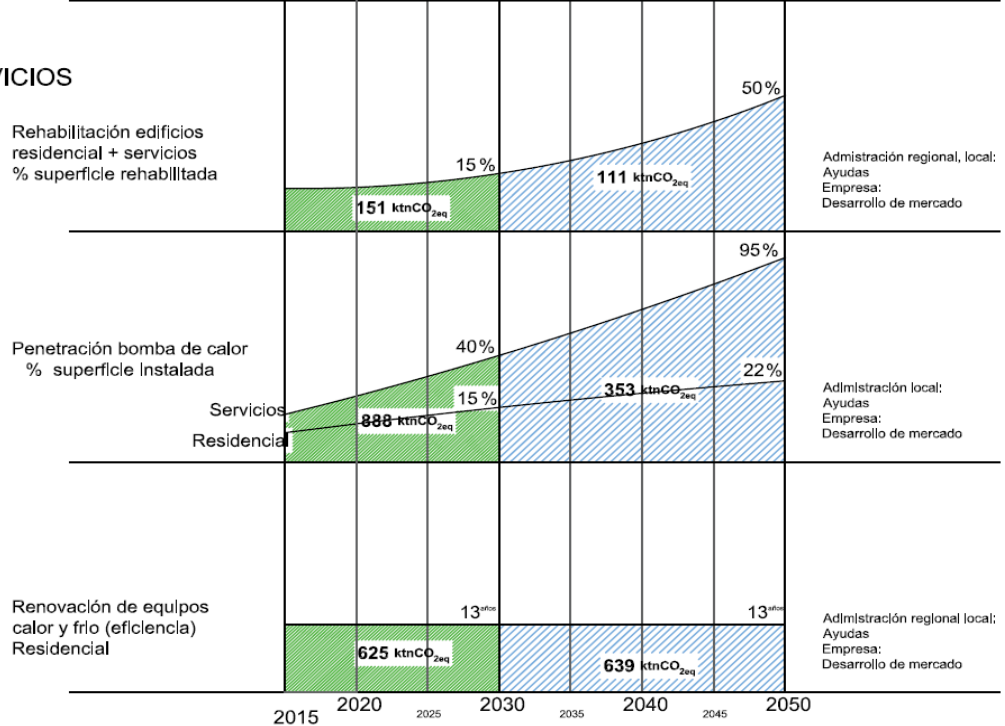
Periodo 2015 - 2030

Periodo 2030 - 2050

#### SECTOR TRANSPORTE



#### SECTOR RESIDENCIAL + SERVICIOS



## 5 | Análisis económico

Como primera aproximación al análisis económico en 2021 se llevó a cabo un estudio en el marco del proyecto demostrador (Madrid Deep Demo) de Climate-KIC. Dicho estudio “*Economic case for decarbonisation in Madrid*”, se realizó por parte de la consultora *Material Economics* aplicando una metodología común en varias ciudades europeas de forma que permita cierta comparabilidad de los distintos escenarios económicos y siempre con las mismas premisas de análisis del potencial y coste de abatimiento de las palancas propuestas en el ámbito de las emisiones totales de CO<sub>2</sub> eq en el periodo 2020-2050. El coste de abatimiento se define como los costes adicionales (o beneficios percibidos) de reemplazar una tecnología de referencia (de uso común) por una alternativa de bajas emisiones.

La herramienta utilizada para relacionar la eficiencia de las palancas y medidas propuestas, tanto por su potencial de reducción de emisiones (CO<sub>2</sub> eq) como por su coste (€) es la Curva de Abatimiento. Esta curva ordena distintas tecnologías de menor a mayor coste de reducción por tonelada métrica de CO<sub>2</sub> eq (altura de la columna) y el potencial (ancho) de reducción de emisiones de las palancas. Del análisis se observa que muchas de las palancas planteadas tienen costes negativos, es decir, su implantación podía suponer un ahorro.

El análisis nos proporciona una visión de conjunto de las palancas propuestas en la Hoja de Ruta hacia la neutralidad climática de la ciudad de Madrid y permite dar prioridad a la ejecución de las medidas que, con un menor coste, ofrecen un mayor potencial de reducción de emisiones directas de CO<sub>2</sub> eq.

Algunas de las actuaciones propuestas que ofrecen un mayor potencial para la reducción de emisiones directas en el periodo 2015-2030 requerirán un impulso por parte de las Administraciones competentes que permita incentivar los cambios de equipos o de hábitos.

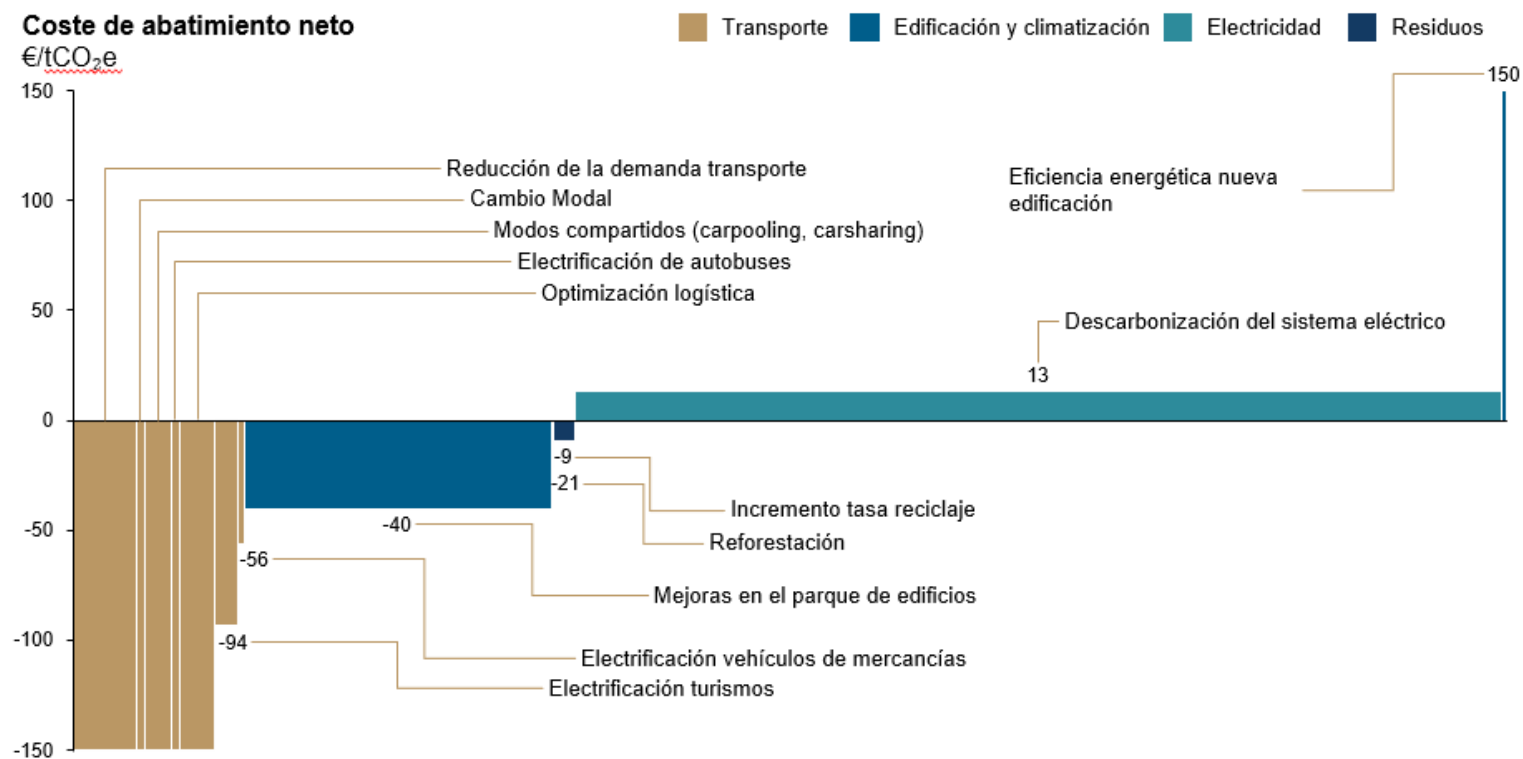
Como principal conclusión hay que destacar que la descarbonización del sistema eléctrico se configura como la actuación más relevante en la Hoja de Ruta hacia la neutralidad climática de la ciudad de Madrid. Si bien presenta un coste de abatimiento positivo en términos de €/tCO<sub>2</sub>eq, su elevado potencial de reducción de las emisiones de GEI la convierten en una palanca estratégica de la que depende el éxito de otras medidas. La descarbonización de los sistemas de climatización y agua caliente sanitaria en el sector residencial y servicios, y la incorporación de dispositivos eficientes energéticamente, jugarán también un papel relevante con costes de abatimiento negativos y un elevado potencial de reducción de emisiones. Además, se puede destacar el escenario económico favorable de las medidas y palancas del sector transporte.

### Curva de abatimiento

Emissiones kton CO<sub>2</sub>e en 2030, abatimiento de costes y beneficios anualizados basados en inversiones en 2020-2030, costes/ahorros recurrentes y co-beneficios en 2020-2050

#### Coste de abatimiento neto

€/tCO<sub>2</sub>e



"Economic case for decarbonisation in Madrid" Julio 2021

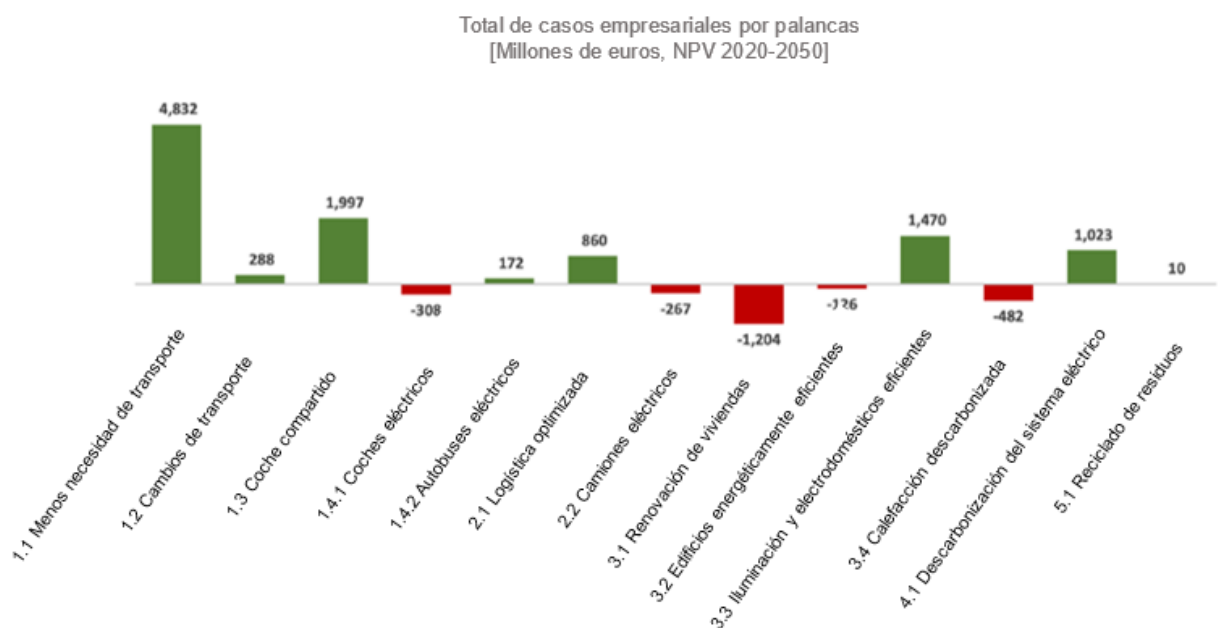
Madrid Deep Demonstration, Material Economics- EIT Climate-KIC

En abril de 2023, a partir del Acuerdo Climático de la ciudad, y dentro de los compromisos de la 'Misión de Ciudades inteligentes y climáticamente neutras', se realizan una serie de estudios económicos dentro del Plan de Inversión que se incluye en dicho documento.

Estos estudios permiten modelar las prioridades y principios clave para asegurar la neutralidad climática en la ciudad. Dentro de este Acuerdo se muestra el caso de estudio económico de las principales palancas establecidas, analizando también la necesidad de financiación por parte de los diferentes actores.

### Curva coste de abatimiento

Kton CO<sub>2</sub>e emisiones en 2030, abatimiento de costes y beneficios anualizados basados en las inversiones de 2020-2030, y costes/ahorros recurrentes y co-beneficios en 2020-2050

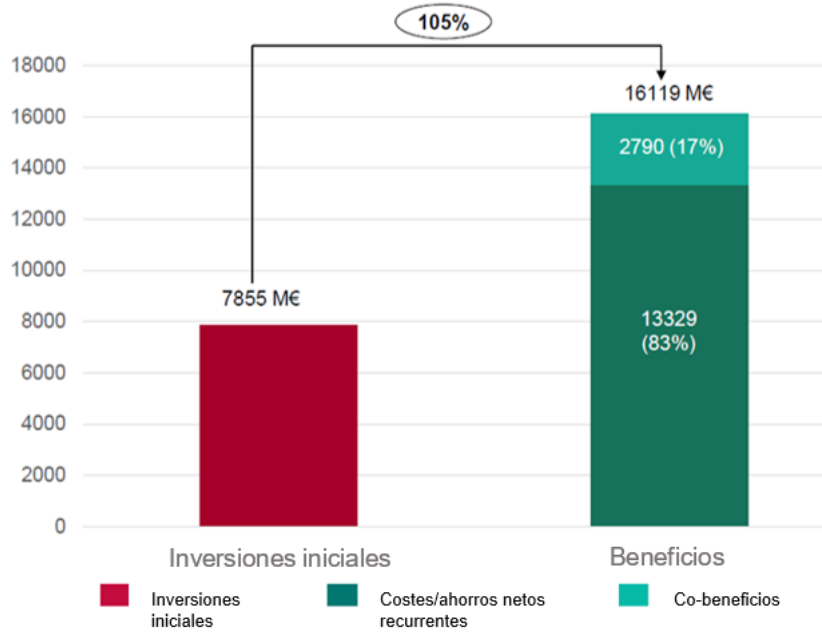


Como se muestra en el gráfico anterior, la mayoría de las palancas tienen un caso económico favorable o muy cercano a neutro, en el que los ahorros obtenidos compensan las inversiones realizadas.

Se confirman los escenarios favorables de las palancas asociadas al transporte y destaca que en este nuevo estudio la descarbonización de la electricidad cuyo potencial es elevado presenta un coste de abatimiento con resultado favorable.

Además, este estudio estima la inversión necesaria para desarrollar las medidas y palancas establecidas en la Hoja de ruta, teniendo en cuenta los co-beneficios asociados a dichas medidas y los diferentes actores.

**Total del caso económico por todas las palancas**  
M€, inversiones NPV (2020-2030) y beneficios (2020-2050)



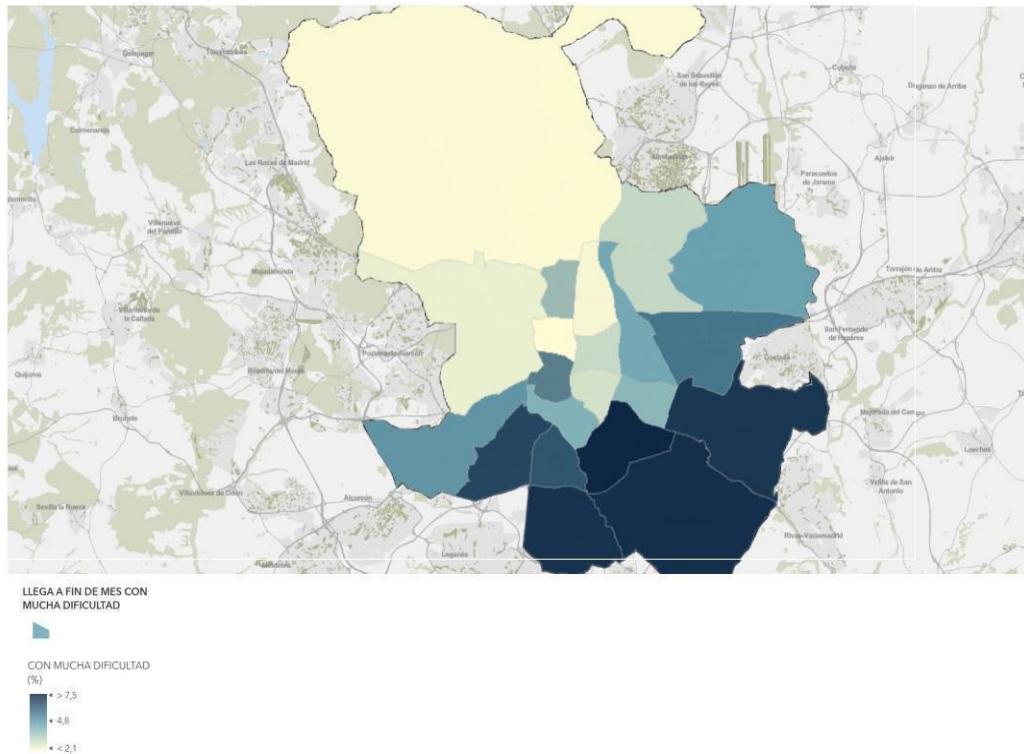
De esta forma, se estima que las inversiones directas (VAN) hasta 2030 sean 7.9 B€ con un Retorno de la Inversión (ROI) del 105 %.

## 6 | Análisis social

La variable social en las políticas climáticas adquiere una singular importancia atendiendo tanto a su efectividad como a su impacto. Por una parte, la eficacia de las diversas palancas propuestas dependerá principalmente de la disposición de la ciudadanía para tomar decisiones que estén alineadas con esta Hoja de Ruta en lo que respecta a los hábitos y las opciones de consumo e inversión doméstica. A su vez, la puesta en marcha de medidas encaminadas a la reducción de emisiones sin evaluar previamente la dimensión social de las mismas presenta el riesgo de agudizar las desigualdades sociales existentes, ahondando en la denominada “brecha climática”. Por todo ello, resulta esencial realizar un análisis social que permita diseñar las acciones climáticas bajo criterios de diversidad, equidad e inclusión y que identifique las potenciales barreras de acceso y aceptación de estas medidas en las distintas realidades sociales de la ciudad.

Este análisis social debe incluir como mínimo una descripción de la estructura y dinámicas demográficas desagregadas territorialmente, con indicadores tales como estructura poblacional por edad, sexo, composición y características de los hogares, movimientos migratorios, etc. En este sentido resulta de especial relevancia el diagnóstico social y panel de hogares que se realiza en el marco del Plan Estratégico del Sistema Público de Servicios Sociales del Ayuntamiento de Madrid (2023-2027), cuya información y análisis permite ajustar las acciones climáticas a distintos contextos socioeconómicos territoriales (véase figura). Además de esta información de contexto general, la incorporación de información e indicadores asociados al riesgo de exclusión, como por ejemplo el indicador europeo AROPE (At Risk of Poverty and/or Exclusion) o herramientas que integren el principio de no generar un perjuicio asociado, basados por ejemplo en el principio europeo DNSH (Do Not Significant Harm), permiten integrar un criterio ético aplicable a la Hoja de Ruta que guíe en la asignación de recursos hacia a las medidas y acciones concretas que no solo generen beneficios ambientales, sino que también promuevan la equidad social.

El análisis social permite ajustar y modular las acciones de descarbonización en función de los contextos sociales existentes en nuestra ciudad, diferenciando aquellos esfuerzos dirigidos a los sectores de población que son responsables de las emisiones más significativas y que, por tanto, desempeñan un papel crucial en la efectividad de cualquier estrategia, de las acciones que persiguen facilitar la transición a aquellas personas que carecen de la capacidad económica para invertir en la reducción de sus propias emisiones. Finalmente, es importante identificar grupos o sectores de población que tienen mayores incentivos para descarbonizarse, ya sea por motivaciones económicas, ambientales o sociales, y que pueden desempeñar un papel crucial como impulsores de cambios positivos y ejemplos a seguir para la ciudadanía en general.



Fuente: Ayuntamiento de Madrid (2022). Diagnóstico social 2021-2022

En el contexto específico de la reducción de emisiones en el sector residencial, algunos de los colectivos identificados que enfrentan desafíos particulares se encuentran:

- los hogares establecidos en viviendas con baja certificación energética (niveles E, F y G), que constituyen un foco crítico para las medidas de eficiencia energética;
- individuos y hogares de menor poder adquisitivo, y en particular familias monoparentales y numerosas, quienes, al no contar con los recursos financieros necesarios, podrían encontrar dificultades para adoptar tecnologías más limpias y eficientes en sus viviendas;
- individuos u hogares con niveles educativos bajos, que experimentan obstáculos al solicitar subvenciones y otras formas de asistencia, agravados por la brecha digital;
- individuos u hogares que tienen previsto emprender obras de reforma en sus viviendas, ya que pueden estar abiertos a incorporar tecnologías más eficientes;
- administradores de fincas y empresas del sector de la construcción, que desempeñan un papel esencial en la sensibilización sobre la importancia de la reducción de emisiones en las comunidades de vecinos,
- propietarios de viviendas en alquiler, ya que estos, a diferencia de sus inquilinos, tienen la capacidad de tomar decisiones que impactan en las emisiones, pero a menudo pueden carecer de incentivos para invertir en las mejoras energéticas.

En la reducción de emisiones del sector del transporte, diversos colectivos se enfrentan a desafíos particulares:



- individuos u hogares de menor poder adquisitivo, que pueden encontrar obstáculos para acceder a vehículos más eficientes y adoptar formas de transporte más sostenibles debido a restricciones económicas;
- individuos con bajos niveles educativos o personas mayores que pueden encontrar dificultades en los procedimientos digitales para adquirir billetes de transporte público o solicitar ayudas para la compra de vehículos eléctricos, lo que refleja la brecha digital existente;
- comunidades ubicadas en áreas con acceso limitado a opciones de transporte público, que pueden experimentar una mayor dependencia del vehículo privado;
- trabajadores, autónomos y empresas de transporte, que enfrentan desafíos económicos y logísticos al tratar de actualizar sus flotas hacia tecnologías más limpias;
- personas mayores o con movilidad reducida, familias monoparentales y numerosas, que encuentran mayores dificultades para optar por modos de transporte más sostenibles;
- empresas medianas y grandes, que desempeñan un papel crucial a través de sus planes de movilidad al trabajo, ofreciendo incentivos a los empleados que utilicen transporte público, compartido o rutas de empresa y electrificando sus flotas de empresa, entre otros;
- las universidades, agentes clave al movilizar diariamente a cientos de miles de personas, incluyendo estudiantes, docentes y personal no docente).

Atender las necesidades específicas de estos colectivos (y sus intersecciones) es esencial para desarrollar políticas de reducción de emisiones más equitativas y efectivas.

Es crucial destacar que la transición energética hacia la neutralidad climática tiene un enorme potencial para generar un impacto social positivo, abordando cuestiones fundamentales como la mejora de las condiciones habitacionales o de movilidad, la creación de empleo de calidad y la reducción de la pobreza energética.

## 7 | Colaboraciones entre administraciones y colaboración público-privada-social

La neutralidad en carbono no puede abordarse actuando exclusivamente sobre los focos de emisión, si no que requiere una transformación social que cambie paradigmas y estilos de vida actuales. Se trata de una labor coral en la que deben implicarse numerosos actores, desde las administraciones, al sector privado, la academia, el tercer sector y los ciudadanos.

La visión estratégica, el marco legal y normativo y el impulso económico de las administraciones resultan cruciales. La acción local de los ayuntamientos se encuentra en muchos casos condicionada por los contextos que ofrecen administraciones de mayor rango. En este sentido, políticas de la Unión Europea como el European Green Deal, o como la comunicación de la Comisión europea para intensificar la ambición climática de Europa para 2030, proponiendo una reducción de emisiones del 55% para 2030 (vs 1990) o las Misiones de adaptación y de ciudades inteligentes y climáticamente neutras, sin ser vinculantes marcan el camino de las políticas municipales.

Las políticas estatales son determinantes para la consecución de los objetivos y el desarrollo de los planes locales. Son fundamentales en el desarrollo de cuerpos legales, normativas y directrices técnicas y, de manera específica en la configuración del mix energético y eléctrico sobre el que reposan el nuevo modelo energético y las estrategias de neutralidad. Las políticas estatales para los próximos años se proyectan en la Ley Estatal de Cambio Climático, el PNIEC o la Estrategia a Largo Plazo (ELP), coincidentes todas ellas en el objetivo de la neutralidad para el año 2050.

Esta Hoja de Ruta integra los planes estatales en la acción local. Integra el objetivo de incremento de la presencia de fuentes renovables en la generación de electricidad hasta el 74%, o el principio de la eficiencia energética en el horizonte temporal de 2030, según recoge el PNIEC y la neutralidad en carbono para 2050 de la ELP.

El Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD) y la Oficina Española de Cambio Climático, responsables del desarrollo de las políticas estatales, son actores clave en este proceso con los que desde el ámbito local se mantiene comunicación continua con el fin de alinear acciones.

La academia es otro de los pilares de la acción climática en la ciudad de Madrid. La relación con este actor se produce en varios niveles, llegándose a constituir un auténtico binomio universidad-ciudad. El Ayuntamiento lleva varios años colaborando con varias universidades ubicadas en el municipio para desarrollar estudios sectoriales con gran valor para la ciudad, entre ellos los inventarios de emisiones de contaminantes y gases de efecto invernadero, así como el estudio del parque circulante que dan base a los inventarios, entre otros.

Desde el punto de vista municipal en 2021 se creó una herramienta de colaboración interdepartamental ("Grupo Clima 360") que conecta distintos servicios de la estructura municipal considerados claves en el desarrollo de la acción climática, como medio ambiente, planificación urbana, innovación, gestión presupuestaria y económica, energía, movilidad, patrimonio, cultura, etc. Este equipo de trabajo permite abordar de manera integral los retos climáticos y conectar proyectos en desarrollo.

Las entidades del tercer sector, como las ONG, las fundaciones y las asociaciones de la sociedad civil, desempeñan un papel crucial en el avance hacia la neutralidad climática, debido a su capacidad para comprender la realidad social, involucrar a las comunidades, y asegurar una transición inclusiva. A lo largo del año 2023, se ha llevado a cabo un esfuerzo significativo por acercar esta Hoja de Ruta a diversas organizaciones sin ánimo de lucro con presencia en la ciudad. Estas entidades han aportado valiosas sugerencias de mejora que se han incorporado al documento actual, consolidando un enfoque integrado y representativo de las necesidades de la sociedad.

La Hoja de Ruta implica también un profundo cambio social, por ello, la ciudadanía debe tomar parte en el proceso, evolucionar en hábitos y estilos de vida, pero también participar en las decisiones.

En tanto no se establezca un mecanismo directo de relación y la creación de marcos de colaboración estables, algo complejo en temas estructurales, se han puesto en marcha procesos participativos asociados a proyectos concretos, entre los que destaca "Intervención en entornos escolares con criterios de adaptación al cambio climático y mejora de calidad del aire" o "Intervención en entornos escolares en Puente y Villa de Vallecas. Trabajar en conjunto las necesidades de los diferentes grupos de población a la que van dirigidas las intervenciones resulta clave para el éxito de los proyectos.

La dimensión global y compleja de la crisis climática requiere el trabajo en red. En este sentido el la Hoja de Ruta muestra un camino que no puede recorrerse de manera aislada. Resulta fundamental la conexión con otras ciudades compartiendo conocimiento y experiencia. En el ámbito estatal, Madrid forma parte de la iniciativa 'citiES 2030' creada en 2021 como plataforma espejo de la Misión de ciudades inteligentes y climáticamente neutras de la UE a escala nacional y también de la Red de Ciudades por el Clima de la Federación Española de Municipios y Provincias. En la escena internacional se integra en iniciativas como el Pacto de Alcaldías por la Energía el Clima, la red EUROCITIES y el Grupo de Ciudades por el Liderazgo Climático C40.

## 8 | Procesos impulsores de implementación y escalado

Una vez identificadas las principales palancas de transformación y analizado el marco competencial, es necesario establecer prioridades de acción en el ámbito municipal que permitan maximizar el impacto en aquellas áreas en las que el Ayuntamiento puede intervenir de forma más directa. En ese sentido, pueden distinguirse dos niveles de actuación: identificación de palancas clave de acción municipal y procesos habilitadores de implementación y escalado.

Para la priorización desde el ámbito municipal de estas acciones hay que tener en cuenta, evidentemente, el peso en términos de potencial de reducción de emisiones, pero este no debe ser el criterio único, sino que hay que incidir especialmente en **actuaciones transformadoras** que impliquen una modificación en el modelo establecido de comportamiento ("business as usual") hacia otros esquemas más sostenibles acordes con el escenario ambicioso que se persigue. Se hace necesaria una transformación sistémica, es decir, no sólo innovación tecnológica, sino también social, política, económica, financiera e institucional. Por ello, es fundamental crear nuevas herramientas habilitadoras que favorezcan la implementación y escalado.

La ciudad de Madrid ha planteado para el desarrollo de su Hoja de Ruta las siguientes acciones dirigidas al impulso de procesos:

- **EQUIPO DE TRABAJO INTERDEPARTAMENTAL (Grupo Clima 360):** constituido por representantes de distintas áreas municipales (Urbanismo, Medio Ambiente y Movilidad, Economía, Innovación, Hacienda, Cultura, Internacional, etc.) que aportan las múltiples visiones que exige la Hoja de Ruta.
- **REVISIÓN NORMATIVA:** procesos de revisión de regulaciones, ordenanzas y planes municipales bajo la perspectiva de la neutralidad climática. Oportunidad de generar espacios de innovación regulatoria ("sandbox" regulatorios) que permitan experimentar modelos de descarbonización no contemplados o de difícil implementación con el marco normativo existente. A destacar la figura de "**Áreas demostradoras de acción climática**" contemplada en la Ordenanza de Calidad del Aire y Sostenibilidad de marzo de 2021, en las que se desarrollarán medidas dirigidas a acelerar la descarbonización y que permitan cumplir con los objetivos de neutralidad climática. Dichas áreas contarán con un plan de acción que recogerá las medidas necesarias para lograr una reducción de emisiones superior a la exigida por la normativa vigente, de manera que supongan un



impulso de mejora adicional de la calidad del aire del ámbito y puedan ser extensibles a toda la ciudad.

- **FINANCIACIÓN CLIMÁTICA:** puesta en marcha de esquemas de financiación que permitan desarrollar la Hoja de Ruta a partir del análisis económico. Integración de la variable climática en los presupuestos municipales.
- **PLATAFORMA DE COLABORACIÓN MULTIACTOR:** a partir de la experiencia de Madrid como ciudad demostradora del programa de Climate-KIC “Ciudades limpias y saludables”, consolidación de una plataforma que promueva la innovación sistémica, acelerando carteras de proyectos transformadores. En esta plataforma se integran el Ayuntamiento, la comunidad científica, el sector privado y la ciudadanía.
- **REDES DE COLABORACIÓN A ESCALA NACIONAL E INTERNACIONAL**
- **MEDIDAS CATALIZADORAS DE OTROS PROCESOS:** como el reparto de espacio público peatonal/ciclista para priorizar modos sostenibles de movilidad, instalación de fotovoltaica y autoconsumo colectivo para involucrar a la ciudadanía en los consumos energéticos y la electrificación, o la renaturalización de la ciudad para la sensibilización y concienciación sobre el efecto del cambio climático.

## 9 | Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático

Reducir las emisiones de GEI debe ser el objetivo prioritario de la acción climática. Sin embargo, las consecuencias del calentamiento global obligan a dar una respuesta a las amenazas e impactos que ya se están produciendo. La modificación del sistema climático global genera unos efectos en cadena que llegan a la escala local, y que no se limitan a aspectos ambientales, sino que impactan social y económicamente.

Esta Hoja de Ruta pretende orientar la ciudad de Madrid hacia el cumplimiento del Acuerdo de París, reduciendo sus emisiones con el objetivo de alcanzar la neutralidad en 2050, pero también incorpora los objetivos planteados en su artículo 2. *'Aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima'*.

El Pacto Verde Europeo que manifiesta el compromiso político de transformar la UE en una sociedad equitativa y próspera, con una economía moderna, eficiente en el uso de los recursos y competitiva, también incorpora en sus metas proteger, mantener y mejorar el capital natural de la UE, así como proteger la salud y el bienestar de los ciudadanos frente a los riesgos y efectos medioambientales.

En el ámbito nacional, la Ley de Cambio Climático y Transición Energética ofrece el marco institucional para el cumplimiento de los objetivos del Acuerdo de París y refuerza el papel de la adaptación en el desarrollo de esas políticas. De manera más específica, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) supone una referencia que permite orientar los planes y actuaciones locales.

Debe destacarse la dimensión local que supone la adaptación al Cambio Climático. Los impactos derivados de la alteración del clima se convierten en riesgos reales y cercanos que afectan a los sistemas urbanos, desde la provisión de recursos, la gestión del agua, la demanda energética o la degradación de los espacios naturales, pero sobre todo tienen efecto en los grupos sociales más vulnerables y en la actividad económica.

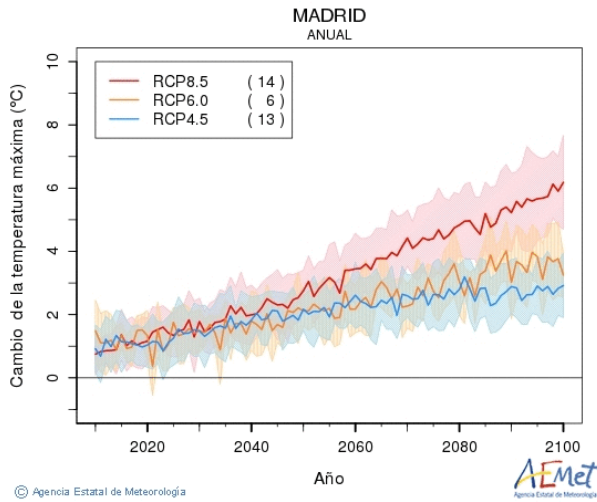
### Escenarios climáticos y evaluación de riesgos

La evolución del clima en Madrid se infiere a partir de los escenarios climáticos regionalizados. A pesar de la influencia de la ciudad en determinadas variables meteorológicas, su clima depende del regional. A partir de las proyecciones regionalizadas ofrecidas por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y de la plataforma AdapteCCa (Plataforma sobre Adaptación de la Oficina Española de CC), se pueden conocer los escenarios futuros a los que se enfrenta la ciudad.

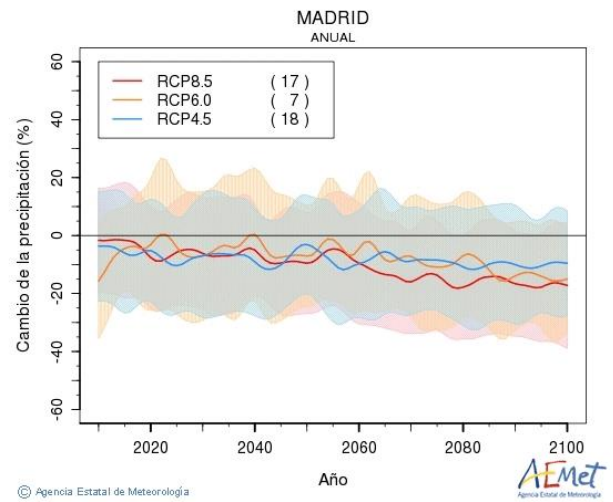
Respecto a las temperaturas, la tendencia que se observa es el incremento de las temperaturas máximas, el aumento de los días cálidos y de las noches tórridas o cálidas, aquellas que superan los 20° de mínima, y aumento de la duración de los episodios de ola de calor. La evolución de estas variables se hace más acusada en la trayectoria de concentración representativa (RCP 8.5) con incrementos superiores a 5°C en las temperaturas máximas a finales de este siglo o el incremento de los episodios de ola de calor.

Respecto a las precipitaciones, existe una tendencia decreciente en el volumen y en el número de días de lluvia, y los periodos secos muestran una evolución creciente.

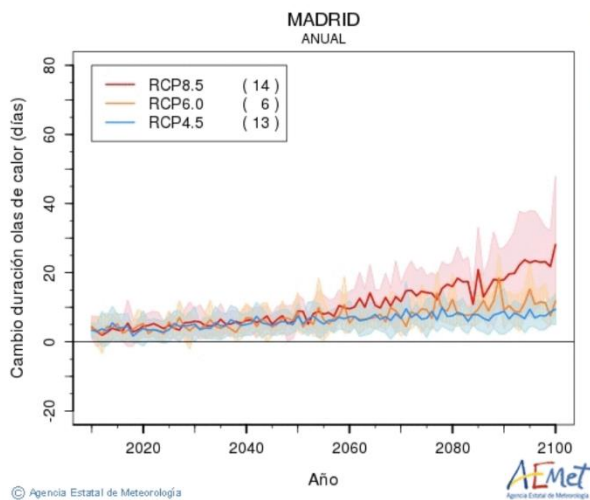
### Cambio en la temperatura máxima



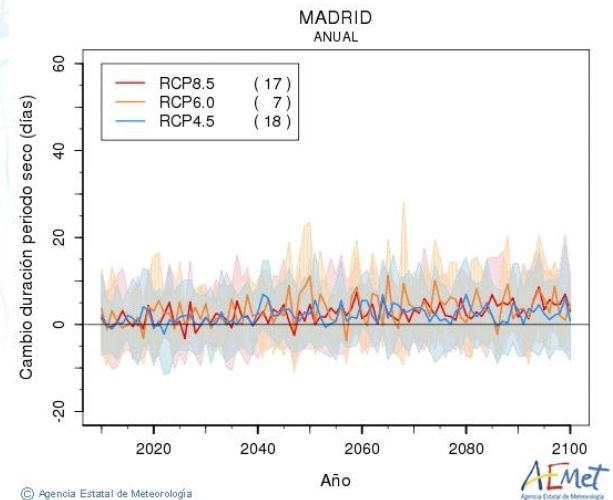
### Cambio en la precipitación



### Cambio duración olas de calor



### Cambio duración periodo seco



Resultados gráficos de las proyecciones regionalizadas de cambio climático (temperatura y precipitaciones).

Fuente: AEMET.

Disponible en: [http://www.aemet.es/en/serviciosclimaticos/cambio\\_climat/result\\_graficos](http://www.aemet.es/en/serviciosclimaticos/cambio_climat/result_graficos)

La alteración de las condiciones climáticas mostradas en los escenarios previstos está en el origen de una serie de cadenas de impactos. Según el estudio municipal: “Análisis de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático del municipio de Madrid”, la ciudad está afectada por los siguientes impactos:

- **Olas de calor:** efectos directos sobre la salud, mortalidad y morbilidad, incremento de la demanda energética, aumento del consumo de agua, reducción de rendimientos de trabajo, efectos sobre turismo, etc.
- **Sequías:** restricciones de abastecimiento de agua potable, reducción de la calidad, impacto en economía, negocios y turismo, degradación de espacios naturales, etc.
- **Eventos climáticos extremos:** Inundaciones, tormentas, vendavales, nevadas, granizadas...: daños personales impacto sobre infraestructuras y edificios,

reducción de la calidad del agua, incremento de incidencias en seguridad y emergencias, incidencias en movilidad.

- **Degradación ambiental:** alteración o modificación de ecosistemas y pérdida de biodiversidad, incremento de vectores contagiosos, plagas y enfermedades.

Estas cadenas de impacto generan un efecto en cascada con incidencia en múltiples aspectos de la vida y actividad de la ciudad, desde la salud a la calidad del aire, las condiciones laborales o la economía. Este mismo análisis valora, a escala distrital, las áreas de Madrid más vulnerables, mostrando la coincidencia espacial de la vulnerabilidad climática con la social y económica.

Aunque el clima de la ciudad de Madrid se enmarca en el regional, al igual que otras grandes metrópolis, la morfología urbana, los materiales y la actividad urbana, provocan condiciones climáticas particulares a microescala y fenómenos como el efecto de “Isla de Calor Urbana”.

El “*Estudio de Detalle del Clima Urbano de Madrid*”, realizado por el grupo de investigación del clima urbano de la Universidad Autónoma de Madrid por encargo del Ayuntamiento, profundiza en el conocimiento del efecto de Isla de Calor Urbana, estrechamente relacionado con el impacto de las olas de calor. El estudio integra las tendencias de los escenarios climáticos regionales y elabora un plano de la huella de calor en la ciudad que permite ubicar los lugares más expuestos, “puntos calientes”.

Los impactos derivados de la alteración del clima ya son una realidad en la ciudad de Madrid, estos se producen en diferentes ámbitos, magnitud e intensidad y de manera aguda, como emergencias, o con efectos crónicos menos perceptibles, pero constantes y continuados que van deteriorando algunos aspectos de la vida urbana.

Al igual que en el desarrollo de las acciones de mitigación, la adaptación requiere una respuesta integral y coordinada, obligada por la multiplicidad de factores que intervienen y de los efectos que derivan de la alteración climática.

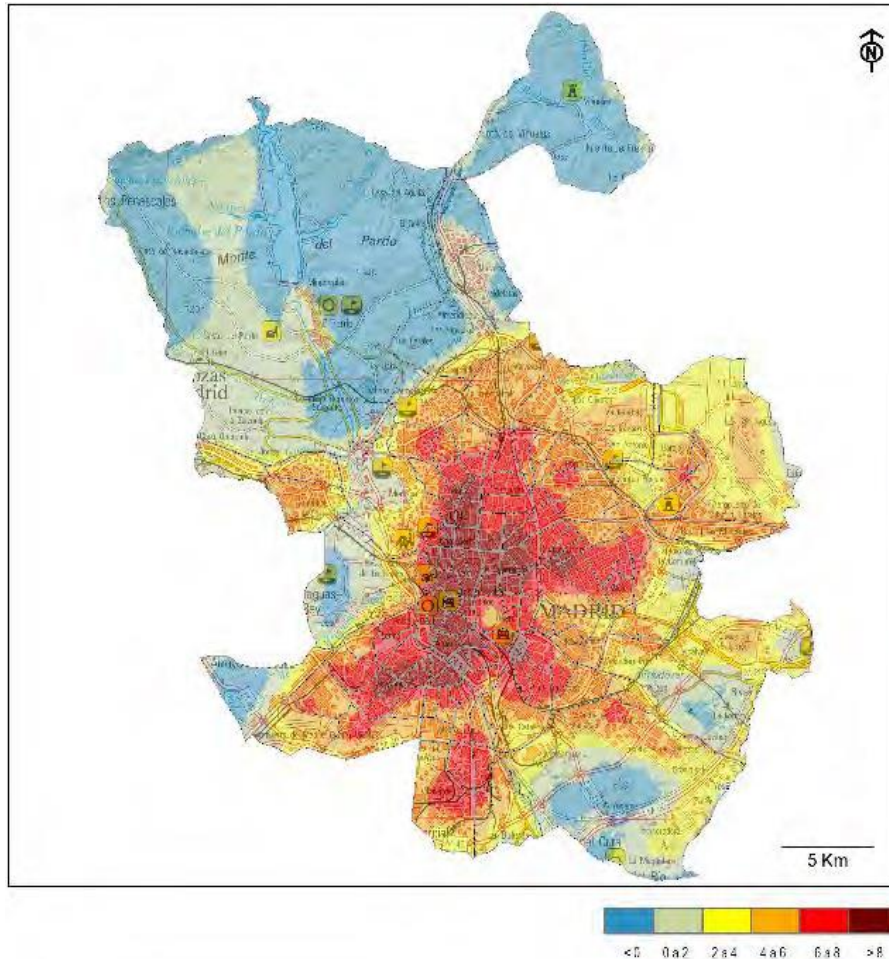
La acción municipal para la adaptación de la ciudad al cambio climático se despliega en los siguientes aspectos.

- Observación y seguimiento de las variables climáticas y los impactos clave asociados.
- Evaluación de riesgos, en sectores de actividad, infraestructuras y población.
- Elaboración de acciones de respuesta frente a los impactos; emergencias y efectos crónicos.
- Puesta en práctica de medidas de adaptación
- Monitorización vulnerabilidad de la ciudad al cambio climático y de las medidas implementadas.
- Transferencia de conocimiento

## Objetivos de adaptación

El clima en Madrid está cambiando y, en base a las proyecciones ambientales, es de esperar que continúe evolucionando con la misma tendencia durante las próximas décadas. Los cambios en las condiciones ambientales están generando riesgos sobre la salud pública, la economía y el equilibrio de los sistemas naturales y urbanos.

Para hacer frente a los impactos climáticos actuales y futuros Madrid debe adaptarse, **transformándose en una ciudad más resiliente, sostenible y saludable**. La adaptación es una transformación conjunta y transversal, que debe alinear políticas sectoriales y el esfuerzo coordinado de múltiples actores de todos los sectores de la sociedad.



*Distribución de la isla de calor fisiológica en verano.*

*Detalle del Clima Urbano de Madrid. Abril 2016. Ayuntamiento de Madrid. Felipe Fernandez et al. UAM.*

A continuación, se indican los objetivos de adaptación al cambio climático para la ciudad que se incluyen de forma más detallada en 'Medidas de adaptación climática de la ciudad de Madrid' desarrollada en 2023:

Objetivo 1: Refrescar la ciudad

Objetivo 2: Proteger e incrementar la biodiversidad en la ciudad

Objetivo 3: Optimizar la gestión de recursos hídricos

Objetivo 4: Adaptar los servicios y equipamientos municipales

Objetivo 5: Una gobernanza para la adaptación climática

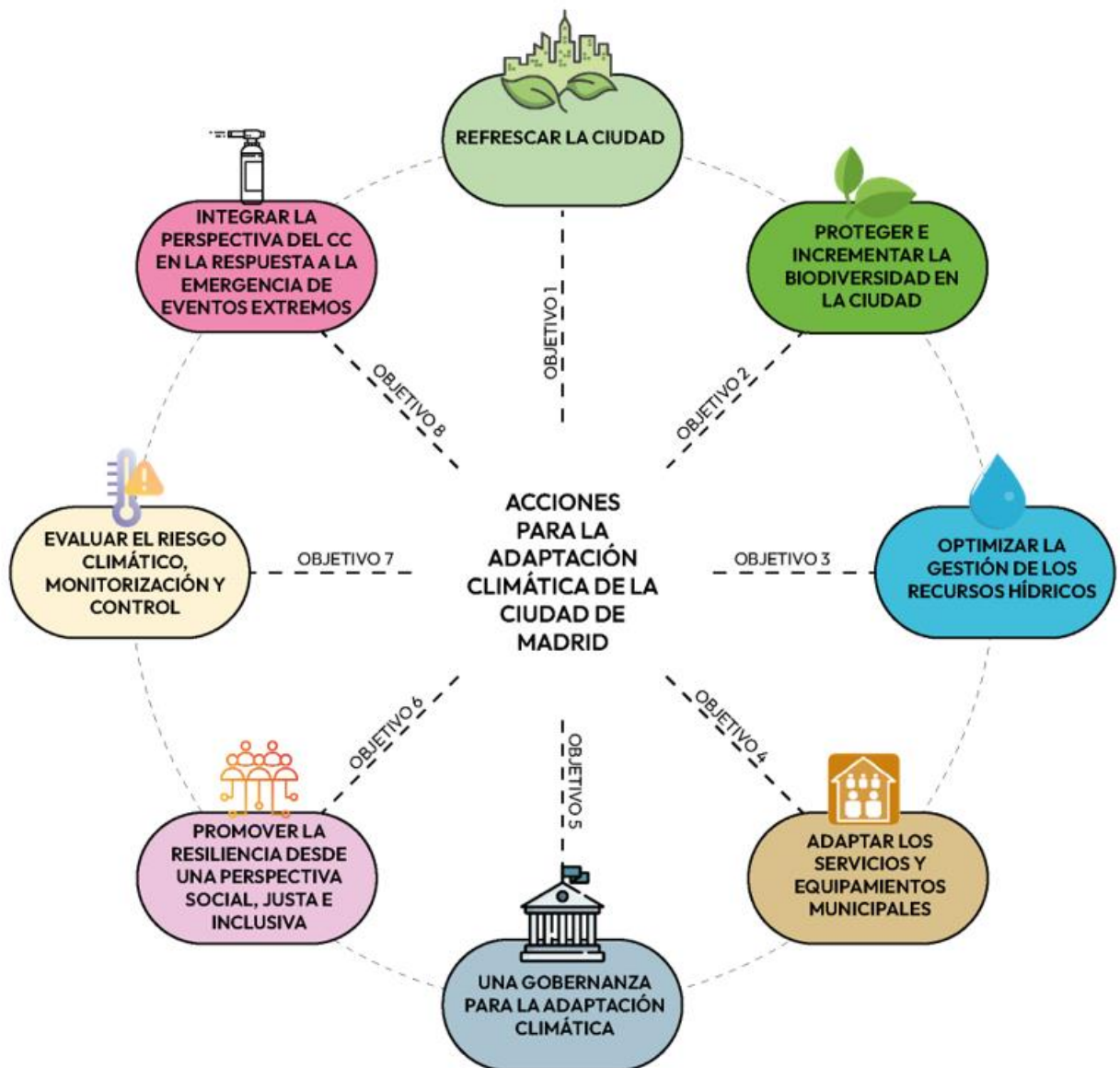
Objetivo 6: Promover la resiliencia desde una perspectiva social, justa e inclusiva

Objetivo 7: Evaluar el riesgo climático, monitorización y control



Objetivo 8: Integrar la perspectiva del cambio climático en la respuesta a la emergencia de eventos extremos

Cada uno de estos ocho objetivos a su vez se desarrolla en metas y líneas de trabajo guían a la ciudad en la mejora de la respuesta ante los impactos climáticos.



Al igual que en el desarrollo de las acciones de mitigación, la adaptación requiere una **respuesta transversal y coordinada**, obligada por la multiplicidad de factores que intervienen y de los efectos que derivan de la alteración climática. En este sentido, el equipo de trabajo interdepartamental Grupo Clima, permitirá abordar de manera integral algunos proyectos emblemáticos de la ciudad relacionados con el desarrollo de infraestructuras verdes y biodiversidad, a la vez que ejercerá una acción como plataforma para fomentar las necesarias alianzas estables con actores del sector privado, académico y ciudadano.

## 10 | Seguimiento y comunicación

El seguimiento de la Hoja de Ruta hacia la neutralidad climática se establece conforme a un triple sistema que cubre distintas necesidades y objetivos de monitorización:

- 1) Los avances de la ciudad de Madrid en su camino hacia la neutralidad podrán observarse anualmente a través de los resultados que se obtienen a partir del **Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero**. Esta herramienta, que se lleva utilizando desde 2006, permite conocer año a año el volumen de emisiones de alcance 1 y 2 (directas e indirectas) que genera la ciudad, evolución histórica y tendencias. El inventario, realizado conforme a la metodología internacionalmente aceptada, ofrece datos de emisiones totales y desagregados por sectores de actividad y constituye el principal mecanismo de contraste de la acción climática en términos de objetivos de reducción.

La información base del inventario se obtiene a partir de encuestas directas dirigidas a las principales fuentes de emisión, a la que se añade información procedente de la administración regional y estatal, así como estudios específicos, como el Parque Circulante de la Ciudad de Madrid, el Modelo de Tráfico o el Balance Energético, entre otros.

El Anexo I recoge los indicadores identificados para realizar el seguimiento de esta Hoja de Ruta. El inventario de emisiones GEI aporta los indicadores generales de seguimiento que se pueden encontrar en dicho Anexo.

- 2) El inventario de emisiones presenta alguna limitación, como el desfase temporal de entre 1 y 2 años motivado por la metodología de recogida de datos o la dificultad de evaluar el impacto de emisiones a palancas de reducción concretos, por lo que se considera conveniente complementarlo con un sistema de indicadores de tendencias urbanas que permitan un análisis más detallado del cumplimiento de hipótesis y escenarios, el grado de implantación de medidas y el pronóstico de evolución en los siguientes años. Este seguimiento de tendencias integrará la evaluación de las acciones de adaptación a través de indicadores de resiliencia y/o vulnerabilidad.

Además de los indicadores generales de seguimiento, el Anexo I identifica por sectores una serie de indicadores que evalúen y muestren la tendencia y el impacto de las palancas y ejes establecidos en la Hoja de Ruta.

- 3) Por último, se ha desarrollado un sistema avanzado para el diagnóstico, y evaluación de fuentes emisoras de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos en la ciudad de Madrid que permite monitorizar, simular y evaluar el impacto sobre la emisión de contaminantes atmosféricos de distintas políticas ambientales y diferentes escenarios de evolución de las dinámicas urbanas (SIMAD Clima y Aire). Esta herramienta, basada en la utilización de los múltiples datos urbanos de fuentes públicas y privadas, ofrece una visualización geográfica de emisiones con un elevado grado de detalle.

La Hoja de Ruta, los datos de inventario y los informes de evaluación periódicos serán publicados en la web municipal y en publicaciones específicas, de manera que la información será transparente y accesible para cualquier interesado.

## Estrategia de comunicación

La Hoja de Ruta es una guía para todas aquellas personas o entidades implicadas en la mitigación y adaptación de la ciudad. En este sentido, su divulgación se considera parte del proceso de implantación y desarrollo. La estrategia de comunicación adaptará sus contenidos en función de los destinatarios, canal de comunicación y objetivo de cada acción informativa.

Resulta relevante la difusión en el ámbito interno del Ayuntamiento de Madrid, con el fin de alinear las políticas de las diferentes áreas municipales, pero es especialmente necesaria la complicidad del sector privado, de la sociedad organizada y en general de la ciudadanía. A todos ellos deberá llegar este mensaje y ambición de la forma adecuada a su posición y capacidad de acción.

## 11 | Amenazas y barreras

La crisis climática se define por su complejidad e interrelación entre múltiples factores de ámbitos aparentemente distantes. Por esta circunstancia, amenazas y barreras pueden originarse y aparecer de igual modo desde diversos lugares.

Respecto al cumplimiento de los objetivos de la Hoja de Ruta, la incertidumbre está en los ritmos y tiempos necesarios para alcanzar los objetivos.

Técnicamente, el grado de desarrollo alcanzado parece permitir acceder a escenarios de ciudades neutras en los horizontes temporales que plantea esta Hoja de Ruta y, aunque existen incertidumbres en algunos aspectos (evolución en el desarrollo de baterías, adaptación de redes de distribución, desarrollo de la tecnología del hidrógeno, técnicas de clasificación y tratamiento de residuos, así como los costes para su implantación, desarrollo de los mercados de materiales recuperados, etc.) no parecen que comprometan el fin.

En este ámbito, el éxito para alcanzar la neutralidad depende en un alto grado de la **descarbonización del mix eléctrico**, que de no cumplir con los ritmos e hitos establecidos ralentizaría todo el proceso.

La adecuación de infraestructuras, la transformación del parque circulante de la ciudad, la mejora de la eficiencia energética de edificios, la extensión de sistemas de climatización basados en energías limpias o la mejora de los procesos de recolección y tratamiento de residuos, deben incorporar mejoras técnicas y requieren plazos de desarrollo amplios que podrían alterar el ritmo esperado.

Sin embargo, las mayores amenazas y barreras serán aquellas relacionadas con aspectos sociales y económicos. El objetivo de una ciudad neutra en carbono no podrá alcanzarse si no hay una **colaboración público – privada – social** en todos los aspectos del proceso. Este desarrollo urbano solo puede entenderse en una sociedad inclusiva en un contexto económico favorable y sostenible.

Los modelos de **gobernanza** son también un aspecto clave, la acción climática propone transformaciones integrales que, en ocasiones, son difíciles de desarrollar en esquemas administrativos y de organización excesivamente rígidos y compartimentados, y de normativa en cuyo diseño no se ha incorporado la variable climática.

También puede suponer una amenaza la **desconexión entre escalas**. La acción climática en la ciudad debe estar en relación con el contexto metropolitano, regional y estatal. Numerosas actividades y sistemas urbanos (movilidad, alimentación, energía, agua, etc.) están intensamente influenciados por estos otros ámbitos. De manera análoga, el proceso puede extraviarse o ralentizarse si no se produce un **alineamiento de las políticas** de las diferentes administraciones, local, regional, nacional y europea.

La **armonización entre políticas** será necesaria no sólo en términos estratégicos y legales. La transformación urbana que se debe afrontar requerirá de políticas y estrategias financieras y presupuestarias que deberán ser ágiles y eficientes, para lo que la **coordinación institucional** resulta crucial.

La puesta en práctica de acciones va a requerir inversiones elevadas, en algunos casos con retornos económicos directos y en un plazo asumible por inversores, pero en muchos otros ese retorno se producirá en el largo plazo, tal y como se aprecia en el análisis económico, e incluso será inexistente en términos meramente económicos, caso de muchas acciones de resiliencia urbana. Un **contexto económico** favorable y un enfoque más amplio en la valoración de los retornos obtenidos facilitará, por tanto, la implantación de medidas.

El proceso hacia la neutralidad climática requiere una profunda transformación urbana, desde lo social, económico y ambiental. El reto está en vencer las inercias y posiciones inmovilistas que frenan esta evolución hasta alcanzar nuevos paradigmas e inercias que conduzcan de manera natural a una ciudad climáticamente neutra, económicamente próspera y socialmente inclusiva. En un análisis previo de barreras locales que condicionan la necesaria acción climática y de posibles acciones correctoras se identificaron las indicadas a continuación.

*Tabla 5: Barreras locales a la Hoja de Ruta y medidas para superarlas*

<b>Barreras locales a la Hoja de Ruta</b>	<b>Medidas para superarlas</b>
<p>Ausencia de criterios climáticos en la normativa y planificación urbanística y en la estrategia de rehabilitación del sector residencial.</p> <p>Falta de profesionales en el sector.</p>	<p>Revisión normativa y de herramientas de gestión administrativa con perspectiva climática.</p> <p>Zonas de experimentación e innovación climática (sandbox regulatorio) y modificación normativa.</p> <p>Sensibilización y formación de técnicos y profesionales del urbanismo y la construcción.</p>
<p>Ausencia de presupuestos específicos e instrumentos de financiación de acciones climáticas</p>	<p>Evaluación económica de co-beneficios.</p> <p>Instrumentos de canalización de inversión privada.</p>
<p>Excesiva compartimentación en la estructura y gestión municipal que dificulta acciones integrales</p>	<p>Creación de espacios de coordinación y grupos interdepartamentales.</p> <p>Modificación de competencias.</p> <p>Inclusión de la variable climática en los diferentes ámbitos y planes municipales.</p>
<p>Dificultades de coordinación entre administraciones</p>	<p>Establecer mesas y cauces de coordinación de competencias y recursos.</p>

<p>Inercias y rutinas de trabajo. Dificultades para incorporar innovaciones técnicas y organizativas.</p>	<p>Crear grupos de trabajo para transferencia de conocimiento y formación.</p> <p>Desarrollar actividades formativas dentro de la propia organización municipal.</p> <p>Impulso de las redes y plataformas locales, nacionales e internacionales.</p>
<p>Déficit en instrumentos de evaluación de riesgos e impactos. Evaluación económica, efectos en salud, consumo energético, etc.</p>	<p>Desarrollo de herramientas para el seguimiento de efectos del Cambio Climático, tanto de sus riesgos como de los co-beneficios de las medidas.</p>
<p>Desconocimiento entre la población de los riesgos climáticos y de las acciones de mitigación y adaptación disponibles. Dificultad de implicar agentes urbanos.</p>	<p>Informar sobre los efectos del cambio climático en los aspectos cercanos a la ciudadanía.</p> <p>Formar a la ciudadanía sobre el uso eficiente de la energía y de las nuevas tecnologías.</p> <p>Simplificar los procedimientos administrativos para la solicitud de ayudas y subvenciones.</p> <p>Facilitar la transformación de entornos y hábitos.</p> <p>Integrar a los grupos de población, especialmente a los más vulnerables, en proyectos e iniciativas para afrontar los efectos del cambio climático.</p>



## Histórico de revisiones

Fecha	Resumen de modificaciones
2021	Primera versión
2022	Propuesta de indicadores, análisis de riesgos asociados al clima y medidas de adaptación climática: co-beneficios.
2024	Revisión y actualización del contexto, los objetivos, palancas e indicadores para una hoja de ruta socialmente inclusiva.

La Hoja de Ruta pone a Madrid ante un gran desafío que implica una transformación urbana y la integración transversal de la acción climática en las políticas municipales.

Imagen portada:

Título: De Madrid al cielo (o hacia las cuatro torres)

Autor: Juan Carlos Rodán González

[V Concurso de fotografía municipal.](#)

## 12 | Anexos y documentación relacionada

### Anexo I.- Indicadores de monitorización de tendencias hacia la neutralidad climática

A continuación, se exponen los indicadores identificados con los que se realizará el seguimiento de las diferentes palancas y ejes de acción.

1.- Indicadores generales de seguimiento			
Acción	Indicador	Tendencia	Unidad
Generales	Emisiones totales de gases de efecto invernadero (GEI)	Disponible	kt CO <sub>2</sub> eq
	Emisiones directas de GEI	Disponible	kt CO <sub>2</sub> eq
	Emisiones indirectas de GEI	Disponible	kt CO <sub>2</sub> eq
	Intensidad emisiva del municipio (emisión/ud PIB)	Disponible	t CO <sub>2</sub> eq/mill. €
	Intensidad energética del municipio (Consumo energético final/ud PIB)	Disponible	tep/mill. €
Residencial	Emisiones totales GEI en el sector residencial	Disponible	kt CO <sub>2</sub> eq
	Emisiones directas GEI en el sector residencial	Disponible	kt CO <sub>2</sub> eq
	Emisiones indirectas GEI en el sector residencial	Disponible	kt CO <sub>2</sub> eq
Servicios	Emisiones totales GEI en el sector servicios	Disponible	kt CO <sub>2</sub> eq
	Emisiones directas GEI en el sector servicios	Disponible	kt CO <sub>2</sub> eq
	Emisiones indirectas GEI en el sector servicios	Disponible	kt CO <sub>2</sub> eq
Transporte rodado	Emisiones totales GEI en el sector transporte rodado	Disponible	kt CO <sub>2</sub> eq
	Emisiones directas GEI en el sector transporte rodado	Disponible	kt CO <sub>2</sub> eq

	Emisiones indirectas GEI en el sector transporte rodado	Disponible	kt CO <sub>2</sub> eq
<b>Industrial</b>	Emisiones totales de GEI en el sector industria	Disponible	kt CO <sub>2</sub> eq
	Emisiones directas de GEI en el sector industria	Disponible	kt CO <sub>2</sub> eq
	Emisiones indirectas de GEI en el sector industria	Disponible	kt CO <sub>2</sub> eq
<b>Absorción por sumideros</b>	Evolución de las absorciones de CO <sub>2</sub> (sumideros)	Disponible	kt CO <sub>2</sub>
<b>Electricidad</b>	Evolución del factor de emisión eléctrico (nivel nacional)	Disponible	kt CO <sub>2</sub> /MWh
	Generación eléctrica renovable	Disponible	ktep
	Contribución de la energía eléctrica al total de consumo de energía final	Disponible	%
<b>Energía térmica renovable</b>	Evolución de la generación de energía térmica renovable	Disponible	ktep
<b>Contexto socioeconómico y transición justa</b>	Indicadores de estructura y dinámica demográfica de la población	Disponible	Varios
	Renta de los hogares por Distrito	Disponible	€
	Porcentaje de hogares que no pueden permitirse mantener la vivienda con una temperatura adecuada por Distrito	Disponible	%
	Porcentaje de gasto del hogar en energía por Distrito	En desarrollo	%



Acción	Indicador	Tendencia	Unidad
Reducir la demanda de consumo de los edificios existentes mejorando el aislamiento y la eficiencia energética	Evolución del número de viviendas rehabilitadas	En desarrollo	Nº viviendas
	Evolución de la superficie rehabilitada	En desarrollo	m <sup>2</sup>
Cambio de equipos e instalaciones más eficientes	Evolución del número de calderas de carbón	Disponible	Nº instalaciones
	Evolución del consumo de gas natural	Disponible	ktep
	Contribución de la energía eléctrica al total de consumo de energía final en los sectores residencial y servicios	Disponible	%
Acciones locales para la descarbonización del sistema eléctrico	Ver 'Indicadores generales de seguimiento'	-	-

Acción	Indicador	Tendencia	Unidad
<b>Reducción de desplazamientos / demanda de turismo privado</b>	Evolución de la intensidad de tráfico	Disponible	Miles vehículos/día
	Evolución de la movilidad de turismos privados	Disponible	Millones vehículos-km/año
	Evolución teletrabajo	En desarrollo	En desarrollo
	Evolución superficie total de zonas de bajas emisiones (ZBE)	En desarrollo	m <sup>2</sup>
	Evolución del porcentaje de zonas de servicio estacionamiento regulado (SER)	En desarrollo	m <sup>2</sup> SER/m <sup>2</sup> urbanizados totales
<b>Cambio modal de vehículo privado a otros modos / intermodalidad</b>	Evolución de la movilidad peatonal (días laborables, sábados y domingos y festivos)	Disponible	Miles personas/día
	Evolución de la movilidad en el transporte público	Disponible	Nº usuarios (millones/año)
	Evolución de la movilidad ciclista (nº estaciones BiciMAD)	Disponible	Nº anclajes
	Evolución de la movilidad ciclista (utilización del servicio BiciMAD)	Disponible	Miles usos/año
	Evolución del vehículo compartido cero emisiones ( <i>carsharing</i> o <i>carpooling</i> )	En desarrollo	Nº vehículos/año
<b>Renovación y electrificación del parque circulante. Optimización de servicios (transporte público y distribución urbana de mercancías)</b>	Evolución de matriculaciones de turismos CERO frente al total de matriculaciones	Disponible	%
	Evolución de taxis CERO frente al total de taxis	Disponible	%
	Evolución autobuses CERO frente al total autobuses (EMT)	Disponible	%
	Evolución de los distintivos ambientales DGT en parque matriculado (turismos)	Disponible	Nº turismos (miles)
	Evolución de los distintivos ambientales DGT en nuevas matriculaciones (turismos)	Disponible	Nº turismos
	Evolución de los distintivos ambientales DGT en parque matriculado (motocicletas)	Disponible	Nº motocicletas
	Evolución de los distintivos ambientales DGT en nuevas matriculaciones (motocicletas)	Disponible	Nº motocicletas
	Evolución de vehículos con distintivo CERO de la flota municipal	Disponible	% CERO
<b>Reducir emisiones en el sector aéreo</b>	Evolución del consumo de combustible de aviación (queroseno en ciclos de aterrizaje-despegue)	Disponible	ktep
	Evolución de las operaciones totales al año	Disponible	Miles operaciones/año

**4.- Sector servicios:** Edificios y locales del sector servicios, comercial e institucional cero emisiones

Acción	Indicador	Tendencia	Unidad
<b>Reducir la demanda de consumo de los edificios existentes mejorando el aislamiento y la eficiencia energética</b>	Evolución del consumo energético de una muestra representativa de edificios municipales	En desarrollo	Consumo energético/m <sup>2</sup>
<b>Cambio de equipos e instalaciones más eficientes</b>	Evolución de número de bombas de calor	En desarrollo	Nº instalaciones
	Evolución del consumo del alumbrado público vial	Disponible	kWh
	Evolución del número de puntos de alumbrado público (ciudad, monumentos, carreteras y túneles de más de 200 metros)	Disponible	Nº puntos
	Evolución de la relación consumo de alumbrado público vial y número de puntos de alumbrado	Disponible	kWh/nº puntos
	Evolución de la potencia del alumbrado público (ciudad, monumentos, carreteras y túneles de más de 200 metros)	Disponible	kWh
<b>Acciones locales para la descarbonización del sistema eléctrico</b>	Evolución de la potencia fotovoltaica instalada en el municipio	Disponible	kWp
	Evolución de la generación de energía solar fotovoltaica en edificios y centros municipales	Disponible	MWh

**5.- Sector residuos:** Reducir el impacto de los residuos

Acción	Indicador	Tendencia	Unidad
Reducción en la generación	Evolución de la tasa de generación per cápita	Disponible	kg/(habitante·año)
Incremento tasas de recuperación en sectores residencial, servicios y municipal	Evolución de la tasa de recuperación en sectores residencial, servicios y municipal	Disponible	%
Recogida y tratamiento de materia orgánica	Evolución de la masa total de biorresiduos recogidos selectivamente	Disponible	t/año
	Evolución de la relación entre el biogás generado en la biometanización y la materia orgánica que entra al proceso de biometanización	Disponible	Nm <sup>3</sup> /t
	Evolución de la relación entre el biometano inyectado a la red y el total de biogás generado en la biometanización	Disponible	Nm <sup>3</sup> biometano/Nm <sup>3</sup> biogás

## 6.- Sector industria y otros: Reducir emisiones en otros sectores

Acción	Indicador	Tendencia	Unidad
Reducción en impacto de gases refrigerantes y disolventes	Evolución de las emisiones de gases fluorados	Disponible	t
Reducción de las emisiones en el sector industrial	Evolución del consumo energético final del sector industrial	Disponible	ktep
	Contribución de la energía eléctrica al total de consumo de energía final en el sector industria	Disponible	%
Naturalizar y reforestar el municipio	Evolución del dosel arbóreo	En desarrollo	En desarrollo
	Evolución del factor verde	En desarrollo	%



## Anexo II.- Documentación relacionada

### Documentación municipal

- *Inventario de Gases de Efecto Invernadero de la Ciudad de Madrid (2019)*. Ayuntamiento de Madrid. 2021
- *The total economic case for decarbonisation in Madrid*. Material Economics. Noviembre 2020
- *Adaptación climática mediante soluciones basadas en la naturaleza: Madrid + Natural*. Ayuntamiento de Madrid 2020
- Declaración de emergencia climática (25/09/2019)
- Acuerdos de la Villa 2020
- Estrategia de Sostenibilidad Ambiental Madrid 360. [Disponible aquí.](#)
- Agenda Rehabilita Madrid (2022). [Disponible aquí.](#)
- Informe Madrid Economía (edición 2023 disponible aquí) e informe mensual de coyuntura económica (noviembre 2023 disponible aquí).
- *Diagnóstico social 2021-2022. Primera ola del panel estable de hogares del Ayuntamiento de Madrid*. [Disponible aquí.](#)
- Informe Estado de la movilidad 2020. [Disponible aquí.](#)
- Medidas de adaptación climática de la ciudad de Madrid (pendiente publicación)

### Documentación de la Comunidad de Madrid

- Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid (2023-2030). [Disponible aquí.](#)

### Documentación estatal

- *Estrategia a largo plazo para la Rehabilitación Energética en el Sector de la Edificación (ERESEE)*. [Disponible aquí.](#)
- *Plan Nacional Integrado de energía y Clima (2021-2030)*. [Disponible aquí.](#)
- *Empleo y transición ecológica. Yacimientos de empleo, transformación laboral y retos formativos en los sectores relacionados con el cambio climático y la biodiversidad en España*. Fundación Biodiversidad y Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. [Disponible aquí.](#)
- *La percepción social sobre la transición ecológica en España, 2022-23*. Observatorio Transición Justa. [Disponible aquí.](#)



HOJA DE RUTA HACIA LA  
NEUTRALIDAD CLIMÁTICA  
DE LA CIUDAD EN 2050

- Encuesta de población activa. [Disponible aquí.](#)