



**COMILLAS**

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

Facultad de Ciencias Humanas y Sociales

Grado en Relaciones  
Internacionales

Trabajo Fin de Grado

**Estudio de la viabilidad de una ciudad  
100% sostenible en España.**

Análisis comparado entre Madrid y Barcelona, dos  
ciudades de la misión 2030 en nuestro país.

Autor: Ana Arranz Fernández

Director: Jaime Tatay Nieto

Madrid, abril 2024

## **Resumen**

En el año 2015, los 193 EEMM de la ONU decidieron impulsar el desarrollo sostenible a través de la creación de la Agenda 2030, compuesta por un programa de desarrollo para poder lograr los 17 ODS. Puesto que la emergencia energética cada vez es mayor, Arabia Saudí, uno de los países pioneros en petróleo decidió desarrollar NEOM, un proyecto de construcción de la primera ciudad 100% sostenible del mundo llamada *The Line*. Tal iniciativa suscita interés al tratarse de energías limpias y sostenibilidad, dejando de lado el petróleo, un bien que aporta gran riqueza al estado a través de sus exportaciones, sus reservas y de la inversión internacional.

En el presente trabajo, trataremos de analizar los indicadores de sostenibilidad que influyen en Madrid contenidos en el Índice de Sostenibilidad Ambiental (ISA), además del Índice de Desarrollo Humano, la infraestructura de transporte. Por otro lado, se estudiará la población, así como el número de hogares debido a la creciente urbanización y a la importancia que han cobrado las ciudades en los últimos años como centros de residencia. A partir de ahí, estudiaremos la viabilidad de la implementación de medidas como las de *The Line* con un análisis comparado entre Madrid y Barcelona, ciudades españolas de la misión 2030. El objetivo del estudio es detectar la ciudad que mayores oportunidades tenga basadas en dichos indicadores y las iniciativas existentes, para llevar a cabo la implementación de medidas contenidas en *The Line* y conseguir una ciudad 100% sostenible.

**Palabras clave:** sostenibilidad urbana, viabilidad, indicadores, política ambiental y ciudad.

## **Abstract**

In 2015, the 193 UN Member States decided to promote sustainable development through the creation of the 2030 Agenda, composed of a development program to achieve the 17 SDGs. Since the energy emergency is on the rise, Saudi Arabia, one of the pioneering oil countries decided to develop NEOM, a project to build the world's first 100% sustainable city called *The Line*. This initiative raises interest as it deals with clean energy and sustainability, leaving aside oil, a good that brings the state great wealth through its exports, reserves and international investment.

In this paper, we will try to analyze the sustainability indicators that influence Madrid contained in the Environmental Sustainability Index (ESI), in addition to the Human Development Index (HDI) and the transportation infrastructure. On the other hand, we will study the population, as well as the number of households due to the growing urbanization and the importance that cities have gained in recent years as centers of residence. From there, we will study the feasibility of implementing measures such as those of *The Line* with a comparative analysis between Madrid and Barcelona, two of the Spanish cities in the 2030 mission. The objective of the study is to identify the city with the major opportunities, based on these indicators and existing initiatives, to implement the measures contained in *The Line* and achieve a 100% sustainable city.

**Key words:** urban sustainability, feasibility, indicators, environmental policy and city.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>1. Introducción.....</b>	<b>7</b>
<b>2. Finalidad y motivos de la investigación.....</b>	<b>10</b>
<b>3. Estado de la cuestión y marco teórico.....</b>	<b>11</b>
<b>4. Objetivos y pregunta de investigación.....</b>	<b>15</b>
<b>5. Metodología del trabajo.....</b>	<b>16</b>
<b>6. Análisis.....</b>	<b>20</b>
6.1. Análisis descriptivo de sostenibilidad en Madrid.....	20
6.1.1. Indicador 1. Consumo de agua (Huella hídrica)-ISA .....	21
6.1.2. Indicador 2. Huella de Carbono.....	23
6.1.3. Indicador 3. Consumo de energía-ISA .....	25
6.1.4. Indicador 4. Infraestructura de transporte.....	28
6.1.5. Indicadores 5 y 6. Crecimiento de la población y número de viviendas ....	29
6.1.6. Indicador 7. Materia prima usada (residuos) .....	32
6.1.7. Indicador 8. Índice de Desarrollo Humano (IDH).....	35
6.1.8. Conclusiones del análisis descriptivo sobre la sostenibilidad en Madrid .	36
6.2. Análisis comparativo de sostenibilidad en Barcelona .....	38
6.2.1. Indicador 1. Huella hídrica .....	39
6.2.2. Indicador 2. Huella de Carbono.....	41
6.2.3. Indicador 3. Consumo de energía .....	43
6.2.4. Indicador 4. Infraestructura de transporte.....	45
6.2.5. Indicadores 5 y 6. Crecimiento de la población (ISA) y número de viviendas	47
6.2.6. Conclusiones del análisis comparativo sobre la sostenibilidad en Barcelona	50
<b>7. Argumentación y propuestas.....</b>	<b>52</b>
<b>8. Anexo.....</b>	<b>56</b>
<b>9. Bibliografía .....</b>	<b>58</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. La comunidad autónoma de Madrid y la realidad de su “huella hídrica”. Año 2020.</i> .....	21
Figura 2. Evolución del total de emisiones GEI en el municipio de Madrid (kt CO <sub>2</sub> )... 24	
Figura 3. Sectorización por productos de la energía final consumida en la Comunidad de Madrid (2021).....	26
Figura 4. Evolución de la generación eléctrica (ktep) en la Comunidad de Madrid (2021). .....	27
Figura 5. Evolución de la demanda de billetes del transporte urbano e interurbano (en millones). .....	28
Figura 6. Evolución de la población en la ciudad de Madrid por sexo (2000-2023). ....	30
Figura 7. Pirámide poblacional 2022 y proyección 2037.....	31
Figura 8. Viviendas principales según superficie en Madrid (2021).....	31
Figura 9. Evolución de la generación de residuos (en toneladas) por fracción Madrid (2018-2023). .....	33
Figura 10. La comunidad autónoma de Cataluña y la realidad de su “huella hídrica”. Año 2020. ....	39
Figura 11. Evolución de emisiones de GEI en la provincia de Barcelona, 1999-2021 (CO <sub>2</sub> -eq (Gg)).....	41
Figura 12. Tipología de la energía final consumida en Barcelona (2022).....	43
Figura 13. Origen de la generación de energía eléctrica en Barcelona (2022).....	44
Figura 14. Evolución de la demanda de transporte público en Barcelona, 2017-2022 (miles de viajes).....	46
Figura 15. Demanda en las estaciones ferroviarias de metro de Barcelona, 2017-2022 (en millones). .....	46
Figura 16. Evolución de la población en la ciudad de Barcelona por sexo (2001-2023). .....	48
Figura 17. Pirámide poblacional 2022 y proyección 2037, Barcelona.....	49
Figura 18. Viviendas principales según superficie en Madrid y en Barcelona (2021)... 50	

## ÍNDICE DE SIGLAS

AAPP	Administraciones Públicas
ADENA	Asociación para la Defensa de la Naturaleza
AUE	Agenda Urbana Española
CFC	Clorofluorocarburos
CH <sub>4</sub>	Metano
CMNUCC	Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
COP3	Tercera Conferencia de las Partes
EEMM	Estados Miembros de la U.E.
EPA	Environmental Protection Agency
Eustat	Instituto de Estadística Vasco
FEDER	Fondo Europeo de Desarrollo Regional
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GWh	Gigavatios-hora
HFC	Hidrofluorocarburos
Hm <sup>3</sup>	Hectómetros cúbicos
IA	Inteligencia Artificial
IDH	Índice de Desarrollo Humano
INE	Instituto Nacional de Estadística
IPV	Índice de Planeta Vivo
ISA	Índice de Sostenibilidad Ambiental
Kt	Kilotonelada
Ktep	Kilotonelada equivalente de petróleo
M	Millón/millones
MITECO	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
N <sub>2</sub> O	Óxido nitroso
NAE	Nueva Agenda Española
NAU	Nueva Agenda Urbana
OCU	Organización de Consumidores y Usuarios
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible

ONU	Organización de las Naciones Unidas
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PPA	Paridad de Poder Adquisitivo
UE	Unión Europea
UNFCC	United Nations Framework on Climate Change

## 1. Introducción

En la actualidad, la mayor parte de la población se concentra en entornos urbanos, un 55% según la Organización de las Naciones Unidas (ONU) (Parra, 2022). El crecimiento demográfico en dichas áreas ha coincidido con un aumento de la conciencia ambiental en las sociedades occidentales, como señala Arbulu (2013), con problemas críticos como la deforestación amazónica, el agotamiento de la capa de ozono, el efecto invernadero y el calentamiento global. La elección de realizar este TFG centrándonos en el análisis de la sostenibilidad urbana tiene la finalidad de reconocer el papel clave de las ciudades como actores globales, debido a la realidad tan cambiante y diversa en la que nos encontramos. Además, como segundo objeto de estudio contaremos con una investigación acerca de la sostenibilidad en la realidad española, a través de ciertos indicadores definidos en el *capítulo 5* del trabajo en las ciudades de Madrid y Barcelona.

El objetivo principal es estudiar la posible viabilidad de una ciudad 100% sostenible en España, comparando ambas ciudades para determinar la mejor área de implantación de las iniciativas. Para ello, nos inspiraremos en *The Line*, el proyecto de una ciudad 100% sostenible para el año 2030 construida en forma vertical en el desierto de Arabia Saudí que albergará hasta 9M de personas (Casbas, 2022). Resulta patente que ninguna de las ciudades españolas mencionadas cuenta con un desierto, ni unas condiciones económicas como las de Arabia, puesto que nos encontramos ante ciudades antiguas que ya están formadas y construidas, donde los centros urbanos son densos. Por tanto, se trata de investigar cuáles de las iniciativas de *The Line* podrían contribuir a la creación de un Madrid o una Barcelona 100% sostenible, realizando, en primer lugar, un análisis descriptivo de sostenibilidad en Madrid, seguido de uno comparativo en Barcelona, a través de la recogida de datos de los indicadores de sostenibilidad presentados más adelante.

La globalización exige adaptabilidad a la dinámica socioeconómica del mundo para adaptarse sin precedentes a las nuevas circunstancias. Plaza Cerezo (2002) destaca esta flexibilidad intrínseca de las ciudades, convirtiéndolas en fundamentales para combatir el cambio climático y enfrentar los desafíos ambientales. Sin embargo, este protagonismo trae consigo determinados inconvenientes en cuanto a la contaminación atmosférica. Las ciudades son uno de los focos más activos de polución, representando el 75% de las emisiones de carbono, ya que solo ocupan el 3% del territorio mundial (Mapfre, 2022). Este impacto ha sido intensificado por el uso de compuestos como es el caso de los



clorofluorocarburos (CFC). Los primeros efectos negativos de estos compuestos fueron descubiertos por los hallazgos de Molina y Rowland (1974). A pesar de la prohibición de los aerosoles, cuya composición contenía CFC, los nuevos usos de estos en la industria electrónica supusieron un desafío para encontrar un equilibrio entre el desarrollo industrial y la protección ambiental (Mugica, s.f.).

Con el descubrimiento del agujero en la capa de ozono sobre la Antártida, la debilidad de nuestro entorno comienza a cobrar importancia (Grutter, 2019) exigiendo implementar protocolos internacionales. Por consiguiente, ese mismo año se pone en marcha el Convenio de Viena (1985) donde se acuerdan medidas para proteger la salud y el medio ambiente contra los efectos adversos de su destrucción (MITECO, s.f.). Siguiendo esta línea, en 1987, a través del Informe Brundtland, se clarifica el término “desarrollo sostenible” definido como aquel “que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (Naciones Unidas, 1987, p. 59).

Tras un llamamiento urgente ante el desafío ambiental, se celebraba la primera Conferencia Mundial sobre el Clima que llevó a la creación en 1992 de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (MITECO a., s.f.). En ella se aprueba el Protocolo de Kyoto a través del cual los países industrializados buscan reducir las emisiones de GEI (UNFCCC, s.f.). La Unión Europea (UE) aplica estos protocolos mencionados anteriormente, a través de su estricta y ambiciosa legislación (EUR-Lex, 2019). Así, manifiesta su liderazgo mediante el compromiso con la infraestructura verde, como se muestra en el Tratado de Lisboa (2007) (MITECO b., s.f.). Bajo estas condiciones, a través del principio número 22 de la Declaración de Río de Janeiro (1992), destaca la importancia de la sostenibilidad en el entorno urbano, reconociendo el papel fundamental de las poblaciones indígenas y sus comunidades en el desarrollo sostenible y en el control ambiental (CNUMAD, 1992).

Surge así el concepto de “ecologismo” como una ideología contemporánea, manifestada elocuentemente en la obra de Andrew Dobson, *Teoría Política verde*, donde hace una clara distinción con el medioambientalismo. Expone que este último tiene un enfoque más administrativo, abogando por enfrentar los problemas medioambientales sin realizar cambios en los modelos de producción y consumo, mientras que el ecologismo pretende transformar la forma de vida social y política (Dobson, 1997, pp. 22). En este

contexto, se diferencian tres visiones respecto al medio ambiente: la biocéntrica, donde la persona es un elemento más de la naturaleza configurada en sí misma; la antropocéntrica, en la que la persona es el eje central y la naturaleza queda a disposición del ser humano; y, la ecocéntrica, basado en los ecosistemas y con la naturaleza como sujeto de derechos. Resulta fundamental comprender la ciudad como un ecosistema urbano complejo, un entorno metropolitano donde los seres vivos interactúan y se relacionan con lo construido y lo natural para enfrentar los retos relacionados con la sostenibilidad de la urbe (Higuera, 2009). Hablamos aquí del concepto de “sostenibilidad urbana”, donde los problemas de contaminación, producción de desechos y congestión son las variables del sistema urbano contemporáneo (Jiménez-Jiménez, 2019). Él mismo indica que para lograr los objetivos en este ámbito deben combinarse correctamente tres tipos de capital: el artificial (infraestructura), el humano (conocimientos, tecnología y valores) y el natural (recursos y medio ambiente).

Con este enfoque tríplico relacionamos la creación de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) contenidos en la Agenda 2030 (2015), orientados hacia los tres pilares fundamentales de la “sostenibilidad”: lo social, lo económico y lo ambiental, cuya interconexión es esencial para conseguir un desarrollo sostenido y equilibrado. Previamente, la Comisión Europea publica el informe sobre Infraestructura verde (2013) donde se plantea como objetivo estratégico crear un marco favorable para el fomento de esta en la UE (MITECO c., s.f.). Resulta de especial importancia la responsabilidad y colaboración por parte de la ciudadanía en este asunto puesto que la globalización, que genera una realidad interdependiente y transnacional, ha provocado consecuencias como la creciente urbanización. Esta se debe a la transformación de áreas urbanas de manera diferenciada y a diversos mecanismos económicos, sumado a las tecnologías de la comunicación que distorsionan las ideas del mundo urbano (Zapata, 2014). Sin embargo, a pesar de los impactos negativos que generan, las grandes ciudades, concentrando la mayor parte de la producción, son motores cruciales para el crecimiento económico y el desarrollo humano en el siglo XXI (Garrocho Rangel, 2016).

Todos estos motivos reflejan la razón de existir de *The Line*, la primera ciudad 100% sostenible del mundo, construida con el objetivo de combatir la sobrepoblación sosteniblemente. En el caso de Madrid y Barcelona, existen desafíos afines, argumentando la necesidad de soluciones como las del proyecto de Arabia Saudí. Teniendo en cuenta las diferencias que existen entre este territorio y el español, es

necesario realizar una comparación entre Madrid y Barcelona como análisis de la viabilidad de este proyecto para solventar el problema de la creciente urbanización, fundamentando nuestra justificación en los indicadores de sostenibilidad más relevantes en este caso.

## **2. Finalidad y motivos de la investigación**

La Agenda 2030 fue aprobada por los 193 Estados miembro de la ONU, para activar un plan de acción apostando por un futuro más sostenible en los 3 ámbitos ya citados: social, económico y ambiental. A raíz de los objetivos que nacen de esta Declaración, han sido varios los países que han intentado progresar cada año debido a la emergencia sostenible en la que vivimos. Todos esos avances tecnológicos y el consumo creciente del ser humano generan una huella de carbono a la que se debe hacer frente. *The Line* es un claro ejemplo de superación de Arabia Saudí que muchos otros países podrían tomar como ejemplo para contribuir a los ODS que se adoptaron en aquel momento. El presente análisis se centra en el estudio de la viabilidad de implementación de las iniciativas de *The Line* en España, justificado a través de dos motivaciones.

Como ya mencionamos, el primer motivo por el que se decide realizar el estudio se debe a la crucial función que tienen las ciudades en el panorama internacional como actores globales, al encontrarnos en un entorno tan diverso y variable. Recordamos la apreciación de Plaza Cerezo (2022) sobre la flexibilidad que tienen las ciudades, lo que responde a la exigida e impuesta por la globalización. Por ello, cada vez son más las personas que deciden desplazarse a estos lugares, lo que conlleva una urbanización global creciente, que desemboca en un reto, siendo evidente la necesidad de una solución convincente para intentar abordar sus efectos y consecuencias. Ahora son las políticas internacionales y nacionales en materia de economía, comercio o tecnología, entre otras, las que requieren que las ciudades, como actores internacionales, sean las que se adapten a ellas.

Claro ejemplo es la ciudad de Barcelona donde las políticas urbanas se ven influenciadas para acomodar la base económica de la ciudad a la realidad global donde prima la importancia tecnológica (Casellas, 2007). Por otro lado, son lugares donde el ciudadano tiene acceso a servicios esenciales de forma más innovadora. De este modo, la calidad de vida se ve incrementada por las opciones y oportunidades, tanto económicas como sociales y culturales, que pueden encontrarse en el área urbana frente al área rural.

La creciente urbanización también otorga mayor protagonismo a las ciudades como actores clave en el desarrollo sostenible, ya que en términos de recursos las soluciones que puedan surgir se podrán llevar a cabo de forma más eficiente.

En vista de la popularidad y el auge de la urbe, es la propia ONU quien en la Agenda 2030 plantea uno de los ODS enfocado a esto, el número *11*: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles (Naciones Unidas a., 2023). Es aquí, donde entra en juego uno de los problemas particulares de nuestro país, lo que denominamos la España vaciada. Causada por la creciente despoblación del área rural, surgen “la pérdida de actividades agrícolas, ganaderas y forestales tradicionales, respetuosas con la naturaleza y que suponen una forma sostenible de producir alimentos y otros bienes a la par que contribuyen a mitigar el cambio climático y conservar la biodiversidad” (Greenpeace, s.f.). Sin embargo, estas áreas poco pobladas podrían ser una oportunidad para implantar las iniciativas de *The Line* ya que la superficie necesaria para el desarrollo de este es extensa y es una manera de aprovechar ese suelo en desuso.

En consecuencia, el segundo objeto de estudio del trabajo será la realidad española, de manera que haremos hincapié en los distintos indicadores de sostenibilidad más relevantes en los dos lugares seleccionados donde podrían implantarse las iniciativas de *The Line*: Madrid y Barcelona. Existe un estudio (Comisión Europea, s.f.) que revela la importancia en España del desarrollo de las energías renovables, siendo nuestro país uno de los líderes de la UE en energía eólica y solar, una ventaja que no podemos desaprovechar. Investigar las causas de los problemas comentados anteriormente y desarrollar soluciones eficientes, es un punto clave, pero debemos elaborar un plan para que la ejecución de las medidas pueda contribuir al *Objetivo 11* en nuestro país controlando los efectos de la creciente urbanización.

### **3. Estado de la cuestión y marco teórico**

La gestión de ciudades sostenibles como reto, se ha convertido en una prioridad mundial debido a la necesidad de mantener el bienestar humano frente al reto del cambio climático. La sostenibilidad urbana y su creciente importancia, tiene su origen en eventos históricos clave. La preocupación por los efectos del calentamiento global comienza a surgir en los años 60, motivada la publicación de Rachel Carson de su obra *Primavera Silenciosa* (*Silent Spring*), donde se enfrenta a la controversia que generaba la exposición pública de los problemas ambientales no tratados por miedo a generar un conflicto (Falla et al.,

2021). La obra mencionada tuvo gran trascendencia e impacto en lo que hoy conocemos como movimiento ecologista. Ejemplo de ello es la creación de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) en 1970 gracias a la sensibilización que Carson había hecho nacer: la existencia de la interconexión entre los seres humanos y el ambiente natural (Pastor Saavedra, 2019).

En 1968, se genera un gran impacto en la activación del movimiento ambiental debido a la demostración de la fragilidad de nuestro planeta a través de la misión espacial *Apolo 8*, donde Anderson tomó una fotografía del amanecer terrestre desde la Luna (Mancuso, 2020). La sensibilización provocada hace que cuatro años más tarde, se celebre la primera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano con el PNUMA (Naciones Unidas b., s.f.) y la Declaración de Estocolmo, como resultado. Así, se sentaron las bases para una concienciación ambiental, elaborando legislación ambiental y creando organismos nacionales específicos en varios estados se instaló este tema en las agendas nacionales (Jankilevich, 2012). Durante los siguientes años, comienzan a nacer los partidos políticos verdes o ecologistas “rompiendo con el habitual discurso de la izquierda que deja grandes vacíos en cuanto a la consideración del medio ambiente en sus programas políticos” (Farrera Bravo, 2010). En esta línea, nacen organizaciones como Greenpeace en 1971 (Greenpeace a., s.f.) y WWF y WWF-ADENA en 1961 y 1968, respectivamente (Farrera Bravo, 2010), reflejando un cambio en la consideración del medio ambiente y de la sostenibilidad en la política a nivel global.

Sin embargo, con el crecimiento urbano, se requiere la participación de la ciudadanía para que haya un impacto real en la sostenibilidad urbana, ya que los comportamientos y los valores afectan al ecosistema urbano ya señalado. Desde la ONU, se elabora la Nueva Agenda Urbana (NAU), en base a la Agenda 2030, para desarrollar las políticas pertinentes orientadas hacia el fomento de la sostenibilidad urbana (Naciones Unidas c., 2016). Este esfuerzo internacional sirve como guía para la Agenda Urbana de la Unión Europea y la Agenda Urbana Española (AUE), siendo un documento de adhesión voluntaria para todos los actores que intervienen en las ciudades, tratando de contribuir al desarrollo sostenible de todos los pueblos y ciudades del país (Gobierno de España, s.f.).

Desde la perspectiva de la Teoría de los Sistemas, se entiende la complejidad de las ciudades compuestas por infraestructuras, servicios, edificaciones y comunidades que

se encuentran interrelacionados, de forma que son interdependientes entre sí. Es esencial identificar que la responsabilidad de la sostenibilidad urbana no es solo de las instituciones, sino también de la población. “Cualquier parte de la Creación, por pequeña que sea, que podamos considerar, juega un papel y no puede ser estudiada ni captada su realidad última en un contexto aislado” (Sarabia, 1995, pp. 9). En esta publicación (1995) se diferencia entre sistemas abiertos y cerrados, siendo la ciudad un ejemplo del primer tipo al existir una interacción con los sistemas cerrados y un intercambio de materia (bienes e información) con el exterior. Conforme a esta teoría, González (2002) afirma que el complejo sistema de la ciudad se caracteriza por el desarrollo y cambio continuo, considerando aspectos como la energía, los recursos naturales y la producción de residuos como flujos y cadenas de manera que, manteniendo, restaurando, estimulando y cerrando estos, se contribuye al desarrollo sostenible. Dentro de la ciudad se distinguen ecosistemas como el social, el físico, el económico... y dos redes: la hidrológica y la de infraestructura, las cuales tienen un alto grado de interacción a la hora de conseguir ese desarrollo sostenible (González, 2022). Hablamos de una interdependencia compleja, teoría definida por Keohane (1998), Joseph Nye (1977) y Elinor Ostrom (1995) (Martínez, 2014).

No obstante, se habla de dicha corriente de manera descentralizada, donde las interacciones a nivel global se ven definidas por un interés local (Ayala, 2014). Esta autora define tres características para entender el enfoque de esta teoría. La primera de ellas afirma la existencia de distintos canales que permiten que las sociedades, como actores no estatales, interactúen y puedan concebirse entre sí, independientemente del control gubernamental, influyendo en las relaciones entre los estados. Por otro lado, expone el cambio que ha habido en la agenda de relaciones interestatales contando con una colaboración global para buscar soluciones a incidentes específicos y, por último, plantea que el uso de la fuerza entendida como militar ya no es lo primordial, como defendía el Realismo. En el caso aquí estudiado, comprobamos como en *The Line*, actores como empresas privadas de otros países fuera de Arabia Saudita, están aliándose con NEOM, como es el caso de DSV, una empresa danesa líder en servicios logísticos y de transporte (DSV, 2023) o ARPA, compañía española dedicada a las infraestructuras móviles sanitarias (s.n. a., 2023).

Observamos como estos actores no controlados por el gobierno están siendo partícipes de relaciones interestatales, entre su país y Arabia Saudí, siendo *The Line* un

proyecto de carácter público. Se trata de la construcción de una ciudad 100% sostenible, abastecida a través de energía eólica y solar, donde la IA es la base en torno a la que giran el resto de las materias. Según Hassan (2020), NEOM tratará de desarrollar 16 áreas identificadas como “sectores económicos clave para el futuro”, estas son: energía, agua, movilidad, biotecnología, alimentación, fabricación, medios de comunicación, entretenimiento, cultura y moda, tecnología y digital, turismo, deporte, diseño y construcción, servicios, salud y bienestar, educación y habitabilidad.

El gobierno saudí, como indica Nereim (2022), publicó información de la cantidad de 300.000 millones de riales saudíes (US\$80.000 millones) que destinará a este proyecto, además de una posible Oferta Pública Inicial (OPI) a partir de 2024 en el mercado del reino. En el ámbito europeo, el Gobierno de España podrá optar a fondos de la UE como los FEDER y los de Cohesión, el Programa LIFE o el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia, entre otros, todos ellos dirigidos a la transformación de la economía en una más verde, digital e innovadora (Ministerio de Hacienda y Función Pública, s.f.). Además, para consolidar una estabilidad económica a largo plazo “la integración de la IA se diseñará para facilitar la transición del Reino hacia un centro tecnológico innovador” (Hassan, 2023). Se trata de cumplir el objetivo de un estilo de vida con descarbonización total y emisiones cero.

Un artículo de *El Mundo* revela el diseño exterior de “doble prisma de vidrio de 500 metros de altura, 200 metros de ancho y 170 kilómetros de largo. Por dentro, *The Line* está basado en recorridos sinuosos y jardines verticales que aislarán a sus habitantes del calor” (Alemany, 2023). Bruzzone Martínez (s.f.), desde la Universidad de Navarra, desvela los aspectos más lujosos que tendrá esta nueva ciudad como hologramas, tecnologías e infraestructuras inéditas, así como hoteles, resorts y restaurantes de lujo. Por otro lado, el proyecto NEOM tiene como objetivo convertirse en la ciudad más segura del mundo contando con sistemas de vigilancia de última generación compuestos por drones, cámaras automatizadas y reconocimiento tanto facial como biométrico, favorecido por una IA capaz de notificar delitos sin que los ciudadanos los denuncien (Bruzzone Martínez, s.f.). El mismo artículo (s.f.), recalca las condiciones especiales que tendrán las personas que decidan habitar *The Line*: un documento VIP con visas especiales y derechos de residencia.

Es fácil que un proyecto tan innovador y con grandes avances para la sostenibilidad en el mundo, pueda sonar convincente, pero la idea en cuestión también cuenta con riesgos e inconvenientes que se deben asumir: las personas que serán desplazadas de los pueblos de alrededor, a pesar de la compensación, los antecedentes en relación con la corona saudí que violan los DDHH y la dudosa rentabilidad para las empresas internacionales (Bruzzones Martínez, s.f.). La ciudad recibirá sus primeros habitantes dentro de poco más de 6 años, hacia 2030 (TheFrance, 2022). A pesar de las dudas y la inseguridad que puede suponer el proyecto *The Line*, este sigue en marcha y parece tener gran prosperidad económica y un buen retorno de la inversión.

#### **4. Objetivos y pregunta de investigación**

El *primer objetivo* de este trabajo trata de recoger datos sobre aquellos indicadores de sostenibilidad que tomen mayor importancia al desarrollar un proyecto de una ciudad 100% sostenible, ya que el valor de estos variará dependiendo de la finalidad. Nos centraremos mayoritariamente en indicadores de sostenibilidad ambiental, aunque estos mismos tendrán una repercusión en materia social y económica.

Una vez satisfecho el objetivo primero, pasaremos al *segundo objetivo* que incluye un análisis del panorama actual de la sostenibilidad en Madrid para poder conocer la situación en la que nos encontramos en la capital, algo referente para el resto del país. Así, podremos concluir la forma en la que se evalúa el progreso hacia el desarrollo sostenible y determinar posibles iniciativas que podría llevar a cabo el gobierno para mejorar. Además, en aquellas propuestas en las que la ciudad esté mejor posicionada, se deberá hacer hincapié ya que serán puntos fuertes por explotar y aprovechar aquellos fondos u oportunidades económicas de las que disponemos. Dichos resultados se justificarán de manera objetiva a través de datos, cifras o resultados que hemos podido ver a lo largo de los años en dicha materia.

Por último, el *tercer objetivo* será poder realizar un análisis comparativo con los indicadores que mayormente influyen en Barcelona, comprobando, en primer lugar, si se encuentra en una situación igual o parecida a la de Madrid o, por el contrario, debido a su situación geográfica, existe gran diferencia. Además, verificaremos si los indicadores más influyentes en Madrid son los mismos en esta otra población, confirmando así cuál de las dos sería un mejor lugar para desarrollar un proyecto como *The Line*.



En cuanto a estos tres objetivos, responderemos a la pregunta de investigación sobre la viabilidad en España de una ciudad 100% sostenible, donde a través del primer objetivo identificaremos aquellos campos que son de especial importancia a la hora de llevar a cabo nuestra investigación. Con el segundo de ellos, observaremos aquellos donde debemos poner más importancia; y, a través del último, identificaremos las diferencias que hay en cada ciudad y las causas que hacen a una de ellas mejor que otra para poder implantar unas iniciativas como las que quiere llevar a cabo NEOM.

## **5. Metodología del trabajo**

Una vez definidos los tres objetivos a cubrir a través de la investigación determinaremos el tipo de metodología a llevar a cabo para cubrirlos. Se trata en este caso de una metodología mayoritariamente cuantitativa.

Nos basamos en el marco teórico expuesto en el tercer apartado, tomando como referencia la teoría que defiende González (2002): la Teoría de los Sistemas. Así, el desarrollo de la ciudad se ve influido por muchos aspectos como son la energía y los recursos naturales, así como los residuos, además de destacar dos redes: la hidrológica y la de infraestructura. Todas estas variables contribuyen enormemente al desarrollo sostenible y es en ellos, en los que nos hemos basado para decidir los factores a evaluar. Así, iremos exponiendo las últimas cifras de cada indicador que presentaremos a continuación contenidos en los siguientes índices: *Índice de Sostenibilidad Ambiental (ISA)* e *Índice de Desarrollo Humano (IDH)*. Además, evaluaremos también aspectos como la huella de Carbono, la infraestructura de transporte y los residuos generados. En algunos casos, la información será completada a través de una metodología más cualitativa.

Tendremos en cuenta un total de ocho variables que serán los indicadores a través de las cuales llevaremos a cabo un análisis descriptivo y otro comparativo de Madrid y Barcelona, respectivamente, sobre la viabilidad de *The Line* en estas ciudades. Las variables han sido recogidas teniendo en cuenta los factores y los indicadores de sostenibilidad que se emplean en el ISA (Economipedia a., s.f.). Además, se ha considerado de especial importancia, tener en cuenta las infraestructuras de transporte, en particular la red de metro en cada ciudad, siendo calificado como el transporte que menor CO<sub>2</sub> genera y que contará con gran ocupación en la proyección a 2030 (Caballero Ruiz, 2019). Por otro lado, el número de viviendas resulta un dato esencial, en primer lugar, por

la relación con el crecimiento poblacional que analizaremos en ambas ciudades. Además de esta forma, se identifica el modo de convivencia más usual, dependiendo de las personas que ocupen cada uno de los hogares. Finalmente, contaremos con un cálculo aproximado del IDH en Madrid debido a que, en los últimos años, las cuestiones medioambientales y de sostenibilidad están tomando mayor importancia en los factores que lo componen (UNIR, 2021).

1. *Huella hídrica*. A través de un informe publicado por la Universidad de Murcia en 2023, trataremos con datos de ambas ciudades en el año 2020. Este indicador mide el volumen de agua dulce utilizado a lo largo de la cadena de valor de producción de un bien o servicio (Iberdrola, s.f.), en cada una de las ciudades que estudiaremos. Tiene dos componentes: la huella hídrica interna y la externa. La interna, está relacionada con aquellos recursos nacionales de un lugar determinado; y la externa, recoge la cantidad de agua necesaria para producir esos productos que, aun siendo consumidos en esa área, su producción se ha dado en otro lugar (Sotelo Pérez et al., 2023).
2. *Huella de Carbono*. Tomaremos los datos de dos informes: para Madrid, lo haremos con los dos últimos informes emitidos en 2023 con datos hasta el año 2021 por el Ayuntamiento de Madrid acerca de las emisiones GEI y, para Barcelona contamos con datos recogidos hasta 2021 de la web de la Generalitat de Cataluña a través del inventario de emisiones GEI de la provincia de Barcelona. En ambos casos, tendremos en cuenta la emisión total por sector de actividad y el porcentaje de participación de cada gas en estas liberaciones. Por otro lado, hemos podido recoger datos a nivel nacional del año 2021 que serán de nuestro interés, aunque la comparación entre ambas ciudades la haremos a través de lo referido anteriormente ya que se trata de concluir la mejor ubicación para llevar a cabo el proyecto *The Line* en una de las áreas. Aunque no hay una definición exacta de lo que es el cálculo de este indicador, se ha acordado que “representa la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos a lo largo del ciclo de vida del mencionado producto o servicio, expresado como unidades de masa de CO<sub>2</sub> equivalente por unidad funcional” (h2t consultores, 2009).
3. *Consumo de Energía*. Los ayuntamientos de cada ciudad que vamos a investigar elaboran cada año informes sobre el consumo energético en la ciudad. Sin embargo, en el caso de Madrid, recogeremos los datos de un informe elaborado

por Red Eléctrica. En ambos casos hablaremos de datos del año 2022, los más recientes que se encuentran a disposición del público en gigavatios-hora (GWh). Nos referimos en este caso del gasto total de energía asociado al gasto de luz y energía eléctrica, aunque incluyen otras fuentes como la biomasa, el gasoil y el gas, generalmente (Totalenergies, 2021).

4. *Infraestructura de transporte.* Analizaremos la demanda de transporte urbano en el año 2022 en ambas ciudades a través de unas bases de datos extraídas de la web de los Ayuntamientos de cada uno de los lugares a comparar. Por otro lado, estudiaremos la inversión que realiza cada una de las ciudades en materia de infraestructura de transporte público ya que, las fuentes de las que proviene esta financiación pueden ser diferentes en cada caso. Finalmente, realizaremos una breve búsqueda acerca de las opciones que existen a través de un análisis más cualitativo para poder completar la información necesaria con el objetivo de sacar una conclusión clara.
5. *Crecimiento de la población.* A través de los datos proporcionados por el INE, analizaremos la evolución de la población en ambas ciudades observando la tendencia que sigue. Además, trataremos de adentrarnos un poco más a través de la segmentación de esta por edades ya que, las personas de mayor edad serán más difíciles de concienciar sobre este tema y de que quieran ser parte de un proyecto como *The Line*.
6. *Número de viviendas.* El INE cuenta con un reporte en el que contabiliza el número de viviendas que existen en España por municipio. En este caso, hemos descartado las segundas viviendas en cada una de las ciudades teniendo en cuenta solo las viviendas principales.
7. *Generación de residuos.* Para estudiar la cantidad de residuos generados en cada una de las ciudades, hemos encontrado bases de datos en la página web del ayuntamiento, como en los casos anteriores. Los datos disponibles para Madrid comprenden desde 2017 hasta 2023. Dichas bases las hemos reagrupado para estudiar la evolución y la tendencia en los últimos 4 años disponibles.
8. *Índice de Desarrollo Humano.* Este indicador fue diseñado de la mano de PNUD para medir el nivel de desarrollo de los países atendiendo a tres variables: la esperanza de vida; el acceso a la educación a través de los años esperados de escolarización y el promedio de años de escolarización; y, el producto interior bruto (PIB) per cápita. (Economipedia, s.f.)

De cada uno de los indicadores analizaremos las cifras disponibles y su evolución. De esta manera, sacaremos distintas conclusiones que compararemos también en algunos casos con la situación a nivel nacional para ver en qué punto se encuentra cada una de las ciudades. A su vez, valoraremos si existen planes de futuro o políticas para mejorar esos aspectos que comprende el indicador ya que debemos tenerlo en cuenta a la hora de llevar a cabo el proyecto *The Line* si se diera el caso.

El análisis realizado se dividirá en dos partes como se indica en el propio índice. En primer lugar, trataremos de realizar un análisis descriptivo de Madrid en base a los indicadores presentados procedentes de fuentes oficiales e institucionales. Así, definiremos la situación en la que se encuentra la capital española, además de tomar en cuenta la información a nivel nacional, es decir, relativizaremos la situación. Tomando en cuenta aquellas variables que afectan a cada indicador y las iniciativas que puedan existir en forma de planes, identificaremos aquellos campos en los que mayores carencias existan para que se puedan realizar las mejoras pertinentes.

Seguidamente, se dará paso a un análisis de tipo comparativo tras la descripción del escenario madrileño para contrastarlo con la información que obtengamos de Barcelona. De este modo, se hallarán aquellos indicadores en los que Barcelona pueda tener una mejor puntuación o encontrarse en una situación más favorecida. Si el estado del indicador, influenciado también por esas iniciativas que se puedan llevar a cabo en este lugar, es más favorecedor que el de Madrid, podremos argumentar que la situación geográfica de Barcelona implica diferencias para los resultados obtenidos en estos marcadores. Por ende, será una mejor opción de zona donde poder llevar a cabo el proyecto *The Line* en España.

Finalmente, cabe remarcar la razón de la elección de estas dos ciudades. Por un lado, ambas son las más pobladas del país, además de desarrolladas. En cuanto a la elección a nivel geográfico, se han elegido estos dos lugares por las diferencias que podrían presentar. Madrid se encuentra ubicada en el interior de España, en la meseta central, con un terreno mucho más llano y un clima continental con inviernos fríos y veranos calurosos. Además, no solo es la ciudad más grande en términos de población, como ya hemos citado, sino también de área. Barcelona, sin embargo, se encuentra ubicada en la costa del mar Mediterráneo, con acceso directo al mar. Además, se encuentra rodeada de colinas y montañas como la sierra de *Collserola* en la zona norte o el *El Turó*

*de la Rovira*. Sin embargo, al ser una ciudad costera tiene un clima mediterráneo con inviernos mucho más suaves que los de Madrid. Ambas ciudades son grandes centros económicos, aunque lo hacen de distinta forma. Madrid es el centro político y administrativo del país, donde se encuentran las instituciones y sedes de empresas públicas y privadas muy importantes. En cambio, Barcelona destaca principalmente por ser una ciudad pionera en turismo dentro de la Península.

Es importante mencionar que durante el trabajo se ha hecho uso de la inteligencia artificial de manera supervisada por el director del trabajo. Ello ha permitido mejorar la redacción y la cohesión de los párrafos, así como evitar errores ortográficos y de formato en lo escrito, una vez ya habían sido encontrados y comentados los datos. Así, la calidad de redacción y la coherencia estructural han optimizado la precisión del trabajo para llevar a cabo un análisis pulido y de mayor profesionalidad.

## 6. Análisis

### 6.1. Análisis descriptivo de sostenibilidad en Madrid

Antes de comenzar con el análisis descriptivo para investigar sobre la viabilidad de *The Line* en la capital de nuestro país, se han recopilado el dato numérico de cada indicador. Cabe aclarar que para el *indicador 4*, se incluye la cantidad de financiación disponible para la infraestructura de transporte en la Comunidad de Madrid; en el *5*, se contempla el dato más reciente de la población del municipio de Madrid; y en el *8*, se trata de una aproximación a través de un cálculo realizado para contar con el IDH de Madrid.

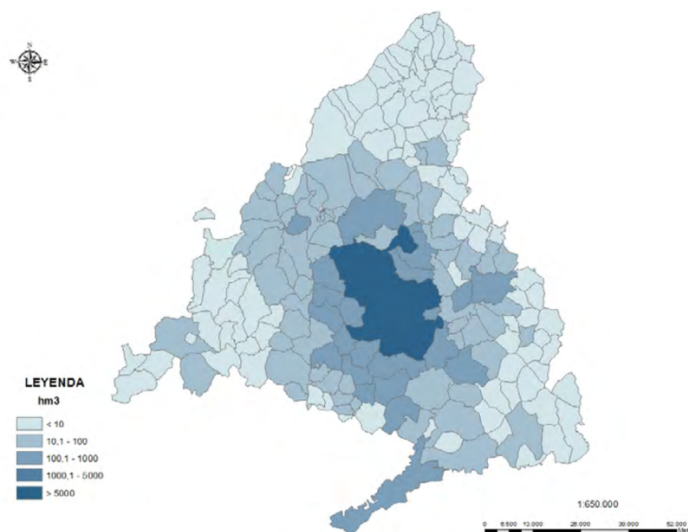
*Tabla I. Resultados más recientes de los indicadores en Madrid.*

Indicador	Año	Cifra	Unidades
1	2020	>5.000	hm3
2	2021	8.224	kt de CO2
3	2022	27.480	GWh
4	2022	2.659	euros (en millones)
5	2023	3,3	habitantes (en millones)
6	2021	1,3	viviendas principales (en millones)
7	2023	1,1	toneladas (en millones)
8	2022-2023	0,864	puntos

Fuente: elaboración propia con datos de Sotelo et al., 2023; Ayuntamiento de Madrid, 2023; Red Eléctrica, 2023; Comunidad de Madrid, s.f.; INE a., s.f.; INE, 2021; Ayuntamiento de Madrid a., 2024; y Anexo 1.

### 6.1.1. Indicador 1. Consumo de agua (Huella hídrica)-ISA

Figura 1. La comunidad autónoma de Madrid y la realidad de su “huella hídrica”. Año 2020.



Fuente: Análisis geográfico regional de la “huella hídrica” española: bases para la planificación turística (p. 375) por Sotelo Pérez, I., Sotelo Pérez, M., y Sotelo Navalpotro, J. A., 2023, *Cuadernos de Turismo*, (51).

En el año 2020, la provincia de Madrid es la que mayor huella hídrica presenta del país, con unos niveles superiores a  $5.000\text{hm}^3$  (Sotelo Pérez et al., 2023), como se puede observar en la *figura 1*. Sin embargo, en el municipio de Madrid la cifra aun es mayor. Puesto que nos encontramos ante la ciudad más poblada del país, el principal uso del agua se trataría del abastecimiento de estas personas, seguido de la actividad industrial y de la agrícola, aunque esta última en menor proporción (Sotelo Pérez et al., 2022). Sin embargo, cabe mencionar la importancia que tiene el turismo y sus actividades en el impacto de la huella hídrica, no solo en esta ciudad, sino en la mayor parte del país. Observando la figura indicada, las zonas que presentan las mayores cifras son aquellas donde podemos encontrar importantes núcleos urbanos como Alcalá de Henares, Pozuelo de Alarcón, Majadahonda o Las Rozas, entre otros. En línea con lo indicado, la última cifra disponible del consumo de agua doméstico es de  $144\text{hm}^3$  en el año 2022, un 72,62% del consumo total de agua potable (Ayuntamiento de Madrid, 2023).

Sumado a la alta demanda de agua de la capital, hay que tener en cuenta el clima de la región. Las precipitaciones anuales medias se encuentran muy por debajo de la evapotranspiración potencial, por lo que resulta esencial contar con un gran volumen de

reservas principalmente para los meses más secos del año y para prever las situaciones de déficit hídrico y de sequía (Ayuntamiento de Madrid, s.f.). Gracias a la construcción del Canal de Isabel II los municipios más al norte de la Comunidad, ahora cuentan con acceso a esta infraestructura, aunque Alcalá de Henares lo hace a través de Aguas de Alcalá y otros municipios se autoabastecen (Comunidad de Madrid, 2021). La infraestructura referente al *Canal de Isabel II* resulta de gran importancia también a nivel mundial ya que, en 2022, fue elegida por la ONU como operador de referencia mundial en la gestión del agua y la energía renovable para trabajar en la integración de estos objetivos globalmente (Fernández, 2022).

Sin embargo, el aumento de la población en la ciudad supone una amenaza para el *Canal de Isabel II* por lo que la propia empresa ha elaborado el *Plan Estratégico 2018-2030* con distintas líneas dentro del mismo para abordar cada una de las advertencias. Entre las que mayor impacto implican para el proyecto *The Line*, además de la mencionada anteriormente, se encuentran las siguientes: la creciente presión y deterioro de fuentes de suministro, el cambio climático, la velocidad de cambio en el entorno y una mayor exigencia normativa. Además, entre sus mayores debilidades destacan la obsolescencia de algunas infraestructuras y la lenta reacción a la hora de ejecutar los cambios. (Canal de Isabel II, 2019)

Por ello, los objetivos y los respectivos planes que más importancia tienen referidos al proyecto son, por un lado, el *Plan de Generación Limpia - 0 kilovatios* donde el objetivo principal es que el 100 % del autoconsumo proceda de fuentes renovables o de alta eficiencia en 2030, ya que en 2019 se produjo el 85% del autoconsumo a través del Canal. Por otro lado, la Comunidad cuenta con el *Plan Red*, donde el objetivo principal es sustituir todas aquellas infraestructuras que han quedado obsoletas para mejorar la calidad del agua; y, el *Plan Observatorio del agua*, que busca fomentar la transparencia, el buen gobierno y el compromiso con la sociedad. Finalmente, cabe destacar el *Plan INNOVA 100* donde trataron de contabilizar 100 proyectos nuevos hasta el año 2022. No obstante, la finalidad de este es ser líderes en innovación y desarrollo, por lo que hasta el año 2030 se pueden realizar mejoras en este aspecto y llevar a cabo propuestas de nuevas iniciativas para contribuir a estos aspectos. (Canal de Isabel II, 2019)

### 6.1.2. Indicador 2. Huella de Carbono

La huella de Carbono comprende la emisión de GEI. Entre ellos, además del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) encontramos otros gases como el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) o los hidrofluorocarburos (HFCs), entre otros (Constantini et al., 2018). Para Madrid contamos con datos de 2021 donde tendremos en cuenta tanto las emisiones directas como indirectas. En primer lugar, a través del *Inventario de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera en el Municipio de Madrid de 2021* (Ayuntamiento de Madrid, 2023) realizaremos un análisis de las emisiones por sectores. No obstante, previamente, cabe destacar la distribución de los gases teniendo en cuenta el *Inventario de Emisiones a la atmósfera de la Comunidad de Madrid (2021)* donde se indica que el 86,65% de los gases son CO<sub>2</sub>, mientras que 8,18% representa el CH<sub>4</sub>, el 3,2% a los HFCs y el 1,84% al N<sub>2</sub>O (Ayuntamiento de Madrid a., 2021). Además, en Madrid, la emisión de CO<sub>2</sub> per cápita es de 2,5 t por habitante, un 60% menos que la media española (6,1t/hab), ya que su actividad se basa más en el sector terciario que en el secundario, el cual genera más emisiones. (Ayuntamiento de Madrid a., 2023). Dicho inventario (Ayuntamiento de Madrid a., 2023) recoge que, a su vez, contando con el 7% de la población nacional y generando el 13% del PIB español, comprende tan solo el 3% de las emisiones GEI del país (Ayuntamiento de Madrid a., 2023), debido a esa escasa industria ya mencionada.

Como indicábamos, las emisiones se ven representadas por sector de actividad. Según el informe citado en el que se explican las emisiones contaminantes en el municipio de Madrid, la actividad que mayor porcentaje genera de esos desprendimientos es el transporte rodado o por carretera con un 27,4% de estas produciendo en 2021 2.253,4 kt de CO<sub>2</sub> equivalente<sup>1</sup>. Dicha cifra se ha visto reducida a lo largo de los años, ya que comenzaba el siglo con 4.041 kt de CO<sub>2</sub> equivalente. A esta práctica, le sigue el sector residencial, en este caso valorado por separado del sector servicios. Este constituye un 25% de las liberaciones de GEI con un 2.102 kt de CO<sub>2</sub> equivalente en el año 2021, a diferencia del sector servicios cuya proporción es menor, rondando el 19%. El tratamiento de residuos, del que hablaremos más tarde, es el cuarto mayor componente con un 13% y 814 kt de CO<sub>2</sub>. (Ayuntamiento de Madrid a., 2023)

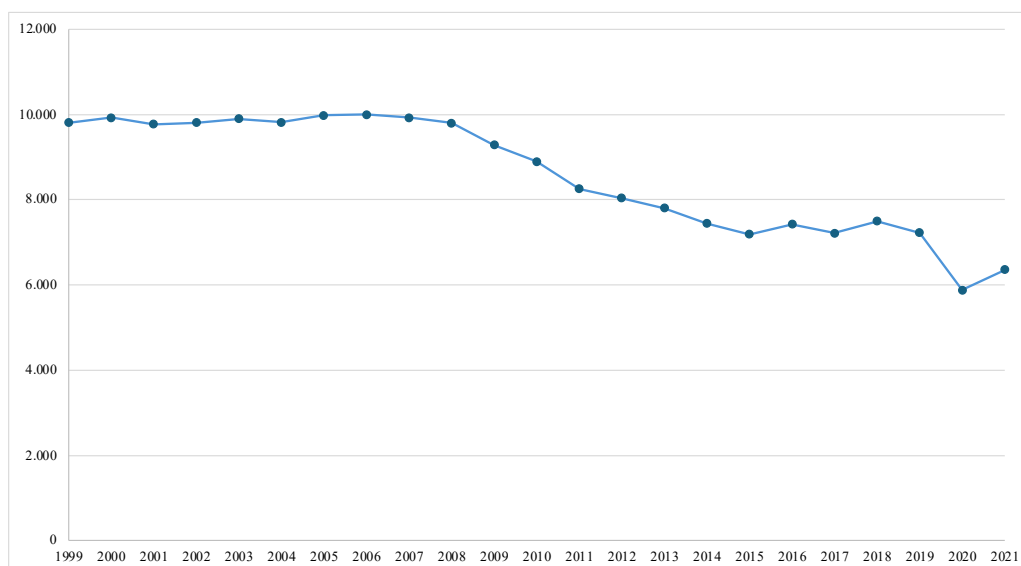
---

<sup>1</sup> Se está expresando la cantidad total de emisiones de gases de efecto invernadero en términos de su equivalente en dióxido de carbono.



El resto de las actividades (industria, otros modos de transporte y otros), definen el 15,6% restante. Finalmente, todas ellas suman un total de 8.224 kt de CO<sub>2</sub>, alrededor de un 8% más que el año anterior (Ayuntamiento de Madrid, 2023).

Figura 2. Evolución del total de emisiones GEI en el municipio de Madrid (kt CO<sub>2</sub>).



Fuente: elaboración propia con datos de *Inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera en el municipio de Madrid 2021* (p. 33) por Ayuntamiento de Madrid d., 2023.

Sin embargo, teniendo en cuenta el período estudiado en el informe desde el año 1999 hasta el 2021, la evolución es positiva como se puede observar en la *figura 2*. Las emisiones de GEI se han visto reducidas un 35% desde el año 1999, con su cifra más baja en 2020. Ello se debe a la reducción del CO<sub>2</sub> emitido por los transportes de carretera, así como del CH<sub>4</sub> en el tratamiento de residuos. No obstante, la ejecución de planes que mantengan objetivos claros en esta área resulta de esencial importancia para no descuidar lo que ya ha sido logrado. El descenso observado anteriormente, se debe el año de la pandemia por lo que, ese aumento del año 2021 es causa de un proceso de recuperación económica. Sin embargo, esta cifra comparada con la del año 2019 (10.076,2 kt de CO<sub>2</sub>), sigue siendo menor por lo que la evolución se podría calificar en cualquier caso como favorable.

A continuación, se presentan algunos de los planes más recientes implementados por la Comunidad de Madrid que han hecho lograr estas cifras. En primer lugar, el *Plan A de calidad del aire y cambio climático*, aprobado en 2017 y actualmente vigente, busca una ciudad sostenible que proteja la salud de la ciudadanía frente a los contaminantes atmosféricos y al cambio climático reduciendo las emisiones de GEI, a través de cuatro

líneas de actuación: la sensibilización ciudadana y colaboración con administraciones, la adaptación al cambio climático, la gestión urbana baja en emisiones y mayor eficiencia energética y, una movilidad más sostenible (Ayuntamiento de Madrid, 2024). Por otro lado, destacamos el *Plan de Movilidad Sostenible Madrid 360* motivado por la cogestión de las ciudades, donde el objetivo principal es mejorar la calidad de vida desde el sistema de movilidad siendo este más sostenible, saludable, seguro y eficiente (Ayuntamiento de Madrid a., s.f.). Por último, no se deben olvidar las *Zonas de Bajas Emisiones* como medida para reducir estas emisiones. De esta forma la circulación queda restringida para aquellos vehículos que más contaminan debido a que sus motores son muy antiguos, como en el caso de Madrid Central.

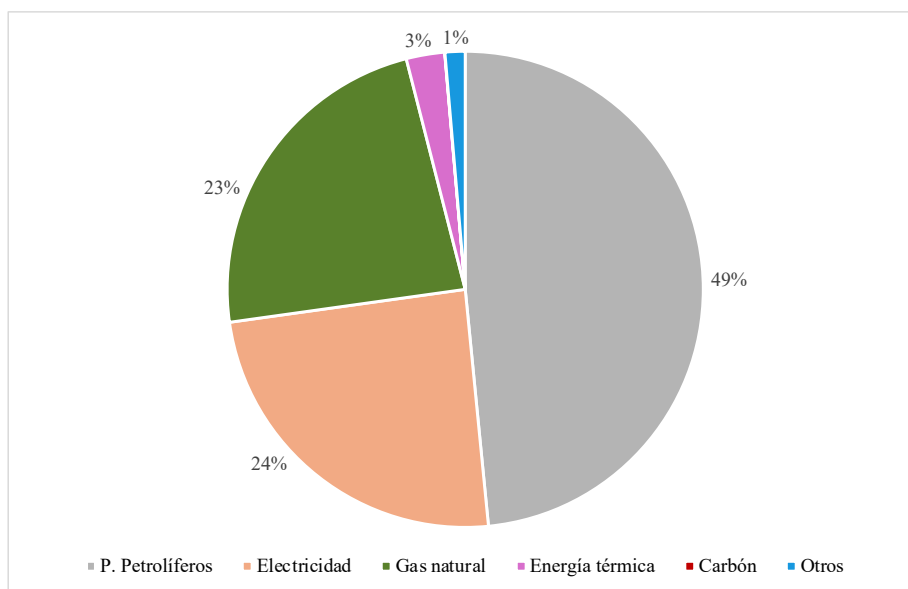
### 6.1.3. Indicador 3. Consumo de energía-ISA

Dentro de este indicador, además de revisar el consumo anual de energía final por productos en la Comunidad de Madrid, observaremos la incidencia de las energías renovables y la cantidad de energía eléctrica generada de distintas formas. Según el *Informe del sistema eléctrico español 2022*, Red Eléctrica (2023) afirma que el consumo de los madrileños, que supuso en 2022 el 11% del total nacional, ha sido de 27.480 GWh, solo un 0,2% más que en el año anterior. En la misma nota de prensa, las evidencias de que la ciudad es una importante participante de la transición ecológica se basan en la gran cantidad de energía que es renovable, un 42,3%, siendo la cogeneración la que más electricidad produjo (50,1%), seguida de otras renovables (17,2%) no especificadas y de la hidráulica (9%). No obstante, en el artículo de Red Eléctrica (2023), se recalca la carente producción eléctrica de Madrid que solo aporta un 0,3% de la electricidad a nivel nacional.

En cuanto al consumo, contamos con el informe del *Balance Energético* de la Comunidad de Madrid del año 2021 (Comunidad de Madrid, 2023) para poder conocer la sectorización por productos de la energía final consumida (*Figura 3*). El ranking es encabezado por los productos petrolíferos ocupando el 49% de la energía final consumida. Ello tiene sentido si lo relacionamos con los datos contenidos en el mismo informe nombrado acerca de las actividades a las que se dedica la energía final consumida. En este caso, predomina el transporte con un 46% de la actividad lo que justifica también esa ocupación de los productos petrolíferos. Seguidamente, tenemos con un 24% y un 23%, la electricidad y el gas natural, respectivamente. La segunda actividad en la que se invierte

mayor cantidad de energía final es el uso doméstico con un 27,5% y el sector servicios con un 9,2%. Ello podría servir para comprender las cifras presentadas en la *figura 3* puesto que en los hogares tanto la electricidad como el gas natural son los tipos de energía que más uso tienen. En los servicios, destaca notablemente la energía eléctrica, aunque el gas no lo hace. Sin embargo, el alto porcentaje de gas se debe también a la importancia de este tipo de energía en la actividad industrial que ocupa el 9,7% de las actividades. (Comunidad de Madrid, 2023)

*Figura 3. Sectorización por productos de la energía final consumida en la Comunidad de Madrid (2021).*

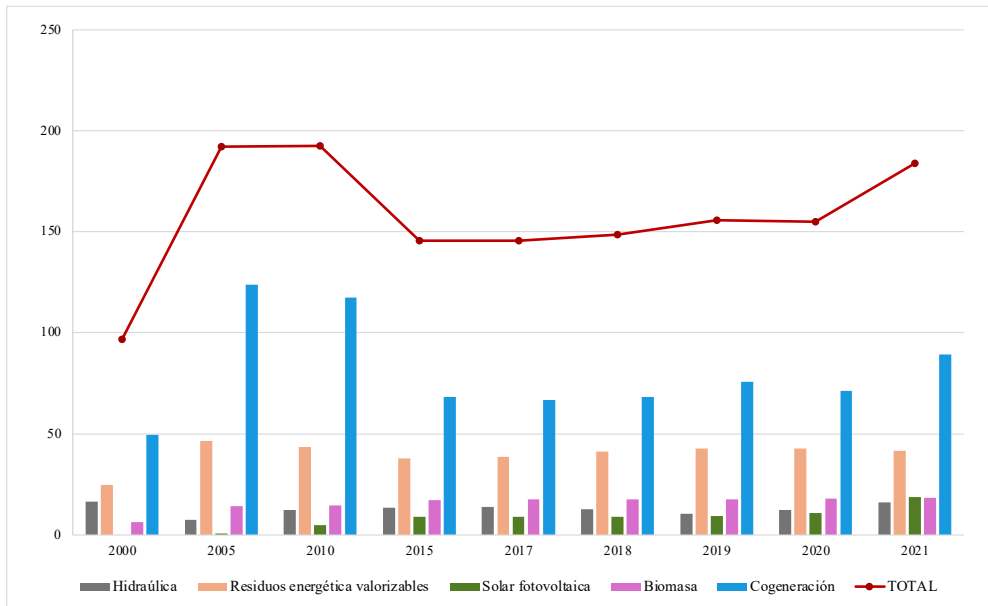


Fuente: elaboración propia con datos de *Balance Energético 2021* (p.13) por Comunidad de Madrid, 2023.

En cuanto a la energía generada, nos centramos en el autoabastecimiento de energía eléctrica de la comunidad de Madrid, a través del mismo informe utilizado del año 2021. La evolución es favorable si nos fijamos en el total (*figura 4*). No obstante, a partir del año 2010 comienza a disminuir debido a un descenso de la cogeneración ya que la retribución de las centrales sufrió recortes, mientras existe una fuerte actividad de la eólica y la hidráulica (S.n., 2014). Sin embargo, desde 2017 podemos ver un ligero crecimiento con una leve caída en 2020 a causa de la pandemia. En el año 2021 surge un repunte que se ve reflejado en la producción eléctrica a partir de la cogeneración y de la energía solar fotovoltaica. Todas las formas de generar energía eléctrica han evolucionado favorablemente, a pesar de que la cogeneración haya disminuido. Esto podría justificarse por la aparición o la mejora de otras formas de generar energía como pueden ser los

paneles solares, el biogás o el calor causado por la incineración de productos sólidos, cuyo vapor se utiliza para producir la energía a través de una turbina.

Figura 4. Evolución de la generación eléctrica (ktep) en la Comunidad de Madrid (2021).



Fuente: elaboración propia con datos de *Balance Energético 2021* (p.41) por Comunidad de Madrid, 2023.

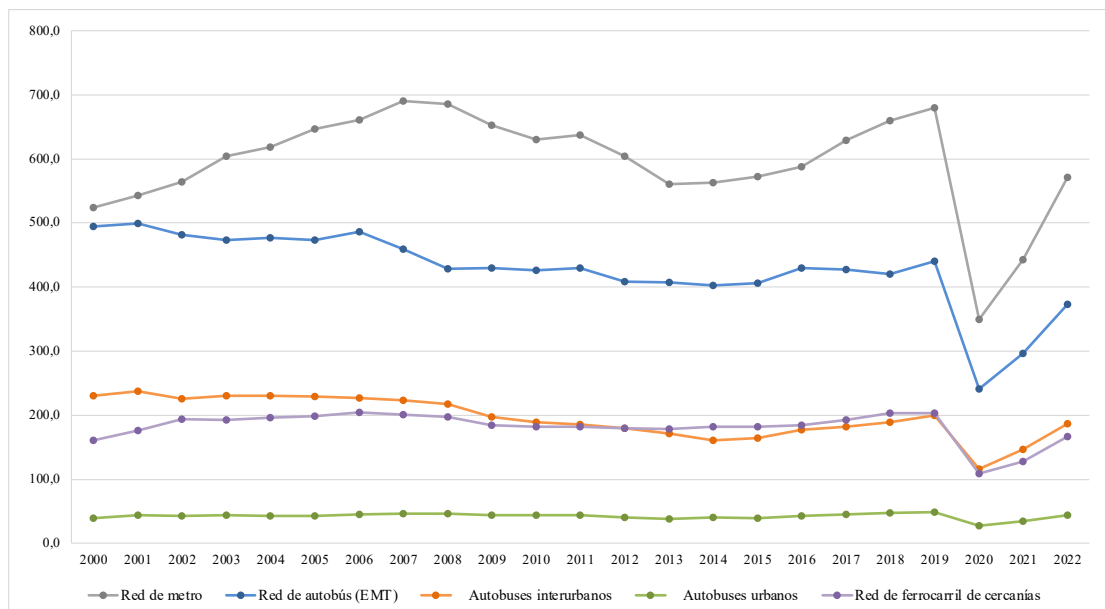
Entre las iniciativas más destacadas de Madrid para este ámbito, destaca el *Plan Rehabilita Madrid 2023*, una subvención para aquellas personas que decidan realizar una obra en su hogar con la finalidad de mejorar la eficiencia energética, la conservación, la salubridad y la accesibilidad y, cuyo resultado será medido a través de la monitorización de la eficiencia energética tras la ejecución de la obra (s.n. b., 2023). Otro ejemplo es la *Zona de Bajas Emisiones*, comentada en el indicador anterior ya que promueve la erradicación de los vehículos de gasolina o diésel, fomentando el uso de aquellos que son eléctricos e híbridos. Finalmente, desde el año 2021 se impuso una normativa de etiquetado en los electrodomésticos con una escala que va de la A a la G, siendo la A la más eficiente energéticamente y la G, la menos, además de una reestructuración en la escala ya que, con el cambio de las condiciones, ahora los productos que antes eran clasificados como A, desde ese momento serían de tipo C, consumiendo más kw de los que consumían anteriormente (Comunidad de Madrid, 2024).

#### 6.1.4. Indicador 4. Infraestructura de transporte

Madrid se caracteriza por contar con una infraestructura de transporte sólida y bien equipada, ya que la cantidad que se ha invertido en ella a lo largo de los años ha hecho que esta evolucione favorablemente, acumulando diez veces más instalaciones que la media española (Magallón, 2022). En el año 2022, el total de fondos disponibles para dedicar a infraestructuras de transporte fue de 2.659 M de euros, siendo la Comunidad de Madrid quien aportó alrededor del 50% de esta cantidad (Comunidad de Madrid, s.f.). El mismo informe muestra donde se ha llevado a cabo la aplicación de esos fondos, encabezando la lista de destinatarios Metro de Madrid S.A., donde se han invertido algo más de mil millones de euros, seguido de la Empresa Municipal de Transportes de Madrid S.A. (EMT) y de las concesiones por carretera hacia la mejora de la red de autobuses tanto urbanos como interurbanos.

Continuaremos ahora con un análisis de la demanda de billetes de transporte público urbano e interurbano. Tendremos en cuenta los billetes de cercanías, los de metro y los de autobús, tanto los pertenecientes a la EMT, como los urbanos e interurbanos. En la *figura 5* se muestra la evolución en cada uno de los tipos de transporte desde el año 2000 hasta el 2022.

Figura 5. Evolución de la demanda de billetes del transporte urbano e interurbano (en millones).



Fuente: elaboración propia con datos de *Demanda de billetes del transporte urbano e interurbano 1985-2022* del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid, s.f.

La forma más popular de transporte público es el metro desde el año 2000. Sin embargo, con el paso de los años la diferencia con el resto de los tipos de movilidad ha crecido, existiendo mayor dispersión entre los datos. Los autobuses comenzaron siendo un medio popular entre la ciudadanía, pero debido a esa inversión en la mejora de infraestructura del metro, esta ha decrecido puesto que la red de estaciones del primer medio mencionado ha crecido y los tiempos de espera han disminuido, lo que hace mucho más cómodo su uso. En el año 2020, se da una gran caída a causa de la pandemia ya que se aconsejaba evitar el uso del transporte público, pero no tardó más de un año en experimentar un rápido crecimiento a partir del 2021. Además, se comprueba que el 43% de los madrileños mayores de 16 años, utiliza un método de transporte público en lugar del coche para acudir a su centro de estudios o lugar de trabajo (Sánchez y Bolinches, 2022). Desde Telemadrid (2023), destacan el mes de septiembre del año 2022 ya que el 52% de los viajes se hicieron en transporte público, frente al 48% que se hicieron en privado, además de aumentar el uso de este primero en un 12,14% en 2023, respecto al mismo mes del año anterior.

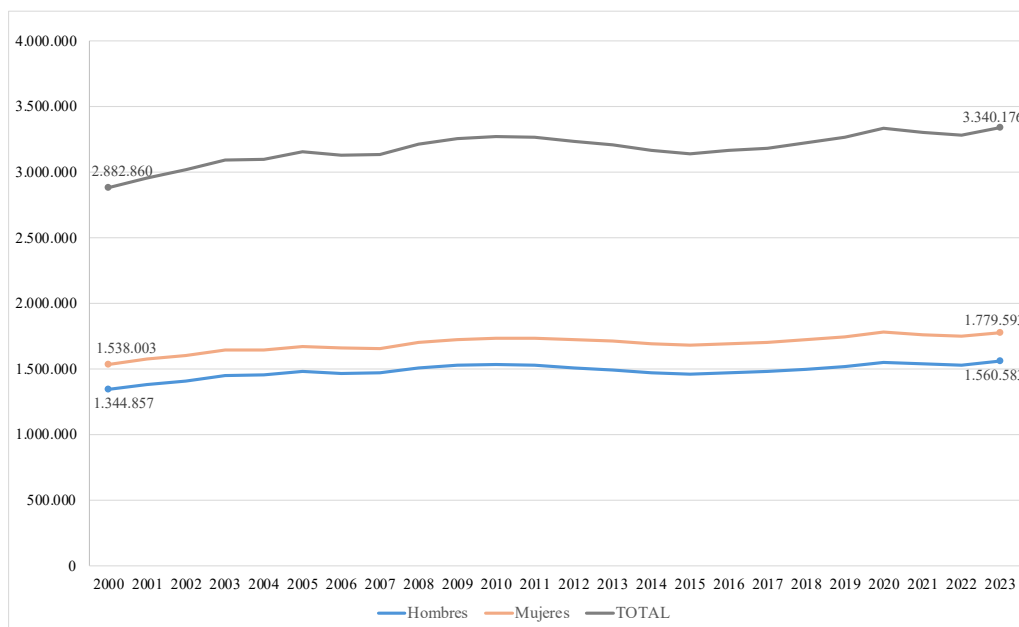
Para este indicador, además de tener en cuenta la medida impuesta por la Comunidad de Madrid, donde el abono transporte para los más jóvenes redujo su precio a menos de la mitad hasta los ocho euros, cabe mencionar de nuevo el *Plan de Movilidad Sostenible Madrid 360*. Con este, tratan de promover la movilidad a pie y en bicicleta, a la vez que mejoran las infraestructuras de transporte para seguir aumentando su popularidad entre la ciudadanía (Ayuntamiento de Madrid a., s.f.). Finalmente, dentro del *Plan Estratégico de Movilidad Sostenible de la Comunidad de Madrid 2013-2025*, se destacan objetivos en el *Plan de Infraestructuras de Transporte Público* como la mejora de las condiciones ferroviarias de los Cercanías, carriles bus y priorización de los semáforos para estos, fomento de la movilidad ciclista y aparcamientos disuasorios, entre otros (Consortio Regional de Transportes de Madrid, 2016).

#### 6.1.5. Indicadores 5 y 6. Crecimiento de la población y número de viviendas

La provincia de Madrid cuenta actualmente con una población de 6.859.914 habitantes (INE, 2024). Durante los últimos años, esta no ha hecho más que aumentar y se prevé que lo siga haciendo hasta un 15,35% en el período 2022-2037, lo que implicaría 160.358 personas más en el intervalo indicado (Comunidad de Madrid c., s.f.). En la *figura 6*

podemos observar una evolución de la población del municipio a lo largo de los años, diferenciada también por sexo.

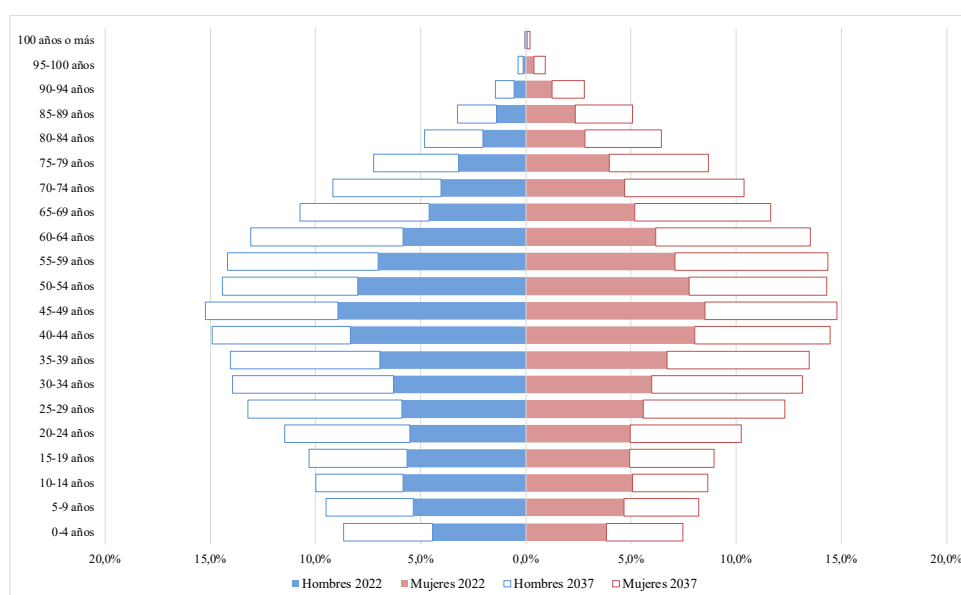
Figura 6. Evolución de la población en la ciudad de Madrid por sexo (2000-2023).



Fuente: elaboración propia con datos de *Evolución de la población de los municipios de la Comunidad de Madrid desde 1900, por sexo* del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid y de *Censo anual de población 2021-2023* del INE a., s.f.

Desde el año 2000, la población no ha hecho más que aumentar pese a algunos decrecimientos experimentados alrededor de 2008 y de 2021, causado probablemente por las crisis surgidas durante esos años. Cabe señalar que en todo este período el número de mujeres supera al de hombres, aunque en 2023 la diferencia ha aumentado ligeramente alrededor de 25.900 habitantes femeninas frente a los masculinos. Por otro lado, podemos ver la pirámide poblacional con los últimos datos publicados en la *figura 7* donde esta es regresiva al caracterizarse por una población envejecida, con la mayor parte de la ciudadanía concentrada entre los 40 y los 59 años de edad. A largo plazo esto resulta preocupante por los problemas económicos que podría acarrear como una disminución de la fuerza laboral activa que, consecuentemente, produciría alteraciones en la productividad económica. Sin embargo, las previsiones apuntan hacia un crecimiento de la población a causa de los nuevos habitantes y jóvenes que emigran desde sus ciudades en busca de nuevas oportunidades a Madrid (Comunidad de Madrid c., s.f.).

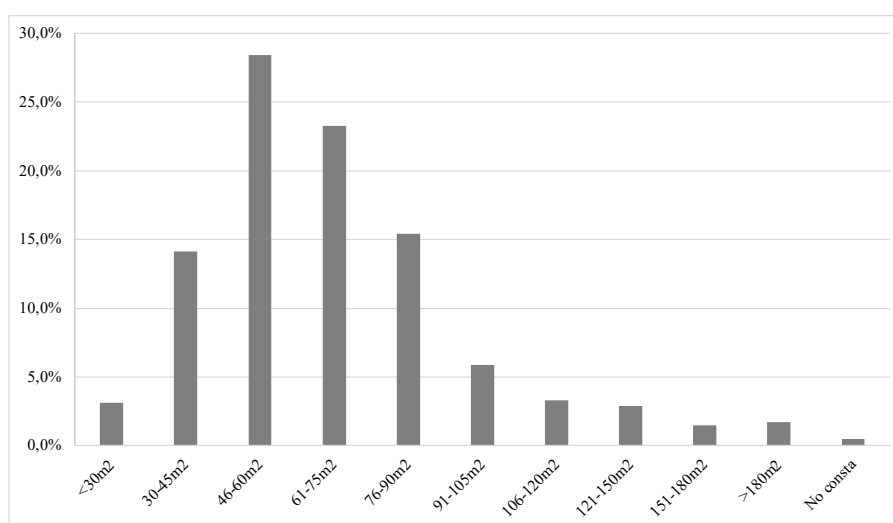
Figura 7. Pirámide poblacional 2022 y proyección 2037.



Fuente: elaboración propia con datos de *Evolución de la población de los municipios de la Comunidad de Madrid* desde 1986, por sexo y grupos de edad quinquenales del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid, s.f.

En línea con el aumento poblacional, ahora analizaremos el indicador del número de hogares en Madrid. El número total de viviendas principales construidas en 2021 era de 1.322.855 (INE, 2021), lo que supondría unos 2,5 habitantes por hogar teniendo en cuenta la población de 2021 (3.305.408 habitantes) (INE a., s.f.). En la *figura 8*, encontramos representados los tipos de hogar según sus metros cuadrados.

Figura 8. Viviendas principales según superficie en Madrid (2021).



Fuente: elaboración propia con datos de *Viviendas familiares convencionales según tipo de vivienda y superficie (capitales de provincia y municipios de más de 50.000 habitantes)* del INE, (2021)



En 2021 las viviendas por debajo de los 60m<sup>2</sup> suman alrededor del 45% del total y, con la llegada de la nueva población la demanda de este tipo de vivienda no hará más que aumentar. Así lo demuestra el informe del INE (2021) donde la proyección de tipo de hogares en 2037 (Comunidad de Madrid c., s.f.) presenta un aumento en las viviendas para una y para dos personas, disminuyendo los porcentajes de las que estarían habitadas por tres o más personas. La Comunidad de Madrid cuenta con la cifra más alta de la historia de personal ocupado, habiéndola incrementado un 5% en el último año llegando a un total de 3,4 M de trabajadores (Comunidad de Madrid a., 2024). Dichas cifras junto con el aumento de la población debido a la cantidad de personas que decidan mudarse a la capital por la creación de empleo y las oportunidades que esta supone, además de la tardía maternidad cada vez más común en la población (López Trujillo, 2023), son prueba de la necesidad de implementar iniciativas como las de *The Line*.

La superpoblación que está comenzando a sufrir Madrid resulta preocupante. Para 2035, se prevé que Madrid y Barcelona concentren un tercio de la población española y en 2050, el 88% vivirá en el medio urbano (Remacha y Ordaz, 2019). Para hacer frente a este desafío, el *Plan 130* contiene varias medidas con gran impacto. Algunos ejemplos son el Programa DUS 500, donde se invertirá en proyectos de energía limpia en aquellos municipios que han perdido hasta un 5% de su población, o el plan *La Administración cerca de ti*, con el que se busca reducir la brecha de digitalización y encontrar la igualdad de oportunidades para esos núcleos poblacionales en riesgo de exclusión (MITECO d., s.f.). De otro modo, la tardía maternidad supone necesitar mayor tiempo para revertir la pirámide poblacional. Por ello, la Comunidad de Madrid ha adoptado ciertas iniciativas para impulsar ese aumento de la natalidad con medidas sobre la maternidad y la conciliación en su *Estrategia 2022-2026* a través de la inserción laboral, la flexibilización de horarios y ayudas económicas (Comunidad de Madrid d., s.f.).

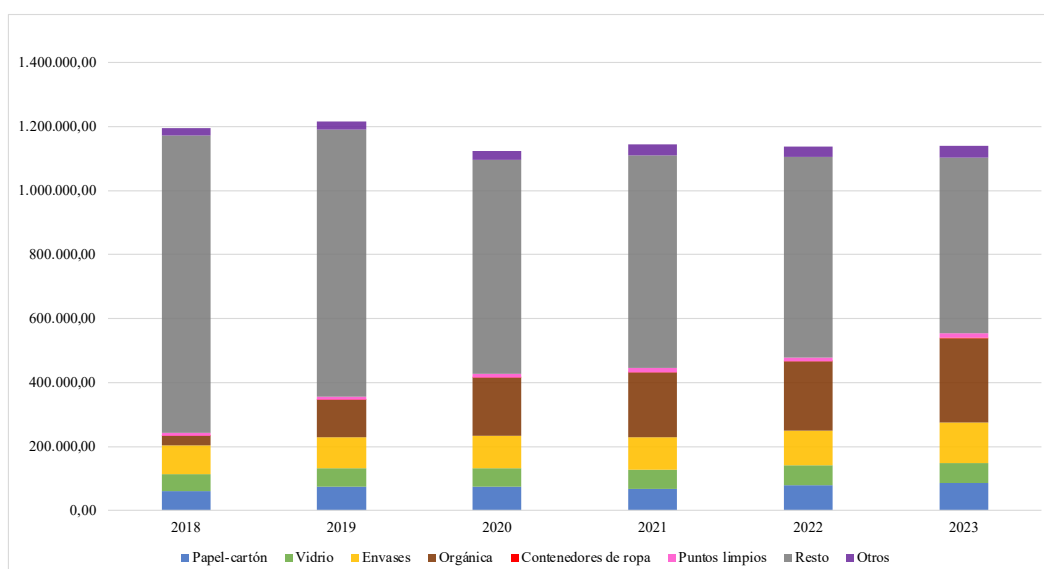
#### 6.1.6. Indicador 7. Materia prima usada (residuos)

La generación de residuos en Madrid supone un gran reto al encontrarnos en una población en constante aumento que conlleva también a un consumo que crece de manera cada vez más descontrolada, como hemos visto a través de los indicadores anteriores. En este contexto, resulta importante investigar las cifras y la evolución de los residuos generados, así como las distintas iniciativas que se llevan a cabo para fomentar el reciclaje y abordar el problema. Bajo estas condiciones, solo realizaremos el análisis para Madrid

puesto que este indicador no resulta tan relevante a la hora de determinar la mejor área donde implementar las ideas de *The Line*. Es cierto que, al haber investigado el consumo de recursos en este municipio, esta información dará lugar a un análisis más completo.

En la *Figura 9*, podemos observar la evolución de los últimos cinco años en cuanto a la generación de residuos. La última cifra recogida en 2023 es de 1,34 M de toneladas, 14.235 más que en 2020 (Ayuntamiento de Madrid a., 2024). En los últimos tres años de los datos totales disponibles, la cifra se ha mantenido estable, aunque es cierto que las proporciones han cambiado. Algunos tipos de residuos como los de la fracción orgánica y los envases, han experimentado un notable aumento de un 23 y un 30%, respectivamente desde el año 2021, mientras que la fracción resto ha disminuido. (Ayuntamiento de Madrid a., 2024)

*Figura 9. Evolución de la generación de residuos (en toneladas) por fracción Madrid (2018-2023).*



Fuente: elaboración propia con datos de *Recogida de residuos* (ficheros 2018-2023) de Ayuntamiento de Madrid a., 2024.

Las facilidades en la vida diaria cada vez son mayores y la ciudadanía opta por opciones rápidas, lo que sumado al descontrolado consumo se refleja en datos como estos. Así lo justifican los datos de la *Encuesta Industrial Anual de Productos 2022* (s.n., 2024) publicada anualmente por el INE, donde la producción nacional de platos preparados a base de carne, pescado, verduras, legumbres, pasta de todo tipo o platos como la pizza congelada, sumó un total de 486.025 toneladas, un 21% más que el año anterior, por un valor de 2.131,7 millones de euros (45% mayor que en 2021). Este tipo de productos suelen venir contenidos en envases de plástico que contaminan los suelos y las aguas del

planeta o que, además de contaminar, pueden llegar a ser ingeridos por otros seres vivos alterando los ecosistemas. Además, en su producción se utilizan el petróleo y el gas natural, cuyo proceso tienen un impacto negativo y generan gran cantidad de GEI, añadiendo el hecho de que la mayoría de estos envases producidos son de un único uso (Greenpeace b, s.f.).

Aunque estos productos sean reciclables, en numerosas ocasiones terminan siendo incinerados o en vertederos por la falta de concienciación de la ciudadanía y de la infraestructura disponible, lo que desata una urgencia para encontrar soluciones al problema. El ayuntamiento de Madrid ha tomado la iniciativa a través de la implementación de distintos planes. Alineado con el *Plan Madrid 360* (Ayuntamiento de Madrid a., s.f.), se busca que Madrid sea una ciudad referente en economía circular dentro de la UE (Ayuntamiento de Madrid c., 2023). A través de tres desafíos que explicaremos a continuación presentados por el Ayuntamiento c. (2023) y el sometimiento a información pública que tuvo durante 45 días hábiles, el objetivo es mejorar la gestión y reducir los residuos generados. En primer lugar, como explica el mismo artículo (Ayuntamiento c., 2023), la ciudad trata de conseguir alinearse con los objetivos que tiene también la UE para el período 2025-2030, además de convertir la gestión de residuos en un eje de sostenibilidad, aplicando mejoras en su tratamiento y reducción. El tercero de ellos, ya mencionado, se relaciona con la conversión de Madrid en un área pionera en economía circular.

El camino no es fácil puesto que, para conseguir dichos objetivos, la capital española enfrenta varios retos. En primer lugar, surge el reto de la correcta separación de los residuos en origen, ya que en 2022 solo el 44,1% de los residuos fueron recogidos selectivamente mientras que la cantidad restante fue depositada en un mismo contenedor que finalmente acabaría en un vertedero. En este sentido, para evitar este destino final de los residuos, otro desafío importante es el tratamiento adecuado de los mismos. La Ley 7/2022, clarifica la importancia de la recogida separada y el reciclaje de esta materia que la capital debe llevar a cabo. Cabe destacar que ya en 2019 se anuló la estrategia puesto que la evaluación que se daba no era correcta por lo que la nueva *Estrategia de Residuos* debe cuidarse en cumplir todos los requisitos necesarios. En este sentido la importancia de la concienciación ciudadana y la transparencia para fomentar estas prácticas en la sociedad resultan esenciales para llevar a cabo las acciones pertinentes. Además, la

colaboración del Gobierno y las AAPP resulta crucial en este proceso como ejemplo para el resto de los habitantes. (Ayuntamiento de Madrid c., 2023)

La creación del nuevo modelo de gestión propuesto por el Ayuntamiento se basa en la finalidad de reducir la generación de residuos. A través de la mejora de infraestructuras y de las técnicas existentes para minimizar ese impacto medioambiental, a la vez que, se tratan de aprovechar esos residuos para crear energía o reutilizarlos, el mayor objetivo es reducir la cantidad que va destinada a vertederos y que, por tanto, queda en desuso. A su vez, busca mantener en todo momento la capacidad de valoración energética con la que cuenta. Las metas de la ciudad resultan ambiciosas comenzando con la reducción del 15% de los residuos municipales generados en 2030 y el aumento del 70% de las toneladas de envases reciclados. En cualquier caso, existe una ley de obligado cumplimiento (Ley 7/2022) que señala que todas las ciudades a partir de 5.000 habitantes deben contar con un programa de gestión de residuos. (Ayuntamiento de Madrid c., 2023)

#### *6.1.7. Indicador 8. Índice de Desarrollo Humano (IDH)*

Puesto que el IDH se trata de un indicador por países, trataremos de adentrarnos más en su análisis. No se realizará un análisis comparativo en Barcelona ya que, la cifra final va a ser muy parecida y, aunque sí que es importante tener en cuenta dicho número para la conclusión, no tendría mucho sentido realizar una investigación entre las dos ciudades más desarrolladas del país.

El IDH, tiene en cuenta tres variables principales para su cálculo: la esperanza de vida, la educación y el PIB per cápita (Economipedia, s.f.). En primer lugar, la esperanza de vida en Madrid se situó en 84,76 años en 2022, una cifra en constante aumento desde el año 2017, aunque con una caída en 2020 causada por la pandemia que hizo reducir este número alrededor de unos 2,5 años (Datosmacro, 2023). Este dato en España, el mismo año fue de 83,9 años (Instituto Vasco de Estadística, 2024). Por otro lado, en cuanto a la educación se han seleccionado datos de la Comunidad de Madrid del año 2022 y nacionales en caso de no disponer de ellos para la propia región disponibles en el informe de Eustat (2024).

En este caso contamos con dos indicadores: los años esperados de escolarización y el promedio de años de escolaridad, cuya definición tomaremos del Institut d'Estadística de les Illes Balears (s.f.). El primero, indica los años de escolaridad que podría esperar

recibir un niño en edad de comenzar la escuela, si los patrones vigentes de las tasas de matriculación por edad se mantienen a lo largo de su vida y, contamos con una cifra de 19,3 años (Banco de datos estructurales, s.f.); el segundo, representa el promedio de años cursados de enseñanza de las personas de veinticinco años o más y, la cantidad es de 10 a nivel nacional (Banco Mundial, 2022). Finalmente, el último dato es el PIB per cápita de la Comunidad de Madrid en 2022, con 38.435 euros (Datosmacro, 2022), (\$40.356,75) (Statista b., 2023), que deberá ajustarse a la PPA.

El siguiente paso será llevar a cabo los cálculos necesarios para averiguar el Índice de Salud, el Índice de Educación y el Índice de Ingreso cuyas operaciones podrán encontrarse en el *Anexo I*. Finalmente, el IDH para la ciudad de Madrid se sitúa en 0,864 puntos muy cercano a los 0,911 (Instituto Vasco de Estadística, 2024) que presentaba el IDH nacional. Esto explica que Madrid se encuentra alineado con los objetivos y los resultados del país, lo que implica que tenga una muy buena posición ya que España se encuentra entre los países con un IDH calificado como muy alto, ocupando la vigesimoséptima posición en el año estudiado (Instituto Vasco de Estadística, 2024).

No obstante, la Comunidad de Madrid no ha dejado de ejecutar distintos planes en materia de estos indicadores ya citados, como es el caso del plan para una *Educación Libre, Plural y de Calidad*, donde se busca el aumento de la libertad e igualdad de oportunidades del sistema educativo madrileño, así como mejorar la calidad de esta (Viciano, 2024). Otros planes a destacar son el *Plan de Atención Integral a la Fragilidad y Promoción de la Longevidad Saludable en Personas Mayores de la Comunidad de Madrid 2022-2025*, cuya finalidad es potenciar la autonomía funcional y la independencia de los mayores de 65 años, durante su proceso de envejecimiento (Comunidad de Madrid a., s.f.), y el programa *Mi Primera Vivienda*, donde se financia hasta más del 80% del valor del inmueble a personas mayores de 35 años que no dispongan de ahorro suficiente para adquirir su primera vivienda (Comunidad de Madrid b., s.f.).

#### 6.1.8. Conclusiones del análisis descriptivo sobre la sostenibilidad en Madrid

Realizada la observación y el análisis de los datos numéricos de los indicadores de sostenibilidad en Madrid, inferimos que los niveles de contaminación del aire son elevados, aunque se está tratando de controlarlos a través de las medidas que la Comunidad está implementando.

En primer lugar, en cuanto a la huella hídrica, Madrid presenta los niveles más altos del país en el consumo de agua. Esto se debe a la densa población con la que cuenta, así como a su actividad turística donde la huella hídrica se ve influenciada en las áreas urbanas con gran densidad de población, como es el municipio de Madrid.

En cuanto a la huella de Carbono, Madrid es un ejemplo de liderazgo ya que desde 1999, ha reducido considerablemente sus emisiones de GEI a través de un menor uso del transporte por carretera, al igual que las emisiones en el tratamiento de residuos. El primero de ellos cobra especial importancia ya que el transporte por carretera y residencial es aquello que más contribuye a las emisiones de esos gases.

En línea con el *indicador 2*, los productos petrolíferos son los más consumidos como energía debido a ese uso del transporte por carretera. Sin embargo, Madrid carece de una alta contribución de energía a la producción eléctrica nacional. Esto sería una oportunidad de mejora para la región puesto que se ha observado un aumento en el uso de fuentes renovables como la cogeneración y la energía solar para la generación de energía, lo cual le interesaría aprovechar.

Por otro lado, la sólida infraestructura de transporte que presenta el municipio y la disponibilidad de financiación de la misma para mantenerla y realizar mejoras es valiosa para combatir esas emisiones de GEI causadas por el transporte que requiere energía en forma de petróleo. El transporte público presenta un crecimiento en los últimos años desde la pandemia encabezado por la popularidad del metro entre los madrileños, por lo que los esfuerzos deberían centrarse en promover el fomento de uso de este.

Resulta de especial interés la promoción del indicador anterior puesto que se prevé un alto aumento poblacional para el año 2037 en la ciudad de un 15,35% debido a las oportunidades laborales y de crecimiento brindadas a las personas que deciden mudarse a la capital. Ya desde el año 2000, la población ha crecido lo que ha implicado un aumento de los hogares, particularmente de aquellos considerados pequeños, por debajo de los 60 m<sup>2</sup>. A su vez, la pirámide poblacional muestra una evolución recesiva debido a una tardía maternidad, entre otros factores, lo que preocupa en el ámbito de la fuerza laboral activa y las consecuencias que acarrearía en la productividad económica a lo largo del tiempo.

Dicha situación poblacional sumado al consumo descontrolado surge un impacto en la generación de residuos donde los envases y el uso del plástico cada vez es más

desmesurado. Iniciativas como la promoción de la economía circular aprovechando los residuos para la generación de energía y la industria, entre otros sectores, podrían ser clave para afrontar el reto.

Finalmente, en línea con los resultados nacionales, Madrid presenta un IDH considerado “muy alto”, siendo una ventaja competitiva frente a otras regiones que debería aprovecharse a la hora de innovar y progresar en el desarrollo sostenible. No obstante, existen iniciativas debido a la preocupación sobre el acceso al hogar con el que tendría que contar cualquier ciudadano y que, debido al aumento del coste de vida, cada vez resulta más complejo.

En pocas palabras, a pesar del avance positivo que se ha mostrado en los indicadores, es necesario una acción continua sin descuidar lo que ya se ha conseguido para abordar el reto del desarrollo sostenible y garantizar un buen futuro para la región.

## 6.2. Análisis comparativo de sostenibilidad en Barcelona

En los últimos años, Barcelona ha tenido que realizar grandes esfuerzos para enfrentar desafíos de la sostenibilidad, así como de la economía de la región. A través del análisis, haremos hincapié en aquellos retos ante los que se encuentra esta ciudad y la situación actual, así como la evolución de cada indicador en los últimos años.

*Tabla I. Comparación de los resultados más recientes de los indicadores en Madrid y Barcelona.*

Indicador	MADRID			BARCELONA		
	Año	Cifra	Unidades	Año	Cifra	Unidades
1	2020	>5.000	hm3	2020	>5.000	hm3
2	2021	8.224	kt de CO2	2021	18.809,5	kt de CO2
3	2022	27.480	GWh	2022	15.442	GWh
4	2022	2.659	euros (en millones)	2022	1.155	euros (en millones)
5	2023	3,3	habitantes (en millones)	2023	1,7	habitantes (en millones)
6	2021	1,3	viviendas principales (en millones)	2021	0,67	viviendas principales (en millones)

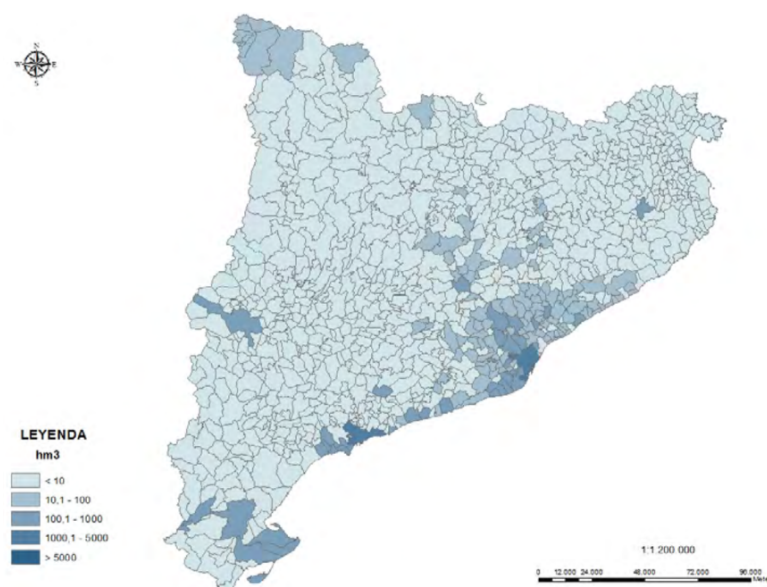
Fuente: elaboración propia con datos de Sotelo et al., 2023; Ayuntamiento de Madrid, 2023; Red Eléctrica, 2023; Comunidad de Madrid, s.f.; INE a., s.f.; INE, 2021; Generalitat de Catalunya, 2023; Ajuntament de Barcelona f., s.f.; Observatori de la Mobilitat a., s.f.

Cabe aclarar que para el *indicador 4*, se incluye la cantidad de financiación disponible para la infraestructura de transporte en Barcelona; y, en el *5*, se contempla el dato más reciente de la población del municipio.

A pesar de los avances que Barcelona ha experimentado en sus cifras y el compromiso que muestra con la reducción de la contaminación, así como la promoción de una economía más circular, aun son varios los retos que debe enfrentar para los próximos años. El aumento de la población previsto y la creciente actividad turística, son factores que inciden directamente en la consecución de los objetivos de sostenibilidad urbana en la ciudad. En este contexto, a través de este análisis investigaremos sobre el proceso que ha seguido Barcelona en el campo de la sostenibilidad durante años anteriores. Así, identificaremos aquellas fortalezas y áreas de mejora para establecer e implementar la estrategia y las medidas pertinentes en cada caso, asegurando la prosperidad y la seguridad de la sociedad.

### 6.2.1. Indicador 1. Huella hídrica

Figura 10. La comunidad autónoma de Cataluña y la realidad de su “huella hídrica”. Año 2020.



Fuente: Análisis geográfico regional de la “huella hídrica” española: bases para la planificación turística (p. 368) por Sotelo Pérez, I., Sotelo Pérez, M., y Sotelo Navalpotro, J. A., 2023, *Cuadernos de Turismo*, (51).

Junto con Madrid, Barcelona es una de las dos ciudades que mayor huella hídrica presenta del país, concretamente la segunda de ellas. También es la segunda ciudad más poblada de España. Sin embargo, la situación que podemos observar en la *figura 10* comparada con la de la *figura 1*, cabe señalar ciertas diferencias. El área que comprende aquellos municipios con una huella hídrica superior a los 5.000 hm<sup>3</sup> es mucho más pequeña que la de Madrid. Debemos tener en cuenta que Barcelona se encuentra en un momento de



configuración territorial debido al crecimiento poblacional que ha experimentado, por lo que los límites del área metropolitana de Barcelona se han pasado provocando un desarrollo en municipios como Tarrassa o Badalona, entre otros (Sotelo Pérez et al., 2023). La última cifra recogida del consumo doméstico de agua en Barcelona es del año 2023, que comprende el 68% del total y suma 62,2 hm<sup>3</sup>, un 0,37% más que en 2022 por lo que la diferencia apenas es relevante (Ajuntament de Barcelona, 2023).

A continuación, se presentan el resto de las causas más relevantes que han provocado ese aumento de la demanda en la huella hídrica. En primer lugar, como consecuencia de ese crecimiento urbano en otras áreas, surge un aumento en la demanda para actividades domésticas, comerciales e industriales, ya que el sector secundario en esta ciudad cobra una importancia considerable comprendiendo el 17,5% de la población ocupada en Barcelona (Servicio Público de Empleo Estatal, 2021). Cabe mencionar que según Statista (2023), en el año 2021, el sector secundario en Cataluña acumulaba un 58,8% del PIB. Esto supone una cifra mucho más alta que la media nacional, siendo de 20,4% en el año 2020 (Statista a., 2023).

No obstante, en cuanto a las actividades comerciales, es importante recalcar que el sector servicios es el predominante en la ciudad de Barcelona con un 78,6% de la población ocupada comprendida en este grupo (INE, s.f.). Esto se debe a la gran importancia que tiene el turismo en la provincia catalana, lo que implica un mayor consumo de agua en hoteles, restauración y atracciones (Fortuny Vila y Peremiquel Lluç, s.f.). A diferencia de Madrid, Barcelona cuenta con mayor número de plazas hoteleras, unas 25.000 más al ser pionera en el turismo. Sin embargo, la huella hídrica de la provincia madrileña es mayor, por lo que juega en desventaja en esta área ya que existe una relación inversamente proporcional (Pulido Velázquez et al., 2020).

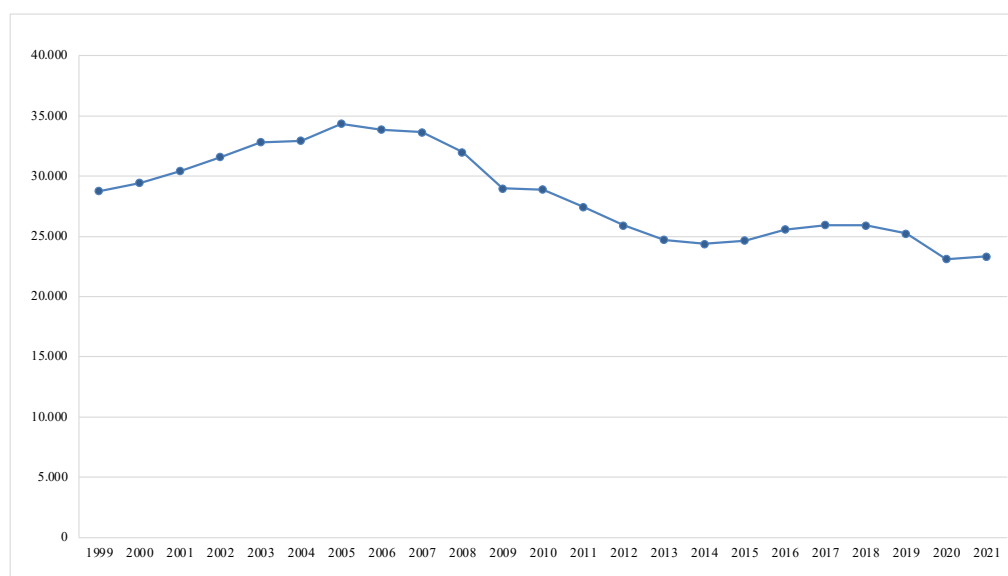
Finalmente, es importante destacar la situación crítica en la que se encuentra la región debido a los efectos del cambio climático, donde las precipitaciones han sido muy escasas llegando a provocar un escenario de sequía (Baquero et al., 2024). Actualmente, el plan se encuentra en el nivel 1 donde el límite de agua utilizado por día está limitado a 200 litros (E.D., 2024). El mismo artículo, explica que no se descarta la posibilidad de que en algún momento la situación empeore por lo que se han tenido en cuenta otros dos estadios: el de nivel 2, donde se limitará el consumo a 180 litros por habitante y día; y, el de nivel 3 donde el tope serán los 160 litros. Por otro lado, además de los cambios en la

gestión pública del agua de Barcelona para fomentar la responsabilidad social y la transparencia (Ajuntament de Barcelona, s.f.), en 2022 se aprobó un plan para acabar con el déficit hídrico. El *Plan de gestión del agua de las cuencas internas 2022-2027* tiene como finalidad la preservación de la calidad del agua y los ecosistemas, mejoras en materia de saneamiento y regeneración y, una garantía de las demandas (Generalitat de Catalunya, 2023). En el artículo, la Generalitat (2023) prevé que en 2050 una reducción del 18% del agua disponible en la Comunidad, pero con este plan se trata de aumentar un 30% esa disponibilidad a través de la reutilización y sin reducir el uso actual.

### 6.2.2. Indicador 2. Huella de Carbono

Aunque la evolución de la huella de Carbono en Barcelona en el período 1999-2021 ha sido positiva, no ha tenido una evolución tan favorable como la de Madrid, ya que partimos de cifras más altas como podemos ver en la *figura 11*.

*Figura 11. Evolución de emisiones de GEI en la provincia de Barcelona, 1999-2021 (CO<sub>2</sub>-eq (Gg)).*



Fuente: Elaboración propia con datos de *Inventario de emisiones de GEI de la provincia de Barcelona 1990-2021* de la Generalitat de Catalunya, 2023.

Los datos comentados a partir de este instante proceden del *Inventario de emisiones de GEI de la provincia de Barcelona 1990-2021* (2021). El total de emisiones de GEI en 2021 suma 23.327,6 kt de CO<sub>2</sub> equivalente. Esto supera la cifra de Madrid para ese mismo año. En cuanto a la distribución de los GEI, el 84,9% de los gases emitidos son CO<sub>2</sub>, con un total de 19.809,49kt de CO<sub>2</sub> equivalente. Le siguen el metano con un 10,4% y los

hidrofluorocarburos con un 2,5%. El 2,2% restante se encuentra compuesto mayoritariamente por óxido nítrico.

Previo a comentar las emisiones agrupadas por tipo de actividad, cabe mencionar que las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita en la comunidad de Cataluña, superan el doble de la cifra de Madrid con 5,4 t por habitante en 2021, más cercana a la media nacional que suma 6,3 t per cápita (Instituto de Estadística de Cataluña, 2023). En cuanto a los sectores de actividades reflejados en el mismo informe de la Generalitat citado en el párrafo anterior, resulta preocupante la cifra más alta correspondiente al procesado de la energía petrolífera y de los procesos nucleares. De los 23.327,6 kt de CO<sub>2</sub> equivalente, 18.618,5 proceden de la actividad anteriormente mencionada, es decir, alrededor de un 80%. El 20% restante se divide en un 10% procedente de los procesos industriales, un 6% causado por la eliminación y el tratamiento de residuos y el 4% restante corresponde a actividad agrícola. (Generalitat de Catalunya, 2023)

Los planes que ha implementado Barcelona a lo largo del tiempo han sido efectivos ya que, como hemos visto en la *figura 11*, las emisiones de GEI han disminuido. Sin embargo, las acciones ejecutadas no han sido suficientes para paliar los efectos que ello produce. El Ayuntamiento de Barcelona lleva a cabo varias iniciativas para compensar las consecuencias de la huella de Carbono. El primer ejemplo es el *Plan Clima 2018*, cuya finalidad es reducir las emisiones de GEI per cápita un 45% para el año 2030, incrementar el verde urbano en 1,6 km<sup>2</sup>, evitar financiación externa de los recursos necesarios para llevar a cabo las iniciativas del plan, tener pobreza energética cero y convertirse en una ciudad neutra en carbono para 2050, alineándose con los valores marcados por la ley autonómica y con sus compromisos locales (Ajuntament de Barcelona, 2017). Al igual que Madrid, también cuenta con una *Zona de Bajas Emisiones* donde la ejecución del plan se lleva a cabo de la misma manera a través de la restricción de la circulación de determinados vehículos muy contaminantes debido al tipo de motor del que disponen (Área Metropolitana de Barcelona, s.f.).

Además de estos dos planes activos actualmente, no se han encontrado muchas más medidas que se hayan aplicado en la ciudad. Por ende, se puede considerar que existe una actuación insuficiente en este campo ya que Barcelona se encuentra en una situación precaria en materia de emisiones de GEI y la consecuente huella de Carbono generada. Resulta arriesgado un objetivo de neutralidad de carbono para 2050, ya que debido al

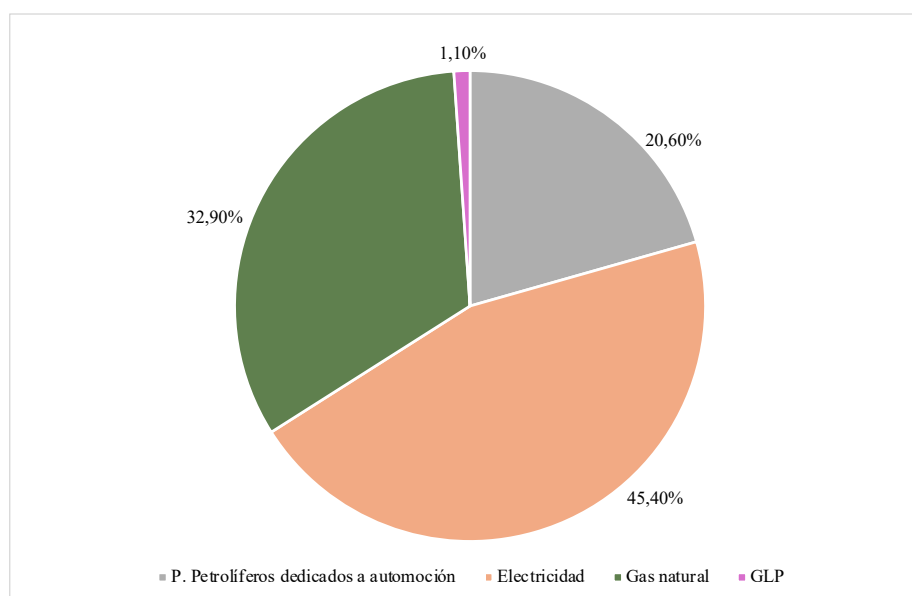
escenario que se presenta y la urgente actuación necesaria, estos deberían reducirse a líneas en las diferentes áreas de actividad nombradas, para ir contribuyendo a corto plazo a la reducción de estas liberaciones de gases, así como a la sostenibilidad y al bienestar de la población catalana.

### 6.2.3. Indicador 3. Consumo de energía

A través del *Balance de energía y emisiones de gases de efecto invernadero de 2022* publicado por el Ayuntamiento de Barcelona f. (s.f.), compararemos el consumo final anual, tratando de analizar las fuentes de energía renovable. Por otro lado, contrastaremos las cifras disponibles acerca de la energía final consumida por producto y las formas de generación eléctrica que se llevan a cabo en la provincia. El consumo de energía final presentado en dicho informe es de 15.442 GWh, presentando una diferencia de 12.000 GWh con Madrid. Además, el mismo informe presenta la cantidad de energía generada sumando una cifra de 6.199 GWh, un 40% de la cantidad consumida.

En cuanto al consumo de la energía final, se tienen en cuenta cuatro categorías como se puede observar en la *figura 12*.

*Figura 12. Tipología de la energía final consumida en Barcelona (2022).*



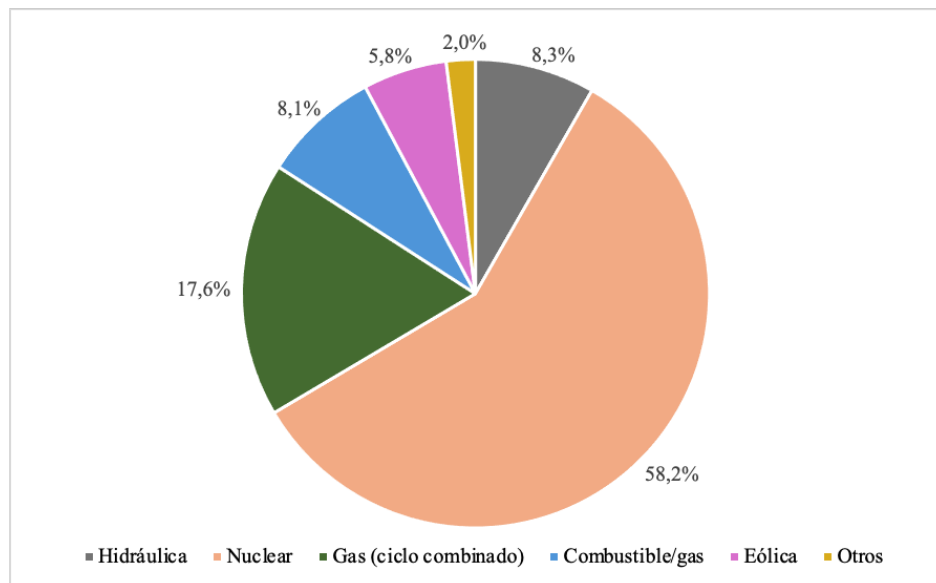
Fuente: elaboración propia con datos del *Balance de energía y emisiones de gases de efecto invernadero del año 2022* (p. 5) por el Ajuntament de Barcelona f., s.f.

El tipo de energía usado en mayor proporción es la electricidad, algo que tiene realmente sentido ya que el propio informe presenta las actividades en las que mayor consumo de

energía final se invierta y la actividad doméstica ocupa el primer puesto. El 32,9% del consumo viene ocupado por el gas natural y, en tercer lugar, encontramos los productos petrolíferos. Esta concordancia puede comprobarse de nuevo con las actividades ya que los servicios comerciales y el transporte ocupan el segundo y el tercer puesto, respectivamente, con cantidades del 34,3% y del 23,9% (Ajuntament de Barcelona f., s.f.). Finalmente, tenemos una categoría que no hemos visto presentada en el caso de Madrid, el GLP, que ocupa un 1,1%. Se trata de un combustible formado por propano y butano que, a través de su conversión en gas, genera energía (Vasquez, 2006). Surge como una alternativa para reducir las emisiones contaminantes del aire que producen los motores diésel (Segovia et al., 2010).

En cuanto al origen de la energía eléctrica en la ciudad de Barcelona, se contemplan cinco fuentes principales representadas en la *figura 13*. Estas conforman el 98% del origen de la electricidad.

*Figura 13. Origen de la generación de energía eléctrica en Barcelona (2022).*



Fuente: elaboración propia con datos del *Balance de energía y emisiones de gases de efecto invernadero del año 2022* (p. 5) por el Ajuntament de Barcelona f., s.f.

Sin embargo, cabe destacar la energía nuclear que comprende casi un 60%, junto con el gas como recurso energético que ocupa el 17,2% del gráfico. Dichas cifras determinan entonces una generación de energía mucho menos sostenible que la de Madrid, salvo si consideráramos la nuclear como renovable, ya que en esta última ciudad mencionada la mayoría del origen es de renovables mientras que, en este caso, no es así. En cuanto a las

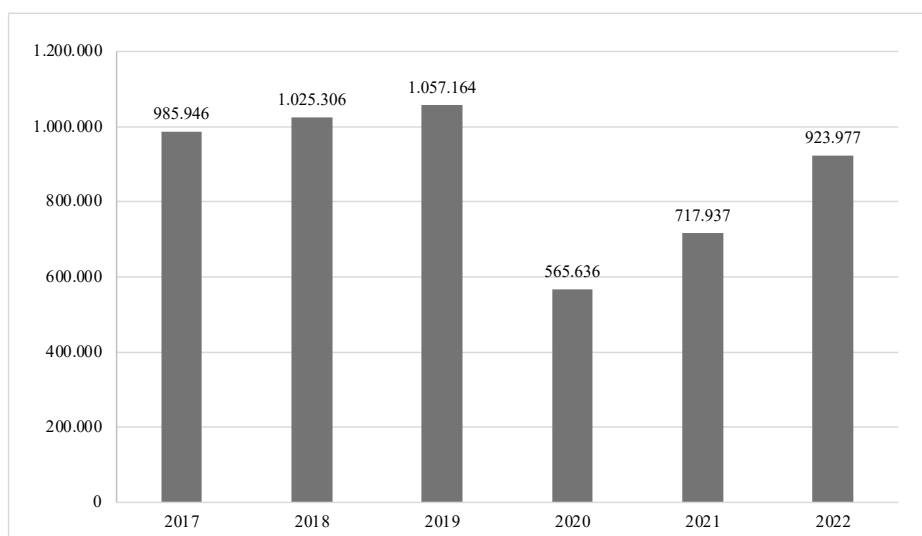
iniciativas, destaca la transición energética por la que aboga Barcelona de manera que busca sustituir la energía de origen fósil por una renovable y local teniendo en cuenta cambios en su forma de producción, distribución, gestión y consumo (Área Metropolitana de Barcelona a., s.f.). Para el año 2030, la ciudad pretende reducir un 50% sus emisiones de GEI respecto a los valores de 1992 a través de políticas elaboradas por su propio ayuntamiento, como la *Estrategia de impulso de la Generación de Energía Solar* aprovechando espacios como azoteas o cubiertas (Energía Barcelona, s.f.). Se trata de hacerse con la soberanía energética convirtiéndose en una ciudad con un suministro energético 100% renovable, reduciendo a su vez el consumo energético municipal un 10%, así como incrementando en esa misma cantidad la generación renovable teniendo capacidad para suministrar a 20.000 hogares con energía limpia (Ajuntament de Barcelona a., s.f.).

#### *6.2.4. Indicador 4. Infraestructura de transporte*

Para la ciudad de Barcelona comenzaremos analizando las aportaciones de las Administraciones Públicas a través de una base de datos sobre el sistema de financiación del transporte público del área de Barcelona creada por el Observatori de la Mobilitat de Catalunya. En este caso, tenemos datos hasta el año 2022 donde se muestra que la mayor parte de las aportaciones proceden de la Generalitat de Cataluña, un 49% de los 1.154.900.000 de euros de los aportados por las AAPP según el Informe sobre el coste del sistema de transporte público integrado (Observatori de la Mobilitat a., s.f.). Los fondos totales de los que dispone Barcelona para el año 2022 para realizar una inversión en su red de transporte público suman 1.848.700.000 euros, ya que se debe añadir a la cifra anterior la recaudación de los títulos de transporte (Observatori de la Mobilitat a., s.f.).

Resulta necesario contar con estos fondos ya que Barcelona se encuentra aún en un proceso de recuperación de las cifras que alcanzó en el año 2020, como se muestra en el siguiente gráfico.

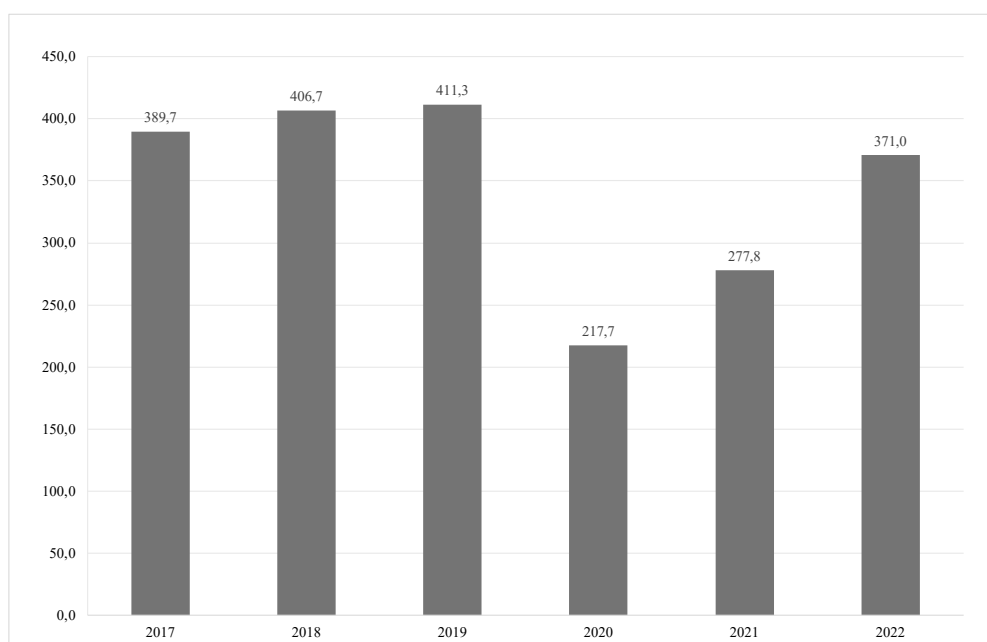
Figura 14. Evolución de la demanda de transporte público en Barcelona, 2017-2022 (miles de viajes).



Fuente: elaboración propia con datos de *Demanda en transporte público colectivo* del Observatori de la Mobilitat de Catalunya, s.f.

La evolución en los últimos años ha sido positiva desde el comienzo de la recuperación de la pandemia. Sin embargo, esta reconstitución se ha dado de manera parcial como ya hemos comentado en líneas anteriores. Puesto que el tipo de transporte público más popular en Madrid a lo largo de los años ha sido el metro, realizaremos el análisis comparativo teniendo en cuenta los números en cuanto a este.

Figura 15. Demanda en las estaciones ferroviarias de metro de Barcelona, 2017-2022 (en millones).



Fuente: elaboración propia con datos de *Demanda mensual en las estaciones ferroviarias del metro* del Observatori de la Mobilitat de Catalunya 2010-2023, s.f.

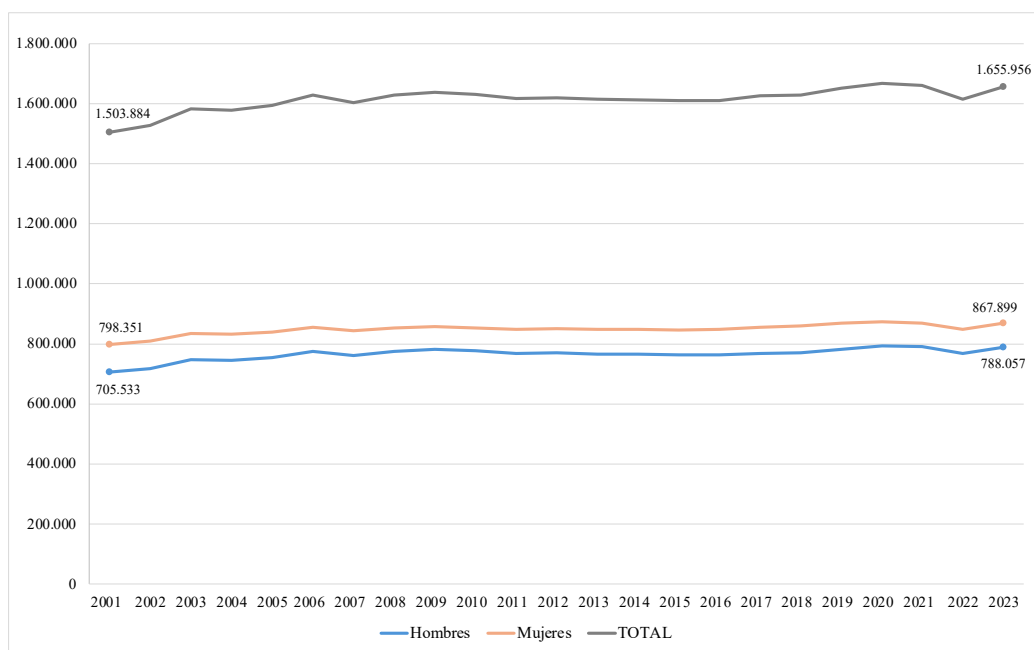
Las cifras de la demanda en Barcelona son más bajas que en Madrid partiendo de que la población también lo es. Por tanto, trataremos de relativizarlas haciendo un cálculo entre la población de cada uno y viendo cual sería la demanda per cápita. En el caso de Madrid en el año 2022 contamos con 571,7 millones de viajes. La cantidad de habitantes en la ciudad a 31 de diciembre del mismo año fue de 3.339.931 habitantes (Ayuntamiento de Madrid b., 2023). Por tanto, la demanda per cápita se reduce a 171,2 viajes por ciudadano. En el caso de Barcelona, en el año 2022 contamos con una demanda de 371 millones de viajes. Su población en este caso era de 1.660.435 habitantes (Jordá Sánchez, 2023), por lo que la demanda per cápita será de 223,4 viajes por barcelonés. Realizados los cálculos, observamos como la demanda es un 30% mayor en Barcelona que en Madrid, aunque en términos absolutos no lo fuera.

Esto podría implicar un desarrollo urbano centrado en el transporte público en esas zonas y municipios a las afueras de la metrópolis, además de un crecimiento económico puesto que si la ciudadanía opta por utilizar el metro es porque cuenta con una buena infraestructura, además de ser una opción más asequible. Por otro lado, el precio de la vivienda cada vez es mayor por lo que vivir más alejado del centro de la ciudad será una forma de abaratar el coste de vida. Barcelona cuenta con varias iniciativas, algunas de las cuales ya está llevando a cabo. La primera de ellas sería el *Plan de Ampliación de la Red de Metro*, donde se incluye la creación de una cuarentena de estaciones y nuevos intercambiadores para poder comunicar zonas que aún no lo están como Sant Feliu de Llobregat o Sant Joan Despí (Palmer, 2023). Del mismo modo, la UE ha contribuido a través de los *Fondos Next Generation* que ha destinado 105 millones a TMB para que pueda renovar su flota de trenes y autobuses optando por vehículos más sostenibles, menos contaminantes y con una mayor seguridad y facilidad de mantenimiento (Ajuntament de Barcelona a., 2023).

6.2.5. *Indicadores 5 y 6. Crecimiento de la población (ISA) y número de viviendas*  
Barcelona cuenta actualmente con una población de 1.655.956 habitantes, menos de la mitad de la que tiene el municipio de Madrid, aunque con una evolución más equilibrada que la de la capital, pero con un aumento menor de habitantes como vemos en la *figura 16*.



Figura 16. Evolución de la población en la ciudad de Barcelona por sexo (2001-2023).

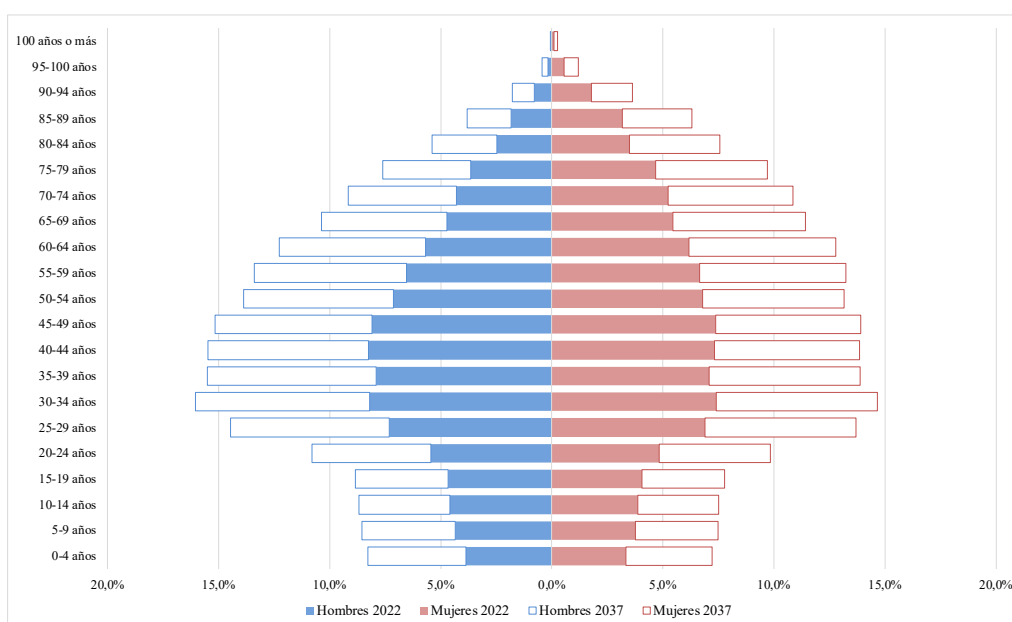


Fuente: elaboración propia con datos de *Población de Barcelona por nacionalidad. Evolución por sexo 1986-2021* del Ajuntament de Barcelona b., s.f. y de *Censo anual de población 2021-2023* del INE a., s.f.

El número de mujeres es superior al de los hombres durante todo el período 2001-2023. Sin embargo, la diferencia entre mujeres y hombres ha experimentado un ligero decrecimiento de unos 10.000 habitantes de diferencia.

Disponemos también de la pirámide poblacional de 2022 junto con la proyección del año 2037 en lo que sería un escenario medio y, por ende, el que más se acercaría a la realidad. La *figura 17* posee una forma de bulbo, con las personas de edades más bajas ocupando una pequeña parte de la población total y con los máximos en la ciudadanía que se encuentra entre los 30 y los 40 años, una población más rejuvenecida que en el caso de Madrid. No obstante, los problemas económicos que puede acarrear este tipo de estructura demográfica son preocupantes puesto que, al igual que en el caso de Madrid, se prevé que surja un aumento poblacional importante como podemos ver en la *figura 17*, donde se muestra la proyección del año 2037. Incluso, en algunos rangos de edad, apuntan a que el número de hombres supere al de mujeres como ocurriría entre los 25 y 49 años.

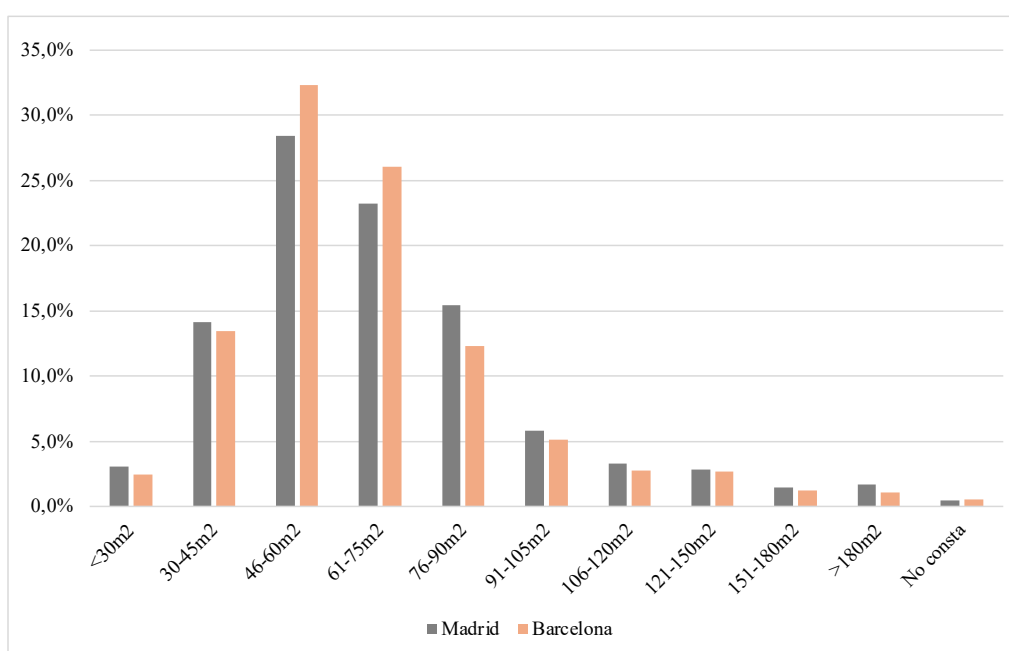
Figura 17. Pirámide poblacional 2022 y proyección 2037, Barcelona.



Fuente: elaboración propia con datos de *Población por sexo, municipio y edad (grupos quinquenales)* del INE b., s.f.; *Población proyectada femenina por edad año a año. Escenario medio. 2022-2046* de Ajuntament de Barcelona c., s.f.; y, *Población proyectada masculina año a año. Escenario medio. 2022-2046* de Ajuntament de Barcelona d., s.f.

Asimismo, ahora analizaremos el indicador del número de hogares en Barcelona comparándolo con el de Madrid (*figura 8*). El número total de viviendas principales construidas en 2021 era de 671.177 (INE, 2021), lo que supondría 2,4 habitantes por hogar, cifra muy similar a la de Madrid (INE a., s.f.). En este caso, las viviendas por debajo de los 60 m<sup>2</sup> suman casi un 50% del total, un 3% más que en el caso madrileño. Esto motiva la consideración de las medidas y elementos implementados en el proyecto *The Line* para llevarlos a cabo en Barcelona puesto que, contando con que la mayoría de los hogares se componen de alrededor de dos o tres habitantes y dicha cantidad de viviendas es de tamaño considerado pequeño, encajaría perfectamente con el concepto de hogar dentro del proyecto. La justificación que encontramos a este crecimiento poblacional para el año 2037 es un gran aumento de la inmigración, puesto que el saldo natural continuará siendo negativo por entonces (Ajuntament de Barcelona e., s.f.).

Figura 18. Viviendas principales según superficie en Madrid y en Barcelona (2021).



Fuente: elaboración propia con datos de *Viviendas familiares convencionales según tipo de vivienda y superficie (capitales de provincia y municipios de más de 50.000 habitantes)* del INE, (2021)

Uno de los grandes problemas con los que cuenta Barcelona es la excesiva oferta de turismo que tiene, lo que ha implicado una construcción de edificios destinados a esta actividad por encima de lo debido (Blázquez Alonso y Hernández Toril, 2018). En este artículo se presentan dos medidas esenciales para paliar esta gentrificación en la ciudad a través de ciertas modificaciones en el *Plan General Metropolitano* del Ayuntamiento de Barcelona. En primer lugar, se declarará toda la ciudad de Barcelona área de tanteo y retracto, es decir, el Ayuntamiento tendrá prioridad de compra frente a terceros de edificios de viviendas, terrenos sin edificar y viviendas vacías. De otro modo, el 30% de los nuevos edificios o renovaciones irán destinados a viviendas asequibles para personas con ingresos por debajo de lo normal, construidas en suelo urbano consolidado. En este caso, el Ayuntamiento también tendrá prioridad de compra frente al resto. De esta manera se busca proteger el interés público, además de que todo el mundo pueda tener acceso a un hogar con unas condiciones mínimas. (Blázquez Alonso y Hernández Toril, 2018)

#### 6.2.6. Conclusiones del análisis comparativo sobre la sostenibilidad en Barcelona

El análisis realizado de las cifras que contienen los indicadores de sostenibilidad en Barcelona refleja una realidad desafiante y compleja que urge enfrentar. El análisis

comparado con Madrid ha permitido identificar las áreas de mejora para conseguir una ciudad más sostenible a través de la implementación de medidas estratégicas. No obstante, las mejoras en la infraestructura de transporte y en las energías renovables, muestran como Barcelona apuesta por una mejora en la calidad de vida y en el día a día de sus ciudadanos, basándose en la importancia de llevar a cabo un desarrollo sostenible.

Barcelona, a pesar de tener una alta huella hídrica, esta es menor que la de Madrid concentrando la demanda del agua dirigida a actividades no solo domésticas y turísticas, sino también industriales en una significativa proporción. Importante mención merece las medidas impuestas a causa de la situación de emergencia por la sequía que limita el uso del agua diario en la ciudad. En cuanto a la huella de Carbono, esta ciudad se encuentra en desventaja ya que sus emisiones de GEI superan más del doble a las de Madrid. Ello se debe especialmente a los procesos necesarios para la energía petrolífera y nuclear ya que, aunque esta última no emita CO<sub>2</sub>, si lo hacen la construcción de las infraestructuras para su tratamiento y almacenaje.

Cabe tener en cuenta que la relevancia se debe a la importancia que tiene el sector industrial, lo que implica un consumo significativo de energía, principalmente de gas y electricidad, además de los productos petrolíferos como en Madrid. A diferencia de la capital, Barcelona carece de un uso tan activo de las energías renovables, aunque apuesta por la innovación para mejorar en este ámbito, con un objetivo para 2030 del 100% del suministro energético renovable promoviendo la generación a través de energía solar.

Sin embargo, si hay algo en lo que destaca es en la popularidad de su infraestructura de transporte público con una demanda per cápita mayor que en Madrid. La inversión en la mejora y ampliación de esta ha ayudado a descongestionar el Área Metropolitana de Barcelona. De este modo, esta red de transporte llega a la periferia, donde la vivienda es más asequible, permitiendo un acceso a esta mucho más asequible y fácil que en Madrid. Esto supone una ventaja para el crecimiento poblacional ya que, además de ser menor que en Madrid, tiene más margen de actuación al contar con esas zonas que cada vez están más urbanizadas. Sin embargo, es cierto que la proporción de hogares pequeños de menos de 60 m<sup>2</sup>, suma casi el 50% de estos, lo cual supone una preocupación en cuanto a la disponibilidad de vivienda a largo plazo, si la demanda se mantiene en la misma línea. Finalmente, en este sentido cabe destacar la construcción de

637 pisos en once solares en Barcelona a modo de vivienda pública, donde el 30% irán destinadas a menores de 35 años (ACN, 2024).

## **7. Argumentación y propuestas**

En el presente texto, se ha tratado de estudiar la sostenibilidad en Madrid y en Barcelona debido a la importancia de las ciudades como actores internacionales, ya que son los lugares que concentran la mayor parte de la población. Debido a la globalización nos encontramos en un entorno que está en constante cambio y que presenta un gran dinamismo por lo que las ciudades cobran mayor importancia debido a la flexibilidad y mejor adaptación a los cambios frente a los estados. En este marco, resulta esencial que dichas transformaciones sean sostenibles, es decir, que resuelvan las necesidades presentes sin comprometer la futura calidad de vida, manteniendo los estándares que promueve el desarrollo sostenible.

Tras la realización del análisis de sostenibilidad en cada una de las ciudades, Madrid resulta la mejor opción del lugar donde implementar las iniciativas que comprende *The Line* para llegar al objetivo de una ciudad 100% sostenible, con emisiones cero, logrando un autoconsumo basado en una economía lo más circular posible. A continuación, se presentan las razones por las que hemos elegido la capital española como región para llevar a cabo las medidas estudiadas, a través de los indicadores analizados se plasma la mejor capacidad de esta ciudad para abordar el reto de la sostenibilidad urbana, partiendo de la mayor emergencia que supone el alto crecimiento de población que ya se está experimentando a un ritmo muy rápido, en comparación con Barcelona.

En primer lugar, abordaremos el indicador relacionado con la gestión del agua. Pese a que ambas ciudades presentan un gran reto en esta materia, Madrid se encuentra más preparada para abordar este desafío ya que la gestión que hace del agua ha sido mejor. Esto se justifica puesto que el consumo doméstico del agua es menor, teniendo una mayor densidad de población. En este sentido, cabe destacar el compromiso local con la generación de energías renovables entre las que se encuentra la hidráulica, aunque no sea la más usada. Sin embargo, esto deja ver que se dispone de la infraestructura necesaria para esa producción por lo que resultaría interesante poder aprovecharla. En la misma línea, la evolución de Madrid en el consumo de energía, así como en la huella de Carbono

ha sido más positiva a lo largo de los años que la de Barcelona, justificando que la primera sería un entorno más apropiado para implementar iniciativas como las de *The Line*.

En cuanto a la infraestructura de transporte, a pesar de que Barcelona se encuentre avanzada en esta materia por la ampliación de su red de metro a la periferia, se ha comprobado que Madrid cuenta con más de mil millones de euros para invertir en este sector. No obstante, ya tiene un sistema sólido y desarrollado que tiene gran popularidad entre los ciudadanos. Así lo muestra una encuesta de la OCU (2023), donde la proporción de personas que utilizan el transporte público frente al privado para ir al trabajo es mayor que la presentada en Barcelona. Este dato resulta importante puesto que la predisposición de los madrileños a utilizar el transporte público diariamente muestra una mayor concienciación en materia de sostenibilidad. El proyecto de *The Line* se basa en una infraestructura verde que trata de abolir el uso del transporte que necesita del petróleo para funcionar, apostando por un vehículo que genere emisiones cero. Sin embargo, más adelante se presentarán las propuestas para que esto pueda ser así.

La población de Madrid resulta ser mayor, pero el crecimiento se ha dado de manera más equilibrada lo que conlleva a una mayor efectividad a la hora de llevar a cabo la planificación urbana. Sin embargo, aunque es cierto que la población de Barcelona no se encuentra tan condesada en una misma zona, esto resultaría ventajoso en el caso de Madrid puesto que se puede abarcar a un mayor número de ciudadanos bajo las mismas infraestructuras sostenibles, aunque estas tengan que contar con mayor capacidad. Pese a que el número de hogares de menos de 60 m<sup>2</sup> sea menor, la proyección para el año 2037 es que esta aumente. Este tipo de viviendas resultan beneficiosas ya que la energía necesaria para mantenerlas a una temperatura saludable es menor. Además, de este modo se contribuye a mantener las áreas naturales y los ecosistemas en un buen estado. A su vez, los servicios de salud, educación y de transporte, tendrán mejor accesibilidad facilitando su uso y prestación. Esto implica que la generación de emisiones GEI sea menor ya que al existir mayor densidad de población en una misma zona, se promueve el uso de transporte sostenible y los desplazamientos a pie.

A continuación, presentamos las propuestas que hemos considerado de mayor necesidad en base a los indicadores estudiados, en línea con los planes de esta región.

En general, resulta de especial importancia realizar campañas de concienciación sobre el desarrollo sostenible, así como incentivar la implementación de sistemas e infraestructuras que contribuyan a la sostenibilidad urbana y que promuevan un cambio en el estilo de vida de los madrileños. Las infraestructuras hídricas se encuentran obsoletas en muchos casos por lo que el uso de tecnologías innovadoras para renovarlas es esencial en este sentido. Algunos ejemplos podrían conllevar la reutilización de aguas residuales para otras actividades industriales o agrícolas, además del tratamiento de aguas pluviales o del agua salada del mar, en el caso de Barcelona. El proceso del líquido en la Tierra es 100% circular por lo que siempre acaba volviendo a su origen (Ruiz Guevara, 2022) y debemos aprovechar dicha condición. Asimismo, si las aguas residuales se encuentran concentradas en un área, la facilidad de recolectarla para su tratamiento será mayor.

Para los indicadores 2, 3 y 4, es importante fortalecer el *Plan de Movilidad Sostenible Madrid 360* para mejorar la eficiencia del sistema de movilidad en la ciudad, fomentando el uso del transporte eléctrico como el metro o a pie. Sin embargo, en esta línea se trata de buscar a la vez una eficiencia energética de modo que, a través del *Plan Rehabilita Madrid 2023*, se debe buscar incentivar obras que contribuyan a esta para disminuir las emisiones generadas por el consumo eléctrico. Una forma de ello es la producción de energía eléctrica a través del biogás, donde se aprovechan los residuos orgánicos producidos ofreciendo a la vez una gestión de estos últimos evitando su desperdicio (Genia Bioenergy, s.f.). Esto supone una alternativa al cantón de Montecarmelo, donde se iba a crear un vertedero, iniciativa a la que se han opuesto los vecinos (Puentes, 2024). En esta línea, se debería estudiar donde ubicar los vertederos en la ciudad implementando una estructura como *The Line* para que sigan una línea recta, es decir, de la ciudad al vertedero de manera automatizada subterráneamente. Entre los beneficios concluimos que existe una línea directa evitando que circulen camiones con esos residuos por lo que se reducen las emisiones GEI y la contaminación.

Finalmente, en cuanto a la infraestructura de transporte debe mejorarse, por un lado, el acceso, ampliando las líneas a aquellos lugares donde el uso del autobús urbano sea mayor por una carencia en la accesibilidad; y, por otro lado, la gestión del tiempo. En este sentido, se podrían implementar algunas líneas de transporte por rail de media velocidad que conecten los lugares más transcurridos a ciertas horas del día, como aquellos que son centros empresariales (Alcobendas, San Sebastián de los Reyes o

Getafe), con los que mayor densidad de población tengan. A su vez, resulta interesante ampliar la frecuencia de paso de algunas líneas, ya que, como muestra la encuesta de OCU (2023), una de las razones por las que no se hace más uso del mismo, se basa en esta. Cabe destacar la importancia de continuar el desarrollo de energías renovables como el caso de la cogeneración o la energía solar fotovoltaica, donde la Comunidad de Madrid ha evolucionado favorablemente en los últimos años.

Para cerrar nuestra investigación, me gustaría destacar el aprendizaje que he adquirido a través de ella. La realidad en la que vivimos evoluciona a una velocidad cada vez mayor y, la emergencia climática requiere estar actualizado en materia de desarrollo urbano sostenible. La cantidad de iniciativas que existen son innumerables, pero realmente el cambio comienza en uno mismo, siendo consciente de la problemática actual a nivel individual. Las medidas locales ejecutadas cuentan con un enfoque multidisciplinar, pero no llegarán a nada si la ciudadanía no adquiere ese compromiso, por tanto, el cambio comienza ahí. “Mucha gente pequeña, en lugares pequeños, haciendo cosas pequeñas, puede cambiar el mundo” (Eduardo Galeano).



## 8. Anexo

Cálculo de los índices necesarios para averiguar el IDH en Madrid según (Economipedia, s.f.).

En primer lugar, debemos realizar una tabla de dimensiones para el cálculo de cada índice, incluyendo nuestros valores para Madrid:

Dimensión	Indicador	Mínimo	Máximo	Valor
Salud <sup>2</sup>	Esperanza de vida (años)	50,85	85,6	84,76
Educación <sup>3</sup>	Esperanza de años de escolarización	0	21,1	19,3
	Media de años de escolarización	0	14,3	10
Ingreso <sup>4</sup>	PIB per cápita (PPA) en \$	259	125.006	40.357

La fórmula del mismo es  $IDH = (I_{Salud} \cdot I_{Educación} \cdot I_{Ingreso})^{1/3}$

$$- I_{salud} = \frac{(Valor - \text{Mínimo})}{(\text{Máximo} - \text{Mínimo})}$$

$$I_{salud} = \frac{(84,76 - 50,85)}{(85,6 - 50,85)}$$

$$I_{salud} = \mathbf{0,976}$$

$$- I_{Educación} = \frac{(\text{Esperanza escolarización} + \text{Media de escolarización})}{2}$$

$$- I_{Educación} = \frac{(0,915 + 0,700)}{2}$$

$$- I_{Educación} = \mathbf{0,810}$$

$$\text{Esperanza de años de escolarización} = \frac{(\text{Valor} - \text{Mínimo})}{(\text{Máximo} - \text{Mínimo})}$$

$$\text{Esperanza de años de escolarización} = \frac{(19,3 - 0)}{(21,1 - 0)}$$

$$\underline{\text{Esperanza de años de escolarización} = 0,915}$$

$$\text{Media de años de escolarización} = \frac{(\text{Valor} - \text{Mínimo})}{(\text{Máximo} - \text{Mínimo})}$$

$$\text{Media de años de escolarización} = \frac{(10 - 0)}{(14,3 - 0)}$$

$$\underline{\text{Media de años de escolarización} = 0,700}$$

<sup>2</sup> Datosmacro a., 2022

<sup>3</sup> Instituto Vasco de Estadística, 2024

<sup>4</sup> Banco Mundial, 2024

- $I_{Ingreso} = \frac{\log(valor) - \log(mínimo)}{\log(máximo) - \log(mínimo)}$
- $I_{Ingreso} = \frac{\log(40.357) - \log(259)}{\log(125.006) - \log(259)}$
- $I_{Ingreso} = \mathbf{0,817}$

$$IDH = (0,976 \cdot 0,810 \cdot 0,817)^{1/3}$$

$$IDH = \mathbf{0,864}$$

## 9. Bibliografía

Aigües de Barcelona. (2020). *Memoria anual 2020*. Recuperado el 15 de marzo de 2022 de

[https://www.aiguesdebarcelona.cat/documents/42802/481302/AB\\_MEMORIA\\_ANUAL\\_2020\\_PDF\\_inter\\_03\\_esp+%281%29.pdf/0c484660-2ca3-a8f0-f35c-ae7ab9849a96?t=1620893811793](https://www.aiguesdebarcelona.cat/documents/42802/481302/AB_MEMORIA_ANUAL_2020_PDF_inter_03_esp+%281%29.pdf/0c484660-2ca3-a8f0-f35c-ae7ab9849a96?t=1620893811793)

ACN. (2024). La Generalitat empezará en 2026 a construir 637 pisos en 11 solares de Barcelona. *El Periódico*. Recuperado el 6 de abril de 2024 de

<https://www.elperiodico.com/es/barcelona/20240215/generalitat-construccion-pisos-sociales-barcelona-2026-98209709>

Ajuntament de Barcelona. (2017). *Plan Clima 2018-2023*. Recuperado el 12 de marzo de 2024 de

[https://www.barcelona.cat/barcelona-pel-clima/sites/default/files/documents/plan\\_clima\\_juny\\_ok.pdf](https://www.barcelona.cat/barcelona-pel-clima/sites/default/files/documents/plan_clima_juny_ok.pdf)

Ajuntament de Barcelona. (2023). *El consum d'aigua a Barcelona*. Recuperado el 16 de marzo de 2024 de

<https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/es/servicios/la-ciudad-funciona/mantenimiento-del-espacio-publico/gestion-integral-del-agua/gestion-publica-agua/agua-ciudad/comercio-consumo>

Ajuntament de Barcelona a. (2023). *TMB recibe más de 105 millones de los fondos europeos Next Generation*. Recuperado el 20 de marzo de 2024 de

[https://ajuntament.barcelona.cat/gracia/es/noticia/tmb-recibe-mas-de-105-millones-de-los-fondos-europeos-next-generation\\_1355231](https://ajuntament.barcelona.cat/gracia/es/noticia/tmb-recibe-mas-de-105-millones-de-los-fondos-europeos-next-generation_1355231)

Ajuntament de Barcelona. (s.f.). *Gestión pública del agua*. Recuperado el 10 de marzo de 2024 de

<https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/es/servicios/la-ciudad-funciona/mantenimiento-del-espacio-publico/gestion-integral-del-agua/gestion-publica-agua>

Ajuntament de Barcelona a. (s.f.). *Estrategia para la transición energética*. Recuperado el 18 de marzo de 2024 de

<https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/es/que-hacemos-y-porque/energia-y-cambio-climatico/estrategia-transicion-energetica>

Ajuntament de Barcelona b. (s.f.). *Población de Barcelona por nacionalidad. Evolución por sexo 1986-2021*. Recuperado el 24 de marzo de 2024 de

[https://ajuntament.barcelona.cat/estadistica/castella/Estadistiques\\_per\\_temes/Poblacio\\_i\\_demografia/Documents\\_relacionats/lecpadro/a2021/t41.htm](https://ajuntament.barcelona.cat/estadistica/castella/Estadistiques_per_temes/Poblacio_i_demografia/Documents_relacionats/lecpadro/a2021/t41.htm)

Ajuntament de Barcelona c. (s.f.). *Población proyectada femenina por edad año a año. Escenario medio. 2022-2046*. Recuperado el 24 de marzo de 2024 de [https://ajuntament.barcelona.cat/estadistica/castella/Estadistiques\\_per\\_temes/Poblacio\\_i\\_demografia/Poblacio/Projeccions\\_de\\_poblacio/poblacio/base2021/Barcelona/t16.htm](https://ajuntament.barcelona.cat/estadistica/castella/Estadistiques_per_temes/Poblacio_i_demografia/Poblacio/Projeccions_de_poblacio/poblacio/base2021/Barcelona/t16.htm)

Ajuntament de Barcelona d. (s.f.). *Población proyectada masculina por edad año a año. Escenario medio. 2022-2046*. Recuperado el 24 de marzo de 2024 de [https://ajuntament.barcelona.cat/estadistica/castella/Estadistiques\\_per\\_temes/Poblacio\\_i\\_demografia/Poblacio/Projeccions\\_de\\_poblacio/poblacio/base2021/Barcelona/t17.htm](https://ajuntament.barcelona.cat/estadistica/castella/Estadistiques_per_temes/Poblacio_i_demografia/Poblacio/Projeccions_de_poblacio/poblacio/base2021/Barcelona/t17.htm)

Ajuntament de Barcelona e. (s.f.). *Componentes del crecimiento demográfico proyectado. Escenario medio 2021-2046*. Recuperado el 24 de marzo de 2024 de [https://ajuntament.barcelona.cat/estadistica/castella/Estadistiques\\_per\\_temes/Poblacio\\_i\\_demografia/Poblacio/Projeccions\\_de\\_poblacio/poblacio/base2021/Barcelona/t16.htm](https://ajuntament.barcelona.cat/estadistica/castella/Estadistiques_per_temes/Poblacio_i_demografia/Poblacio/Projeccions_de_poblacio/poblacio/base2021/Barcelona/t16.htm)

Ajuntament de Barcelona f. (s.f.). *Balace de Energía y Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de Barcelona 2022*. Recuperado el 14 de marzo de 2024 de [https://bcnroc.ajuntament.barcelona.cat/jspui/bitstream/11703/133640/1/Balanc\\_Energia\\_2022.pdf](https://bcnroc.ajuntament.barcelona.cat/jspui/bitstream/11703/133640/1/Balanc_Energia_2022.pdf)

Alemany, L. (2023). Arabia Saudí busca financiación para empezar a construir su ciudad de 170 kilómetros. *El Mundo*. Recuperado el 1 de noviembre de 2023 de <https://www.elmundo.es/cultura/2023/07/24/64bd62cbfdddf1aa48b45c7.html>

Área Metropolitana de Barcelona. (s.f.). *Zona de Baixes Emissions Rondes de Barcelona*. Recuperado el 12 de marzo de 2024 de <https://www.zbe.barcelona/es/>

Área Metropolitana de Barcelona a., (s.f.). *Transición energética*. Recuperado el 18 de marzo de 2024 de <https://www.amb.cat/s/es/web/medi-ambient/sostenibilitat/transicio-energetica.html>

Ayuntamiento de Madrid. (2023). *Balace hídrico de Madrid: Recursos hídricos alternativos*. Recuperado de <https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Medio-ambiente/Agua/Balace->

[hidrico-de-Madrid-Recursos-hidricos-alternativos/?vgnnextfmt=default&vgnextoid=ab1121fffbbcd510VgnVCM1000001d4a900aRCRD&vgnnextchannel=63d0e0f6fdc4f510VgnVCM2000001f4a900aRCRD](https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Sostenibilidad/EspeInf/AcciónClimática/2EstudiosInventarios/4aInventario/ficheros/Inventario%20de%20Emisiones%20GEI%20Ayto.%20Madrid%202021.pdf)

Ayuntamiento de Madrid a. (2023). *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero del municipio de Madrid. Año 2021*. Recuperado el 10 de marzo de 2024 de <https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Sostenibilidad/EspeInf/AcciónClimática/2EstudiosInventarios/4aInventario/ficheros/Inventario%20de%20Emisiones%20GEI%20Ayto.%20Madrid%202021.pdf>

Ayuntamiento de Madrid b. (2023). *La población de la ciudad de Madrid se ha incrementado en más de 53.200 personas y se sitúa cerca de 3.340.000 habitantes*. Recuperado el 22 de marzo de 2024 de <https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Actualidad/Noticias/La-poblacion-de-la-ciudad-de-Madrid-se-ha-incrementado-en-mas-de-53-200-personas-y-se-situa-cerca-de-3-340-000-habitantes/?vgnnextfmt=default&vgnextoid=3517a1659c908810VgnVCM1000001d4a900aRCRD&vgnnextchannel=a12149fa40ec9410VgnVCM100000171f5a0aRCRD#:~:text=La%20población%20de%20la%20ciudad%20de%20Madrid%20a%201%20de%20el%2017%2C1%25%20extranjera.>

Ayuntamiento de Madrid c. (2023). *Madrid somete a información pública su nueva Estrategia de Residuos, centrada en el incremento del reciclaje y la reducción del vertido*. Recuperado el 26 de marzo de 2024 de <https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Actualidad/Noticias/Madrid-somete-a-informacion-publica-su-nueva-Estrategia-de-Residuos-centrada-en-el-incremento-del-reciclaje-y-la-reduccion-del-vertido/?vgnnextfmt=default&vgnextoid=05373a12a9699810VgnVCM1000001d4a900aRCRD&vgnnextchannel=a12149fa40ec9410VgnVCM100000171f5a0aRCRD#:~:text=Las%20metas%20fundamentales%20en%20materia,y%20el%2065%20%25%20en%20035>

Ayuntamiento de Madrid d. (2023). *Inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera en el municipio de Madrid 2021*. Recuperado el 10 de marzo de 2024 de <https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Sostenibilidad/EspeInf/AcciónClimática>

<ca/2EstudiosInventarios/4aInventario/ficheros/Inventario%20de%20Emisiones%20Contaminantes%20a%20la%20Atmósfera%20Ayto.%20Madrid%202021.pdf>

Ayuntamiento de Madrid. (2024). *Plan de calidad del aire y cambio climático. Plan A*. Recuperado el 10 de marzo de 2024 de <https://transparencia.madrid.es/portales/transparencia/es/Transparencia-por-sectores/Medio-ambiente/Aire/Plan-de-calidad-del-aire-y-cambio-climatico-Plan-A-2017-2020/?vgnextoid=fab664457127f510VgnVCM1000001d4a900aRCRD&vgnnextchannel=33d9508929a56510VgnVCM1000008a4a900aRCRD>

Ayuntamiento de Madrid a. (2024). *Recogida de residuos* (ficheros 2018-2023). Recuperado el 26 de marzo de 2024 de <https://datos.madrid.es/portal/site/egob/menuitem.c05c1f754a33a9fbe4b2e4b284f1a5a0/?vgnextoid=86e4ee950779d510VgnVCM2000001f4a900aRCRD&vgnnextchannel=374512b9ace9f310VgnVCM100000171f5a0aRCRD&vgnnextfmt=default#:~:text=En%20la%20ciudad%20de%20Madrid,casi%20370%20kilogramos%20de%20desperdicios.>

Ayuntamiento de Madrid. (s. f.). *Ahorro y uso eficiente del agua: medidas de gestión sostenible*. Recuperado el 22 de marzo de 2024 de <http://w3-originpre.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Medio-ambiente/Agua/Ahorro-y-uso-eficiente-del-agua-medidas-de-gestion-sostenible/?vgnnextfmt=default&vgnextoid=230f86a61b75f510VgnVCM1000001d4a900aRCRD&vgnnextchannel=63d0e0f6fdc4f510VgnVCM2000001f4a900aRCRD>

Ayuntamiento de Madrid a. (s.f.). *Plan de Movilidad Sostenible Madrid 360*. Recuperado el 10 de marzo de 2024 de <https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Movilidad-y-transportes/Incidencias-de-Trafico/Plan-de-Movilidad-Sostenible-Madrid-360/?vgnnextfmt=default&vgnextoid=e3bbf2df82d1f710VgnVCM1000001d4a900aRCRD&vgnnextchannel=2e30a90d698b1610VgnVCM1000001d4a900aRCRD>

Banco de datos estructurales. (s.f.). *Esperanza de vida escolar total en el Sistema Educativo a los 6 años*. Comunidad de Madrid. Recuperado el 22 de marzo de 2024 de <https://gestion.comunidad.madrid/desvan/desvan/AccionDatosUnaSerie.icm?codSerie=1123426>

Banco Mundial. (2022). *Educación obligatoria, duración (años)*. Recuperado el 22 de marzo de 2024 de

<https://datos.bancomundial.org/indicador/SE.COM.DURS?view=map&year=2022>

Banco Mundial. (2024). *PIB per cápita (US\$ a precios actuales)*. Recuperado el 22 de marzo de 2024 de <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.CD>

Baquero, C.S., Velasco, L. y Garfella Palmer, C. (2024). Cataluña decretará este jueves la fase de emergencia por sequía en Barcelona y 200 municipios. *El País*. Recuperado el 14 de marzo de 2024 de <https://elpais.com/espana/catalunya/2024-01-30/cataluna-decretara-este-jueves-la-fase-de-emergencia-por-sequia-en-barcelona-y-200-municipios.html>

Blázquez Alonso, N. y Hernández Tornil, J. (2018). LA “CRISIS HABITACIONAL” EN BARCELONA: MEDIDAS URBANÍSTICAS PARA FRENAR LA GENTRIFICACIÓN. *Actualidad Jurídica Uría Menéndez*, (50), 104-109. Recuperado el 20 de marzo de 2024 de <https://www.uria.com/documentos/publicaciones/6302/documento/foro-Esp-08.pdf?id=8516&forceDownload=true>

Bruzzone Martínez. (s.f.). NEOM: La 'meca' futurista de Arabia Saudí. *Universidad de Navarra*. Recuperado el 1 de noviembre de 2023 de <https://www.unav.edu/web/global-affairs/detalle/-/blogs/neom-la-meca-futurista-de-arabia-saudi>

Caballero Ruiz, I. (2019). *Comparativa medioambiental de diferentes tipos de transporte de viajeros utilizando una perspectiva de análisis de ciclo de vida*. [Trabajo de Fin de Máster]. Universidad Pontificia de Comillas (ICAI).

Canal de Isabel II. (2019). *Plan Estratégico 2018-2030*. Recuperado el 17 de marzo de 2024 de

[https://www.canaldeisabelsegunda.es/documents/20143/695160/INFORME\\_PLAN+ESTRATEGICO.pdf/8a54d260-afa7-47bb-dead-b1ff981785ed?t=1569570938157](https://www.canaldeisabelsegunda.es/documents/20143/695160/INFORME_PLAN+ESTRATEGICO.pdf/8a54d260-afa7-47bb-dead-b1ff981785ed?t=1569570938157)

Canal de Isabel II. (2022). *Los embalses de la Comunidad de Madrid comienzan el año 2022 al 60,8 % de su capacidad*. Recuperado el 22 de marzo de 2024 de <https://www.canaldeisabelsegunda.es/-/situacion-hidrologica-embalses-enero->

[2022#:~:text=En%20conjunto%2C%20el%20consumo%20de,derivados%20para%20consumo%20en%202020](#)

Casellas, A. (2007). Gobernabilidad, participación ciudadana y crecimiento económico: adaptaciones locales a estrategias globales. *Scripta Nova*, 11(243), 10.

Comisión Europea. (s.f). *España y el Pacto Verde Europeo*. Recuperado el 25 de septiembre de 2023 de [https://spain.representation.ec.europa.eu/estrategias-y-prioridades/politicas-clave-de-la-ue-en-espana/espana-y-el-pacto-verde-europeo\\_es](https://spain.representation.ec.europa.eu/estrategias-y-prioridades/politicas-clave-de-la-ue-en-espana/espana-y-el-pacto-verde-europeo_es)

Comunidad de Madrid. (2021). *Diagnóstico ambiental 2021*. Recuperado el 22 de marzo de 2024 de [https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/doc/medio-ambiente/diagnostico\\_ambiental\\_2021.pdf](https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/doc/medio-ambiente/diagnostico_ambiental_2021.pdf)

Comunidad de Madrid a. (2021). *Inventario de emisiones a la atmósfera de la Comunidad de Madrid*. Recuperado el 10 de marzo de 2024 de <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZDlhY2U5MDgtZTk4NC00Y2I0LWEzMmEtN2QyZGNiYmZlOWVlIiwidCI6IjI4MTQxMmUwLTJmMGUtNGUyYi04NzkwLTF1MWQ0NGVhMGE4MCI6ImMiOjh9>

Comunidad de Madrid. (2023). *Balance Energético 2021*. Recuperado el 14 de marzo de 2024 de [https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/doc/medio-ambiente/balance\\_energetico\\_2021\\_de\\_la\\_comunidad\\_de\\_madrid\\_provisional.pdf](https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/doc/medio-ambiente/balance_energetico_2021_de_la_comunidad_de_madrid_provisional.pdf)

Comunidad de Madrid. (2024). *Conozca las claves del etiquetado energético obligatorio*. Recuperado el 17 de marzo de 2024 de <https://www.comunidad.madrid/servicios/consumo/conozca-claves-etiquetado-energetico-obligatorio>

Comunidad de Madrid a. (2024). *La Comunidad de Madrid cuenta con 160.500 personas ocupadas más en el último año, con un incremento del +5%*. Recuperado el 20 de enero de 2024 de <https://www.comunidad.madrid/noticias/2024/01/26/comunidad-madrid-cuenta-160500-personas-ocupadas-ultimo-ano-incremento-5>

Comunidad de Madrid. (s.f.). *Esquema de financiación de las aportaciones del CRTM a las necesidades del sistema de transportes. Ejercicio 2022-2021*. Recuperado el 20 de



marzo de 2024 de  
<http://www.madrid.org/iestadis/fijas/estructu/general/anuario/descarga/esquema.pdf>

Comunidad de Madrid a. (s.f.). *Plan de Atención Integral a la Fragilidad y Promoción de la Longevidad Saludable en Personas Mayores de la Comunidad de Madrid 2022-2025*. Recuperado el 22 de marzo de 2024 de <https://www.comunidad.madrid/transparencia/informacion-institucional/planes-programas/plan-atencion-integral-fragilidad-y-promocion-longevidad>

Comunidad de Madrid b. (s.f.). *Actualidad de las convocatorias de ayudas*. Recuperado el 22 de marzo de 2024 de <https://www.comunidad.madrid/servicios/vivienda>

Comunidad de Madrid c. (s.f.). *Proyecciones de población y hogares. Serie 2022-237*. Recuperado el 24 de marzo de 2024 de [https://www.madrid.org/iestadis/fijas/estructu/demograficas/censos/proy22\\_ana.htm](https://www.madrid.org/iestadis/fijas/estructu/demograficas/censos/proy22_ana.htm)

Comunidad de Madrid d. (s.f.). *Familia y fomento a la natalidad*. Recuperado el 24 de marzo de 2024 de <https://www.comunidad.madrid/servicios/servicios-sociales/familia-fomento-natalidad>

Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, CNUMAD, *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo* (Río de Janeiro: Naciones Unidas, 1992), <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm> .

Consorcio Regional de Transportes de Madrid. (2016). *Plan Estratégico de Movilidad sostenible de la Comunidad de Madrid 2013-2025*. Recuperado el 20 de marzo de 2024 de [https://www.crtm.es/media/397998/pemscam\\_triptico.pdf](https://www.crtm.es/media/397998/pemscam_triptico.pdf)

Costantini, A. O., Pérez, M. G., Busto, M., González, F. A., Cosentino, V. R. N., Romaniuk, R. I., y Taboada, M. A. (2018). Emisiones de gases de efecto invernadero en la producción ganadera. *Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias*.

Datosmacro. (2022). *Madrid*. Recuperado el 22 de marzo de 2024 de <https://datosmacro.expansion.com/ccaa/madrid#:~:text=Su%20PIB%20es%20de%20261.713,PIB%20per%20cápita%20en%20España>

Datosmacro. (2023). *Madrid-Esperanza de vida al nacer*. Recuperado el 22 de marzo de 2024 de <https://datosmacro.expansion.com/demografia/esperanza-vida/espana-comunidades-autonomas/madrid>

Dobson, A. (1997). *Pensamiento Político Verde*. Paidós.

DSV. (2023). *NEOM y DSV establecen una empresa conjunta de logística*. Recuperado el 1 de noviembre de 2023 de <https://www.dsv.com/es-mx/sobre-dsv/prensa/news/mx/2023/10/neom-y-dsv-establecen-empresa-conjunta-de-logistica>

Economipedia. (s.f.). *Guía para calcular e interpretar el IDH*. Recuperado el 23 de marzo de 2024 de <https://economipedia.com/guia/guia-para-calcular-e-interpretar-el-idh>

Economipedia a. (s.f.). Índice de Sostenibilidad Ambiental (ISA). Recuperado el 4 de abril de 2024 de <https://economipedia.com/definiciones/indice-de-sostenibilidad-ambiental-isa.html#:~:text=El%20%C3%ADndice%20de%20sostenibilidad%20ambiental,de%20una%20organización%20o%20comunidad.>

Energía Barcelona. (s.f.). *Políticas energéticas del Ayuntamiento*. Recuperado el 18 de marzo de 2024 de <https://www.energia.barcelona/es/la-energia-de-barcelona/politicas-energeticas-del-ayuntamiento>

EUR-Lex. (2019). *Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono*. *Unión Europea*. Recuperado el 25 de septiembre de 2023 de <https://eur-lex.europa.eu/ES/legal-content/summary/montreal-protocol-on-substances-that-deplete-the-ozone-layer.html>

Falla, G., Esquivel, J.P., Aldana, L., Coronel, G., Velasco, M.A., Franco, R., Pérez, R. (2019). Primavera Silenciosa de Rachel Carson: más de medio siglo después. *PPDQ Boletín*, (63).

Farrera Bravo, G. (2010). Partidos verdes y movimientos ecologistas. *Matices del Posgrado Aragón*, 5 (12).

Fernández, R. (2022). El Canal de Isabel II de Madrid, elegido por Naciones Unidas como operador de referencia en la gestión de agua y energía renovable. *La Razón*. Recuperado

el 20 de marzo de 2022 de <https://www.larazon.es/madrid/20220511/s6vxkdpwajesxejfmfkg5hdflu.html>

Fortuny Vila, J. A., y Peremiquel Lluch, F. (s.f.). El tejido residencial en la transformación urbana de ciudades intermedias de la Región Metropolitana de Barcelona (1980-2020). *Universitat Politècnica de Catalunya*. Recuperado el 15 de marzo de 2024 de [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/329133/tema\\_4\\_codcom\\_374\\_codcot\\_326.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=En%20el%20caso%20de%20la,%2C%20grandes%2C%20medianas%20y%20pequeñas.](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/329133/tema_4_codcom_374_codcot_326.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=En%20el%20caso%20de%20la,%2C%20grandes%2C%20medianas%20y%20pequeñas.)

Garrocho Rangel, C. (2016). EST y la importancia de las ciudades. *Econ. Soc. Territ* [online]. 17 (53), I-V. Recuperado el 26 de septiembre de 2023 de <https://www.scielo.org.mx/pdf/est/v17n53/2448-6183-est-17-53-00001.pdf>

Generalitat de Catalunya. (2023). Un pla de gestió de l'aigua per no dependre de la pluja. Recuperado de [https://canviclimatic.gencat.cat/web/.content/01\\_EL\\_CANVI\\_CLIMATIC/inventaris\\_de\\_missions/inventaris\\_demissions\\_a\\_catalunya/BARCELONA\\_sL.xlsx](https://canviclimatic.gencat.cat/web/.content/01_EL_CANVI_CLIMATIC/inventaris_de_missions/inventaris_demissions_a_catalunya/BARCELONA_sL.xlsx)

Genia Bioenergy. (s.f.). *Economía circular y energías renovables*. Recuperado el 6 de abril de 2024 de <https://geniabienergy.com/economia-circular-y-energias-renovables/>

Gobierno de España. (s.f.). *¿Qué es la Agenda Urbana Española?* Madrid: Gobierno de España. Recuperado el 1 de noviembre de 2023 de <https://www.aue.gob.es/que-es-la-aue>

Greenpeace. (s.f.). *España vacía*. Recuperado el 26 de septiembre de 2023 de <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/agricultura/espana-vaciada/>

Greenpeace a. (s.f.). *Historia*. Recuperado el 3 de octubre de 2023 de <https://es.greenpeace.org/es/quienes-somos/historia-de-greenpeace/>

Greenpeace b. (s.f.). *Datos sobre la producción de plásticos*. Recuperado el 25 de marzo de 2024 de <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/plasticos/datos-sobre-la-produccion-de-plasticos/>

Hassan, O. (2020). Artificial intelligence, NEOM and Saudi Arabia's economic diversification from oil and gas. *The Political Quarterly*, 91(1), 222-227.

Higuera, E. (2009). La ciudad como ecosistema urbano. Resumen del libro El reto de la ciudad habitable y sostenible. Madrid: DAPP. Recuperado el 9 de noviembre de 2023 de <https://www.academia.edu/download/106644934/Ecosistema.pdf>

H2t consultores. (2009). Huella de Carbono. Recuperado el 11 de febrero de 2024 de [http://www.h2tconsultores.com/uploads/8/0/6/6/8066430/brochure\\_h2t\\_hdc.pdf](http://www.h2tconsultores.com/uploads/8/0/6/6/8066430/brochure_h2t_hdc.pdf)

Iberdrola. (s.f.). Qué es la huella hídrica: La huella hídrica, clave para preservar un recurso natural vital. *Iberdrola.com*. Recuperado el 10 de febrero de 2024 de <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/que-es-huella-hidrica>

INE. (s.f.). *Ocupados por sector económico y provincia*. Recuperado el 10 de marzo de 2024 de [https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=3991#\\_tabs-tabla](https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=3991#_tabs-tabla)

INE a. (s.f.). *Censo anual de población 2021-2023*. Recuperado el 23 de marzo de 2024 de <https://www.ine.es/jaxi/Tabla.htm?tpx=61398&L=0>

INE b. (s.f.). *Población por sexo, municipio y edad (grupos quinquenales)*. Recuperado el 23 de marzo de 2024 de [https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=33716#\\_tabs-tabla](https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=33716#_tabs-tabla)

INE (2021). *Viviendas familiares convencionales por tipo de vivienda (capitales de provincia y municipios de más de 50.000 habitantes)*. Recuperado el 22 de marzo de 2024 de <https://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?tpx=59526>

INE a. (2021). *Viviendas familiares convencionales según tipo de vivienda y superficie (capitales de provincia y municipios de más de 50.000 habitantes)*. Recuperado el 23 de marzo de 2024 de [https://www.ine.es/jaxi/Tabla.htm?path=/tpx/Poblacion\\_1827/CPV21\\_8952\\_9804/01Viviendas\\_9805/03Municipales\\_9809/&file=010304.px&L=0](https://www.ine.es/jaxi/Tabla.htm?path=/tpx/Poblacion_1827/CPV21_8952_9804/01Viviendas_9805/03Municipales_9809/&file=010304.px&L=0)

Institut d'Estadística de les Illes Balears. (s.f.). *Índice de Desarrollo Humano (IDH)*. Recuperado el 22 de marzo de 2024 de [https://ibestat.caib.es/ibfiles/content/files/Metodologies/Metodologia\\_IDH\\_cast.pdf](https://ibestat.caib.es/ibfiles/content/files/Metodologies/Metodologia_IDH_cast.pdf)

Instituto de Estadística de Cataluña. (2023). *Emisiones de gases con efecto invernadero*. Recuperado el 11 de marzo de 2024 de <https://www.idescat.cat/indicadors/?id=ue&n=10172&lang=es>

Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica. (s.f.). *Composición de la Atmósfera*. Recuperado el 26 de septiembre de 2023 de <https://www.imn.ac.cr/documents/10179/27818/Comp-atmosfera.pdf/996a94d5-ec7c-478f-91ec-d465d8cab5f8>

Instituto Vasco de Estadística. (2024). *Índice de desarrollo humano por indicadores según países. 2023*. Recuperado el 22 de marzo de 2024 de [https://es.eustat.eus/elementos/ele0013500/ti\\_indice-de-desarrollo-humano-por-indicadores-segun-paises-2022/tbl0013566\\_c.html](https://es.eustat.eus/elementos/ele0013500/ti_indice-de-desarrollo-humano-por-indicadores-segun-paises-2022/tbl0013566_c.html)

Jankilevich, S. (2012). Las cumbres mundiales sobre el ambiente Estocolmo, Río y Johannesburgo 30 años de Historia Ambiental. *Universidad de Belgrano*. Recuperado el 1 de noviembre de 2023 de <http://repositorio.ub.edu.ar/handle/123456789/690>

Jiménez-Jiménez, J. (2019). Historia y contexto de la sustentabilidad urbana. *Legado De Arquitectura y Diseño*, 3(3), 61-72. Recuperado el 9 de noviembre de 2023 de <https://legadodearquitecturaydiseno.uaemex.mx/article/view/13746>

Jordá Sánchez, L. (2023). Barcelona consigue la segunda cifra más alta de habitantes desde 1991. *TimeOut*. Recuperado el 22 de marzo de 2024 de <https://www.timeout.es/barcelona/es/noticias/barcelona-consigue-la-segunda-cifra-mas-alta-de-habitantes-desde-1991-080723#:~:text=El%20Ayuntamiento%20de%20Barcelona%20ha,ciudad%3A%201.660.435%20personas.>

López Trujillo, N. (2023). En España ya hay más madres de 40 años que de 27: “Da igual que seas madre joven o tardía, la sociedad te juzga igual”. *Newtral*. Recuperado el 23 de marzo de 2024 de <https://www.newtral.es/retraso-maternidad-madres-tardias-jovenes/20231216/>

Magallón, E. (2022). Madrid acumula diez veces más infraestructuras que la media española. *La Vanguardia*. Recuperado el 20 de marzo de 2024 de <https://www.lavanguardia.com/economia/20220223/8076694/madrid-acumula-diez-veces-mas-infraestructuras-media-espanola.html>

Mancuso, S. (2020). *La nación de las plantas*. Barcelona: *Galaxia Gutenberg*.

Mapfre. (2022). “Ciudades 2030”: la transición hacia ciudades sostenibles. Recuperado el 4 de abril de 2024 de <https://www.mapfre.com/actualidad/sostenibilidad/ciudades-2030-transicion-hacia-ciudades-sostenibles/>

Mejía, M. (2019). Histórica recuperación de la capa de ozono. *Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático*. Recuperado el 22 de septiembre de 2023 de <https://www.atmosfera.unam.mx/historica-recuperacion-de-la-capa-de-ozono/>

Ministerio de Hacienda y Función Pública. (s.f.). *Fondos de la Unión Europea*. Madrid: Gobierno de España. Recuperado el 26 de noviembre de 2023 de <https://www.hacienda.gob.es/es-ES/Areas%20Tematicas/Fondos%20de%20la%20Union%20Europea/Paginas/default.aspx>

MITECO. (s.f.). *Normativa relativa a sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO)*. Madrid: Gobierno de España. Recuperado el 25 de septiembre de 2023 de [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/sustancias-agotan-capa-ozono/normativa\\_agotadoras\\_capa\\_ozono.html](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/sustancias-agotan-capa-ozono/normativa_agotadoras_capa_ozono.html)

MITECO a. (s.f.). *La Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)*. Madrid: Gobierno de España. Recuperado el 26 de septiembre de 2023 de <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/naciones-unidas.html>

MITECO b. (s.f.). *Protocolo de Kyoto*. Madrid: Gobierno de España. Recuperado el 26 de septiembre de 2023 de <https://energia.gob.es/desarrollo/Medioambiente/CambioClimatico/Paginas/ProtocolodeKioto.aspx>

MITECO c. (s.f.). *Documentación de interés*. Madrid: Gobierno de España. Recuperado el 22 de septiembre de 2023 de [https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/infraestructura-verde/iv\\_documentacion.html#:~:text=La%20Estrategia%20de%20Biodiversidad%20de,Red%20Transeuropea%20de%20Espacios%20Naturales](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/infraestructura-verde/iv_documentacion.html#:~:text=La%20Estrategia%20de%20Biodiversidad%20de,Red%20Transeuropea%20de%20Espacios%20Naturales)

MITECO d. (s.f.). 130 Medidas ante el Reto Demográfico. Recuperado el 24 de marzo de 2024 de <https://www.miteco.gob.es/es/reto-demografico/temas/medidas-reto-demografico.html>

Molina, M., & Rowland, F. (1974). Stratospheric sink for chlorofluoromethanes: chlorine atom-catalysed destruction of ozone. *Nature* 249, 810–812. Recuperado el 26 de septiembre de 2023 de <https://doi.org/10.1038/249810a0>

Naciones Unidas, Asamblea General “Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo: Nota del Secretario General”, A/42/427 (4 de agosto de 1987). Recuperado el 9 de noviembre de 2023 de [https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE\\_LECTURE\\_1/CMM AD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf](https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/CMM AD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf)

Naciones Unidas a. (2023). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Edición Especial*. Recuperado el 10 de octubre de 2023 de [https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023\\_Spanish.pdf?\\_gl=1\\*5b6vms\\*\\_ga\\*MjAyMzY2NDU5MC4xNjk4Nzc2MzIx\\*\\_ga\\_TK9BQL5X7Z\\*MTY5OTUzNDUwOS4zLjEuMTY5OTUzNDgwNy4wLjAuMA..](https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023_Spanish.pdf?_gl=1*5b6vms*_ga*MjAyMzY2NDU5MC4xNjk4Nzc2MzIx*_ga_TK9BQL5X7Z*MTY5OTUzNDUwOS4zLjEuMTY5OTUzNDgwNy4wLjAuMA..)

Naciones Unidas b. (s.f.). *El PNUMA a los 50*. Recuperado el 12 de octubre de 2023 de [https://www.unep.org/es/el-pnuma-los-50#:~:text=La%20Conferencia%20de%20las%20Naciones,medio%20ambiente"%20en%20su%20nombre.](https://www.unep.org/es/el-pnuma-los-50#:~:text=La%20Conferencia%20de%20las%20Naciones,medio%20ambiente)

Naciones Unidas c. (s.f.). *La Nueva Agenda Urbana en español. ONU Habitat México y América Latina*. Recuperado el 1 de noviembre de 2023 de <https://onuhabitat.org.mx/index.php/la-nueva-agenda-urbana-en-espanol>

Nereim, V. (2022). Príncipe saudí planea fondo de US\$80.000 millones y OPI del proyecto NEOM. *Bloomberg Línea*. Recuperado el 1 de noviembre de 2023 de <https://www.bloomberglinea.com/2022/07/30/principe-saudi-planea-fondo-de-us80000-millones-y-opi-del-proyecto-neom/>

Observatori de la Mobilitat de Catalunya. (s.f.). *Evolución de las aportaciones de las AAPP en el sistema de financiación del transporte público del área de Barcelona*. Recuperado el 22 de marzo de 2024 de <https://omc.cat/es/w/evolucion-de-les->

[aportaciones-de-les-aapp-al-sistema-de-finançament-del-transport-public-de-area-de-barcelona?filterCategoryIds=787385](https://omc.cat/es/w/coste-del-sistema-de-transporte-p%C3%BAblico-integrado?filterCategoryIds=787385)

Observatori de la Mobilitat de Catalunya a. (s.f.). *Coste del sistema de transporte público integrado*. Recuperado el 22 de marzo de 2024 de [https://omc.cat/es/w/coste-del-sistema-de-transporte-público-integrado?filterCategoryIds=787385](https://omc.cat/es/w/coste-del-sistema-de-transporte-p%C3%BAblico-integrado?filterCategoryIds=787385)

Observatori de la Mobilitat de Catalunya b. (s.f.). *Demanda en transporte público colectivo*. Recuperado el 22 de marzo de 2024 de <https://omc.cat/es/w/demanda-en-transporte-publico-colectivo?filterCategoryIds=784357>

OCU. (2023). *Movilidad urbana en Madrid y Barcelona*. Recuperado el 5 de abril de 2024 de <https://www.ocu.org/consumo-familia/derechos-consumidor/noticias/transporte-madrid-barcelona-encuesta>

Palmer, J. (2023). Todas las estaciones de Metro que deberían abrir de aquí a 2030. *El Nacional CAT*. Recuperado el 20 de marzo de 2024 de [https://www.elnacional.cat/es/barcelona/estaciones-metro-abrir-2030\\_950790\\_102.html](https://www.elnacional.cat/es/barcelona/estaciones-metro-abrir-2030_950790_102.html)

Parra, A. (2022). La pandemia invisible de las ciudades. *El Mundo*. Recuperado el 9 de noviembre de 2023 de <https://urbanamente.elmundo.es/la-pandemia-invisible-de-las-ciudades#:~:text=Según%20Naciones%20Unidas%2C%20alrededor%20del,vivirán%20en%20una%20gran%20urbe.>

Pastor Saavedra, M.A. (2019). Reseña del libro " Primavera silenciosa" de Rachel Carson. *Revista Tiempo y Clima*, 5 (72).

Pavy, E. (2023). El Tratado de Lisboa. Parlamento Europeo. *Parlamento Europeo*. Recuperado el 22 de septiembre de 2023 de <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/es/sheet/5/el-tratado-de-lisboa>

Perelló, A., Bagni, S., Camisón Yagüe, J.A., Chofre-Sirvent, J., Guamán, A., Martínez Dalmau, A., Martínez Herrera, G., Lasa López, A., Olcina Cantos, J., Pedro, A., y Vicente, T. (2022). La lucha contra el cambio climático y el reconocimiento de los derechos de la naturaleza: sinergias de la cooperación mediterránea. *Pireo Editorial*. Recuperado el 9 de noviembre de 2023 de <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/132574/1/Chofre-Sirvent-Actas-congreso-Cambio-climatico-y-derechos-naturaleza.pdf>



Plaza Cerezo, S. (2002). Las ciudades, nuevos actores mundiales: Ventajas del localismo. *Política Exterior*, Vol. 16 (No. 85), 32-34, 37-42. <https://www.jstor.org/stable/20645209>

Puentes, A. (2024). Éxito vecinal en el cantón de Montecarmelo: habrá que parar las obras para descubrir si hay restos de brigadistas internacionales. *El Mundo*. Recuperado el 6 de abril de 2024 de <https://elpais.com/espana/madrid/2024-01-20/exito-vecinal-en-el-canton-de-montecarmelo-habra-que-parar-las-obras-para-descubrir-si-hay-restos-de-brigadistas-internacionales.html>

Pulido Velázquez, M., Escrivá-Bou, A., y Macián Sorribes, E. (2020). Balance hídrico actual y futuro en las cuencas de España, déficits estructurales e implicaciones socioeconómicas. *Fedea*. Recuperado el 20 de marzo de 2024 de <https://documentos.fedea.net/pubs/eee/eee2020-38.pdf>

Red Eléctrica. (2023). *La demanda de electricidad en Madrid se mantiene sin variaciones en 2022*. Recuperado el 17 de marzo de 2024 de [https://www.ree.es/sites/default/files/07\\_SALA\\_PRENSA/Documentos/2023/NP\\_Madrid.pdf](https://www.ree.es/sites/default/files/07_SALA_PRENSA/Documentos/2023/NP_Madrid.pdf)

Remacha, B. y Ordaz, A. (2019). Casi un tercio de la población española vivirá concentrada en Madrid y Barcelona dentro de 15 años. *El Diario*. Recuperado el 24 de marzo de 2024 de [https://www.eldiario.es/sociedad/espana-vaciada-poblacion-madrid-barcelona\\_1\\_1677170.html](https://www.eldiario.es/sociedad/espana-vaciada-poblacion-madrid-barcelona_1_1677170.html)

Ruiz Guevara, P. (2022). La desalación del futuro será tecnológica, sostenible e innovadora. *RETEMA*. Recuperado el 6 de abril de 2024 de <https://www.retema.es/articulos-reportajes/la-desalacion-del-futuro-sera-tecnologica-sostenible-e-innovadora>

Sánchez, R. y Bolinches, C.G. (2022). Solo en Madrid, Barcelona y Bilbao se usa más el transporte público que el coche para ir a trabajar y estudiar. *El Diario*. Recuperado el 20 de marzo de 2024 de [https://www.eldiario.es/economia/madrid-barcelona-bilbao-transporte-publico-coche-trabajar-estudiar\\_1\\_9811058.html](https://www.eldiario.es/economia/madrid-barcelona-bilbao-transporte-publico-coche-trabajar-estudiar_1_9811058.html)

Santillán, M. L. (2021). La capa de ozono, elemento fundamental en la dinámica atmosférica. *Universidad Autónoma de México*. Recuperado el 26 de septiembre de 2023 de <https://ciencia.unam.mx/leer/1110/la-capa-de-ozono-elemento-fundamental-en-la>

dinamica-

atmosferica#:~:text=En%201913%2C%20los%20franceses%20Charles,permite%20medir%20el%20ozono%20atmosférico

Sarabia, Á. A. (1995). La teoría general de sistemas. *ISDEFE*. Recuperado el 1 de noviembre de 2023 de [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38686602/ing\\_juan\\_1-libre.pdf?1441597598=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DGeneral\\_de\\_Brigada\\_Ingeniero\\_del\\_Ejercit.pdf&Expires=1698862417&Signature=VX1Owamik45AyGwBYdREh7NFhd~9ka7rGLyZco3323CK14GY~ZHA2JatiHp0axBJUPRCogS-kQQxVnHAjtLYFfe-QVvUQm-4zTCMomOyDsks28FkYcZEahA2MZmCjAmc~uvkSmpyUzZUxxBfvNXrekVOybZ1tWIWaCV9hf7wcm1sKyr3mHHYXy7eQq6iAbYTfXXT~UjD7nzmpK7rwGtbP2qtvRzGuEYMooR3SCazvYfzWErtwprP3QiKSU77ObMTzdejfM5bTfnaEwZavz6NjbeFwSjGOrHoYg89uLdGwXCXIMWqp0tAUFAmkxTkrUHoj3ps1OpoHfdIIW4i85VhDA\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38686602/ing_juan_1-libre.pdf?1441597598=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DGeneral_de_Brigada_Ingeniero_del_Ejercit.pdf&Expires=1698862417&Signature=VX1Owamik45AyGwBYdREh7NFhd~9ka7rGLyZco3323CK14GY~ZHA2JatiHp0axBJUPRCogS-kQQxVnHAjtLYFfe-QVvUQm-4zTCMomOyDsks28FkYcZEahA2MZmCjAmc~uvkSmpyUzZUxxBfvNXrekVOybZ1tWIWaCV9hf7wcm1sKyr3mHHYXy7eQq6iAbYTfXXT~UjD7nzmpK7rwGtbP2qtvRzGuEYMooR3SCazvYfzWErtwprP3QiKSU77ObMTzdejfM5bTfnaEwZavz6NjbeFwSjGOrHoYg89uLdGwXCXIMWqp0tAUFAmkxTkrUHoj3ps1OpoHfdIIW4i85VhDA__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

Segovia, F. C., Molina, F. E., & Campoverde, N. R. (2010). Gas licuado de petróleo como combustible alternativo para motores diesel con la finalidad de reducir la contaminación del aire. *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*, (4), 73-81.

Servicio Público de Empleo Estatal. (2021). *Informe del Mercado de Trabajo Barcelona. Datos 2020*. Recuperado el 12 de marzo de 2024 de <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.sepe.es/dctm/informes:09019afa80008a24/REITRVdFQg%3D%3D/3592-1.pdf&ved=2ahUKEwjB1eW7742FAxWshP0HHSJtCoEQFnoECBsQAQ&usq=AOvVaw3VDK5xrtpHYFeDt2Tf7iES>

Sotelo Pérez, I., Sotelo Pérez, M., y Febles Díaz, J.M. (2022). Análisis territorial y regional del valor monetario de la “Huella Hídrica” en España, en la actualidad. *Anales de geografía de la Universidad Complutense*, 2 (42), 575-632. <https://dx.doi.org/10.5209/aguc.85184>.

Sotelo Pérez, I., Sotelo Pérez, M., y Sotelo Navalpotro, J. A. (2023). Análisis geográfico regional de la “huella hídrica” española: bases para la planificación turística. *Cuadernos de Turismo*, (51), 349–383. <https://doi.org/10.6018/turismo.571661>.

Statista. (2023). *Distribución porcentual de producto interior bruto (PIB) en España en 2021, por sectores económicos y comunidad autónoma*. Recuperado el 15 de marzo de 2024 de <https://es.statista.com/estadisticas/1099466/pib-distribucion-por-por-sectores-economicos-cc-aa-espanolas/>

Statista a. (2023). *Porcentaje de participación en el producto interior bruto (PIB) de los sectores económicos de España de 2008 a 2022*. Recuperado el 15 de marzo de 2024 de <https://es.statista.com/estadisticas/501643/distribucion-del-producto-interior-bruto-pib-de-espana-por-sectores-economicos/>

Statista b. (2023). *Evolución de la media anual del tipo de cambio del euro al dólar estadounidense de 1999 a 2022*. Recuperado el 22 de marzo de 2024 de <https://es.statista.com/estadisticas/606660/media-anual-de-la-tasa-de-cambio-de-euro-a-dolar-estadounidense/>

S.n. (2010). 25 años del agujero en la capa de ozono. *BBC News*. Recuperado el 26 de septiembre de 2023 de [https://www.bbc.com/mundo/ciencia\\_tecnologia/2010/05/100507\\_ozono\\_aniversario\\_lp](https://www.bbc.com/mundo/ciencia_tecnologia/2010/05/100507_ozono_aniversario_lp)

S.n. (2014). La cogeneración reduce un 25% la actividad tras conocerse el último recorte, según la CNMC. *El Economista*. Recuperado el 4 de abril de 2024 de <https://www.eleconomista.es/economia/noticias/6080115/09/14/La-cogeneracion-reduce-un-25-la-actividad-tras-conocerse-el-ultimo-recorte-segun-la-CNMC.html>

S.n. (2022). Príncipe heredero saudita desvela los planos de su futurista megalópolis NEOM. *France24*. Recuperado el 1 de noviembre de 2023 de <https://www.france24.com/es/minuto-a-minuto/20220727-pr%C3%ADncipe-heredero-saudita-desvela-los-planos-de-su-futurista-megal%C3%B3polis-neom>

S.n. (2023). ¿Qué es la capa de ozono y cómo nos protege de la radiación? *BBVA*. Recuperado el 26 de septiembre de 2023 de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-capa-de-ozono-y-como-nos-protege-de-la-radiacion/>

S.n. a. (2023). ARPA, la empresa española líder en infraestructura móvil sanitaria, colabora en NEOM, la ciudad del futuro en Arabia Saudí. *Go Aragón*. Recuperado el 1 de noviembre de 2023 de <https://www.goaragon.es/arpa-primera-empresa-espanola-de-infraestructura-movil-sanitaria-en-colaborar-con-la-ciudad-del-futuro->



<https://www.servimedia.es/noticias/comunidad-madrid-presentara-plan-educacion-libre-plural-calidad-febrero/4274751>

Zapata Salcedo, J. (2014). Globalización urbana y ciudades globales. Las transformaciones y heterogeneidades espaciales de las ciudades contemporáneas. *Universidad del Valle*. Recuperado el 26 de septiembre de 2023 de <https://go.gale.com/ps/i.do?p=IFME&u=googlescholar&id=GALE%7CA408916634&v=2.1&it=r&sid=IFME&asid=130960a2#:~:text=La%20globalización%20es%20una%20matriz,ideas%20sobre%20el%20mundo%20urbano>