

CIUDADES SOSTENIBLES Y SALUDABLES

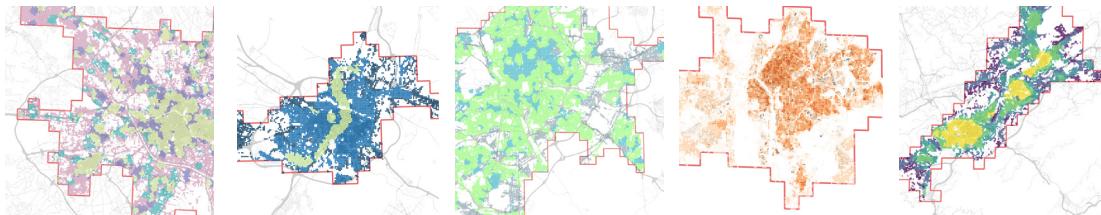
Una aproximación *open-source* para el cálculo de indicadores sobre diseño urbano y de movilidad para las grandes ciudades españolas

Informe preliminar

Enero de 2024

RED
LEONARDO

Fundación
BBVA



CIUDADES SOSTENIBLES Y SALUDABLES

Una aproximación *open-source* para el cálculo de indicadores sobre diseño urbano y de movilidad para las grandes ciudades españolas

Autores

Xavier Delclòs Alió

Marc Domínguez Mallafré

Proyecto realizado con la Beca Leonardo a Investigadores y Creadores Culturales 2022 de la Fundación BBVA. La Fundación no se responsabiliza de las opiniones, comentarios y contenidos incluidos en el proyecto, los cuales son total y absoluta responsabilidad de sus autores.

Para citar los contenidos de este informe:

Delclòs-Alió, X. y Domínguez-Mallafré, M. (2024) *Ciudades sostenibles y saludables: una aproximación open-source para el cálculo de indicadores sobre diseño urbano y de movilidad para las grandes ciudades españolas*. Informe preliminar. Enero de 2024. Universitat Rovira i Virgili.

Agradecimientos a Carl Higgs, Anna Puig Ribera, Ana Queralt y Javier Molina.



UNIVERSITAT
ROVIRA i VIRGILI
Fundació URV

RED
LEONARDO

Fundación
BBVA

Imagen de la portada: Centro de Barcelona, fotografía realizada por Xavier Delclòs Alió.
Resto de imágenes: Imágenes adquiridas con una licencia estándar en la plataforma ©Shutterstock.

Contenidos

1. Introducción	4
2. Metodología	6
2.1. Ciudades analizadas	6
2.2. Software y especificaciones	6
2.3. Fuentes de datos	7
2.4. Indicadores y cálculos	7
2.5. Presentación de resultados	11
3. Resultados	12
3.1. Caracterización de la morfología de las ciudades	12
3.2. Acceso a comercios cotidianos	16
3.3. Acceso a estaciones de transporte público	20
3.4. Acceso a espacios publicos abiertos	24
3.5. Accesibilidad general y caminabilidad	28
4. Reflexiones finales	32
5. Referencias	33

1. Introducción

Más de un 55% de la población mundial vive a día de hoy en ciudades, y más de un 60% lo hará en 2030¹. Resulta especialmente relevante, pues, entender no sólo en qué medida y de qué forma están creciendo las ciudades en la actualidad, sino también y especialmente en qué condiciones vive y vivirá la población urbana en el medio y en el largo plazo. Concretamente, la creación de ciudades más saludables y sostenibles es una prioridad global integral para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en el marco de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, así como para alcanzar los objetivos de equidad en salud de la Organización Mundial de la Salud (OMS)².

Una parte considerable de las estrategias que se deben desarrollar para cumplir con dichos objetivos pasa por el diseño e implementación de políticas urbanas relacionadas con la accesibilidad y la movilidad de la población, considerando los beneficios sobre la salud física de la población de un modelo basado en la movilidad activa y un uso democrático del espacio público³. Concretamente, dichas políticas deben apostar por modelos de ciudad compacta, con una suficiente diversidad de usos urbanos, que cuenten con una provisión de espacios abiertos naturales, así como por la promoción de un modelo de movilidad sostenible y saludable fundamentado en los modos de transporte colectivo y activo⁴. Ello es de especial relevancia en un contexto en el que, en las últimas décadas, las ciudades a nivel global han crecido de forma fragmentada, con una menor densidad de población, con una mayor segregación funcional y en base a una relación más estrecha con el vehículo privado^{5,6}. Este es el caso, especialmente, de las ciudades en el contexto del Sur de Europa, que especialmente a partir de la segunda mitad del siglo XX crecieron bajo la lógica moderna de la planificación urbana, caracterizada por la promoción de la velocidad, las largas distancias, la especialización territorial y el consumo exacerbado de suelo⁷, en oposición a su tradicional naturaleza vital y basada en las dinámicas de proximidad^{8,9}.

Con ello, el objetivo de la política pública urbana actual no debe ser otro que el de trabajar para

que las ciudades sean entornos sostenibles y saludables, a la vez que garantizando la calidad de vida de su población sin limitar el acceso a oportunidades y a servicios básicos. Frente a este escenario, resulta clave que las políticas municipales, metropolitanas y regionales cuenten con información de calidad sobre las que basar el diseño de las intervenciones necesarias en la ciudad. A nivel global, no obstante, la mayor parte de los esfuerzos realizados en este sentido ha sido la elaboración de medidas a nivel de ciudad. A pesar de que las grandes cifras pueden resultar de utilidad para políticas regionales o estatales, es necesaria contar con indicadores harmonizados para el interior de cada ciudad, a nivel de distrito, de barrio o incluso a una mayor resolución espacial. Ello debería permitir la identificación de desigualdades locales tanto a nivel de accesibilidad y salud de la población¹⁰, y así informar a políticas locales que resulten efectivas a la vez que transferibles y comparables entre ciudades de distintos contextos geográficos y socioeconómicos, a la vez que permitiendo la rendición de cuentas de cara a la ciudadanía y empoderando a las comunidades locales¹¹.



Avenida de la Constitución, Sevilla

En este sentido, la creación de indicadores espaciales y su plasmación cartográfica pueden resultar de interés para planificadores locales y regionales, con el fin de comprender no solo la distribución espacial de las infraestructuras y los servicios que promueven estilos de vida sostenibles y saludables dentro de las ciudades, sino también la identificación de desigualdades en su acceso, y así identificar las áreas que necesitan intervenciones¹². No obstante, mientras que algunas grandes ciudades a nivel mundial recopilan, procesan (e incluso en algunos casos ponen a disposición del conjunto de la población), gran cantidad de datos espaciales, a día de hoy resulta aún un reto considerable la creación de indicadores espaciales, de elevada resolución espacial y en consultables de forma abierta. Además, la calidad de los datos, sus definiciones, estándares y especificaciones técnicas también pueden variar en gran medida, lo que hace especialmente compleja la comparación y la interpretación compartida de los datos, un reto que no es nuevo¹³.

En el caso de España, existen algunos esfuerzos para crear sistemas de datos comparables a nivel de ciudad, y algunos a nivel inframunicipal. Entre otros, destacan el Atlas Digital de las Áreas Urbanas de España¹⁴, que define la extensión de las principales aglomeraciones urbanas españolas y ofrece algunos datos básicos para el conjunto de cada ciudad, o las recientes estadísticas experimentales del Instituto Nacional de Estadística, como el Atlas de distribución de renta de los hogares, o el Indicador Multidimensional de Calidad de Vida (IMCV). No obstante, resulta aún necesario contar con indicadores sobre movilidad y accesibilidad que describan los niveles de sostenibilidad y de potencial saludable, a nivel de barrio o de mayor resolución espacial, y que dichos indicadores resulten de fácil consulta, acceso y descarga para poder ser usados tanto para la información de políticas públicas locales y regionales, la investigación científica y para la consulta pública de la ciudadanía.

En este contexto, son cada vez más las herramientas y datos en formato abierto, de alcance global, que permiten en análisis espacial en contextos geográficos y escalas diversas, aun basándose

en el uso de una metodología única y mediante software de código abierto. En este sentido, destaca el caso del proyecto de cartografía colectiva *OpenStreetMap* (OSM), que brinda acceso abierto a datos espaciales actualizados regularmente en todo el mundo, codificados de acuerdo con y directrices dirigidas por la comunidad¹⁵, o los sistemas de información actualizados a tiempo real sobre los servicios de transporte público ofertados por los operadores de transporte de cada ciudad, también llamados *General Transit Feed Specification* (GTFS). Ello representa una oportunidad no solo para la obtención de datos sino también para la generación de conocimiento de fácil acceso con un alto nivel de transferibilidad y replicabilidad.

Con todo ello, y partiendo de los retos y oportunidades planteados en los párrafos anteriores, en este proyecto pretendemos cuantificar y evaluar en qué medida las grandes ciudades españolas cuentan con diseños urbanos y sistemas de movilidad sostenibles y saludables. Para ello, presentamos los resultados del cálculo de indicadores espaciales de elevada resolución espacial sobre aquellos elementos básicos sobre diseño urbano y del transporte para la promoción de ciudades sostenibles y saludable. Esta tarea forma parte, a su vez, de una colaboración internacional centrada en el uso de datos y software de acceso abierto^{16,17}. Concretamente, presentamos indicadores relativos a la forma urbana de las grandes ciudades españolas, así como indicadores del nivel de acceso a comercios cotidianos, el acceso a transporte colectivo y el acceso a espacios públicos abiertos. Presentamos también un indicador de diversidad funcional o de accesibilidad general, construido a partir de indicadores anteriores y, finalmente, un indicador sobre el grado de caminabilidad, que indica en qué medida las ciudades analizadas presentan las condiciones adecuadas para promover el caminar como medio de transporte.

En este documento presentamos los principales resultados a nivel gráfico y cartográfico para cada uno de los indicadores, acompañados de una breve interpretación y, por último, unas reflexiones finales.

2. Metodología

2.1. Ciudades analizadas

Este estudio se centra en el cálculo de indicadores en las diez ciudades más pobladas de España. Para ello, en primer lugar, se identificaron los **diez municipios con mayor población según el Censo de Población y Viviendas de 2021**, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística. En segundo lugar, y para definir la extensión espacial y el volumen demográfico de las áreas urbanas reales de cada una de las ciudades, se identificó el perímetro urbano según la información del *Global Human Settlement Layer*, concretamente la información relativa a centros urbanos en todo el mundo en su actualización de 2020, elaborado por el Joint Research Centre de la Comisión Europea¹⁸.

Como resultado, en este proyecto se analizan las áreas urbanas de **Barcelona, Bilbao, Las Palmas de Gran Canaria, Madrid, Málaga, Murcia, Palma, Sevilla, Valencia y Zaragoza**, tal y como se muestra en la **Figura 1**. Pese a analizar ciudades en distintas partes del Estado, las comunidades autónomas para las que no se analizan ciudades son Extremadura, Castilla y León, Galicia, Asturias, Cantabria, Navarra y La Rioja, así como las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla.

Los datos relativos a la extensión urbana de cada ciudad analizada y su volumen demográfico se presentan en la **Tabla 1**. En conjunto, las ciudades analizadas cubren una extensión de

1.637,4km², incluyendo un total de 166 municipios, y albergan una población de **más de 14 millones de habitantes**. Madrid y Barcelona, con 4,9 y 4,3 millones de habitantes respectivamente son las dos principales ciudades analizadas y de mayor extensión, seguidas de Valencia, con 1,3 millones, Sevilla (764 mil), Bilbao (663 mil), Málaga (651 mil), Zaragoza (407 mil), Palma (362 mil) y, finalmente, Las Palmas de Gran Canaria (358 mil). El número de municipios analizados varía substancialmente entre ciudades. Destaca el caso de Barcelona, con información para 50 municipios, seguidos por Valencia. Madrid, pese a ser la ciudad con mayor extensión geográfica, incluye tan solo 21 municipios. Las áreas urbanas con un menor número de entidades municipales analizadas son las Palmas de Gran Canaria y Zaragoza, y presentan extensiones geográficas similares, alrededor de los 60 km².

2.2. Software y especificaciones

Este proyecto se basa en el uso del software **Global Healthy and Sustainable City Indicators (GHSCI)**¹⁷, desarrollado para el cálculo y la generación de informes de indicadores espaciales relacionados con la salud y la sostenibilidad a partir de las características del entorno construido, la distribución de la población y las características del transporte público utilizando, en este caso, datos abiertos (aunque el software admite también la incorporación de datos de otro tipo).

El análisis se ha realizado utilizando la versión 4.4.8 GHSCI con la imagen del Docker (entorno que permite empaquetar y distribuir la aplicación

Tabla 1. Descripción de las ciudades analizadas.

Área urbana	Municipios	Área urbana (km ²)	Población
Barcelona	50	348,5	4.326.559
Bilbao	19	76,2	663.208
Las Palmas de Gran Canaria	2	61,5	358.983
Madrid	21	490,1	4.907.446
Málaga	6	122,7	651.957
Murcia	3	101,4	300.797
Palma	3	61,0	362.880
Sevilla	14	107,6	764.289
Valencia	46	204,4	1.366.934
Zaragoza	2	64,1	407.001
Total	166	1.637,4	14.110.054

con todas sus dependencias) correspondiente. La imagen Docker trae consigo mismo un listado de plataformas, todas ellas de código abierto. Entre ellas encontramos Linux, Python, OSMnx¹⁹, NetworkX, GeoPandas, Pandas, Shapely, Fiona, Rasterio, GDAL, Pyproj y otros. Además de esta imagen, también se utiliza una imagen pgRouting Docker, para ejecutar una base de datos Postgres SQL con las extensiones POstGIS y pgRouting pudiendo soportar la gestión de todos los datos y análisis necesarios.

2.3. Fuentes de datos

Los datos utilizados para este análisis son de naturaleza abierta, siguiendo la filosofía del software utilizado. El código abierto, y por lo tanto los datos también son abiertos tal y como establece el propio el Observatorio Global de Salud y Sostenibilidad de la Universidad RMIT. Para la utilización del software se han configurado previamente cada una de las ciudades con los datos correspondientes, mostrados en la **Tabla 2**. El primero de ellos es la definición del área de estudio, la cual se ha definido a partir de la selección de los municipios colindantes con el área urbana definida por la capa de áreas urbanas hecha por el Global Human Settlement Layer, Urban Centres Database (GHS UCDB)¹⁸. Esta capa de centros urbanos define las áreas urbanas a partir de celdas de 1 km de resolución con criterios de densidad, en la que se usa un umbral mínimo de 1.500 hab/km² para que un área sea considerada como parte de un centro urbano.

En relación a la distribución de la población, se utiliza una capa ráster de 100 m de resolución proveniente del Global Human Settlement Layer²⁰. Los datos del entorno construido, de

la infraestructura viaria, así como las tiendas y supermercados y espacios públicos provienen de OpenStreetMap, una plataforma de cartografía colaborativa con espíritu de datos abiertos. Esta contiene datos globales accesibles al público y con gran cantidad de datos atribuidos por la propia comunidad a partir del cual se pueden identificar los elementos mencionados anteriormente.

Finalmente, los datos GTFS (General Transit Feed Specification) se corresponden con un estándar de formato de datos que define la estructura y la semántica para describir información de transporte colectivo, como horarios, rutas y paradas, facilitando la interoperabilidad entre sistemas de información y operadores de transporte público. Este tipo de datos se han utilizado para el cálculo de los indicadores relativos al acceso a transporte público. No obstante, en esta versión preliminar del informe se recomienda precaución al interpretar los resultados, puesto éstos están pendientes de revisión pormenorizada, especialmente considerando que la disponibilidad y compleción de los datos GTFS puede variar según el operador.

2.4. Indicadores y cálculos

Este proyecto se ha basado en el cálculo de una batería de indicadores relativos al diseño urbano y a los niveles de accesibilidad a pie en las ciudades analizadas. Concretamente, se han construido indicadores en los siguientes temas:

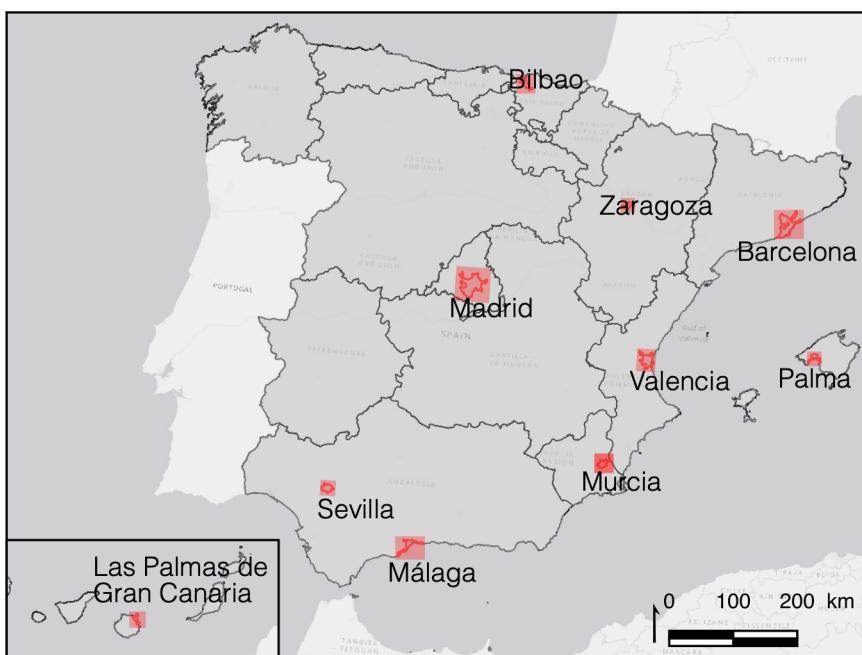
- Indicadores demográficos y de forma urbana.**
Es el caso del cálculo de la superficie de cada ciudad, la estimación de población, la densidad de población, así como la densidad de intersecciones.

Tabla 2. Datos y fuentes originales.

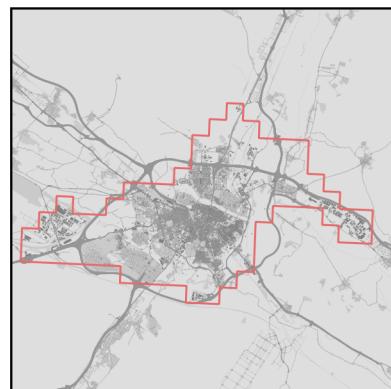
Datos	Fuente
Definición del área de estudio	Centro Nacional de Información Geográfica
Población residente (resolución de 100 m)	Global Human Settlement Layer ²⁰
Centros urbanos	GHS Urban Centre Database ¹⁸
Infraestructura vial	OpenStreetMap ²⁵
Tiendas de alimentación, supermercados, mercados, etc.	OpenStreetMap ²⁵
Otros comercios cotidianos	OpenStreetMap ²⁵
Paradas o estaciones de transporte público y frecuencia	Datos GTFS
Espacios públicos abiertos	OpenStreetMap ²⁵

Mapa de situación y contexto

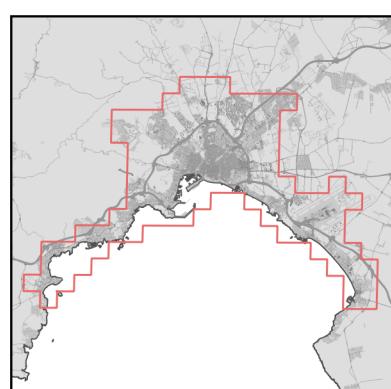
Áreas de estudio



Zaragoza



Palma

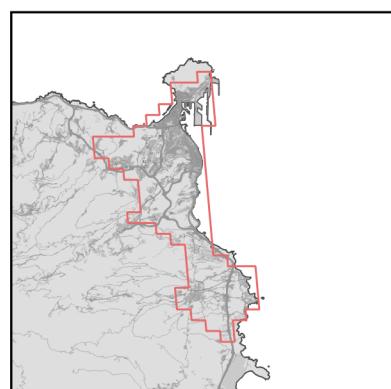


Madrid

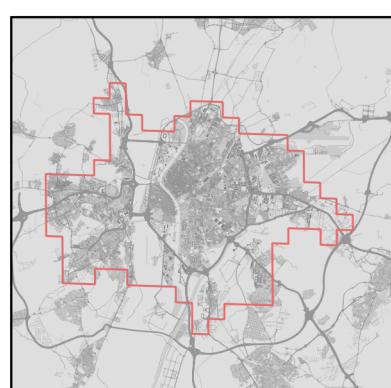


0 4 8 km

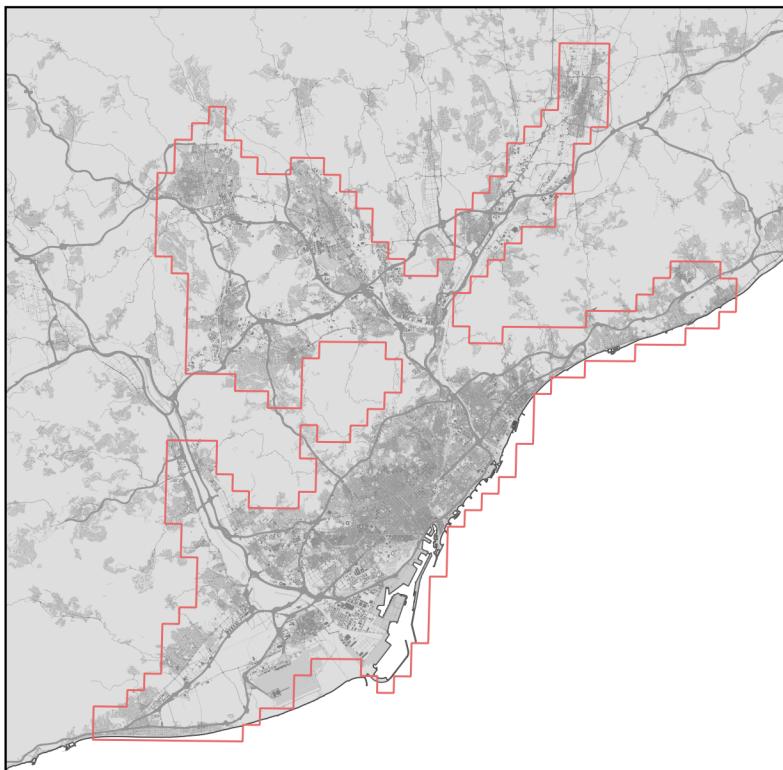
Las Palmas de GC



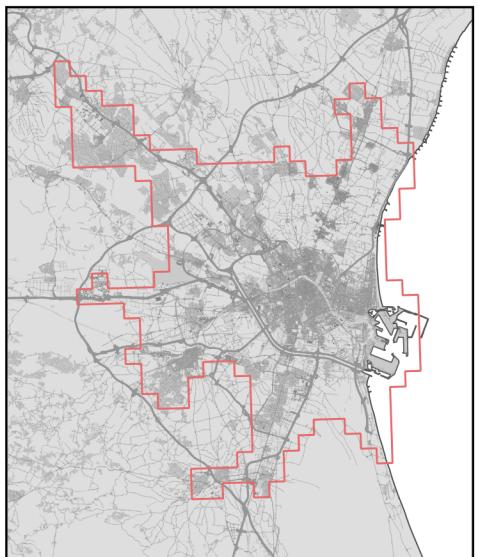
Sevilla



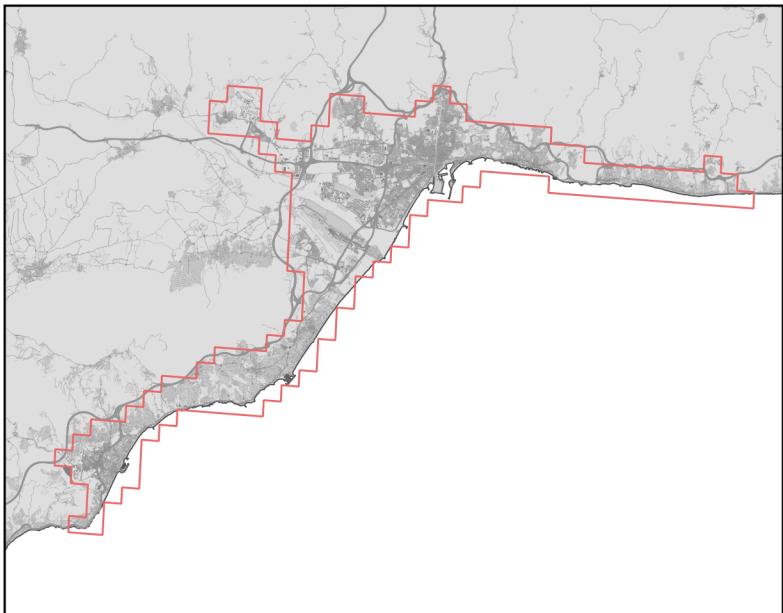
Barcelona



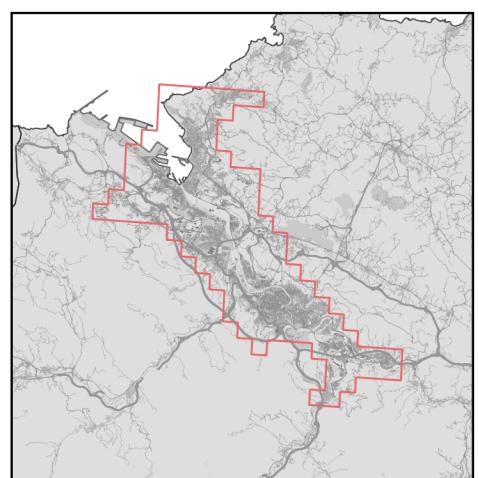
Valencia



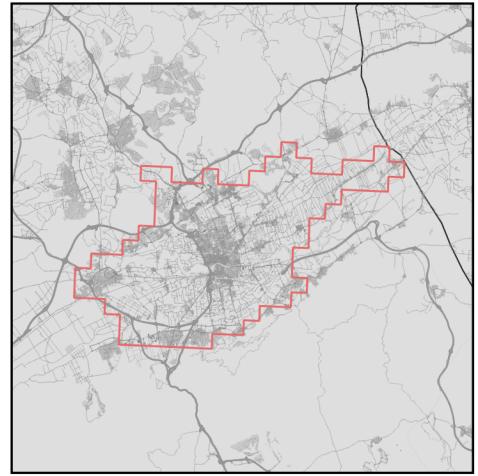
Málaga



Bilbao



Murcia



2. Indicadores de **acceso a servicios básicos** como tiendas de alimentación y otros tipos de comercio cotidiano. Tanto en estos indicadores como en los siguientes relativos a la accesibilidad, se ha usado un radio de 500 metros a pie por la red peatonal de cada ciudad.
3. Indicadores de **acceso a transporte colectivo** según su nivel de frecuencia.
4. Indicadores de **acceso a espacios públicos abiertos** según la dimensión de su superficie.
5. Un indicador de **accesibilidad general** calculado a partir de los indicadores de acceso mencionados anteriormente.
6. Un índice de **caminabilidad**, que indica el grado en el que el entorno construido favorece o limita la movilidad a pie. Este índice se construye a partir de la densidad de población, la densidad de intersecciones, y el indicador de accesibilidad general anteriormente descrito.

La **Figura 1** ilustra el flujo simplificado de procesos utilizado para calcular los indicadores, que consta de las siguientes cuatro etapas:

1. **Recolección de datos:** Adquisición y recopilación de los datos relevantes y necesarios para el análisis, provenientes de las fuentes mencionadas, asegurando la calidad y precisión de los datos.
2. **Configuración de parámetros y definición de la región de estudio:** Establecimiento de los criterios, variables y límites geográficos que guiarán el análisis, permitiendo delimitar la extensión, características específicas y datos de la zona a estudiar.
3. **Procesamiento de los datos de entrada:**

Transformación y preparación de los datos recolectados para su análisis.

4. **Procesamiento de las estimaciones del muestreo y agregación de indicadores:** Aplicación de métodos estadísticos y algoritmos para calcular estimaciones a partir de una muestra de datos y la configuración de cada ciudad, para la generación de los indicadores.

Los indicadores se calculan a nivel de área urbana y a una resolución de 100 metros, utilizando una malla ráster que incorpora la estimación de la población ya mencionada. La **Figura 2** muestra una imagen de satélite de la ciudad de Barcelona, en la que se muestra un ejemplo de la malla de 100 metros de resolución utilizada para el cálculo de los indicadores. Finalmente, en la **Tabla 3** se muestra el detalle de los indicadores concretos calculados.

Figura 2. Malla ráster de resolución de 100m.

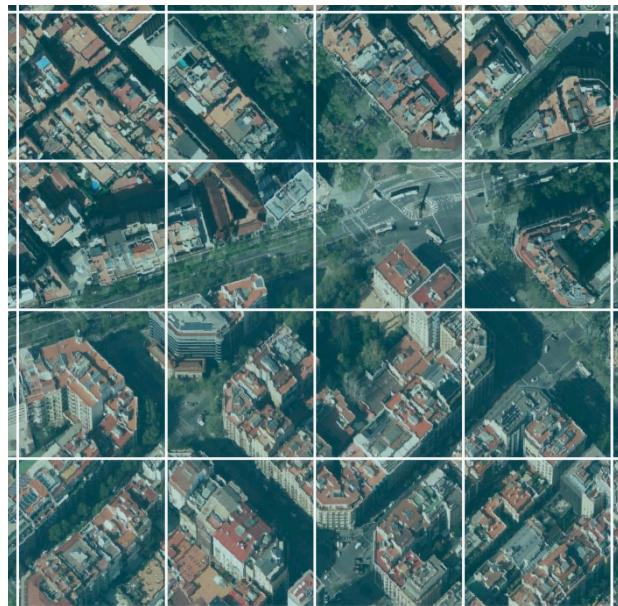
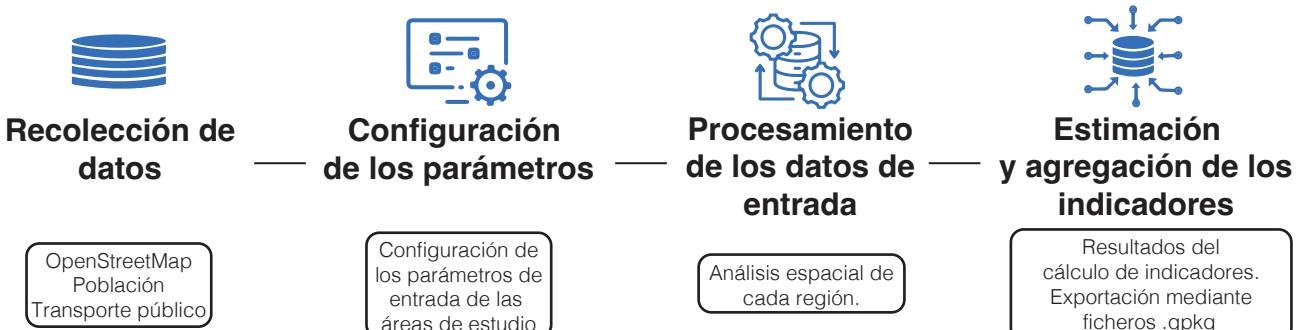


Figura 1. Flujo de trabajo para el cálculo de los indicadores para las ciudades objeto de estudio.



2.5. Presentación de resultados

Los resultados relativos a los indicadores anteriores se presentan siguiendo una misma estructura. En primer lugar, se presenta una breve introducción al concepto del indicador, junto a las estadísticas descriptivas de los valores para cada una de las ciudades analizadas, así como valores a nivel de población, acompañadas de material gráfico a modo de soporte y de breves textos que ayuden a la comprensión. En segundo lugar, se ofrece la representación cartográfica de la distribución espacial de los valores de cada indicador, también para cada una de las diez ciudades analizadas.

El apartado de resultados de desglosa los indicadores agrupados en cinco subapartados, cada uno relativo a uno de los indicadores analizados. En el primero, se expone la densidad de población e intersecciones, a modo de contexto y descripción de la forma urbana de las ciudades analizadas; en el segundo, se describe el acceso a comercios cotidianos (tiendas de alimentación y otro tipo de comercio cotidiano); en tercer lugar, se presentan los resultados relativos al acceso a

paradas de transporte público, en general y en relación a distintos umbrales de frecuencia; en cuarto lugar se muestran los resultados relativos al acceso a espacios públicos abiertos de distintas dimensiones; finalmente, se presenta el índice de vida cotidiana (calculado a partir del acceso a comercios, transporte público y espacios abiertos) y los resultados del índice de caminabilidad.

En la obtención de resultados, el software genera diferentes ficheros de salida. En los cuales encontramos ficheros csv y bases de datos espaciales en formato gpkg, ambos, con los indicadores calculados.

Para más detalle tanto del cálculo de cada uno de los indicadores como del proceso seguido por el software se puede consultar la documentación disponible en el repositorio correspondiente .

Tabla 3. Datos e indicadores calculados por el software.

Descripción

Área (km ² ; teniendo en cuenta las restricciones urbanas, si se aplican)
Estimación de población, según la fuente de datos de población configurada
Población por km ²
Recuento de intersecciones (después de la consolidación basada en el parámetro de tolerancia de intersección en la configuración de la región)
Intersecciones por km ²
Acceso dentro de 500 m a un mercado/supermercado de alimentación
Acceso dentro de 500 m a una tienda cotidiana de otro tipo
Acceso dentro de 500 m a un transporte público
Acceso dentro de 500 m a cualquier espacio público abierto
Acceso dentro de 500 m a un espacio público abierto de más de 1,5 hectáreas
Acceso dentro de 500 m al transporte público
Acceso dentro de 500 m a un transporte público con una frecuencia de servicio promedio durante el día entre semana de 30 minutos o mejor
Acceso dentro de 500 m a un transporte público con una frecuencia de servicio promedio durante el día entre semana de 20 minutos o mejor
Caminabilidad promedio (ponderada por población)
Densidad de población promedio en un vecindario transitable
Densidad promedio de intersecciones de vecindarios transitables
Puntuación del indicador de vida cotidiana
Caminabilidad

3. Resultados

3.1. Caracterización de la morfología de las ciudades

La morfología de las ciudades está estrechamente relacionada al acceso cotidiano a bienes y servicios. Las ciudades del contexto español se caracterizan por morfologías urbanas que combinan entramados históricos con nuevos desarrollos, con un especial crecimiento a partir de la década de los años sesenta del siglo pasado. Como consecuencia, en gran parte de las ciudades se puede encontrar una superposición de entramados irregulares y compactos, correspondientes a los centros históricos, áreas de ensanche, aún con elevados niveles de densidad y compacidad, y desarrollos más recientes, caracterizados por mayores niveles de fragmentación y dispersión urbana, y mayormente relacionados con el despliegue de infraestructuras de transporte de alta capacidad.

Dos indicadores que resultan de utilidad para el análisis de la morfología urbana son la densidad de población y la densidad de intersecciones. En ciudades densamente pobladas, es común encontrar edificaciones más altas y un mayor aprovechamiento del espacio, lo que puede llevar a una mayor verticalidad en la edificación y a una menor disponibilidad de espacio abierto. A su vez, mayores niveles de densidad de población permiten, por ejemplo, una mejor provisión de servicios públicos, derivada de una mayor demanda potencial. La densidad de intersecciones, por otro lado, se refiere a la cantidad de cruces o intersecciones

viales por unidad de área. Una alta densidad de intersecciones puede indicar una red de calles más compleja y conectada, fomentando una movilidad más eficiente y una accesibilidad mejorada, especialmente para los modos de movilidad activa.

En la **Tabla 4** se presenta una descripción de los valores de densidad de población y de intersecciones en las diez ciudades analizadas, y en la **Figura 3** se muestra su distribución completa mediante el uso de histogramas. En la Tabla 4, se presentan valores de densidad tanto crudos a nivel de celda como a nivel de ciudad ponderados por población, lo que permite ajustar los valores de densidad para reflejar de manera más precisa la concentración de personas en cada área urbana. Barcelona es la ciudad más densamente poblada cuando se consideran los valores de densidad ponderada, con 24,8 mil habitantes por km². Le siguen Bilbao (19,8 mil) y Madrid (16,7 mil) y Valencia (15,9 mil). En un segundo grupo aparecen las ciudades de Sevilla (12 mil), las Palmas de Gran Canaria (11 mil), Zaragoza (10 mil), Palma (9,7 mil) y Málaga (8,7 mil). Por último, la ciudad de Murcia presenta el menor valor de densidad de población ponderada (4,9 mil habitantes por km²). En términos de densidad de intersecciones, se observa una cierta correlación con la densidad de población, lo que no sorprende si se considera que a menudo las tramas urbanas más densamente pobladas son también aquellas más compactas y con entramados de calles igualmente densos, complejos y con altos valores de conectividad. No obstante, los mayores

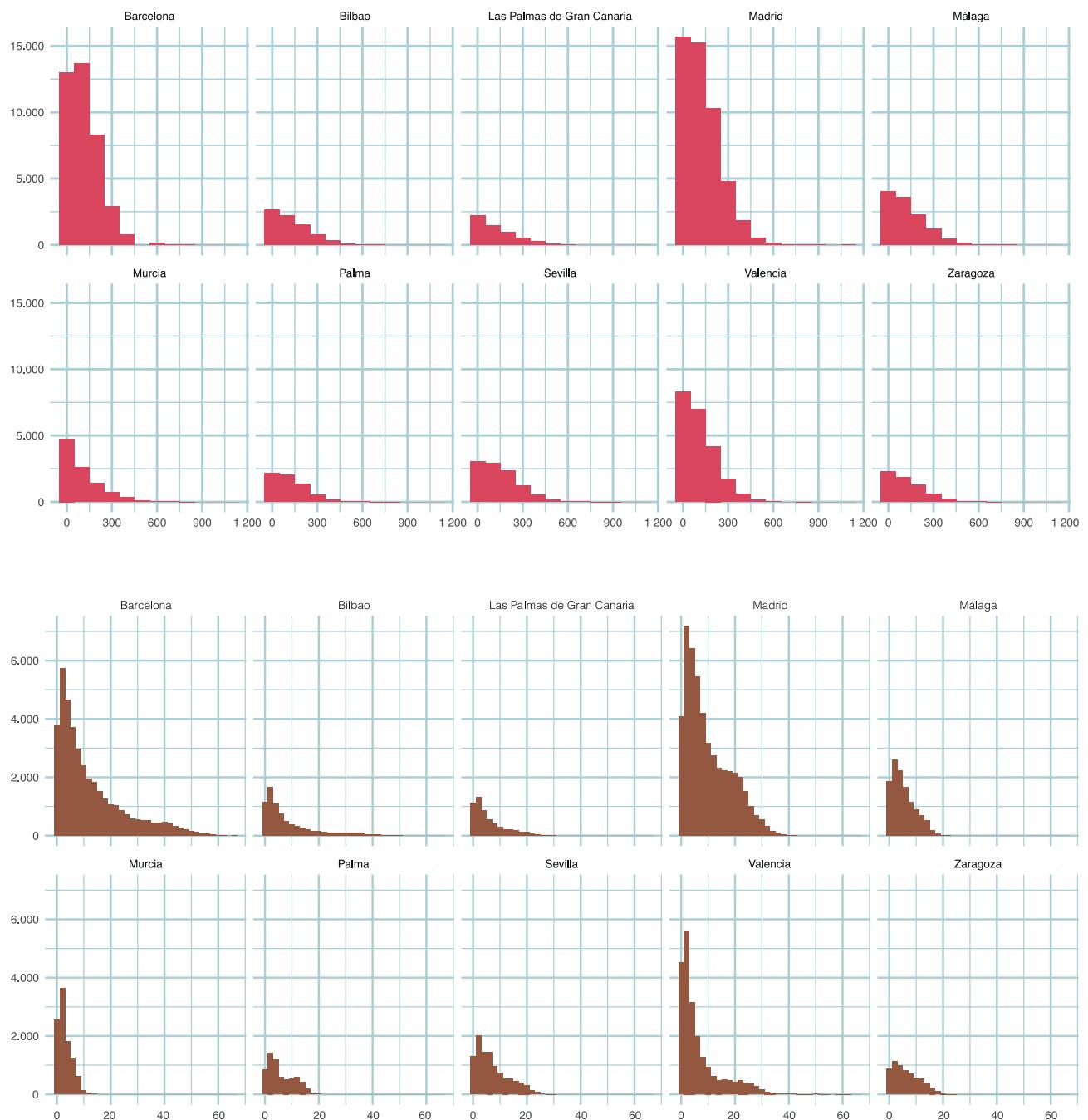
Tabla 4. Densidad de población e intersecciones en las ciudades analizadas.

Área urbana	Densidad de población (hab. / km ²)				Densidad de intersecciones (n / km ²)			
	Mínima	Promedio	Máxima	Ponderada	Mínima	Promedio	Máxima	Ponderada
Barcelona	111,5	12.413,4	66.872,4	24.869,8	0,0	124,0	780,2	150,9
Bilbao	100,1	8.699,1	50.040,1	19.824,3	0,0	124,5	700,6	164,2
Las Palmas GC	91,1	5.841,9	29.161,9	11.822,8	0,0	111,8	637,9	159,5
Madrid	99,1	10.013,0	42.917,7	16.756,9	0,0	125,5	1.090,3	148,3
Málaga	97,3	5.312,9	21.402,5	8.719,8	0,0	123,4	778,3	156,0
Murcia	99,3	2.966,8	14.098,0	4.988,1	0,0	98,4	794,3	141,7
Palma	104,0	5.953,4	19.857,1	9.707,9	0,0	121,6	831,7	149,0
Sevilla	96,3	7.103,8	29.745,9	12.033,8	0,0	138,0	866,4	173,8
Valencia	107,3	6.688,9	62.774,7	15.983,5	0,0	116,5	751,2	157,4
Zaragoza	98,7	6.353,2	23.096,0	10.011,0	0,0	117,4	690,9	144,4

niveles de densidad de intersecciones ponderada por población se encuentran en este caso en Sevilla (173,8 intersecciones por km²), mientras que los valores más bajos, y por tanto la trama urbana menos intrincada, se encuentra de nuevo en Murcia (con 141,7 intersecciones por km²).

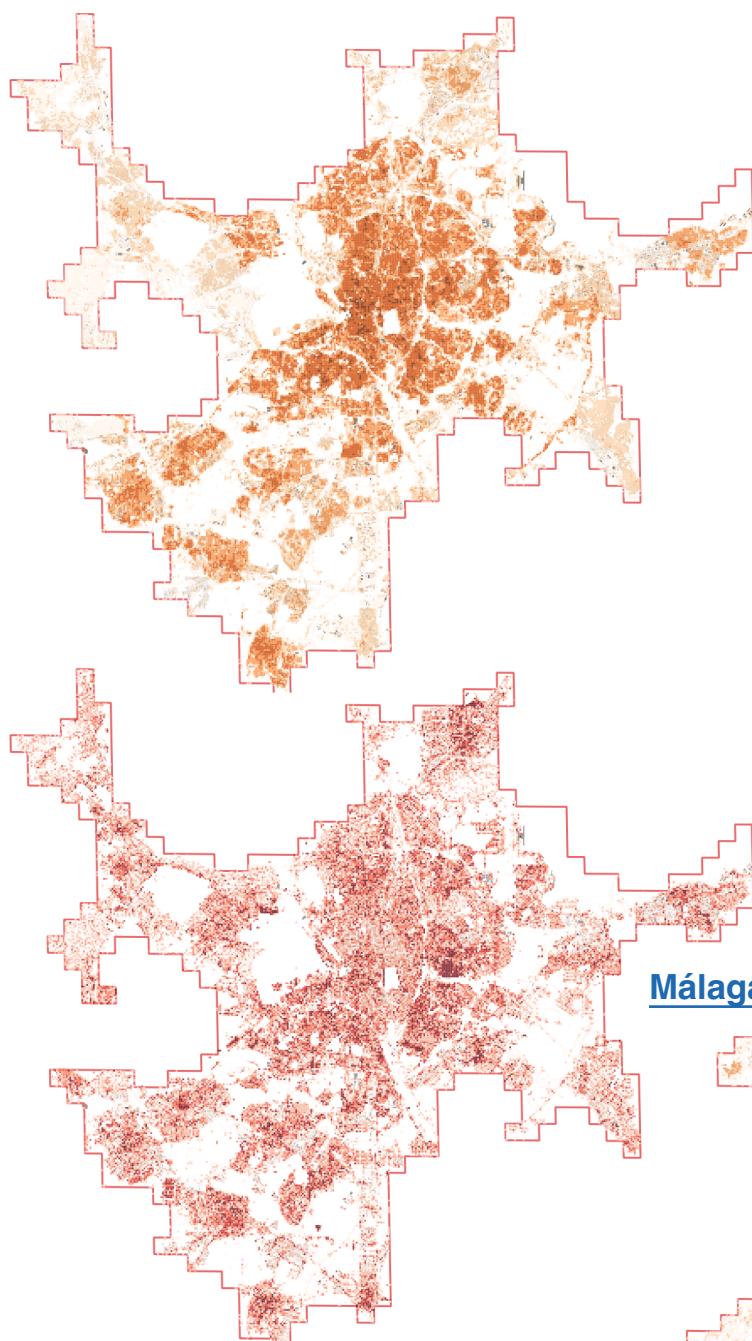
Más allá de estos valores globales, en las páginas siguientes se presentan los resultados a nivel cartográfico, con el fin de mostrar la distribución espacial de la densidad de población e intersecciones en las ciudades analizadas.

Figura 3. Histograma de densidades de población e intersecciones.



Densidad de población e intersecciones

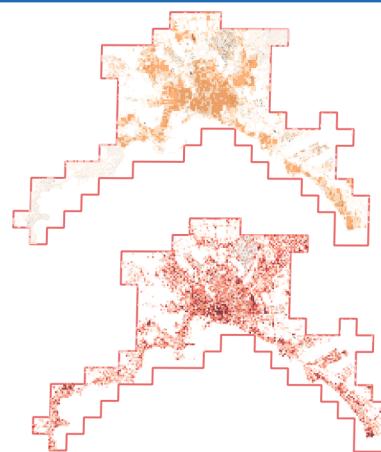
Madrid



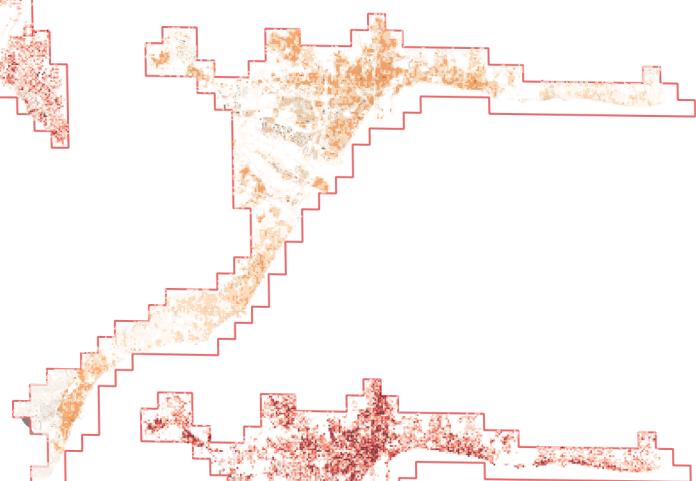
Las Palmas de Gran Canaria



Palma



Málaga

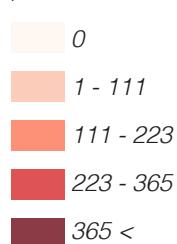


Leyenda

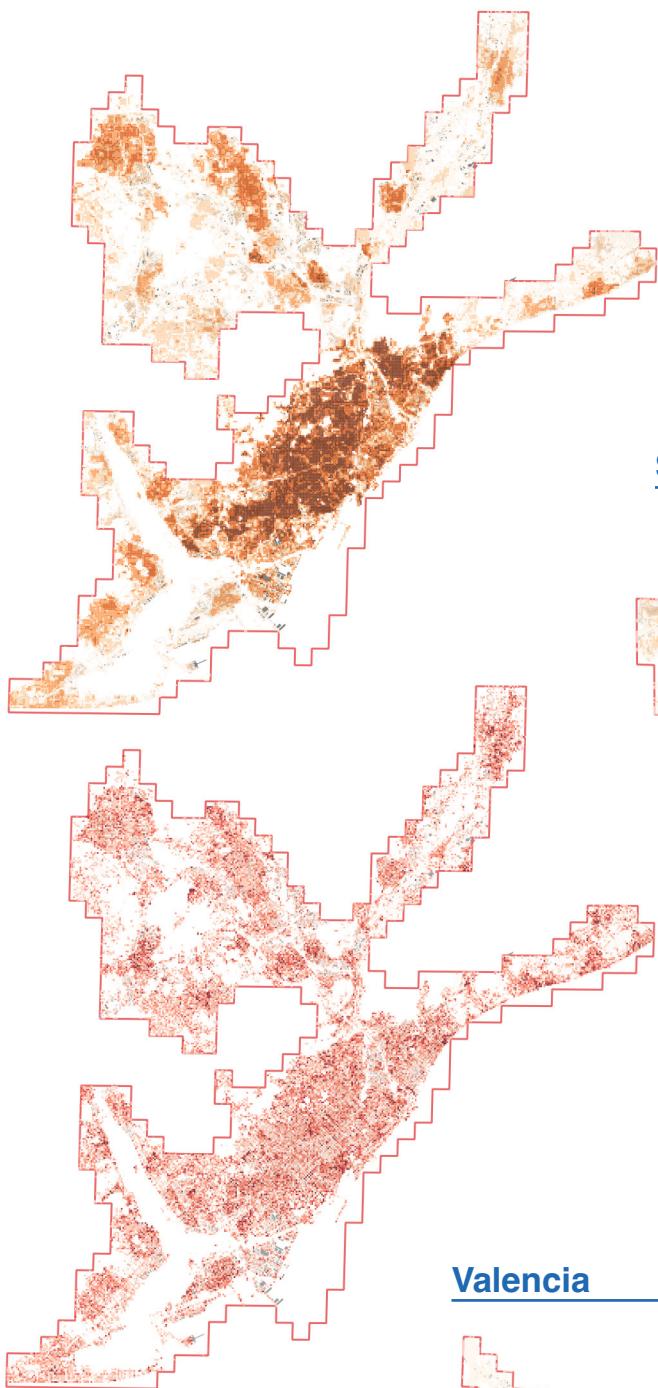
Densidad de habitantes por km^2



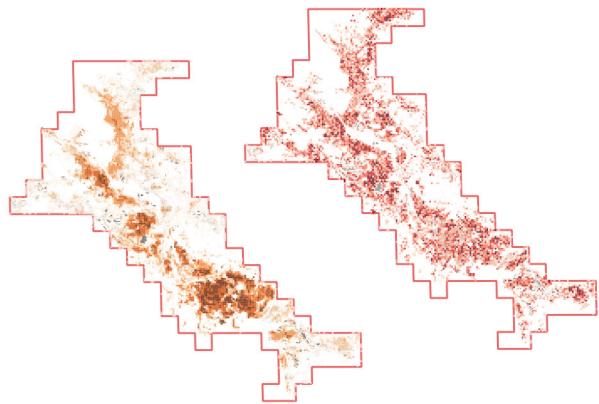
Densidad de intersecciones por km^2



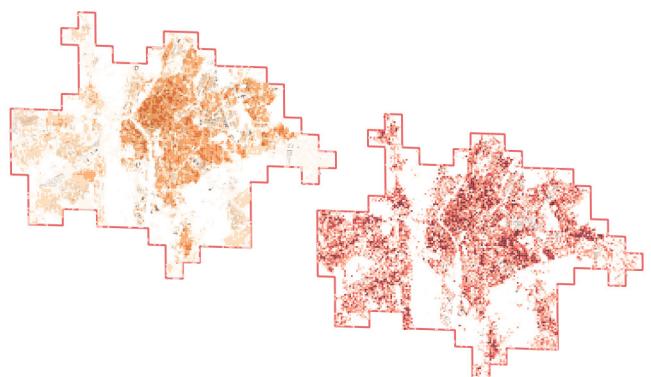
Barcelona



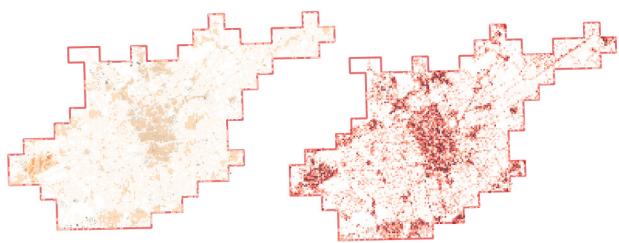
Bilbao



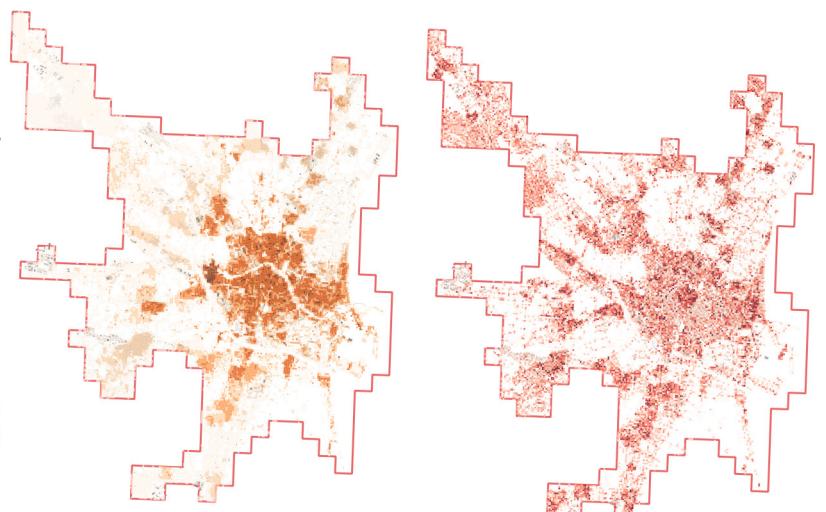
Sevilla



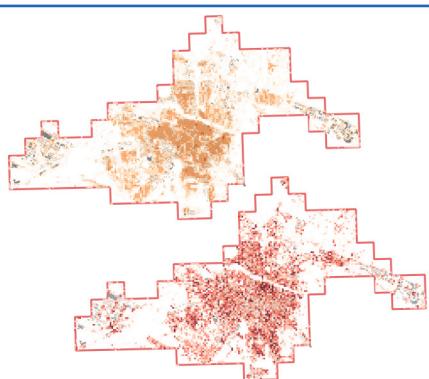
Zaragoza



Valencia



Murcia



3.2. Acceso a comercios cotidianos

El acceso a tiendas de alimentación y otros comercios cotidianos desempeñan un papel fundamental en la promoción de la salud urbana y la mejora de la accesibilidad. En primer lugar, el acceso a tiendas de alimentación a una corta distancia a pie fomenta hábitos alimenticios más saludables. La disponibilidad de productos frescos y opciones nutritivas en las tiendas de alimentación facilita a los residentes la adopción de dietas equilibradas. La accesibilidad a estos alimentos de calidad contribuye a la prevención de enfermedades relacionadas con la alimentación y promueve un estilo de vida más saludable. Además, la proximidad a tiendas locales reduce la dependencia del transporte motorizado, promoviendo la movilidad activa. Caminar para abastecerse de alimentos no solo mejora la salud física a través del ejercicio regular, sino que también reduce la contaminación ambiental, la accidentalidad, y fomenta un uso del espacio público más equitativo. Finalmente, el fácil acceso a otras comercios cotidianos también fortalece el tejido social de una comunidad. Estos lugares sirven como puntos de encuentro donde los residentes pueden interactuar y establecer conexiones sociales. Esto es crucial para combatir el aislamiento y promover un sentido de pertenencia en las áreas urbanas. En el análisis de acceso a comercios, la categoría de acceso a "tiendas de alimentos" incluye supermercados, carnicerías, fruterías y establecimientos similares. Por otro lado, la categoría "otros comercios cotidianos" abarca tiendas 24 horas, quioscos, estancos y otros establecimientos similares.

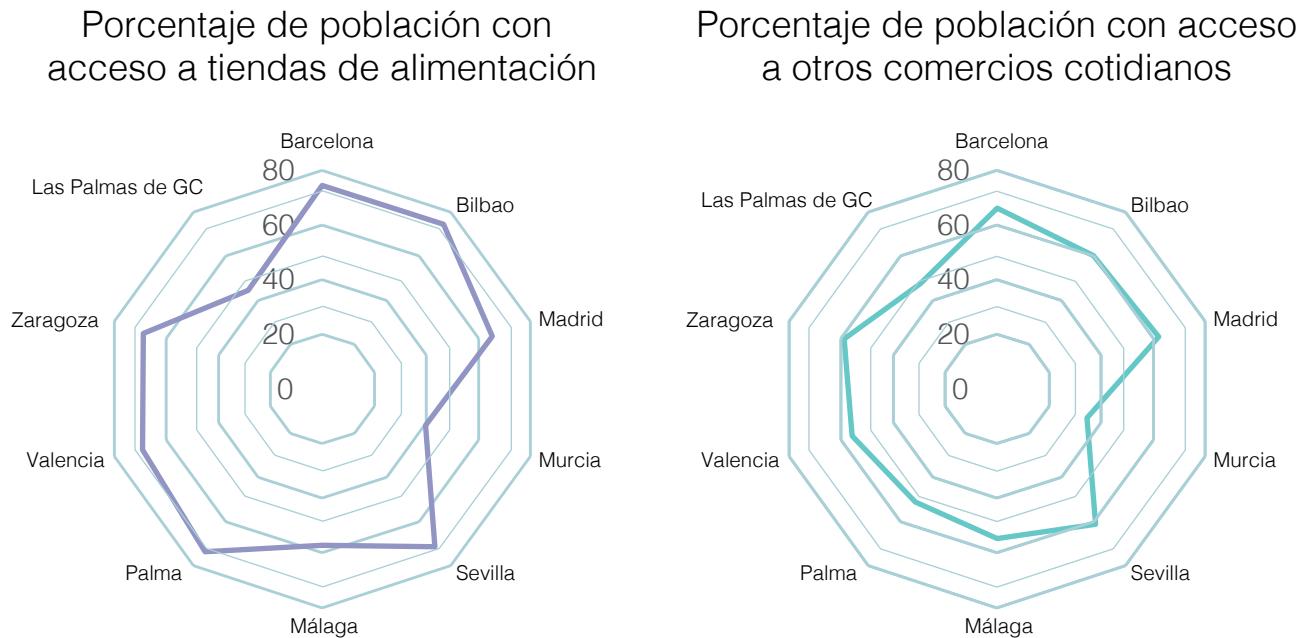
En la **Tabla 5** se muestran algunos datos generales del acceso a tiendas de alimentación y otras tiendas de comercio cotidiano en las grandes ciudades españolas analizadas en este proyecto. Más allá de los valores absolutos, con Barcelona y Madrid en cabeza, claramente relacionados con la dimensión de las ciudades, es interesante observar algunas diferencias a la provisión de este tipo de comercios en relación con la población de cada ciudad. Por lo que se refiere a tiendas de alimentación, destacan el caso de Zaragoza (1,7 por cada 1.000 habitantes) y Bilbao (1,6) respecto al resto de ciudades. Con una menor provisión por cápita se sitúan Murcia y Madrid, con tan sólo 0,6 tiendas de alimentación por cada 1.000 habitantes. En cuanto a la provisión de otras tiendas de comercio cotidiano, se observan menores diferencias, con entre 0,3 y 0,8 tiendas por cada mil habitantes.

No obstante, un indicador más útil para entender el acceso real es el del porcentaje de población en cada ciudad que tiene acceso a este tipo de comercio, y que se presenta tanto en la Tabla 5 como de forma gráfica en la **Figura 4**. Se observa cómo, en términos de acceso a tiendas de alimentación, destacan Bilbao y Barcelona por encima del resto, con 75% de la población con acceso a pie a menos de 500 metros a una tienda de estas características, seguidas de Palma (72,5%), Sevilla (70,3%), Valencia (69,1%), Zaragoza (68,6), Madrid (65,6%) y Málaga (56,3%). Es también interesante observar cómo en las ciudades de Las Palmas de Gran Canaria y Murcia la mayor parte de la población no tiene acceso a pie a este tipo de tienda (45,7% y 39,9%, respectivamente).

Tabla 5. Acceso a tiendas de alimentación y otros comercios cotidianos en las ciudades analizadas.

Área Urbana	Nº de establecimientos		Comercios por cada 1.000 hab.		% de población con acceso	
	Alimentación	Otros cotidianos	Alimentación	Otros cotidianos	Alimentación	Otros cotidianos
Barcelona	3.485	1.419	0,8	0,3	75,2	66,2
Bilbao	1.057	253	1,6	0,4	75,6	60,1
Las Palmas GC	267	223	0,7	0,6	45,7	47,7
Madrid	2.879	2.027	0,6	0,4	65,6	62,0
Málaga	540	533	0,8	0,8	56,3	54,7
Murcia	188	156	0,6	0,5	39,9	34,6
Palma	391	148	1,1	0,4	72,5	51,1
Sevilla	706	476	0,9	0,6	70,3	61,2
Valencia	966	491	0,7	0,4	69,1	55,8
Zaragoza	682	196	1,7	0,5	68,6	58,9

Figura 4. Acceso a tiendas de alimentación y otros comercios cotidianos.



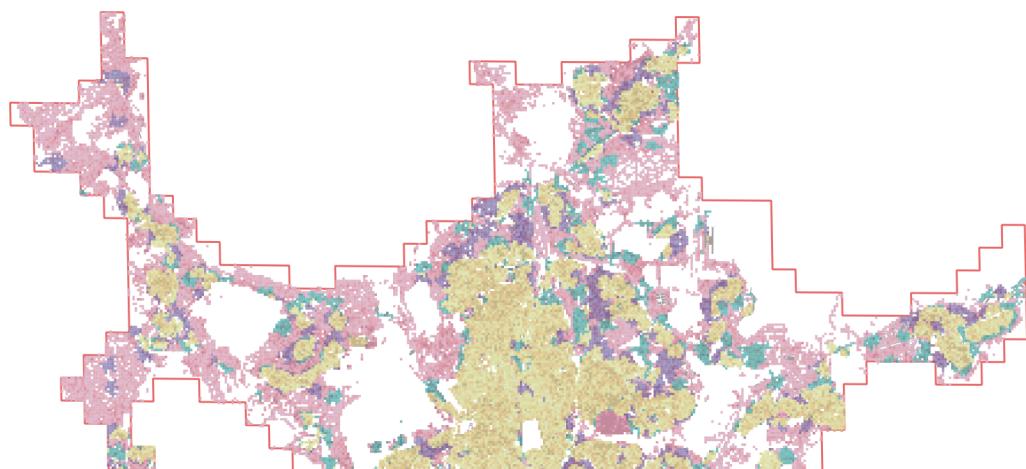
El patrón es ligeramente distinto en términos de acceso a pie a otros tipos de tiendas cotidianas: en este caso, las ciudades de mayor rango demográfico, Barcelona y Madrid, presentan un 66,2% y un 62% de la población respectivamente con acceso a este tipo de comercio, seguidas de Sevilla (61,1%), Bilbao (60,1%), Zaragoza (58,9%), Valencia (55,7%), Málaga (54,6) y Palma (51,1%). Del mismo modo que en el caso anterior, Las Palmas de Gran Canaria y Murcia no llegan al 50% de la población con

acceso próximo a esta tipología de tienda. Más allá de estas cifras generales, la cartografía presentada al final de este apartado muestra la distribución espacial a tiendas de alimentación y tiendas de comercio cotidiano en las diez ciudades analizadas. En este caso, se muestran tres categorías diferenciadas: zonas de la ciudad con acceso a menos de 500m a pie a tiendas de alimentación, zonas con acceso a pie a otros comercios cotidianos y, finalmente, zonas con acceso directo a ambos tipos de comercio cotidiano.



Acceso a comercios cotidianos

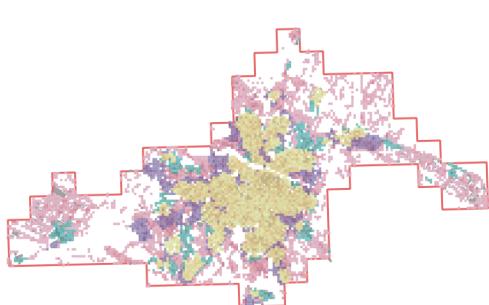
Madrid



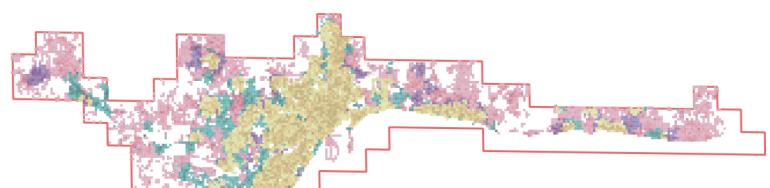
Las Palmas de G.C.



Zaragoza



Málaga



Leyenda

Acceso comercios cotidianos

Sin acceso

Acceso a tiendas de alimentación

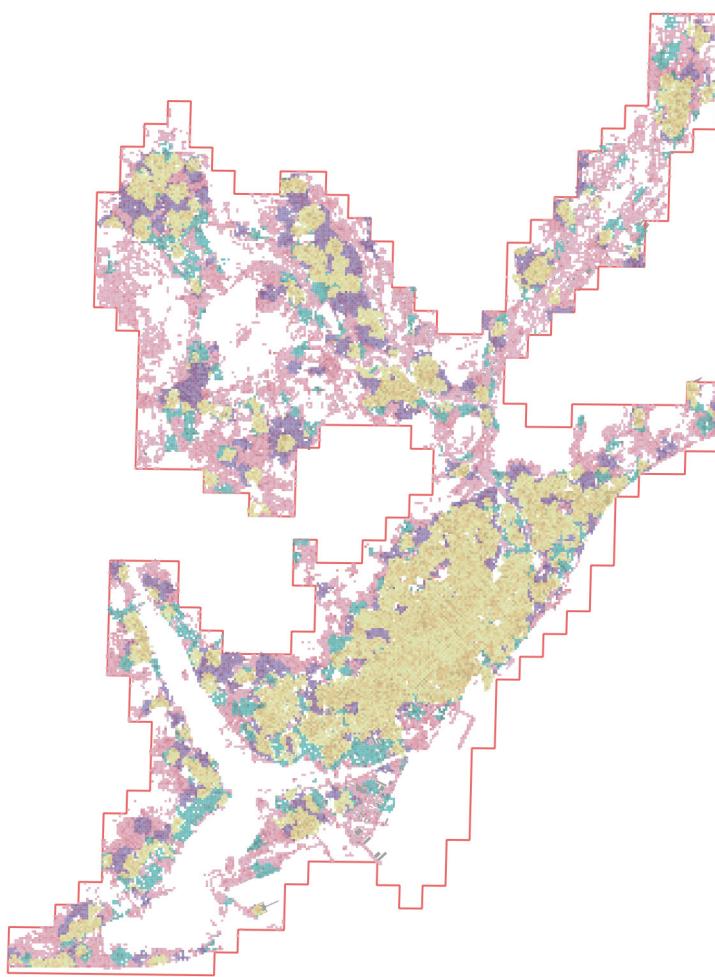
Acceso a otros comercios cotidianos

Acceso a ambos tipos de comercios

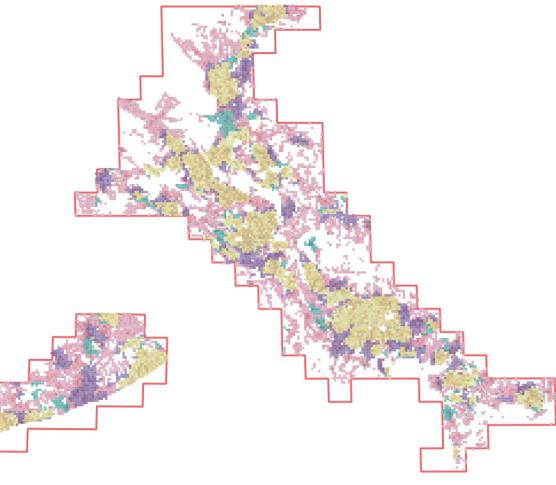
0 4 8 km



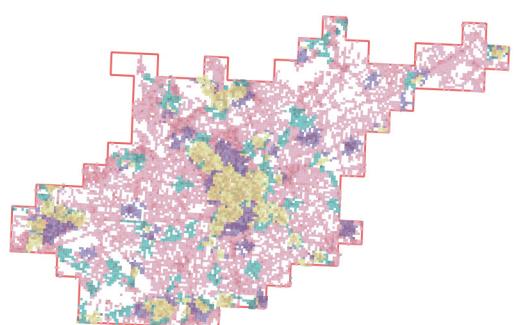
Barcelona



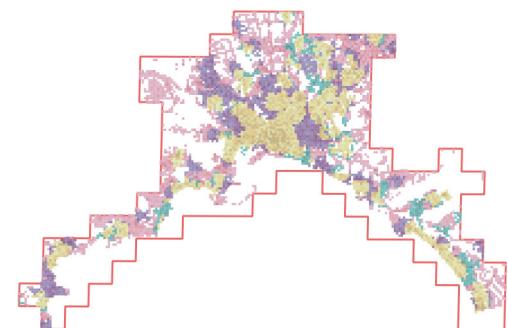
Bilbao



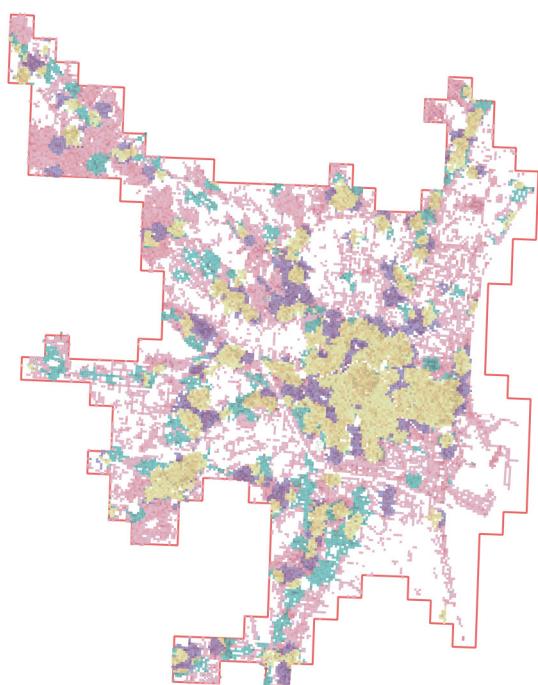
Murcia



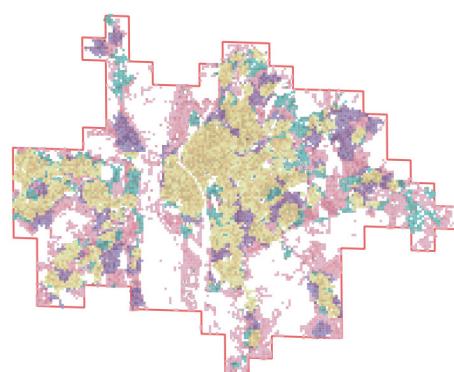
Palma



Valencia



Sevilla



3.3. Acceso a estaciones de transporte público

El acceso a un servicio de transporte público regular es un elemento fundamental en un sistema de movilidad saludable y sostenible. La disponibilidad de opciones de transporte público cerca de viviendas y lugares de trabajo incrementa la proporción de desplazamientos utilizando este medio, promoviendo así tanto la movilidad sostenible de la población como la actividad física derivada de los desplazamientos a pie en el acceso a las paradas y estaciones. Esto contribuye a mejorar la capacidad de movilidad de la población y así impulsar las oportunidades laborales y de interacción social, a la vez que mejorar la salud individual y evitar la contaminación derivada del uso de otros modos motorizados. No obstante, no cualquier oferta de transporte público es suficiente. Los dos principales factores clave en la determinación de la calidad de un determinado servicio de transporte público se refieren a su cobertura espacial y a su frecuencia de paso, especialmente en las horas punta. La cobertura espacial se refiere a la extensión espacial de la red de transporte público en una ciudad, lo que resulta en un grado de acceso u otro. No obstante, tener acceso a pie es una condición necesaria pero no suficiente. Es necesario que los servicios de transporte colectivo cuenten con la máxima frecuencia de paso posible.

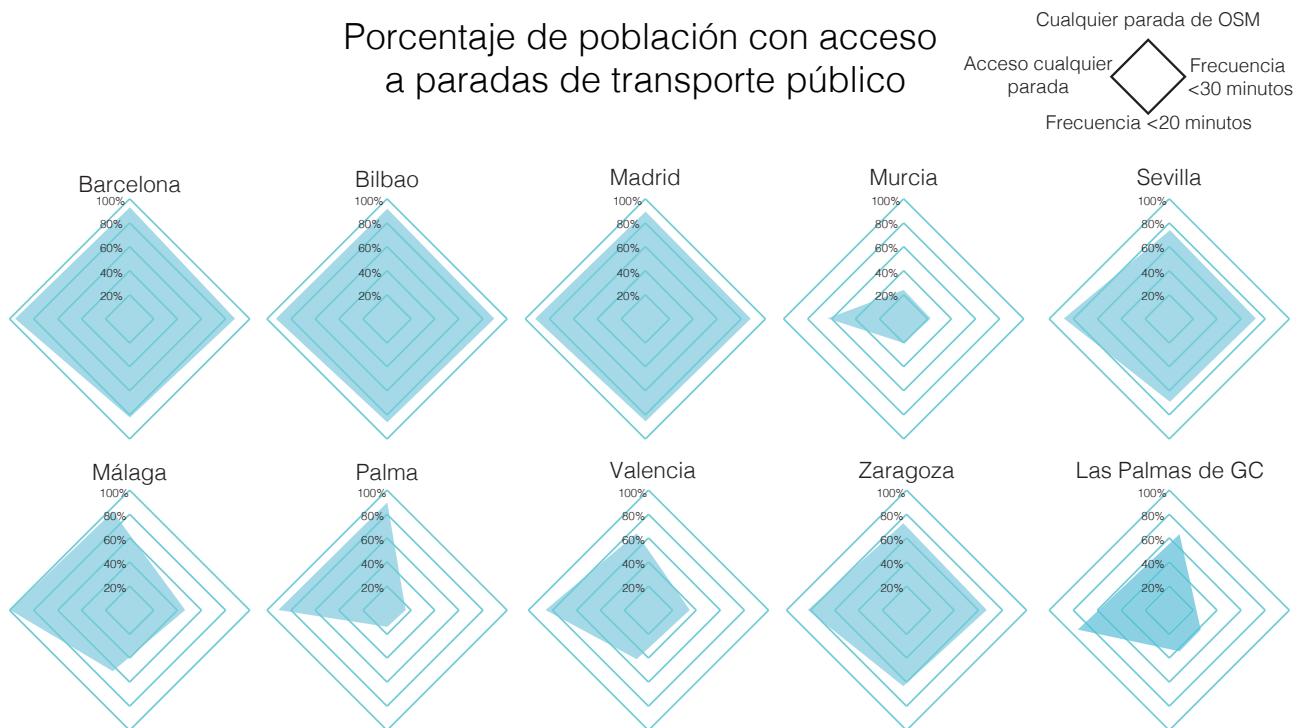
En las ciudades analizadas existe una considerable diversidad de opciones de transporte público (**Tabla 6**), según los datos GTFS disponibles para cada ciudad¹. Destacan, a nivel de cobertura de transporte colectivo, las ciudades de mayor rango demográfico (Madrid y Barcelona). A nivel de modos de transporte los más comunes son el autobús urbano e interurbano (existente en todas las ciudades), seguido del tren, el tranvía y el metro. Mientras que todas las grandes ciudades españolas cuentan con sistemas de autobús urbano y/o interurbano, y todas excepto Las Palmas de Gran Canaria cuentan con servicios ferroviarios, tres de ellas no cuentan, como mínimo, una línea de metro (Las Palmas de Gran Canaria, Murcia y Zaragoza). Por lo que se refiere al tranvía, solo en los casos de Las Palmas, Málaga y Palma no existe este tipo de servicio (a pesar de que algunas de estas ciudades cuentan en la actualidad con proyectos para su creación en el corto plazo). Más allá de estos, existen también otras formas de transporte público, como es el caso de sistemas de teleférico o funicular, presentes en Barcelona y Bilbao².

Según los datos extraídos de los distintos operadores locales y regionales en base a sus datos GTFS, en todas las ciudades analizadas la mayor parte de población tiene acceso a algún tipo de servicio de transporte público (**Tabla 6** y **Figura 5**), desde Murcia (63,8% de la población con acceso), hasta los máximos en las ciudades

Tabla 6. Acceso a estaciones o paradas de transporte público.

Área urbana	Disponibilidad de modos de transporte público						% de población con acceso	
	Bus	Metro	Tren	Tranvía	Otros	Cualquier frecuencia	< 30 min	< 20 min
Barcelona	✓	✓	✓	✓	✓	95,9	87,4	82,4
Bilbao	✓	✓	✓	✓	✓	93,1	89,1	86,3
Las Palmas GC	✓					79,5	69,2	63,4
Madrid	✓	✓	✓	✓		92,2	87,3	85,5
Málaga	✓	✓	✓			85,8	60,2	51,0
Murcia	✓		✓	✓		63,8	22,4	20,3
Palma	✓	✓	✓			90,8	15,3	14,1
Sevilla	✓	✓	✓	✓		88,4	71,4	69,2
Valencia	✓	✓	✓	✓		76,2	44,1	41,0
Zaragoza	✓		✓	✓		87,9	18,6	18,6

Figura 5. Acceso a transporte público según nivel de frecuencia.



de Barcelona, Bilbao, Madrid o Palma, en las que más del 90 e incluso 95% de la población tiene acceso a paradas de transporte público, mientras que en el resto de ciudades es entre el 75 y el 80% de la población que dispone de acceso espacial a servicios de transporte colectivo. Más allá de la cobertura espacial de las redes de transporte público, resulta de especial interés observar las diferencias una vez se considera la frecuencia de los distintos servicios. En este caso, solo las ciudades de Bilbao, Madrid y Barcelona superan el 85% de la población con acceso a transporte público con una frecuencia de paso inferior a los 30 minutos e incluso inferior a los 20 minutos. En base a los datos GTFS disponibles destaca como en ciertos casos, como el de Palma o el de Zaragoza, al considerar la frecuencia de paso la accesibilidad en transporte público por parte de la población se reduce drásticamente (menos del 20 e incluso 15% de la población con acceso a servicios de transporte público frecuente).

Como en los apartados anteriores, al final de este apartado se presenta cartografía que muestra la distribución espacial del acceso a transporte público

según la distinción en base a la frecuencia de paso. Así, se presenta la información en las siguientes categorías: zonas de la ciudad sin acceso a menos de 500m a cualquier tipo de parada de transporte público, zonas en las que la población tiene acceso, zonas con acceso a transporte de frecuencia media (<30 min) y alta frecuencia (<20 min).

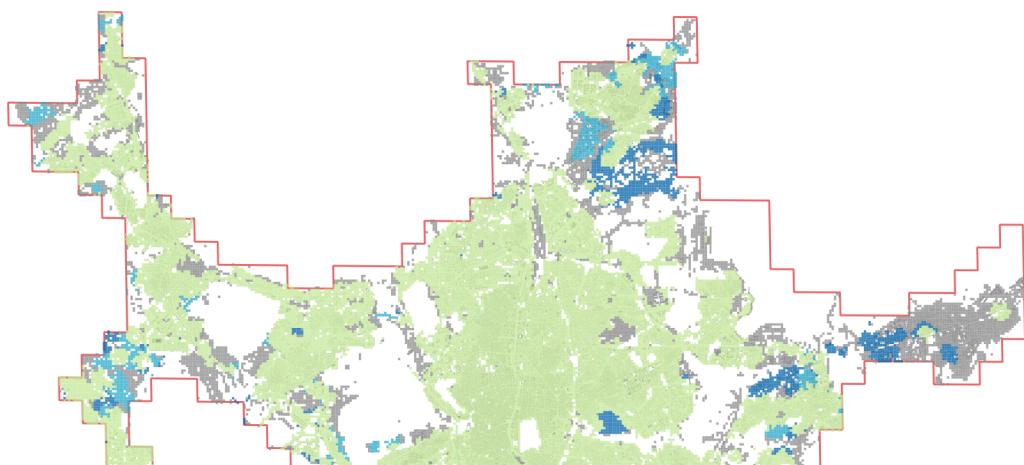


1. Datos preliminares, pendientes de validación pormenorizada.

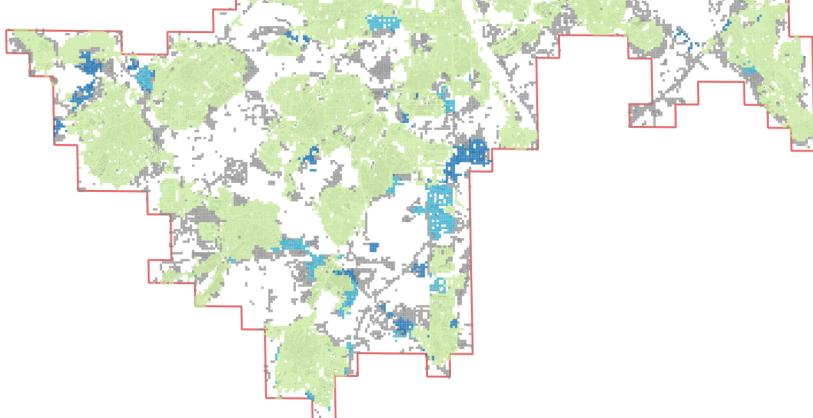
2. En otras ciudades pueden existir otras formas de transporte colectivo, por ejemplo Teleférico de Madrid, pero no se han encontrado datos GTFS disponibles.

Acceso a transporte público a 500m

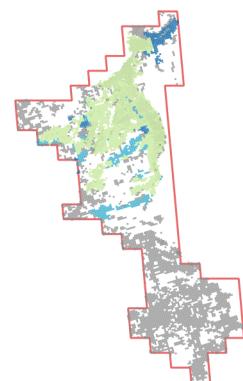
Madrid



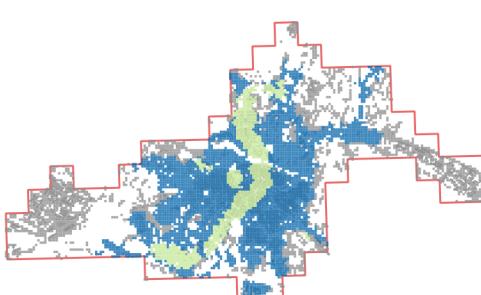
Las Palmas de G.C.



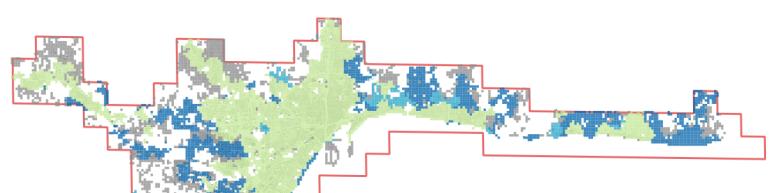
Las Palmas de G.C.



Zaragoza



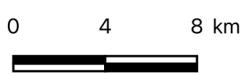
Málaga



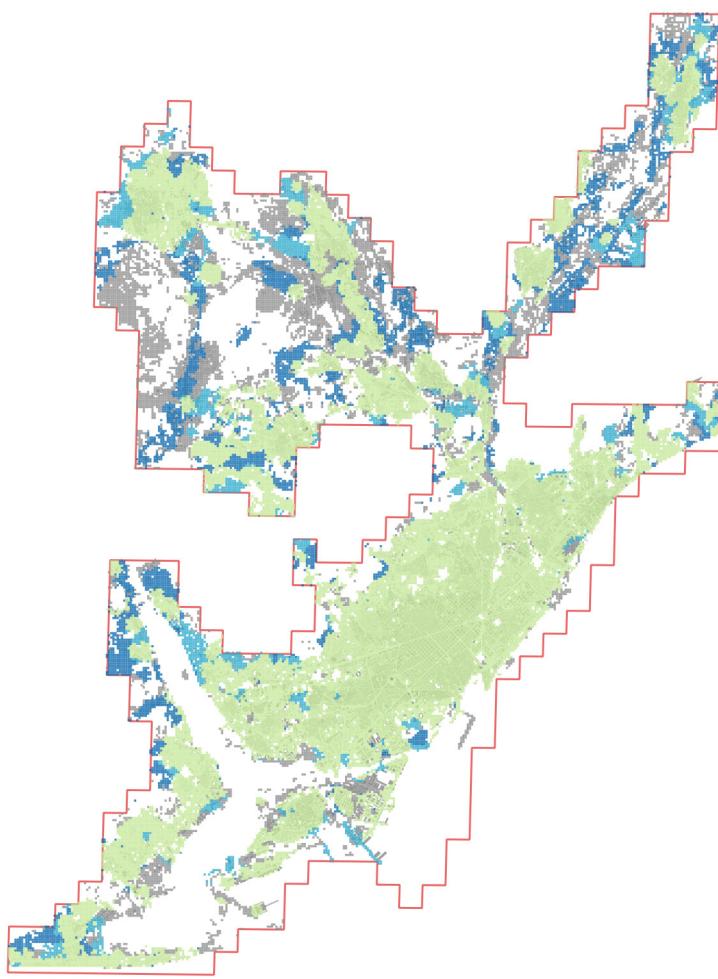
Leyenda

Acceso a transporte colectivo a 500m

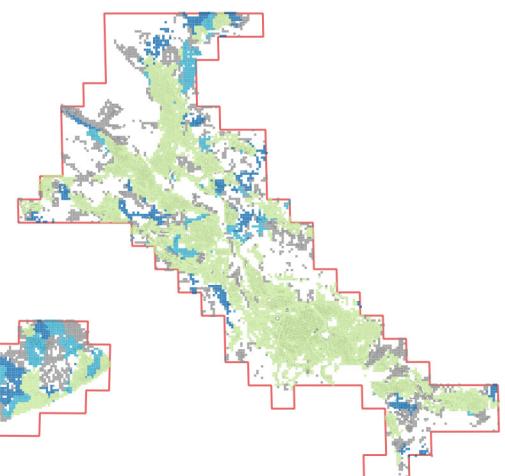
- Sin acceso
- Acceso a cualquier parada
- Acceso a TP con frecuencia <30min
- Acceso a TP con frecuencia <20min



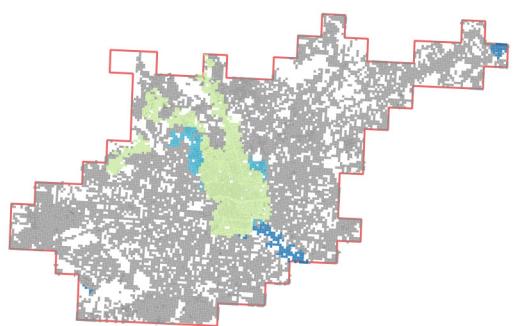
Barcelona



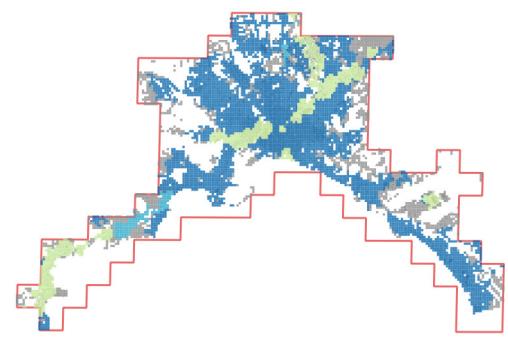
Bilbao



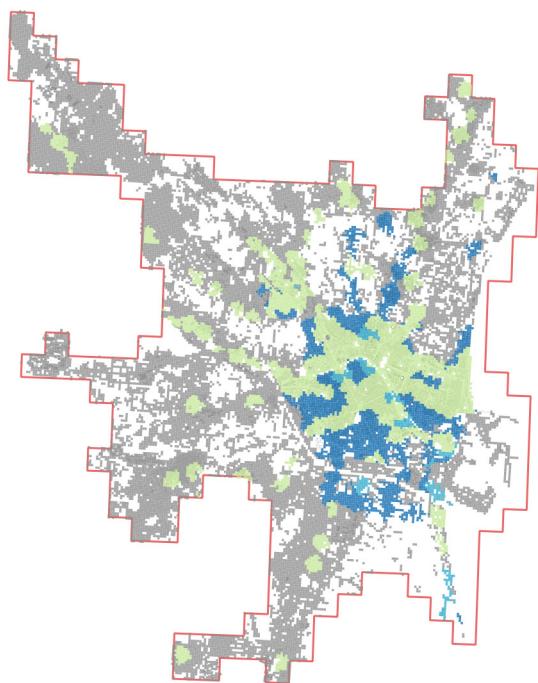
Murcia



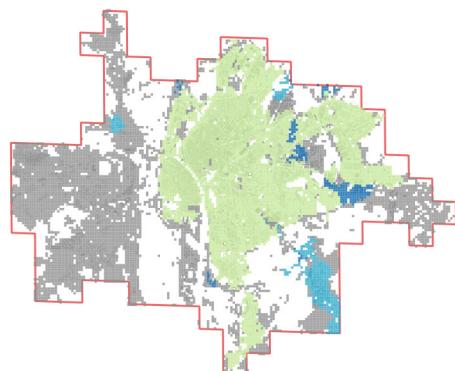
Palma



Valencia



Sevilla



3.4. Acceso a espacios públicos abiertos

La presencia de espacios públicos abiertos, y en especial aquellos de carácter natural como espacios verdes y azules, desempeña un papel clave en la regulación térmica de las ciudades y en la preservación de la biodiversidad. A su vez, el acceso a este tipo de espacios públicos abiertos promueve también la actividad física recreativa de los residentes urbanos, a la vez que juega un papel vital en su bienestar mental como espacio de interacción social. En un contexto de crecimiento urbano, en la que la densificación va en aumento y los espacios abiertos privados tienden a disminuir, la provisión de áreas públicas al aire libre se vuelve esencial para promover la salud de la población. Es por este motivo por el que, por ejemplo, la Organización Mundial de la Salud recomienda que los residentes urbanos tengan acceso a, como mínimo, entre 0,5 y 1 hectárea de espacio verde público a menos de 300 metros de su casa²¹, mientras que distintas ciudades europeas establecen umbrales mínimos de entre 6 y 9 m² de área verde de tipo recreativo por habitante²².

En el caso de las grandes ciudades españolas, el reto es de especial relevancia en comparación, por ejemplo, al resto de ciudades europeas, considerando que dichas ciudades se caracterizan por una elevada compacidad de la forma urbana y elevados niveles de densidad construida. En el caso de las ciudades analizadas, a nivel global y en términos absolutos, se observa en la **Tabla 7**

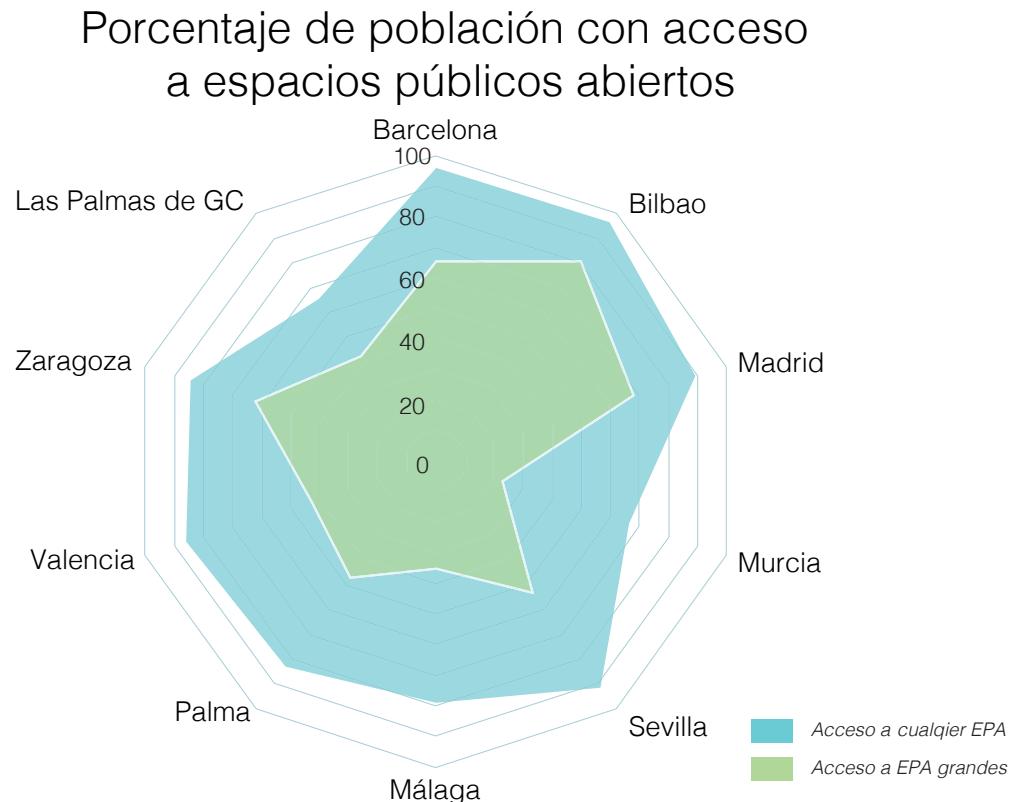
de qué modo destacan las ciudades de Barcelona y Madrid, también evidentemente con relación con su extensión urbana. En términos relativos, las ciudades mejores provistas de espacio público abierto son la ciudad de Bilbao, con 72 m² por cápita, seguido de Barcelona (45). En el otro extremo, destaca el caso de las Palmas de Gran Canaria como la ciudad con menor provisión de espacio público abierto por cápita (8 m²).

No obstante, estos indicadores están sujetos a la definición de área urbana, y, por otro lado, no son completamente representativo del acceso real que la población a este tipo de espacio. Con este objetivo resulta más informativo el indicador del porcentaje de población con acceso a dichos espacios. En general, en todas las ciudades la mayor parte de la población tiene acceso a algún espacio público abierto en sus ciudades (más del 65% de la población). En este sentido, destacan de nuevo las ciudades de Barcelona y Bilbao, en las que más de un 95% de la población tiene acceso a algún tipo de espacio público abierto. Por la cola, de nuevo, se presentan los casos de Las Palmas de Gran Canaria y Murcia. No obstante, es interesante observar de qué modo esta proporción se reduce cuando se considera exclusivamente el acceso a grandes espacios abiertos. En este caso es Bilbao la ciudad que lidera la tabla, con un 80,5% de la población con acceso a grandes espacios, a la que le sigue

Tabla 7. Acceso a espacios públicos abiertos en las ciudades analizadas.

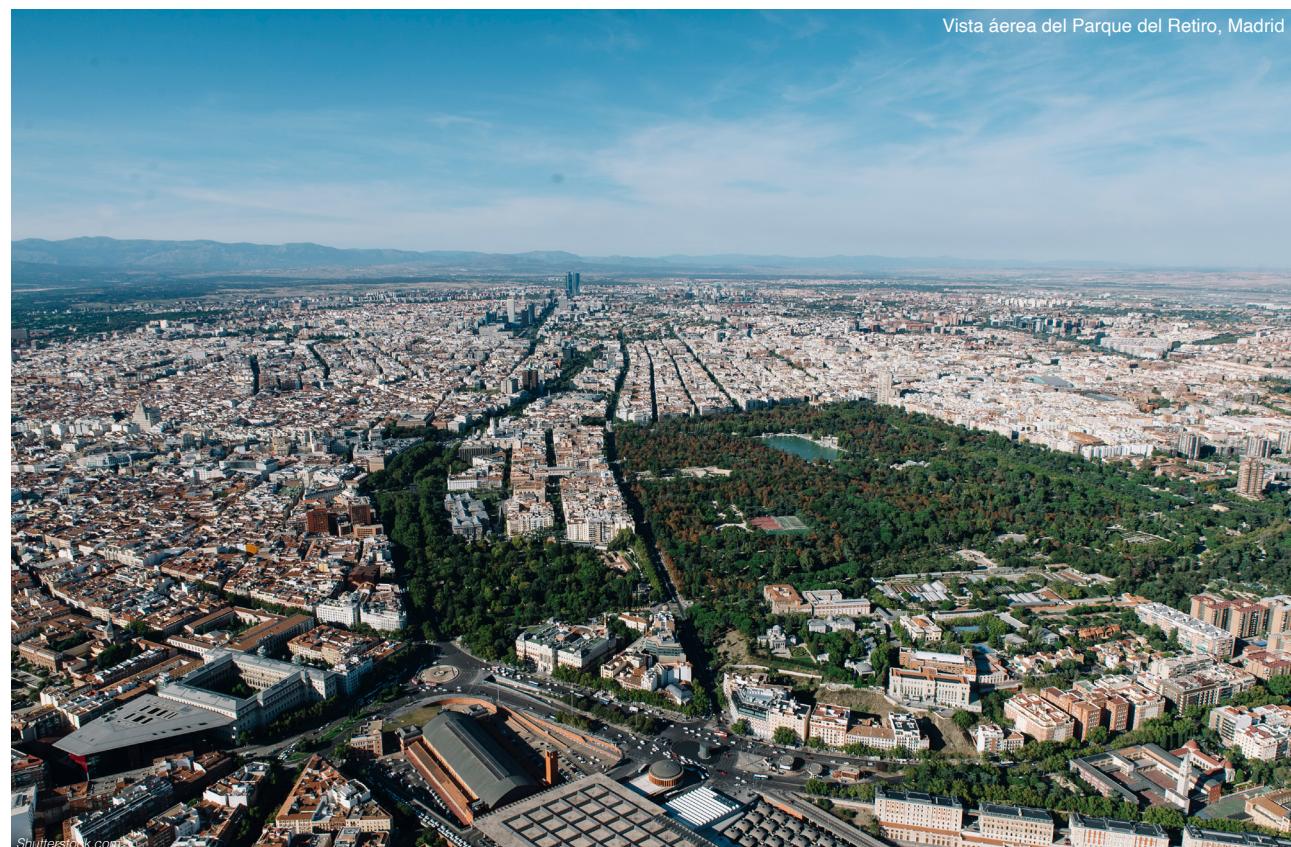
Área Urbana	Superficie de espacios públicos abiertos (Ha)			Superficie por cápita	% de población con acceso	
	<= 1,5 Ha	> 1,5 Ha	Total		Cualquiera	Grandes
Barcelona	1.371,0	18.088,6	19.459,6	45,0	95,9	64,9
Bilbao	469,6	4.316,6	4.786,2	72,2	96,5	80,5
Las Palmas GC	80,8	237,4	318,2	8,9	65,2	42,2
Madrid	1.485,1	9.207,8	10.692,8	21,8	89,2	68,0
Málaga	268,7	1.034,0	1.302,7	20,0	79,2	35,3
Murcia	210,6	1.064,8	1.275,4	42,4	66,6	22,7
Palma	165,0	604,2	769,1	21,2	83,4	47,5
Sevilla	298,2	1.085,0	1.383,2	18,1	91,8	53,5
Valencia	430,2	1.613,6	2.043,8	15,0	86,2	42,9
Zaragoza	166,1	1.083,8	1.249,8	30,7	84,3	61,9

Figura 6. Acceso a espacios públicos abiertos.



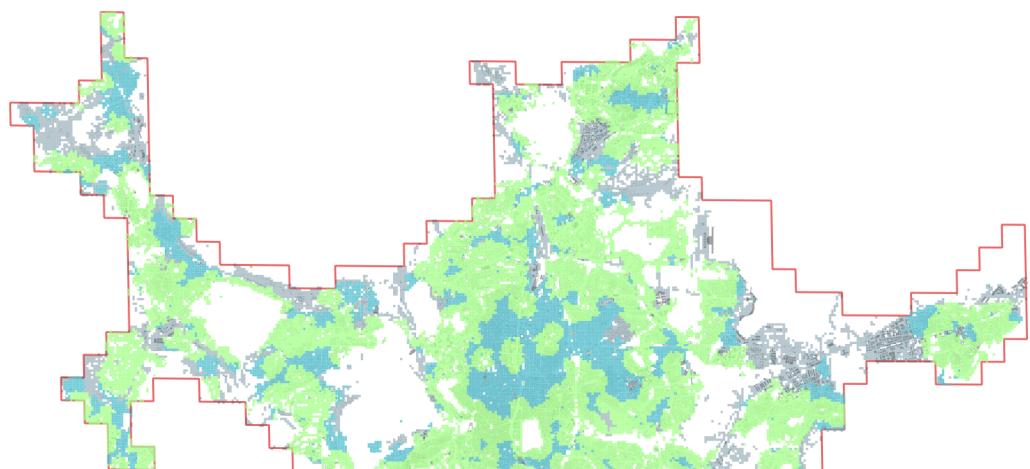
este caso le sigue Madrid (68%) y Barcelona (64,9%). En este caso son Murcia y Málaga las ciudades en las que existe un menor porcentaje de población con acceso a grandes espacios abiertos públicos (22,7% y 35,3%, respectivamente).

En las páginas finales de este apartado se muestra, de nuevo, la distribución espacial del acceso espacios públicos abiertos por parte de la población, en función de la superficie de éstos.

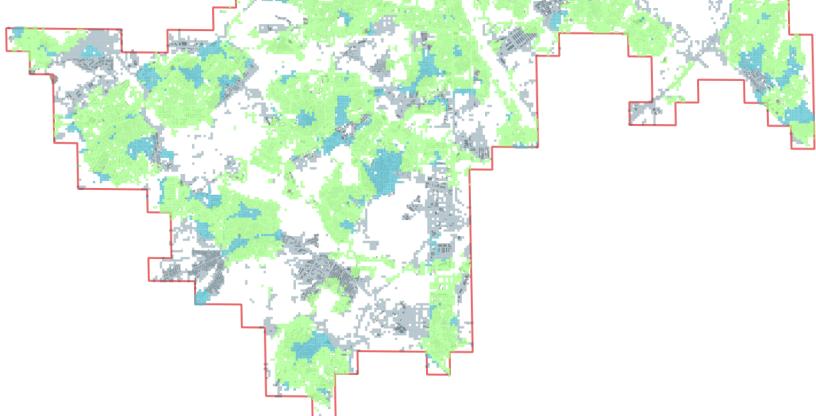


Acceso a espacios públicos abiertos

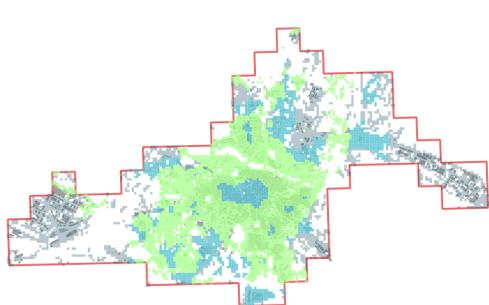
Madrid



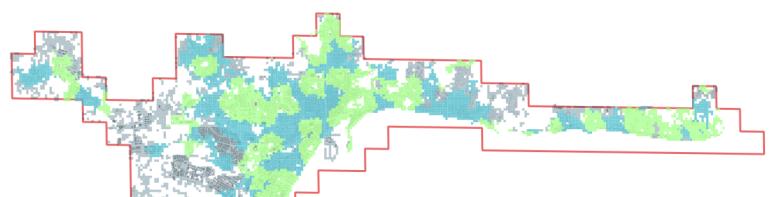
Las Palmas de G.C.



Zaragoza



Málaga



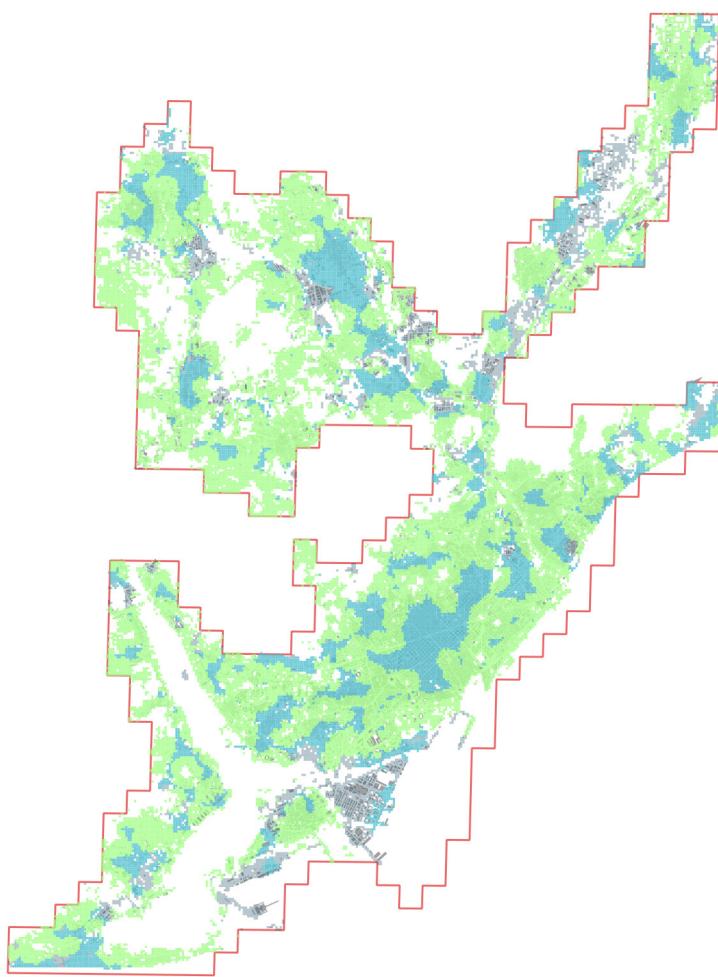
Leyenda

Acceso a espacios públicos abiertos (EPA)

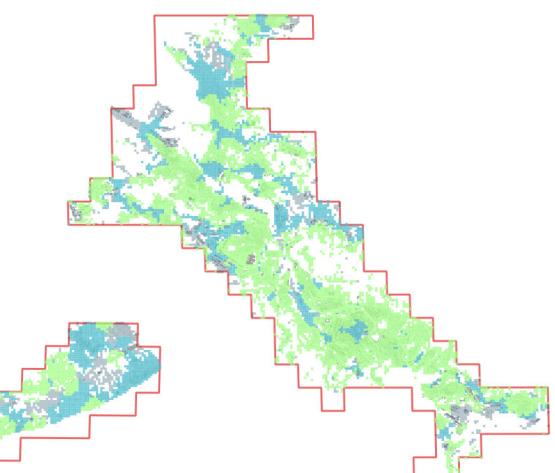
- Sin acceso
- Acceso a cualquier EPA
- Acceso a EPA grandes



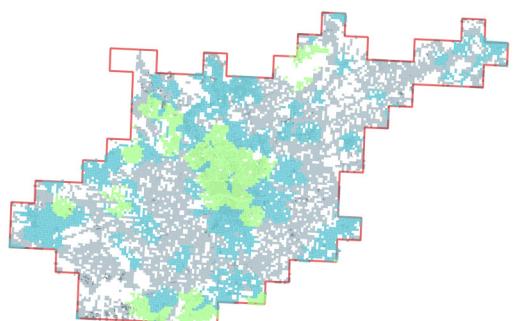
Barcelona



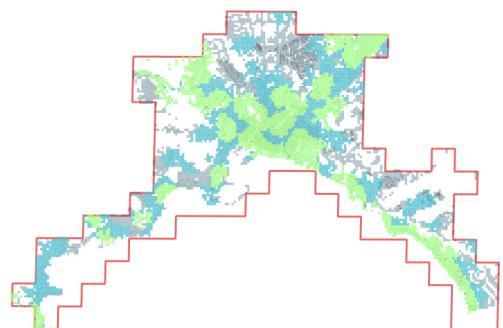
Bilbao



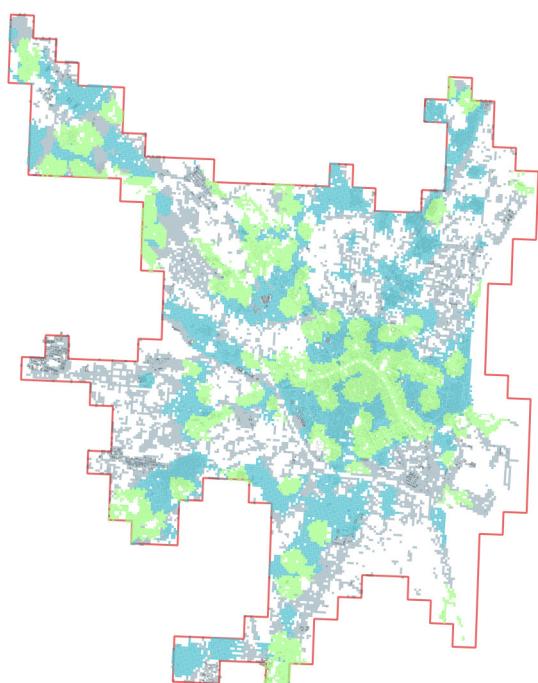
Murcia



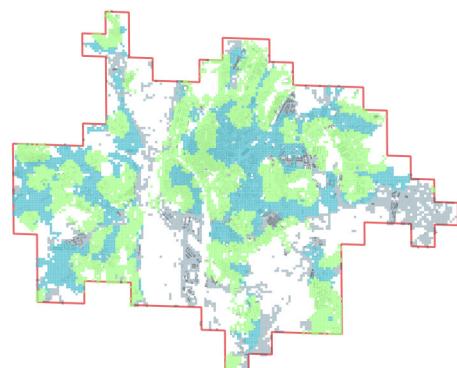
Palma



Valencia



Sevilla



3.5. Accesibilidad general y caminabilidad

Uno de los aspectos más cruciales en el diseño de ciudades sostenibles y saludables es el que se refiere a la caminabilidad del entorno construido. Se entiende por caminabilidad el grado en el que el entorno facilita y favorece la movilidad peatonal, siendo esta la forma de desplazarse más eficiente a nivel ambiental, más democrática (siendo la que cuenta con menores barreras de adopción) y saludable por sus implicaciones a nivel de actividad física. La caminabilidad se configura a distintas escalas, des de la disposición y características de la trama urbana hasta el diseño concreto del espacio público. A pesar de que existen varias definiciones posibles de caminabilidad, a cada una de esas escalas, habitualmente se operativiza y como la combinación de una serie de características urbanas relacionadas con los indicadores presentados en los apartados anteriores. Concretamente, las definiciones tradicionales de caminabilidad sustentan que ésta varía en función de la densidad construida y de población, del acceso a bienes y servicios, o de la disposición de los usos del suelo en el territorio, y de aspectos relativos al diseño de la trama urbana y del espacio público, como puede ser la densidad de intersecciones²³. Así, tal y como se ha mencionado en el apartado metodológico de este documento, en este proyecto la caminabilidad se define como la combinación de la densidad

de población, la densidad de intersecciones, y un indicador general de accesibilidad que engloba el acceso a tiendas de alimentación, a tiendas de barrio y a paradas de transporte público.

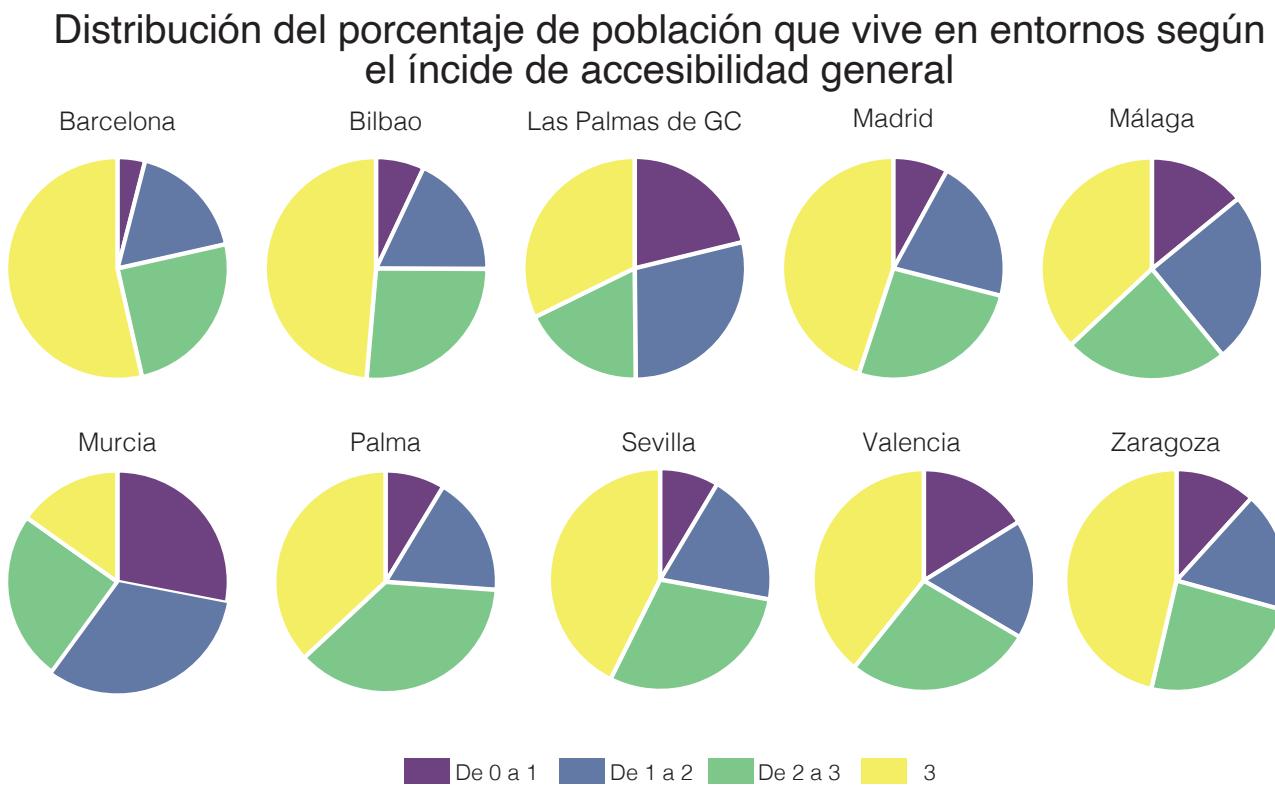
Por lo que se refiere al índice de accesibilidad general, los resultados mostrados en la **Tabla 8** y, por categorías, en la **Figura 7**, indican que, a nivel global y de forma ponderada por población, las ciudades de Barcelona y Bilbao son las más accesibles en el contexto de las diez grandes ciudades españolas. Le siguen Madrid y Sevilla, Zaragoza, Palma, Valencia, Málaga, Las Palmas de Gran Canaria y Murcia, en este orden. Cuando este indicador se combina con la distribución de la densidad de población y la densidad de intersecciones se observa que no existen grandes diferencias, con lo que se confirma, en general, el mismo orden por lo que se refiere a la caminabilidad. Barcelona y Bilbao se erigen como las ciudades más caminables a nivel global, seguidas de Sevilla y Madrid, en este caso. Por la cola encontramos el caso de Murcia y de Málaga.

Como en casos anteriores, índices abstractos como el de accesibilidad general o incluso el de caminabilidad pueden ser de difícil interpretación sin un elemento comparativo o un valor de referencia. Es por este motivo que puede resultar de más

Tabla 8. Valores de accesibilidad general y caminabilidad en las ciudades analizadas.

Área Urbana	Valores de caminabilidad relativos a las 10 ciudades				
	Índice de accesibilidad general	Caminabilidad global	% de la población por encima de la mediana	% de la población por debajo del primer cuartil	% de la población por encima del tercer cuartil de las 10 ciudades
				de las 10 ciudades	cuartil de las 10 ciudades
Barcelona	2,4	2,6	85,0	3,9	64,3
Bilbao	2,3	2,0	81,5	7,5	60,9
Las Palmas GC	1,7	0,6	58,7	21,2	36,4
Madrid	2,2	1,5	77,2	8,2	50,4
Málaga	2,0	0,3	57,8	17,9	30,2
Murcia	1,4	-0,7	39,5	32,3	15,6
Palma	2,1	0,6	67,7	8,9	26,9
Sevilla	2,2	1,5	80,8	6,2	45,3
Valencia	2,0	1,3	74,1	12,8	50,4
Zaragoza	2,2	0,6	69,2	12,4	32,3

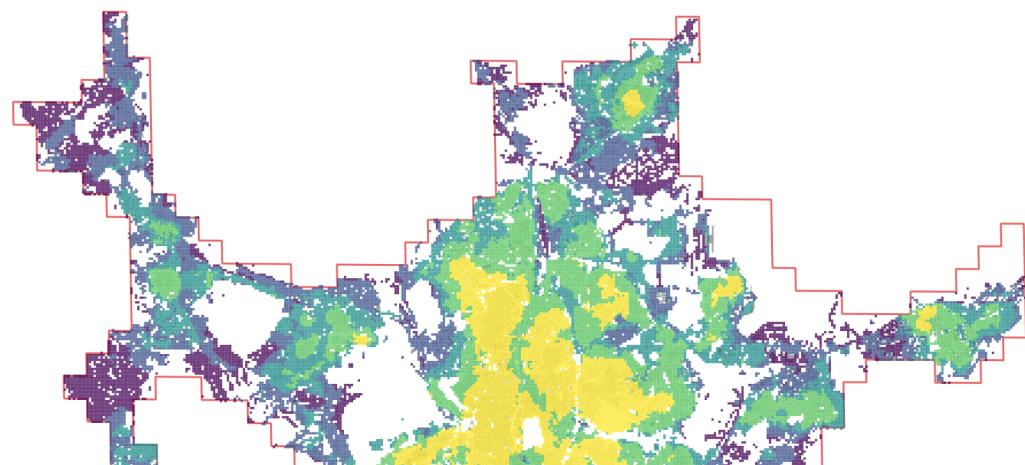
Figura 7. Índice de accesibilidad general: porcentaje de población según el grado de acceso.



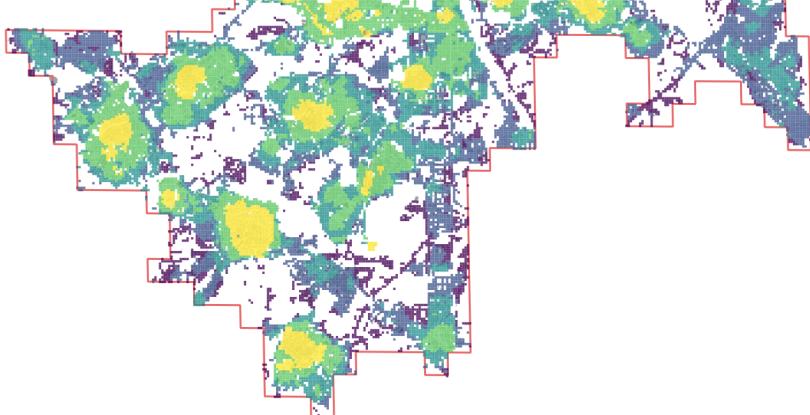
utilidad identificar el porcentaje de población que reside en distintos umbrales de caminabilidad, en relación a los valores medios en el conjunto de las diez ciudades analizadas. Así, en la mitad derecha de la **Tabla 8** se observa de qué modo el 85% de la población en Barcelona, en primer lugar, reside en entornos con una caminabilidad superior a la mediana de las diez ciudades, seguida por Bilbao (81,5%), Sevilla (80,8%), Madrid (77,2%) y Valencia (74,1%). En un segundo grupo encontramos el caso de Zaragoza y Palma (69,2 y 67,7%, respectivamente), a las que les siguen Las Palmas de Gran Canaria y Málaga (58,7% y 57,8%) y, por último, el caso de Murcia, en el que el 39,5% de la población reside en este tipo de entornos caminables. Este patrón está claramente relacionado, a su vez, con la proporción de población que reside en barrios con una caminabilidad que se encuentra por debajo del primer cuartil de caminabilidad a nivel de las diez ciudades (por ejemplo, en Murcia este es el caso del 32,3% de la población), o, por el contrario, el porcentaje de población que reside en entornos con una caminabilidad superior al tercer cuartil de las diez ciudades (siendo claro el caso de Barcelona y Bilbao, con más del 60% de la población en esta situación).



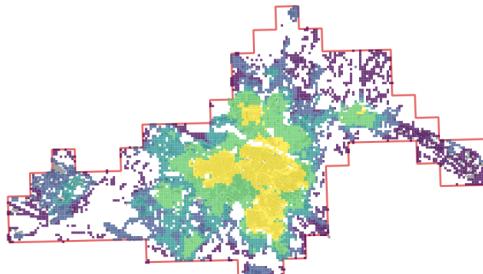
Caminabilidad
Madrid



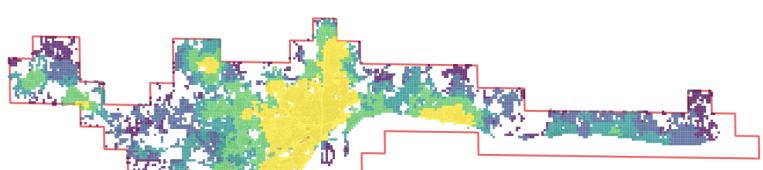
Las Palmas de G.C.



Zaragoza



Málaga



Leyenda

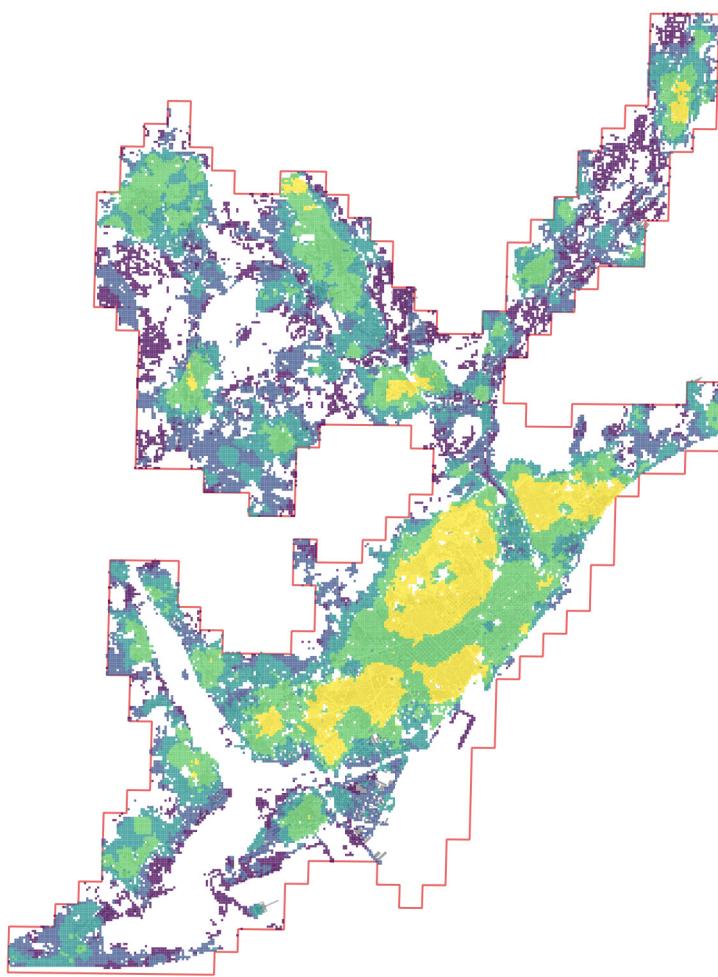
Caminabilidad

[Color swatch for -10,5 to -3,7]	-10,5 - -3,7
[Color swatch for -3,7 to -1,8]	-3,7 - -1,8
[Color swatch for -1,8 to 0,1]	-1,8 - 0,1
[Color swatch for 0,1 to 2,1]	0,1 - 2,1
[Color swatch for 2,1 to 6,7]	2,1 - 6,7

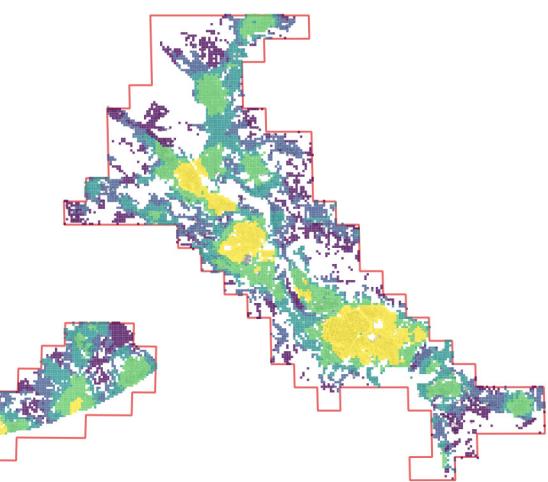
0 4 8 km



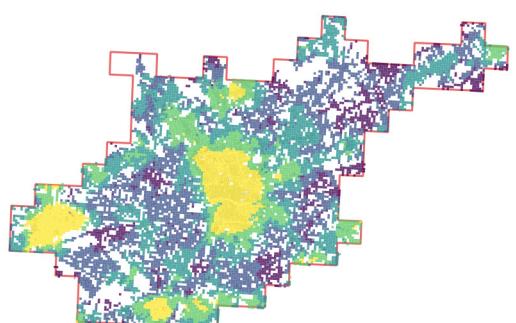
Barcelona



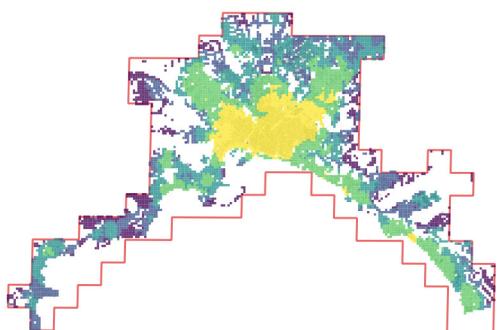
Bilbao



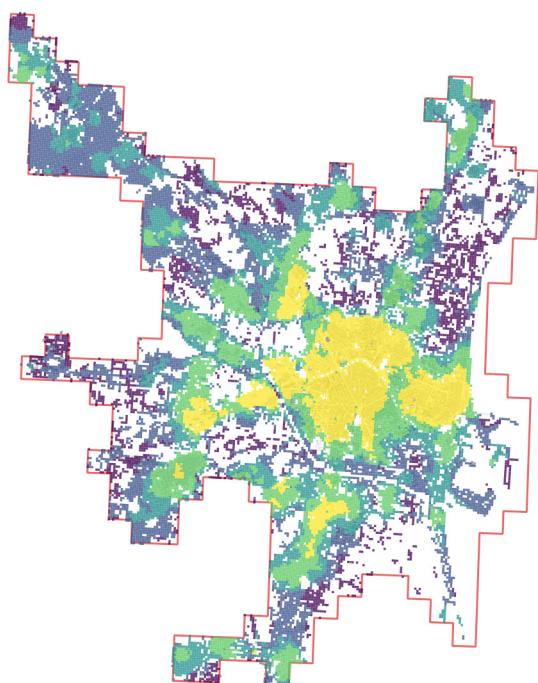
Murcia



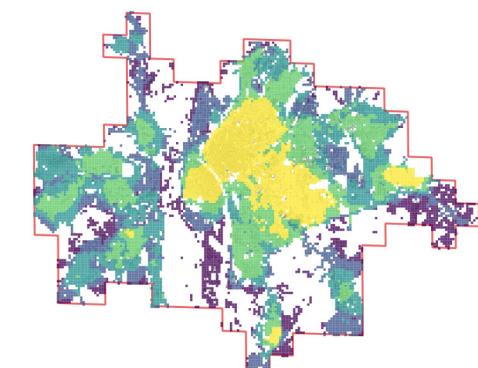
Palma



Valencia



Sevilla



4. Reflexiones finales

Las grandes ciudades españolas presentan, en gran medida, las condiciones necesarias para propiciar estilos de vida sostenibles y saludables, especialmente en sus centros. Globalmente, estas ciudades presentan valores de densidad y de compacidad urbana que se pueden considerar altos en comparación, por ejemplo, al contexto europeo, y más aún si la comparación se realiza con ciudades de otros contextos geográficos. No obstante, y especialmente como consecuencia de los desarrollos urbanos más recientes, existe aún cierto margen de mejora por lo que se refiere a los indicadores analizados, orientados a medir el grado de accesibilidad a pie a distintos servicios y espacios cotidianos.

Se ha observado en este primer análisis descriptivo de qué modo, salvo algunas excepciones, las grandes ciudades españolas presentan elevados valores de accesibilidad a destinos y servicios cotidianos, a espacios abiertos en general, así como también un considerable potencial de caminabilidad. Es habitual que las ciudades de mayor rango demográfico presenten, a priori, mejores niveles de accesibilidad, pues en gran medida éstas acostumbran no solo a acoger mayores densidades de población, pero también de actividad comercial y, a su vez, son capaces de proveer a la población de una mejor oferta de servicios públicos, como por ejemplo el caso del transporte colectivo. No obstante, se ha observado que mientras que tanto Madrid como especialmente Barcelona puntúan alto en el conjunto de indicadores analizados, destaca también el caso de Bilbao. Pese a encontrarse en el rango intermedio entre las ciudades analizadas, la ciudad vasca supera en ciertos indicadores a la capital del Estado.

Los indicadores analizados sugieren, por otro lado, cierto margen de mejora en algunos de los aspectos incluidos en este estudio, y en algunas ciudades en particular. Es el caso de las ciudades de Murcia y Las Palmas de Gran Canaria, en las que, por ejemplo, la mayor parte de población parece no disponer de acceso próximo y a pie a establecimientos de alimentación. Del mismo modo,

existen retos compartidos entre el conjunto de las ciudades (quizás con la excepción, de nuevo, de Bilbao, Madrid y Barcelona) por lo que se refiere por ejemplo al acceso a grandes espacios abiertos, lo que supone un reto particularmente difícil de abordar, dada la configuración urbana propia de las ciudades españolas, o la mejora del servicio de transporte público de elevada frecuencia.

En relación con la gestión de estas problemáticas, el principal reto subyacente podría ser el de no contar actualmente con las estructuras y herramientas necesarias para afrontarlas a la escala adecuada. Como se ha visto, las grandes ciudades analizadas se componen de una gran diversidad de realidades municipales que comparten necesidades y requieren de soluciones a una escala metropolitana. No obstante, y salvo la excepción del caso del Área Metropolitana de Barcelona y organismos de cooperación intermunicipal sectorial, las grandes ciudades españolas no cuentan aún con instituciones de gobernanza metropolitana, lo que según ha apuntado un exhaustivo estudio reciente supone una anomalía en el contexto europeo²⁴.

Los resultados de los indicadores analizados, como se ha mencionado anteriormente, se basan en datos de naturaleza abierta, tanto en el caso de los provenientes de OpenStreetMap como, por ejemplo, los datos GTFS. Este proyecto también ha tenido como objetivo evaluar en qué medida este tipo de datos puede resultar de interés y utilidad tanto a nivel académico como para informar políticas públicas. En este sentido, el análisis preliminar aquí presentado muestra claramente el potencial de este tipo de datos para análisis a gran escala, para múltiples ciudades bajo un mismo estándar y estructura de datos. No obstante, también se han identificado algunas limitaciones que cabe considerar, especialmente en comparación a fuentes de datos oficiales. Es el caso de los datos espaciales de OSM ya que, dada su naturaleza colaborativa y voluntaria, puede suponer una fuente no exhaustiva por lo que se refiere a la distribución de establecimientos comerciales o, por otro lado, el hecho que se basa en una red viaria

que puede contener incoherencias topológicas. De forma similar, derivado del uso de datos GTFS de distintas ciudades y múltiples operadores se intuye que, a pesar de ser de gran utilidad, estos datos presentan también limitaciones referidas a su disponibilidad, correcta identificación de todos los modos de transportes y completa actualización.

Finalmente, este informe preliminar supone tan solo el primer hito en la construcción e interpretación de una selección de indicadores relativos a diseños urbanos sostenibles y saludables en las grandes ciudades españolas. Como siguientes pasos se identifica claramente la necesidad de validación de los resultados de estos, a partir de análisis pormenorizados y en colaboración con agentes locales, así como la relación de estos resultados con las condiciones socioeconómicas de la población.

5. Referencias

1. United Nations. The World's Cities in 2018 - Data Booklet. Department of Economic and Social Affairs Population Division; 2018:34.
2. Salvo D, Garcia L, Reis RS, et al. Physical Activity Promotion and the United Nations Sustainable Development Goals : Building Synergies to Maximize Impact. *J Phys Act Health*. Publicado en línea: 2021:1-18.
3. Delclòs-Alió X, Rodríguez DA, Medina C, et al. Walking for transportation in large Latin American cities: walking-only trips and total walking events and their sociodemographic correlates. *Transp Rev*. Publicado en línea: 2021:1-22. doi:10.1080/01441647.2021.1966552
4. Giles-Corti B, Vernez-Moudon A, Reis R, et al. City planning and population health: a global challenge. *The Lancet*. 2016;388(10062):2912-2924. doi:10.1016/S0140-6736(16)30066-6
5. Cardozo OD, Gutiérrez Puebla J, García-Palomares JC. Influencia de la morfología urbana en la demanda de transporte público: análisis mediante SIG y modelos de regresión múltiple. *Geofocus*. 2010;10:82-102.
6. Nel·lo O, López J, Martín J, Checa J. Energy and urban form. The growth of European cities on the basis of night-time brightness. *Land Use Policy*. 2017;61:103-112. doi:10.1016/j.landusepol.2016.11.007
7. Salvati L, Rontos K, Morelli VG. Urban sprawl and implications for sustainable transportation: Analysing changing commuting patterns in a Mediterranean city region. *Int J Sustain Soc*. 2015;7(4):333-352. doi:10.1504/IJSSOC.2015.073553
8. Delclòs-Alió X, Miralles-Guasch C. Looking at Barcelona through Jane Jacobs's eyes: Mapping the basic conditions for urban vitality in a Mediterranean conurbation. *Land Use Policy*. 2018;75(June):505-517. doi:https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.04.026
9. Marquet O, Miralles-Guasch C. The Walkable city and the importance of the proximity environments for Barcelona's everyday mobility. *Cities*. 2015;42(B):258-266. doi:10.1016/j.cities.2014.10.012
10. Lowe M, Arundel J, Hooper P, et al. Liveability aspirations and realities: Implementation of urban policies designed to create healthy cities in Australia. *Soc Sci Med*. 2020;245(December 2019):112713. doi:10.1016/j.socscimed.2019.112713
11. Sandoval G, Rongerude J. Telling a Story that Must Be Heard: Participatory Indicators as Tools for Community Empowerment. *J Community Pract*. 2015;23(3-4):403-414. doi:10.1080/10705422.2015.1091417
12. Gómez-Varo I, Delclòs-Alió X, Miralles-Guasch C. Jane Jacobs reloaded: A contemporary operationalization of urban vitality in a district in Barcelona. *Cities*. 2022;123(103565):1-15. doi:10.1016/j.cities.2022.103565
13. Elwood S. Grassroots groups as stakeholders in spatial data infrastructures: Challenges and opportunities for local data development and sharing. *Int J Geogr Inf Sci*. 2008;22(1):71-90. doi:10.1080/13658810701348971
14. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana del Gobierno de España D de V y S. Áreas Urbanas de España 2021. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana del Gobierno de España, DG de Vivienda y Suelo; 2021. <https://www.mitma.gob.es/portal-del-suelo-y-politicas-urbanas/atlas->

- estadístico-de-las-areas-urbanas
15. Boeing G. Spatial information and the legibility of urban form: Big data in urban morphology. *Int J Inf Manag.* 2021;56. doi:10.1016/j.ijinfomgt.2019.09.009
 16. Boeing G, Higgs C, Liu S, et al. Using open data and open-source software to develop spatial indicators of urban design and transport features for achieving healthy and sustainable cities. *Lancet Glob Health.* 2022;10(June):907-918. doi:[https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(22\)00072-9](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(22)00072-9)
 17. Higgs C, Liu S, Boeing G, et al. Global Healthy and Sustainable City Indicators software. *Glob Obs Healthy Sustain Cities.* Published online 2023. doi:10.25439/rmt.24760260.v1
 18. Florczyk A, Corbane C, Schiavina M, et al. GHS Urban Centre Database 2015, multitemporal and multidimensional attributes, R2019A, European Commission, Joint Research Centre (JRC). Publicado en línea: 2019. PID: <https://data.jrc.ec.europa.eu/dataset/53473144-b88c-44bc-b4a3-4583ed1f547e>
 19. Boeing G. OSMnx: New methods for acquiring, constructing, analyzing, and visualizing complex street networks. *Comput Environ Urban Syst.* 2017;65:126-139. doi:10.1016/j.compenvurbsys.2017.05.004
 20. Schiavina M, Melchiorri M, Pesaresi M, et al. GHSL Data Package 2022: Public Release GHS P2022. Oficina de publicaciones de la Unión Europea; 2022.
 21. Europe W. Urban green spaces: a brief for action. World Health Organ Abgerufen Von Available <Httpsapps Who Intirishandle10665344116>. Publicado en línea: 2017.
 22. European Environment Agency (EEA). Who Benefits from Nature in Cities? Social Inequalities in Access to Urban Green and Blue Spaces across Europe. online. Publicado en línea: 2022.
 23. Frank LD, Sallis JF, Saelens BE, et al. The development of a walkability index: application to the Neighborhood Quality of Life Study. *Br J Sports Med.* 2010;44(13):924-933. doi:10.1136/bjsm.2009.058701
 24. Tomàs (coord.) M. Metrópolis sin gobierno. La anomalía española en Europa. Tirant Humanidades; 2023.
 25. OpenStreetMap. (OpenStreetMap, contributors 2017).

