



Transformación Urbana Sostenible: ¿cómo mejorar la caminabilidad y ciclabilidad en las ciudades mediante la ciencia de datos? Sustainable Urban Transformation: Is it possible to improve walkability and cyclability in cities through data-science driven methods?

MONICA V. SANCHEZ-SEPULVEDA

Universidad Ramon Llull, España
monica.sanchez@salle.url.edu

JOAN NAVARRO

Universidad Ramon Llull, España
joan.navarro@salle.url.edu

DAVID FONSECA ESCUDERO

Universidad Ramon Llull, España
david.fonseca@salle.url.edu

RESUMEN Algunos de los efectos negativos del rápido crecimiento urbano en las últimas décadas incluyen una mayor cantidad de tráfico y una falta de infraestructura para peatones y ciclistas. El proyecto de investigación llamado "Acciona y Conecta" llevado a cabo en la ciudad de Barcelona, pretende responder a la pregunta de investigación: cómo se puede cuantificar y mejorar la caminabilidad y la movilidad en bicicleta en las ciudades. La hipótesis de la investigación que motiva el proyecto es que la ciencia de datos y otras tecnologías avanzadas pueden cambiar la infraestructura urbana, lo que puede conducir a ciudades más móviles, saludables y sostenibles. Para ello se ha realizado una evaluación de la movilidad en la ciudad de Barcelona, generado una base de datos, propuesto varias mejoras urbanísticas, y replicado esta metodología en otras ciudades (Madrid y Helsinki), además de fomentar la participación ciudadana. En este trabajo se presentan los últimos avances y resultados de este proyecto de investigación en cuanto a evaluación de estructura urbana, identificación de parámetros urbanísticos que permitan un análisis cuantitativo, recomendaciones urbanísticas, y escalabilidad en otros entornos.

ABSTRACT Some of the negative effects of rapid urban growth in recent decades include increased traffic and a lack of infrastructure for pedestrians and cyclists. The research project called "Acciona y Conecta," carried out in the city of Barcelona, aims to answer the research question: how can walkability and cyclability in cities be quantified and improved? The research hypothesis driving the project is that data science and other advanced technologies can transform urban infrastructure, leading to more mobile, healthier, and sustainable cities. To achieve this, an assessment of mobility in Barcelona has been conducted, a database has been created, several urban improvement proposals have been developed, and this methodology has been replicated in other cities (Madrid and Helsinki), while also promoting citizen participation. This work presents the latest developments and findings of the research project regarding urban structure assessment, identification of urban planning parameters for quantitative analysis, urban planning recommendations, and scalability to other environments.

PALABRAS CLAVE movilidad sostenible, planificación urbana, salud pública, ciencia de datos, ciudades accesibles

KEYWORDS sustainable mobility, urban planning, public health, data science, accessible cities

Recibido: 11/09/2024
Revisado: 05/02/2025
Aceptado: 18/02/2025
Publicado: 26/01/2026



Cómo citar este artículo/How to cite this article: Sanchez-Sepulveda, M. V., Navarro, J. y Fonseca Escudero, D. (2025). Transformación Urbana Sostenible: ¿cómo mejorar la caminabilidad y ciclabilidad en las ciudades mediante la ciencia de datos?. *Estoa. Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca*, 15(29), 186-201. <https://doi.org/10.18537/estv015.n029.a12>

1. Introducción

El rápido desarrollo del paisaje urbano contemporáneo está estrechamente relacionado con la expansión acelerada de las áreas urbanas. De acuerdo al informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, de 2023 (United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2023), más de la mitad de la población mundial vive en áreas urbanas y se estima que la proporción ascienda hasta un 70% en 2050. Significativamente, este crecimiento de la población urbanizada supone el creciente aumento de la demanda de transporte urbano, con la consiguiente generación de importantes cuestiones relativas al acceso y cobertura del transporte público (Pojani y Stead, 2015). En el caso de España, el sector del transporte aporta un 30,7% de las emisiones de gases de efecto invernadero totales, lo que enfatiza la necesidad de establecer un modelo de movilidad urbana sostenible (Vicepresidencia tercera del gobierno, 2021).

La urbanización global presenta tanto oportunidades como desafíos económicos, exacerbados por la pandemia de COVID-19 (World Bank 2023, 2023). La pandemia no solo ha acelerado procesos digitales enfocados en la sostenibilidad y la reducción de emisiones, sino que también ha subrayado la importancia de la planificación urbana adaptable. Iniciativas como las “ciudades de quince minutos” (Moreno et al., 2021) abordan estos desafíos al mejorar la accesibilidad y reducir la dependencia del automóvil. La estructura y diseño de las ciudades son cruciales para la transitabilidad peatonal, afectando directamente la salud pública y la calidad de vida (Mouratidis, 2021). Promover el uso de la bicicleta y dar prioridad a los peatones responde a cambios sociales más amplios, donde la innovación social aborda cuestiones más allá de la movilidad eficiente, incluyendo la reducción del impacto ambiental en las políticas públicas (Sanchez-Sepulveda et al., 2023).

Sin embargo, la relación entre el diseño urbano y la salud pública es compleja y multifacética. Factores como la disposición de puntos de acceso, el diseño de instalaciones y el uso de espacios verdes tienen un papel significativo en los resultados de salud individual dentro de una comunidad (Jackson, 2003; Lu et al., 2017; Sanchez Sepulveda, 2015). Este enfoque integral de planificación urbana no solo mejora la calidad de vida de las personas, sino que también ayuda a reducir el cambio climático al disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero (Abduljabbar et al., 2021).

Por otro lado, el envejecimiento de la población en España presenta un desafío adicional (Gálvez-Pérez et al., 2024). En esta situación, es necesario hacer una planificación cuidadosa para garantizar que la infraestructura de transporte público pueda satisfacer estas necesidades crecientes. El modelo

de supermanzanas de Barcelona, que se desarrolló originalmente para reducir la contaminación acústica, ha demostrado ser efectivo en reducir el tráfico rodado y, por lo tanto, la contaminación (Mueller et al., 2020; Nieuwenhuijsen et al., 2024). Sin embargo, redirigir el tráfico a otras calles puede causar congestión y aumentar el consumo de combustible y las emisiones, lo que resalta la necesidad de un enfoque más equilibrado y diverso en la planificación de la movilidad urbana (Rodríguez Rey, 2022).

En este contexto, el proyecto “Acciona y Conecta” (Acciona y Conecta, 2023), financiado por el Ayuntamiento de Barcelona y el Ministerio de Ciencia e Innovación (ACCIONA Y CONECTA | Ciencia e Innovación | Ajuntament de Barcelona, 2022), surge para financiar una investigación que dé respuesta a parte de los retos de movilidad urbana sostenible a los que actualmente nos enfrentamos como sociedad. El objetivo de esta investigación no solo pretende mejorar la infraestructura y el diseño urbano para facilitar modos de transporte más sostenibles, sino que también busca integrar las consideraciones sociales, económicas y ambientales en el desarrollo urbano. Para ello, se formula la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo se puede cuantificar y mejorar la caminabilidad y la movilidad en bicicleta en las ciudades? Esta pregunta deriva en dos subpreguntas más:

1. ¿Es posible crear índices compuestos a partir de datos de diversas fuentes para representar la caminabilidad de un sector urbano o una ciudad?
2. ¿Es posible, a partir de un análisis usando técnicas de ciencia de datos y una representación semi-automática de los datos, tomar decisiones de re-diseño del espacio, el uso urbano o la operativa para mejorar la sostenibilidad?

El reto de la movilidad en las grandes ciudades es extremadamente complejo y requiere un enfoque transversal que considere múltiples variables. Es crucial que todos los agentes implicados sean conscientes de esta complejidad y trabajen en propuestas integrales que aborden la movilidad de manera completa y sostenible. La investigación llevada a cabo en el proyecto “Acciona y Conecta” y reportada en este artículo, se posiciona como una iniciativa en este ámbito, con el potencial de ser replicada en otras ciudades del mundo, promoviendo un futuro urbano más sostenible y equitativo.

Puede verse entonces, que los objetivos de esta investigación son multidimensionales y abarcan aspectos sociales, económicos, ambientales y tec-

nológicos. Este trabajo busca mejorar la conexión entre movilidad y salud pública, destacando la relación crítica entre ambas mediante la reducción de la contaminación del aire a través de la promoción de modos de transporte sostenibles que disminuyan las emisiones de gases de efecto invernadero, la promoción de estilos de vida activos fomentando el uso de bicicletas y caminatas para mejorar la salud cardiovascular y reducir la obesidad, y la reducción del estrés y mejora del bienestar mental creando espacios urbanos que inviten a los residentes a interactuar de manera más relajada y natural con su entorno.

2. Métodos

El proyecto “Acciona y Conecta” emplea una metodología multidisciplinaria para enfrentar los desafíos de la movilidad urbana sostenible en Barcelona. Esta metodología abarca análisis de datos, diseño urbano, participación comunitaria y uso de tecnologías, estructurada en varias fases que incluyen diversas actividades y técnicas para asegurar una evaluación completa y una implementación efectiva de las soluciones propuestas. A continuación, se describen las principales fases y actividades de la metodología.

2.1. Análisis de contexto y diagnóstico inicial

El objetivo de esta fase era examinar en profundidad el estado de distintas condiciones y características urbanas de Barcelona, considerando tanto aspectos históricos como culturales. Este objetivo incluye:

- Evaluación de la infraestructura actual: realizar un análisis exhaustivo de la infraestructura de transporte existente, identificando puntos críticos y áreas de oportunidad para la mejora.
- Integración de la historia y la cultura en la planificación urbana: reconocer y preservar los elementos históricos y culturales de la ciudad mientras se implementan mejoras modernas en la infraestructura de transporte.
- Planificación socio-urbana: asegurar que las soluciones propuestas sean culturalmente sensibles y socialmente inclusivas.
- Ejes estratégicos: identificar zonas de la ciudad de Barcelona donde se pueda llevar a cabo la prueba de concepto del proyecto.

En la fase inicial, se recolectan datos cualitativos y cuantitativos sobre la infraestructura de movilidad en Barcelona. Estos datos provienen de diversas fuentes e incluyen:

- Tráfico y transporte: información sobre flujos de tráfico, uso del transporte público, y densidad de peatones y ciclistas.
- Calidad del aire: niveles de contaminantes atmosféricos como partículas suspendidas y dióxido de nitrógeno.
- Datos demográficos: distribución de la población por edad, género y nivel socioeconómico.
- Infraestructura: detalles sobre aceras, carriles bici y espacios verdes.

Utilizando herramientas de sistemas de información geográfica como QGIS, se crean mapas geoespaciales detallados para visualizar la distribución de los datos. Esto permite identificar patrones y áreas críticas que requieren intervención. Se elaboran Mapas de Estudio de Casos (CSM) combinando diferentes indicadores para identificar puntos conflictivos y oportunidades de mejora. Los CSM se usan para la toma de decisiones en el diseño urbano, evaluando la salud vial, seguridad y accesibilidad de las calles mediante indicadores como:

- Atracción de puntos: lugares que atraen a peatones y ciclistas, como parques y mercados.
- Seguridad y continuidad: presencia de árboles, fuentes de agua potable, carriles bici y límites de velocidad adecuados.
- Accesibilidad: estacionamientos para bicicletas, calidad del aire, niveles de ruido y distribución demográfica.

Finalmente, se realiza un análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) para evaluar las condiciones actuales de la movilidad urbana, identificando puntos fuertes y debilidades que deben ser abordadas.

2.2. Parámetros de diseño urbano y su procesamiento

El objetivo de esta fase era confeccionar y procesar un conjunto de datos urbanos y arquitectónicos relacionados con los análisis y diagnósticos previos de la fase anterior, así como con parámetros estudiados a través de Referencias bibliográficas.

Para ello, se tomaron los datos existentes de OpenData Barcelona (Open Data BCN | Servicio de datos abiertos del Ajuntament de Barcelona, 2023). Utilizar esta base para la recopilación de datos, permitía contribuir a que el modelo permaneciera actualizado, reflejando en tiempo real los cambios y evoluciones en las condiciones urbanas de la ciudad (ej., anchura de aceras, ubicación de fuentes, tipos de árbol, densidad de tráfico peatonal y motorizado, tipos de comercio, índice de criminalidad...). Investigamos diversas fuentes para entender mejor cómo evaluar la facilidad de caminar y andar en bicicleta en las ciudades. Una fuente valiosa fue («Walkability City Tool - SUMA», 2023), una empresa con experiencia en arquitectura y urbanismo sostenible. Del informe de «SUMA-USC», identificamos los factores clave que afectan la facilidad de caminar e ir en bicicleta en una zona. Aunque su estudio se basa en datos diferentes, extraímos cinco categorías que agrupan estos factores, considerando no solo aspectos técnicos, sino también la calidad de la experiencia para los residentes y visitantes. Las cinco categorías son:

- a) Distribución modal: se refiere a la forma en que se distribuye el espacio en la vía pública entre los distintos medios de transporte.
- b) Trama urbana: se refiere a las características físicas de las aceras.
- c) Escena urbana: se refiere al entorno que acompaña al peatón en la calle.
- d) Seguridad: se refiere a los factores que influyen en la percepción de seguridad que tienen los peatones en la calle.
- e) Ambiental: se refiere a los factores del medio ambiente que influyen en la actividad de caminar.

Se creó un conjunto de datos que incluye diversos descriptores urbanos y arquitectónicos, como anchura de aceras, ubicación de fuentes, tipos de árboles, densidad de tráfico, tipos de comercio, e índice de criminalidad. Se utilizaron datos de OpenData Barcelona, actualizados regularmente para reflejar los cambios urbanos en tiempo real. Se recabaron datos procedentes de 17 conjuntos de datos diversos disponibles en línea, sujetos a actualizaciones regulares.

El procesamiento de datos es un paso clave en proyectos de ciencia de datos. Implica limpiar y ajustar los datos crudos, que se recopilan directamente de las fuentes y pueden contener errores o información innecesaria. Se preparan los datos para su análisis y modelado, convirtiéndolos de datos crudos a datos limpios y listos para su uso.

En este proyecto, utilizamos datos geográficos de Barcelona que describen segmentos de calles en la ciudad. Estos datos proporcionan detalles sobre cada tramo de calle, como coordenadas geográficas, códigos de vía, nombres de calles, longitud, ángulo, distritos y manzanas. Estos datos se utilizarán como base para el proyecto y se muestran en un mapa los segmentos específicos que se estudiarán.

2.3. Herramienta de apoyo a la decisión

El objetivo de esta tercera fase era desarrollar una herramienta de apoyo a la toma de decisiones para profesionales y estudiantes, promoviendo la mejora de los espacios urbanos. Este objetivo incluía:

- Analizar los datos obtenidos: desarrollar un sistema automático de clasificación basado en ciencia de datos y, a partir de los descriptores usados en la fase anterior, asignar una nota a la salubridad (referida a la transitabilidad peatonal y la ciclabilidad) de cada tramo urbano.
- Provisión de datos abiertos: facilitar el acceso a datos abiertos sobre movilidad urbana para investigadores, planificadores urbanos y la comunidad en general, fomentando la transparencia y la colaboración.
- Formación y capacitación: ofrecer programas que incluyan la utilización de esta herramienta con estudiantes en el campo de la planificación urbana y la movilidad sostenible.

Se consolidaron varios conjuntos de datos en uno solo que representaba segmentos geográficos de Barcelona con detalles específicos de las calles. Se obtuvo un conjunto de datos de 14,301 instancias y 87 variables de 17 datasets diferentes. Se utilizaron técnicas de *clustering*, como el algoritmo K-Means, para agrupar tramos de calles con propiedades similares y asignar puntuaciones en categorías como ambiental, seguridad, opciones de transporte, diseño urbano y entorno. Se calculó una puntuación general de caminabilidad y ciclabilidad para cada tramo, clasificando las zonas en varios niveles de facilidad para caminar y andar en bicicleta.

2.4. Propuestas de diseño urbano

El objetivo de esta cuarta fase era la creación de propuestas innovadoras que influyan en los patrones de movilidad en los distritos designados de Barcelona. Esto se logró a través de:

- Medidas urbanísticas: identificando áreas que necesitan mejoras significativas a partir del diagnóstico y análisis de la primera fase y proponer medidas urbanísticas por tramo que mejoren la salubridad del tramo, utilizando los parámetros utilizados en la segunda fase y de acuerdo con el sistema desarrollado en la tercera fase.
- Material cartográfico: elaborando material cartográfico sobre la posición de estos espacios en relación con el tejido urbano y su papel estructural.
- Propuestas de urbanísticas: el cruzado entre los análisis urbanos y las tecnologías aplicadas en la detección de salubridad permitió establecer un escenario rico en información objetiva para definir estrategias de intervención adecuadas.

El equipo de investigación, junto con estudiantes y profesores de La Salle, Universidad Ramón Llull, desarrollaron propuestas de diseño urbano para mejorar la caminabilidad, ciclabilidad y accesibilidad en áreas específicas de la ciudad, basadas en los análisis, parámetros y herramientas previamente descritos. Para este trabajo, se seleccionaron las seis zonas que mejor ilustraban los retos y contrastes de la ciudad para desarrollar las propuestas.

2.5. Replicabilidad y escalabilidad

El objetivo de esta última fase era desarrollar un modelo que pudiera ser replicado y escalado en otras ciudades alrededor del mundo. Así, se seleccionaron ciudades representativas de diversos escenarios urbanos, considerando sus particularidades locales y datos disponibles, para validar y adaptar la metodología. Este objetivo incluye:

- Replicación en otras dos ciudades: replicar la herramienta desarrollada en la tercera fase en otras dos ciudades, para evaluar el grado de generalización de los resultados obtenidos y permitir validar y adaptar la metodología a diferentes contextos urbanos.
- Perspectiva ciudadana: mediante la creación de una aplicación móvil, evaluar la caminabilidad y ciclabilidad según la perspectiva ciudadana, utilizando los criterios de puntuación de la herramienta elaborada en el tercer objetivo.

La Herramienta de Apoyo a la Decisión se replicó en las ciudades de Helsinki y Madrid. Para ello, se recolectaron datos relevantes para cada ciudad, siguiendo tres pasos generales:

- Recopilación de datos: uso de datasets sobre calidad del pavimento, accidentes de tráfico, niveles de ruido, distribución de vegetación, tráfico, calidad del aire, fuentes de agua, intersecciones con semáforo, estaciones de bicicleta, lugares de interés y paradas de transporte público.
- Preprocesado y visualización: preparación y análisis de datos utilizando funciones implementadas en Python, con traducción de nombres de columnas para facilitar la comprensión.
- Identificación de tramos y *clustering*: identificación y agrupación de tramos de calles por atributos similares, clasificándolos según categorías como trama urbana, distribución modal, escena urbana y seguridad.

3. Resultados

Los resultados preliminares del proyecto "Acciona y Conecta" demuestran el potencial de las intervenciones planificadas para transformar la movilidad urbana en Barcelona. A continuación, se describe una síntesis de los principales resultados obtenidos:

3.1. Análisis de contexto y diagnóstico Inicial

Para evaluar exhaustivamente diversos factores, se categorizaron en tres grupos: puntos de atracción, seguridad y continuidad de las calles, y accesibilidad. Los puntos de atracción incluyen servicios relacionados con bicicletas, edificios "amigos de la bicicleta", parques y jardines, centros de atención primaria y hospitales, y

mercados. La seguridad y continuidad de las calles consideran la biodiversidad, árboles al borde de la carretera, carriles bici actuales, calles aptas para bicicletas y bebederos de agua potable. La accesibilidad incluye plazas de aparcamiento para bicicletas, calidad del aire, niveles de ruido, grupos de edad de la población y equilibrio de población local y extranjera.

Para mapear estos factores, se utilizaron principalmente datos del Open Data BCN, que permite acceder y reutilizar información generada por organismos públicos. Utilizando el programa QGIS, se produjeron y unieron estratégicamente varios mapas, con los mapas de carriles bici actuales y calles aptas para bicicletas como base en todos los mapas (Figura 1).

- Mapas de accesibilidad: los mapas de accesibilidad han revelado la distribución de estacionamientos para bicicletas, la calidad del aire, los niveles de ruido y la demografía de la población. Estos mapas permiten identificar áreas donde se necesita mejorar la infraestructura para bicicletas y reducir la contaminación acústica.
- Mapas de atracción de puntos: los mapas de atracción de puntos han identificado lugares clave como parques, centros de salud, mercados y servicios relacionados con bicicletas que son fundamentales para fomentar el uso de modos de transporte

sostenibles. Estos puntos de atracción se concentran en áreas con mayor densidad poblacional, lo que facilita su accesibilidad y uso.

- Mapas de seguridad y continuidad: los mapas de seguridad y continuidad destacan la importancia de los árboles a lo largo de las calles y la presencia de fuentes de agua potable. Estos elementos no solo mejoran la caminabilidad y la ciclabilidad, sino que también contribuyen a la percepción de seguridad y bienestar de los usuarios.

En la fase de análisis, se estudia la estructura urbana, sistemas y tejidos urbanos, jerarquía vial, accesibilidad, actividad comercial en planta baja, el papel de los servicios tanto en la zona de estudio como en sus proximidades, el uso del espacio libre, prestando atención a las texturas, mobiliario urbano, vegetación y todos los demás elementos que componen la historia y las características del espacio urbano dentro del ámbito de actuación y en sus proximidades. Una vez analizado el entorno, se realiza un estudio de FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) para determinar qué aspectos podrían mejorar, detectar oportunidades que puedan ser objeto de nuevas propuestas y así determinar el foco de la propuesta. Esta fase la hicimos por distritos de Barcelona. Un ejemplo de estos análisis es el del distrito de Sant Martí (Figura 2).

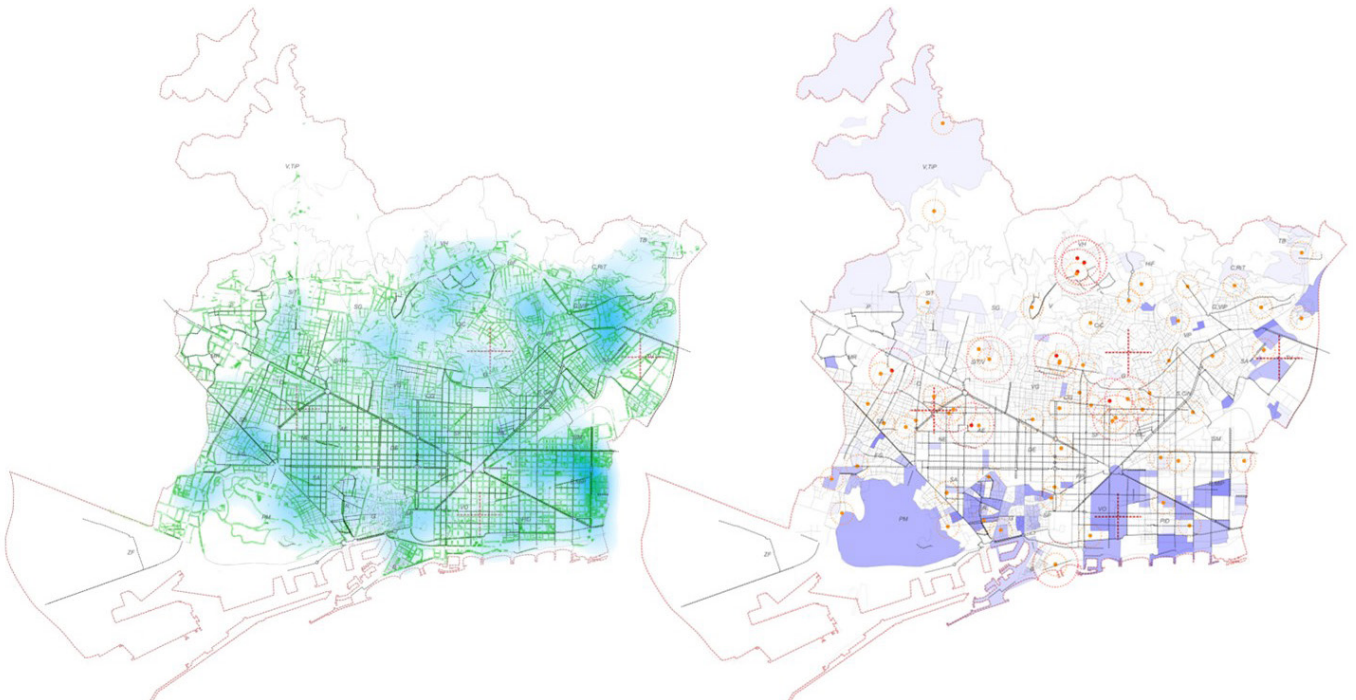


Figura 1: Primer mapa: actuales carriles de bicicleta, verde por las calles, fuentes con agua potable. Segundo mapa: actuales carriles de bicicleta, CAPs y hospitales, densidad de la población. (2023)

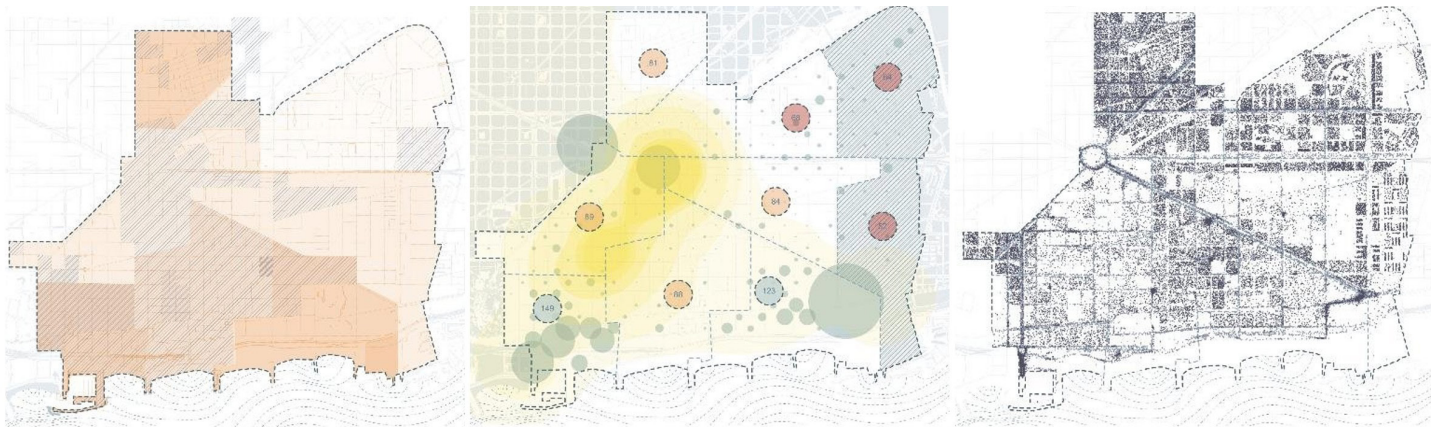


Figura 2: Primer mapa: gentrificación. Segundo mapa: ingresos familiares e inseguridad. Tercer mapa: vida nocturna. (2023)

3.2. Parámetros urbanísticos

Los siguientes factores han sido considerados para la búsqueda y extracción de variables que afectan la caminabilidad y ciclabilidad de un área. Las diferentes categorías identificadas, han sido tenidas en cuenta en el proceso "clustering". Para cada una de las categorías identificadas en la Sección 2.2 se han recogido los siguientes datos cuantitativos:

- a) Distribución modal:
 - Número de carriles para los vehículos a motor
 - Existencia de carriles bici
 - Disponibilidad de aparcamiento en la superficie para bicicletas y vehículos a motor
 - Tipo de calle (peatonal, compartida, etc.)
 - Existencia de transporte público
 - Interacción con otros medios de transporte (por ejemplo, la convivencia entre peatones y bicicletas).
- b) Trama urbana:
 - Anchura de las aceras
 - Estado del pavimento (regularidad, desnivel, etc.)
 - Existencia de una banda de protección entre la acera y la calzada
 - Presencia de obstáculos (como postes, árboles, etc.)
 - Pendiente de la calle
 - Cantidad de cruces peatonales
 - Entradas de vehículos.
- c) Escena urbana:
 - Actividades comerciales o de ocio que se desarrollan en la calle
 - Entradas de viviendas y locales comerciales
 - Presencia de arbolado
 - Características de las fachadas de los edificios
 - Elementos de mobiliario urbano (bancos / oportunidad de sentarse, postes de luz, etc.).
 - Fuentes de agua
 - Protección contra el sol y la lluvia.
- d) Seguridad:
 - Iluminación de la calle
 - Ayudas a la orientación (señalización, indicadores, etc.)

- Velocidad máxima
- Nivel de actividad en la calle (flujo de peatones que genera vigilancia natural)
- Elementos descuidados o en mal estado (por ejemplo, pavimentos rotos)
- Presencia de basura y grafitis
- Cantidad de delitos
- Accidentes de tráfico (atropellamientos).
- f) Ambiental:
 - Nivel de ruido ambiental
 - Exposición al sol
 - Calidad del aire
 - Vientos dominantes
 - Nivel de polución
 - Recolección de basura
 - Proporción de áreas verdes.

3.3. Herramienta de apoyo a la decisión

El diseño de la Herramienta de Apoyo a la Decisión comenzó luego de una revisión de la literatura global y estudios previos sobre parámetros de medición de la caminabilidad y ciclabilidad, estableciendo una base teórica sólida.

El resultado final es el panel interactivo en Tableau Public (2023) tiene como objetivo principal facilitar la toma de decisiones informadas en la planificación y el diseño urbano. Es importante mencionar que este panel interactivo está vinculado directamente al dataset que se genera al ejecutar el código. El panel interactivo presenta los resultados de la investigación en un formato accesible y comprensible para los especialistas en el campo, transformando los datos en visualizaciones geoespaciales.

Una de las características más destacadas de esta herramienta es su interactividad, permitiendo a los usuarios elegir variables específicas y observar su impacto directo en la visualización. Un ejemplo claro de esta funcionalidad es la posibilidad de destacar tramos que presentan características específicas, como una pendiente longitudinal que supera el 6%, niveles elevados de ruido, una alta actividad económica, bajo puntaje de ambiental, entre otros. Además, el panel interactivo muestra los puntajes calculados para las categorías de trama urbana, escena urbana, seguridad, ambiental y distribución modal. Asimismo, se han integrado los resultados finales en ciclabilidad y caminabilidad. A continuación, se presenta una imagen de la aplicación para dar una visión de su diseño (Figura 3).

El mapa de Barcelona muestra cómo se distribuyen estos grupos en la ciudad. Los resultados son coherentes con las características de cada clúster. También se creó un árbol de decisión para evaluar la importancia de cada variable en la formación de los grupos, destacando la baja influencia de la distribución modal. En términos generales, los distritos centrales como Eixample, Ciutat Vella, Gracia y Sant Martí obtuvieron puntajes más altos en caminabilidad, mientras que los distritos periféricos como Horta-Guinardó y Nou Barris tuvieron puntajes más bajos. Este proceso se realizó igualmente para la ciclabilidad.

3.4. Propuestas de diseño urbano

La investigación financiada por el proyecto “Acciona y Conecta” ha permitido desarrollar una serie de propuestas de diseño urbano basadas en los análisis, parámetros y herramientas descritas en las secciones anteriores. Es importante enfatizar que

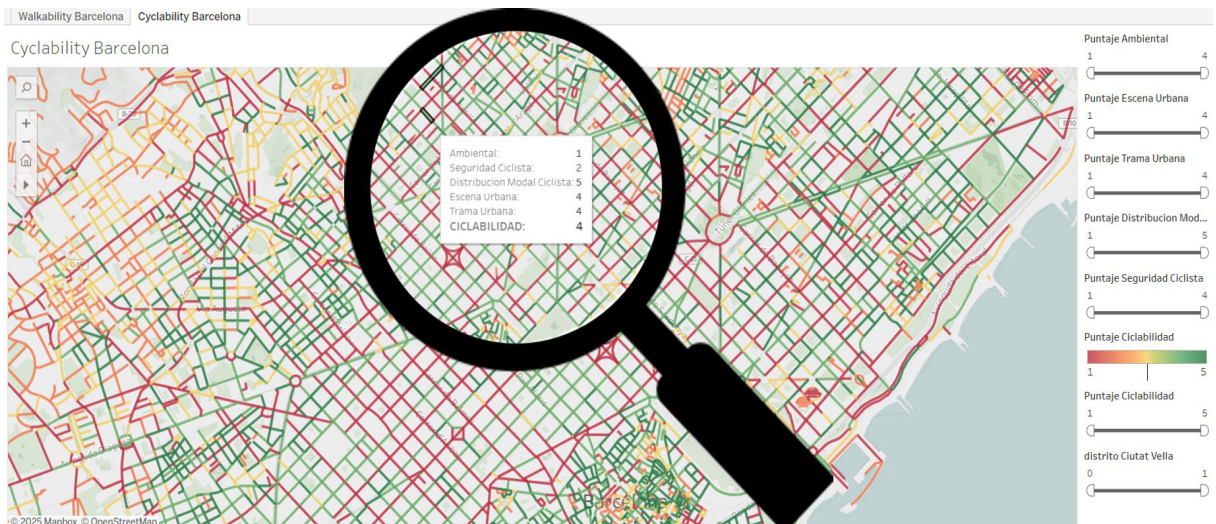


Figura 3: Herramienta de apoyo de decisión sobre la condición de la ciclabilidad y caminabilidad en Barcelona. (2023)

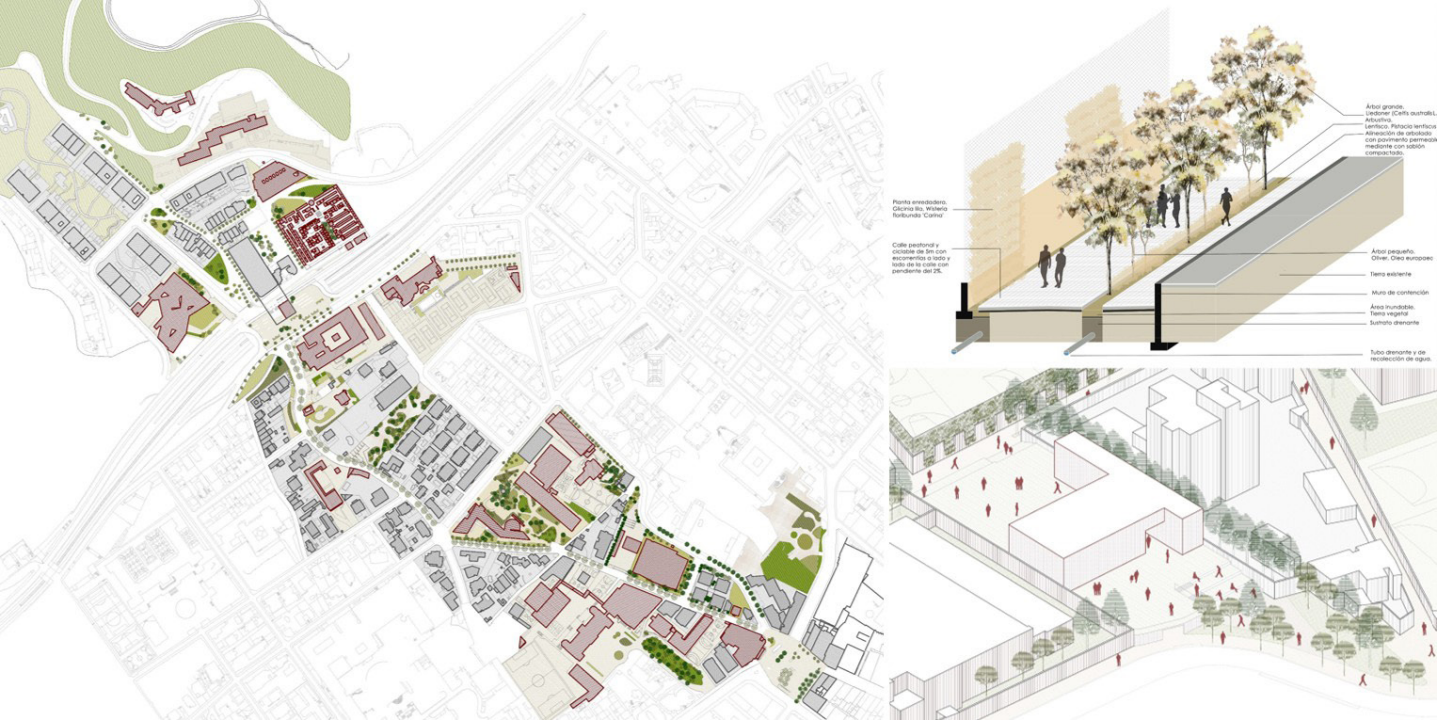


Figura 4: Bonanova: red de espacios públicos interconectados. (2023)

estas propuestas urbanísticas no son arbitrarias, sino que resultan del análisis de los datos sobre movilidad, caminabilidad y otros parámetros urbanos. Estas propuestas se centran en mejorar la movilidad, la accesibilidad y la calidad de vida en diversos barrios de Barcelona, promoviendo la sostenibilidad y la equidad. A continuación, se detallan las algunas de las propuestas específicas para cada área de intervención.

3.4.1. Bonanova: red de Espacios Públicos Interconectados

La propuesta para Bonanova se centra en la creación de una red de espacios públicos interconectados mediante corredores verdes continuos. Este enfoque tiene como objetivo mejorar la accesibilidad y fomentar la interacción social en una zona caracterizada por su topografía pronunciada (Figura 4).

- Modificaciones en la sección de la calle: para adaptarse a la topografía del área, se propone modificar las secciones de las calles, incorporando rampas y escalones que faciliten el acceso a los peatones.
- Integración de espacios verdes: se plantea la creación de parques lineales y jardines comunitarios a lo largo de los corredores verdes. Estos espacios no solo proporcionarán áreas de recreo y esparcimiento, sino que también contribuirán a la reducción de la contaminación y al mejoramiento del microclima urbano.
- Fomento del transporte activo: la propuesta incluye la instalación de carriles bici bien conectados y seguros, así como la ampliación de las aceras para fomentar el uso de la bicicleta y la caminata como modos de transporte principales.

3.4.2. La Marina del Prat Vermell Zona-Franca: hibridación de Usos y Conectividad

La propuesta para esta área se enfoca en la hibridación de usos y la mejora de la conectividad entre zonas industriales y residenciales (Figura 5).

Espacios verdes y públicos: se propone la creación de espacios verdes y públicos que conecten las zonas industriales con las residenciales, facilitando la interacción social y mejorando la calidad de vida en el distrito.

- Programas de *clustering*: la introducción de programas de *clustering* tiene como objetivo promover la colaboración entre empresas e instituciones educativas, creando un campus de formación profesional vinculado a la industria local. Esto fomentará la innovación y el desarrollo económico en la zona.



Figura 5: La Marina del Prat Vermell Zona-Franca: hibridación de usos y conectividad. (2023)

- Eje Central de Conectividad: se propone la creación de un eje central que conecte Montjuïc con el río, integrando diferentes modos de transporte y facilitando la movilidad de los residentes y trabajadores en la zona.

3.4.3. La Dreta de l'Eixample: revitalización de Espacios Interiores

En La Dreta de l'Eixample, la propuesta se centra en revitalizar los espacios interiores de las manzanas del Eixample, siguiendo los principios visionarios de Ildefons Cerdà (Figura 6).

- Apertura de Plantas Bajas: se sugiere abrir las plantas bajas de los edificios para fomentar actividades económicas y sociales, creando espacios comerciales y culturales accesibles para los residentes.
- Integración de Espacios Verdes: la propuesta incluye la creación de espacios verdes en los interiores de las manzanas, mejorando el microclima urbano y proporcionando áreas de esparcimiento y recreación.
- Pavimentos Transpirables: la implementación de pavimentos transpirables ayudará a reducir el calor urbano y mejorar la gestión de aguas pluviales, contribuyendo a un entorno más sostenible.

3.4.4. Horta Guinardó: potenciación de la Movilidad Compartida

En Horta Guinardó, la propuesta se enfoca en potenciar la movilidad compartida y mejorar la accesibilidad a los servicios esenciales (Figura 7).

- Continuidad de ejes existentes: se propone dar continuidad a los ejes existentes hacia áreas centrales primarias, garantizando la proximidad a servicios esenciales y el transporte público.
- Reutilización de espacios en desuso: la reutilización de espacios en desuso para la creación de áreas públicas fomentará la interacción social y el sentido de comunidad, además de proporcionar nuevas oportunidades económicas.
- Eliminación de estacionamientos en las calles: se sugiere eliminar los estacionamientos en las calles para transformar el paisaje urbano en calles accesibles y agradables para peatones y ciclistas, promoviendo un estilo de vida más seguro y sostenible.

3.4.5. Poblenou: Conexiones entre el Plan Cerdà y las Superillas

En Poblenou, la propuesta se basa en las conexiones interiores de los bloques con el modelo de superillas para generar nuevas transiciones y centralidades (Figura 8).

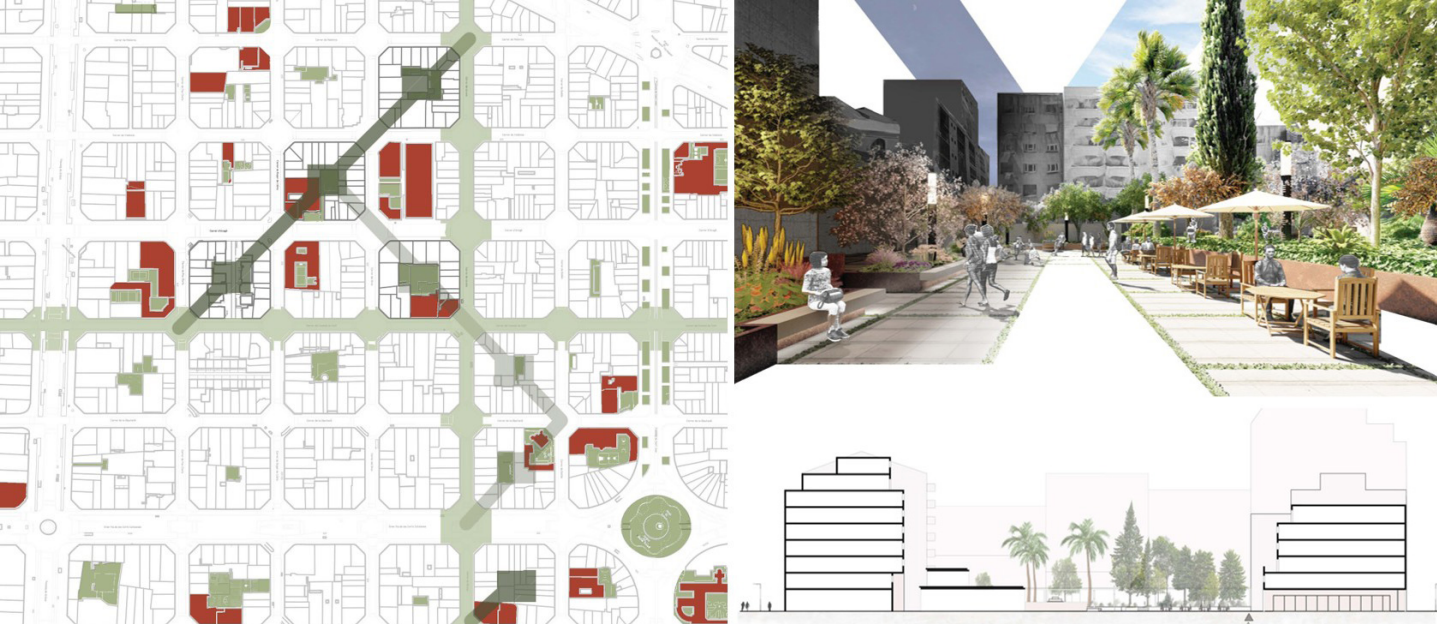


Figura 6: La Dreta de l'Eixample: Revitalización de Espacios Interiores. (2023)

- Aprovechamiento de vacíos interiores: se propone aprovechar los vacíos interiores de las manzanas para la creación de espacios públicos y equipamientos, conectando estos espacios con el resto del barrio.
- Creación de nuevos recorridos: la intervención incluye la creación de nuevos recorridos y desplazamientos conectados desde el interior de las manzanas, mejorando la accesibilidad y la movilidad sostenible.
- Valoración del patrimonio existente: se sugiere dotar de valor al patrimonio existente mediante la integración de estos elementos en los nuevos espacios públicos, promoviendo la identidad cultural y el sentido de pertenencia.

3.4.6. Sants-Montjuïc: Transformación del Canal de la Infanta

La propuesta en Sants-Montjuïc se centra en transformar el Canal de la Infanta en un nuevo eje cívico y funcional (Figura 9).

Conversión del canal en eje cívico: se propone convertir el canal de la Infanta en un nuevo eje cívico que mejore la conectividad y la calidad del entorno urbano. Esta transformación incluirá la creación de espacios públicos a lo largo del canal.

- Mejoramiento de la infraestructura vial: la propuesta incluye el rediseño de la infraestructura vial para facilitar la convivencia entre vehículos, peatones y ciclistas, promoviendo una movilidad más equilibrada y sostenible.
- Reurbanización de tramos clave: se sugiere la reurbanización de tramos específicos del canal para crear nuevas centralidades y mejorar la accesibilidad a servicios y espacios públicos.

Las propuestas de diseño urbano del proyecto "Acciona y Conecta" representan un enfoque

integral y multifacético para transformar la movilidad y la calidad de vida en Barcelona. Estas intervenciones no solo mejoran la infraestructura y la accesibilidad, sino que también promueven la sostenibilidad, la inclusión social y el bienestar comunitario. Al abordar las necesidades específicas de cada barrio y promover la participación comunitaria, el proyecto tiene el potencial de servir como modelo replicable para otras ciudades que enfrentan desafíos similares en todo el mundo.

3.5. Replicabilidad y Escalabilidad

3.5.1. Herramienta replicada en dos ciudades

La Herramienta de Apoyo a la Decisión utilizada para Barcelona se replicó en Madrid y Helsinki, utilizando las fuentes de datos abiertos de cada ciudad¹ evaluando el grado de generalización de las medidas y su aplicabilidad en diferentes contextos urbanos. Este análisis comparativo demostró que los criterios y la metodología empleados son aplicables en diversos entornos, proporcionando resultados consistentes y útiles para la toma de decisiones urbanas. Por ejemplo, para la ciudad de Helsinki se elaboró un mapa interactivo y un análisis de zonas (Figura 10).

- Mapa interactivo: se desarrolló una herramienta interactiva que permite a los usuarios visualizar la clasificación de las calles de Helsinki en una escala del 0 al 10. Este mapa indica la puntuación obtenida por cada tramo en base a la seguridad, confort y accesibilidad para ciclistas y peatones.
- Análisis de zonas: el estudio proporcionó estadísticas generales de la ciudad y permitió comparar distintos atributos entre distritos. Se analizaron tramos específicos de calles para ofrecer una clasificación detallada de su adaptabilidad.

¹ En el caso de Barcelona los datos se han obtenido de Open Data BCN (<https://opendata-ajuntament.barcelona.cat/en/>), en el caso de Helsinki los datos se han obtenido del Helsinki Region Infoshare (https://hri.fi/en_gb/) y en el caso de Madrid los datos se han obtenido del Portal de datos abiertos del Ayuntamiento de Madrid (<https://datos.madrid.es/portal/site/egob>).

3.5.2. Perspectiva ciudadana sobre la Caminabilidad y Ciclabilidad en Barcelona

Mediante la creación de una aplicación móvil (Figura 11) (Acciona y Conecta App, 2023), se ha fomentado la participación ciudadana en la evaluación de la caminabilidad y ciclabilidad de la ciudad. Esta herramienta permite a los usuarios valorar directamente la calidad del entorno urbano según su experiencia, utilizando los criterios de puntuación de la Herramienta de Apoyo a la Decisión. Eso es, mostrando los datos de caminabilidad y ciclabilidad que se han calculado como resultado del proceso de análisis semiautomático de los datos contenidos en los repositorios de datos abiertos. Con esta aplicación móvil, los ciudadanos pueden evaluar aspectos como la anchura de aceras, mobiliario urbano, vegetación, iluminación, seguridad, accesibilidad y conectividad, generando datos en tiempo real.

Este enfoque participativo no solo proporciona una visión más cercana y contextualizada del espacio urbano, sino que también permite comparar estas valoraciones con los datos que hay disponibles en los repositorios de datos abiertos de cada ciudad, identificando posibles discrepancias y áreas de mejora. Además, la plataforma refuerza el papel de la ciudadanía en la toma de decisiones urbanas, ya que sus valoraciones pueden validar o cuestionar las conclusiones obtenidas a través del análisis automático de datos.

Por ejemplo, si una calle catalogada como muy caminable según el repositorio de datos abiertos está en obras, los ciudadanos pueden puntuarla

con baja caminabilidad, generando alertas que evidencien estas discrepancias. De este modo, la participación activa de los ciudadanos contribuye a una evaluación más precisa y adaptable de la movilidad urbana, facilitando una gestión más ágil y eficiente del espacio público.

4. Discusión

Los resultados obtenidos del análisis de datos y las herramientas aplicadas en el proyecto "Acciona y Conecta" destacan la importancia de un enfoque integral y multidisciplinario para abordar los desafíos de la movilidad urbana en Barcelona. En comparación con la literatura existente, los estudios de (Chakraborty et al., 2021; Gallo y Marinelli, 2020; Holden et al., 2019) enfatizan que la movilidad sostenible debe considerar la intersección de factores ambientales, sociales y económicos. Nuestro estudio confirma esta visión, destacando cómo el transporte activo puede mejorar la calidad de vida en entornos urbanos y reducir el impacto ambiental. Además, la aplicación de datos abiertos y herramientas de minería de datos, como en el trabajo de (Aranoa et al., 2016), ha demostrado ser una estrategia efectiva para el análisis de la caminabilidad y la ciclabilidad, lo que refuerza la metodología utilizada en este estudio.

Por otro lado, estudios como los de Abduljabbar et al., (2021) y Aydın, (2025) subrayan la importancia de la micro-movilidad en la reducción del uso del automóvil privado y la mejora de la accesibilidad urbana. Los resultados obtenidos en Barcelona, Helsinki y Madrid reflejan la aplicabilidad de

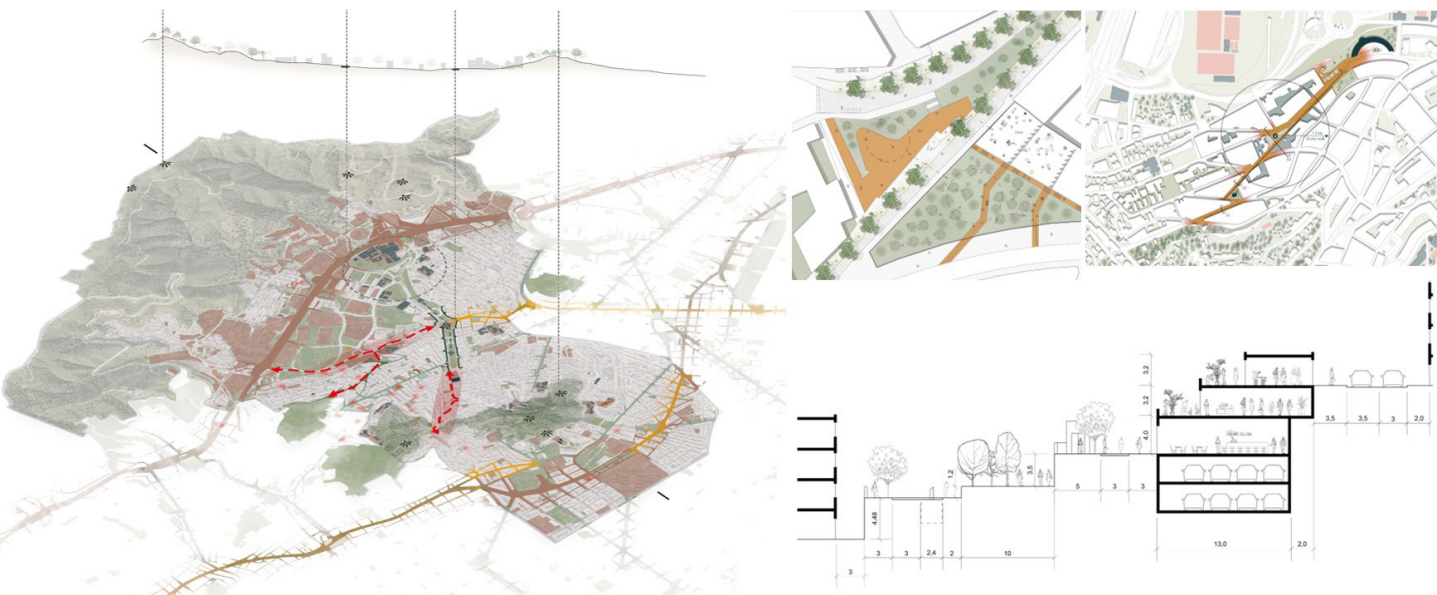


Figura 7: Horta Guinardó: potenciación de la movilidad compartida. (2023)

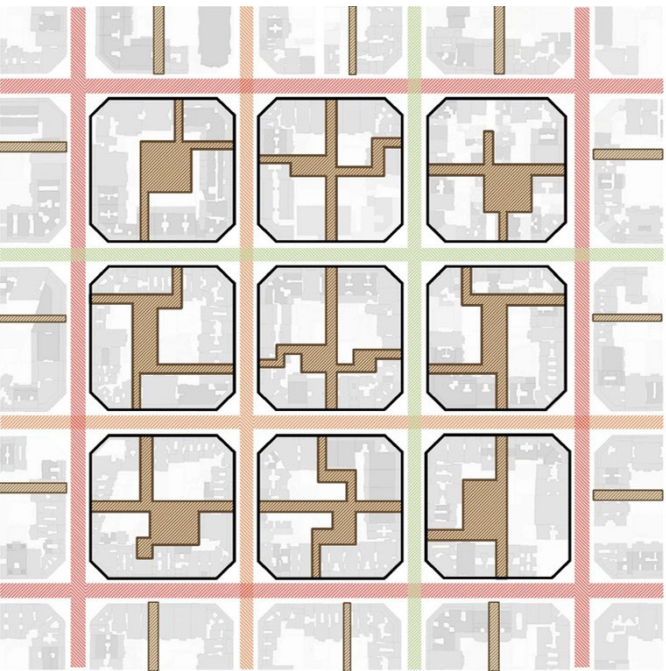


Figura 8: Poblenou: superillas y conexiones interiores. (2023)

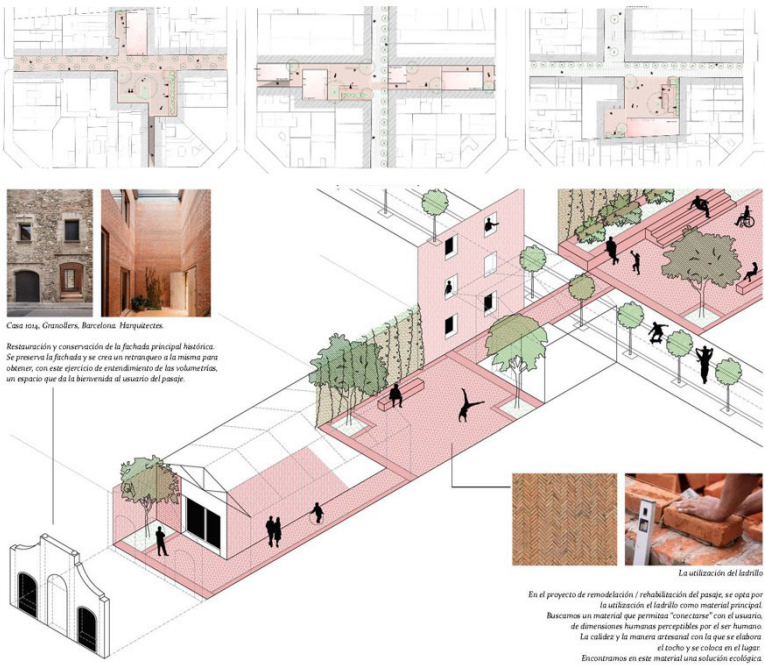


Figura 9: Sants-Montjuïc: transformación del Canal de la Infanta. (2023)



estas estrategias, aunque también se identificó la necesidad de una distribución más equitativa de la infraestructura de movilidad sostenible, en línea con las conclusiones de Nieuwenhuijsen et al., (2024) y Reixach, (2024).

El uso de tecnologías avanzadas, como el análisis de Big Data y la integración de datos geoespaciales, ha permitido identificar áreas críticas donde las intervenciones pueden tener el mayor impacto. La creación de mapas de accesibilidad, seguridad y continuidad revela una distribución desigual de la infraestructura de movilidad, especialmente en lo que respecta a la ciclabilidad y la caminabilidad. Investigaciones como las de Ohnmacht et al., (2009); Paola, (2007); Spray et al., (2022) destacan que las diferencias en la infraestructura de movilidad pueden perpetuar desigualdades sociales. El modelo de nuestra investigación incorpora estas consideraciones mediante el uso de métricas de equidad para garantizar que las intervenciones propuestas beneficien a las comunidades más vulnerables. Además, estudios recientes como los de Javadi y Nasrollahi, (2021) y Nguyen et al., (2021) destacan la influencia del diseño urbano en la salud y el bienestar, lo que refuerza la relevancia de estrategias que prioricen la movilidad activa.

Uno de los principales hallazgos es la concentración de puntos de atracción y áreas con infraestructura favorable en los distritos más centrales, como Eixample y Ciutat Vella, lo que refuerza una tendencia histórica de priorización de las áreas céntricas en términos de inversión y desarrollo urbano. Sin embargo, los distritos periféricos, como Horta-Guinardó y Nou Barris, presentan una infraestructura significativamente inferior, lo que genera una movilidad desigual y un acceso limitado a modos de transporte sostenibles. Esta disparidad destaca la necesidad de políticas que promuevan una distribución más equitativa de los recursos urbanos y la infraestructura.

La metodología empleada también permite comprender mejor los factores que afectan la percepción de seguridad y comodidad en las calles. La presencia de árboles, la calidad del aire y la disponibilidad de fuentes de agua potable no solo mejoran la experiencia de los peatones y ciclistas, sino que también tienen un impacto directo en la salud pública. Estas intervenciones, que pueden parecer menores, tienen un gran potencial para transformar la calidad de vida en las ciudades, especialmente cuando se implementan de manera coordinada con otras mejoras urbanísticas.

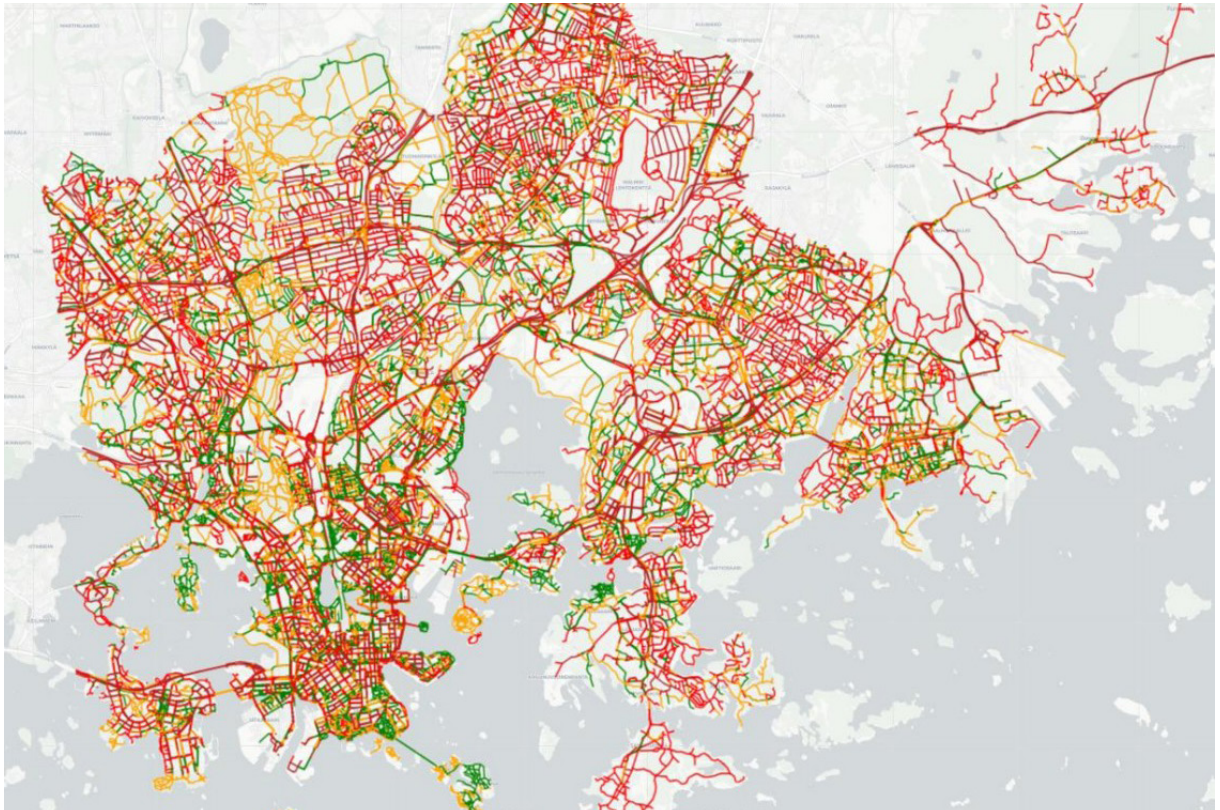


Figura 10. Herramienta replicada en la ciudad de Helsinki. Mapa interactivo y un análisis de zonas. (2024)



Figura 11: Muestra de visualización de la aplicación móvil de captura de perspectiva ciudadana. (2024)

Por otro lado, el proyecto subraya la importancia de un diseño urbano que integre tanto la movilidad sostenible como la equidad social. La propuesta de conectar zonas industriales con áreas residenciales, como en el caso de la Marina del Prat Vermell, sugiere que la creación de espacios compartidos y verdes puede facilitar la interacción social y mejorar la calidad de vida en áreas tradicionalmente marginadas. Este enfoque holístico es fundamental para reducir las desigualdades sociales y promover un crecimiento urbano más inclusivo.

Esta investigación demuestra ser un enfoque eficaz para abordar los retos de la movilidad urbana sostenible en ciudades densamente pobladas, como Barcelona. No se trata únicamente de reducir la dependencia del automóvil, sino de crear ciudades más habitables, accesibles y equitativas. A través del uso de tecnologías avanzadas, como el análisis de datos geoespaciales y Big Data, y el desarrollo de herramientas de apoyo a la toma de decisiones, se han identificado áreas clave de intervención en varios distritos de la ciudad que pueden mejorar significativamente la caminabilidad, la ciclabilidad y la accesibilidad, optimizando la infraestructura de movilidad y promoviendo estilos de vida más saludables y sostenibles.

El modelo desarrollado es replicable y escalable, habiéndose aplicado con éxito en otras ciudades como Madrid y Helsinki, lo que demuestra la flexibilidad y adaptabilidad de la metodología a diversos contextos urbanos. Esto resalta el valor de una planificación urbana basada en datos que integre tanto factores sociales como ambientales, abriendo la puerta a su implementación a escala global.

Esta investigación también subraya la importancia de la colaboración entre actores gubernamentales, instituciones académicas y la ciudadanía para implementar transformaciones urbanas sostenibles y significativas. El enfoque multidisciplinario y participativo es esencial para garantizar que las soluciones urbanas sean inclusivas, sostenibles y adecuadas a las necesidades específicas de cada ciudad. Gracias a los fundamentos sentados y la metodología usada en este trabajo, en un futuro se podría investigar cómo influye la localización de los barrios en la provisión de puntos de atracción y áreas con infraestructura para modos de transporte sostenible, o comparar/ranquear las infraestructuras de movilidad urbana sostenible en distintas ciudades de una forma objetiva y cuantitativa.

5. Agradecimientos

El proyecto ha sido financiado por el Ayuntamiento de Barcelona y el Ministerio de Ciencia e Innovación en el marco de Barcelona Capital Cultural y Científica. Código de subvención 22S09490-001.

Conflicto de intereses. Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

© **Derechos de autor:** Monica V. Sanchez-Sepulveda, Joan Navarro y David Fonseca Escudero, 2026.

© **Derechos de autor de la edición:** Estoa, 2026.

6. Referencias bibliográficas

- Abduljabbar, R. L., Liyanage, S. & Dia, H. (2021). The role of micro-mobility in shaping sustainable cities: A systematic literature review. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 92, 102734. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102734>
- Acciona y Conecta. (2023). *Acciona y conecta. Ciencia e Innovación. Ajuntament de Barcelona*. <https://www.barcelona.cat/barcelonaciencia/es/acciona-y-conecta>
- Acciona y Conecta App. (2023). *Aplicación*. <https://app.accionayconecta.barcelona/>
- Aranoa, M. Z., Allo, C. R. & Serrano, I. P. I. (2016). *Walkability City Tool (WCT): Measuring walkability*. 1.
- Aydin, G. E. (2025). Micromobility and Urban Planning. En S. Dündar (Ed.), *Micromobility: Perspectives from Engineering, Urban Planning, Health Sciences and Social Sciences* (pp. 41-53). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-77098-2_5
- Chakraborty, S., Kumar, N. M., Jayakumar, A., Dash, S. K. & Elangovan, D. (2021). Selected Aspects of Sustainable Mobility Reveals Implementable Approaches and Conceivable Actions. *Sustainability*, 13(22). <https://doi.org/10.3390/su132212918>
- Gallo, M. & Marinelli, M. (2020). Sustainable Mobility: A Review of Possible Actions and Policies. *Sustainability*, 12(18). <https://doi.org/10.3390/su12187499>
- Gálvez-Pérez, D., Guirao, B., & Ortuño, A. (2024). Analysis of the elderly pedestrian traffic accidents in urban scenarios: the case of the Spanish municipalities. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, 31(3), 376–395. <https://doi.org/10.1080/17457300.2024.2335482>
- Holden, E., Gilpin, G. & Banister, D. (2019). Sustainable Mobility at Thirty. *Sustainability*, 11(7). <https://doi.org/10.3390/su11071965>
- Jackson, L. E. (2003). The relationship of urban design to human health and condition. *Landscape and Urban Planning*, 64(4), 191-200. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(02\)00230-X](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(02)00230-X)
- Javadi, R. & Nasrollahi, N. (2021). Urban green space and health: The role of thermal comfort on the health benefits from the urban green space; a review study. *Building and Environment*, 202, 108039. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108039>
- Lu, Y., Xiao, Y. & Ye, Y. (2017). Urban density, diversity and design: Is more always better for walking? A study from Hong Kong. *Preventive Medicine*, 103, S99-S103. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.08.042>
- Moreno, C., Allam, Z., Chabaud, D., Gall, C. & Pralong, F. (2021). Introducing the "15-Minute City": Sustainability, Resilience and Place Identity in Future Post-Pandemic Cities. *Smart Cities*, 4(1). <https://doi.org/10.3390/smartcities4010006>
- Mouratidis, K. (2021). Urban planning and quality of life: A review of pathways linking the built environment to subjective well-being. *Cities*, 115, 103229. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103229>
- Mueller, N., Rojas-Rueda, D., Khreis, H., Cirach, M., Andrés, D., Ballester, J., Bartoll, X., Daher, C., Deluca, A., Echave, C., Milà, C., Márquez, S., Palou, J., Pérez, K., Tonne, C., Stevenson, M., Rueda, S. & Nieuwenhuijsen, M. (2020). Changing the urban design of cities for health: The superblock model. *Environment International*, 134, 105132. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105132>
- Nguyen, P. Y., Astell-Burt, T., Rahimi-Ardabili, H. & Feng, X. (2021). Green Space Quality and Health: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(21). <https://doi.org/10.3390/ijerph182111028>
- Nieuwenhuijsen, M., de Nazelle, A., Pradas, M. C., Daher, C., Dzhambov, A. M., Echave, C., Gössling, S., Lungman, T., Khreis, H., Kirby, N., Khomenko, S., Leth, U., Lorenz, F., Matkovic, V., Müller, J., Palència, L., Pereira Barboza, E., Pérez, K., Tatal, L., ... Mueller, N. (2024). The Superblock model: A review of an innovative urban model for sustainability, liveability, health and well-being. *Environmental Research*, 251, 118550. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.118550>
- Ohnmacht, T., Maksim, H. & Bergman, M. M. (2009). *Mobilities and Inequality*. Ashgate Publishing, Ltd.
- Open Data BCN. (2023). Servicio de datos abiertos del Ajuntament de Barcelona. <https://opendata-ajuntament.barcelona.cat/es>
- Paola, J. M. (2007, marzo 1). *Unravelling Invisible Inequalities in the City through Urban Daily Mobility. The Case of Santiago de Chile*. | EBSCOhost. <https://openurl.ebsco.com/contentitem/gcd:27551633?sid=ebsco:plink:crawler&id=ebsco:gcd:27551633>
- Pojani, D. & Stead, D. (2015). Sustainable Urban Transport in the Developing World: Beyond Megacities. *Sustainability*, 7(6). <https://doi.org/10.3390/su7067784>
- Reixach, M. V. (2024). Toward a new model of the city: The superblock program in Barcelona. En *Green Cities, Governance and the Law*. Routledge.
- Rodríguez Rey, D. (2022). Evaluating the impact of urban mobility policies on the air quality levels of Barcelona by means of an integrated modelling system [Doctoral thesis, Universitat Politècnica de Catalunya]. En *TDX (Tesis Doctorals en Xarxa)*. <https://doi.org/10.5821/dissertation-2117-365530>
- Sánchez Sepúlveda, M. (2015). Building the city from public space: Analysis and evaluation tools for the assessment of socio-spatial integration promoting urban typologies. *Revista de Urbanismo*, 17(32), 127-138. <https://doi.org/10.5354/0717-5051.2015.35459>
- Sánchez-Sepúlveda, M. V., Escudero, D. F., Navarro, J. & Amo-Filva, D. (2023). Towards Accessible, Sustainable and Healthy Mobility: The City of Barcelona as Case Study. *Learning and Collaboration Technologies*, 91-104. https://doi.org/10.1007/978-3-031-34411-4_8
- Vicepresidencia Tercera del Gobierno. (2021). *Sector transporte*. <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/transporte.html>
- Spray, J., Witten, K., Wiles, J., Anderson, A., Paul, D., Wade, J. & Ameratunga, S. (2022). Inequitable mobilities: Intersections of diversity with urban infrastructure influence mobility, health and wellbeing. *Cities & Health*, 6(4), 711-725. <https://doi.org/10.1080/23748834.2020.1827881>
- United Nations Department of Economic and Social Affairs. (2023). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2023: Edición especial*. United Nations. <https://doi.org/10.18356/9789210024938>
- Tableau Public. (2023). *Walkability and Cyclability—Barcelona*. <https://public.tableau.com/app/profile/felipe.ant.nez/viz/WalkabilityandCyclability-Barcelona/CyclabilityBarcelona>
- Walkability City Tool—SUMA. (2023). *Urban sustainability consultants*. <https://www.suma-usc.com/walkability-city-tool/>
- World Bank. (2023). *Urban Development* [Text/HTML]. World Bank. <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview>