

Marc Domínguez Mallafré

**ANÀLISI D'INDICADORS DE SOSTENIBILITAT I
SALUT EN RELACIÓ AL DISSENY URBÀ DE LES
CIUTATS DE REUS I TARRAGONA**

TREBALL DE FI DE MÀSTER

Dirigit pel Dr. Aaron Gutiérrez Palomero

Màster universitari en planificació, governança i
lideratge territorial



**UNIVERSITAT
ROVIRA i VIRGILI**

Vila-seca, setembre de 2024

Índex de continguts

AGRAÏMENTS	5
1. INTRODUCCIÓ	6
2. ANTECEDENTS	8
2.1. ENTORN CONSTRUÏT, SALUT PÚBLICA I SOSTENIBILITAT	8
2.2. INDICADORS ESPACIALS PER UNA PLANIFICACIÓ URBANA SOSTENIBLE I SALUDABLE	9
2.3. INNOVACIÓ TECNOLÒGICA I PLANIFICACIÓ URBANA: PROGRAMARI DE CODI OBERT I DADES OBERTES	9
2.4. LA NECESSÀRIA MIRADA SOBRE LES CIUTATS MITJANES.	11
3. METODOLOGIA	12
3.1. ÀREA D'ESTUDI	12
3.2. DADES UTILITZADES	13
2.3. ANÀLISI DELS INDICADORS	15
4. RESULTATS	19
4.1. INDICADORS DE CARACTERITZACIÓ I MORFOLOGIA DE LES CIUTATS	19
4.2. ACCÉS A COMERÇ QUOTIDIÀ	20
4.3. ACCÉS A TRANSPORT PÚBLIC A MENYS DE 500M	21
4.4. ACCÉS A ESPAIS OBERTS PÚBLICS	23
4.5. ACCESSIBILITAT GENERAL I CAMINABILITAT	24
5. DISCUSSIÓ	27
5.1. PRINCIPALS EVIDÈNCIES I IMPLICACIONS	27
5.2. BENEFICIS I LIMITACIONS D'IMPLEMENTAR UN MARC ESTANDARDITZAT PER A L'AVUACIÓ D'INDICADORS EN CIUTATS MITJANES	29
5.3. LIMITACIONS I FUTURES LÍNIES DE RECERCA	30
6. CONCLUSIONS	32
7. BIBLIOGRAFIA	33

Aquest treball de fi de màster es presenta en format d'article científic, tot seguint les directrius per l'elaboració de TFMs a la URV del Màster en Planificació, Governança i Lideratge Territorial.

Índex de figures

<i>Figura 1. Municipis de l'àrea d'estudi. Font: Elaboració pròpia a partir de la cartografia de referència de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya i GHS Urban Centre Database 2015, multitemporal and multidimensional attributes, R2019A.</i>	<i>13</i>
<i>Figura 2. Flux de treball del programari. Elaboració pròpia.</i>	<i>16</i>
<i>Figura 3 Densitat de població i interseccions. Font: Elaboració pròpia.</i>	<i>20</i>
<i>Figura 4 Accés a comerç d'alimentació i quotidià a 500m. Font: Elaboració pròpia.</i>	<i>21</i>
<i>Figura 5 Accés al transport públic a 500m. Font: Elaboració pròpia.</i>	<i>23</i>
<i>Figura 6 Accés a espais oberts públics a 500m. Font: Elaboració pròpia.</i>	<i>24</i>
<i>Figura 7 Índex d'accessibilitat general i caminabilitat. Font: Elaboració pròpia.</i>	<i>26</i>

Resum

Català:

Aquest treball investiga la relació entre la forma urbana i l'entorn construït i l'accessibilitat a Reus i Tarragona, dues ciutats mitjanes que presenten dinàmiques i configuracions urbanes distintes entre si. S'utilitza el programari GHSCI per calcular indicadors de salut i sostenibilitat de codi obert en el que s'empren dades obertes per a l'anàlisi. Es destaca les particularitats de cada ciutat en termes d'accessibilitat urbana i s'exposen els resultats de l'índex de caminabilitat. Reus, gràcies a una estructura més compacta s'observa com el seu entorn construït fomenta la mobilitat activa, mentre que Tarragona, amb una planificació més dispersa mostra deficiències en la connectivitat. L'anàlisi posa de manifest la influència significativa de la morfologia urbana sobre la qualitat de vida dels residents subratllant-ne la necessitat d'adaptar les estratègies de planificació urbana a les particularitats de les ciutats mitjanes. El treball suggereix que la replicabilitat dels mètodes utilitzats pot proporcionar lliçons valuoses per a altres estudis en contextos urbans similars on s'analitzin ciutats mitjanes. També es posa de manifest la utilització d'aquest programari de codi obert, les limitacions del seu ús en ciutats mitjanes i obre noves línies de recerca futures.

Paraules clau: Planificació urbana, Indicadors, Ciutats mitjanes, Sostenibilitat, Accessibilitat

Español:

Este trabajo investiga la relación entre la forma urbana, el entorno construido y la accesibilidad en Reus y Tarragona, dos ciudades medianas que presentan dinámicas y configuraciones urbanas distintas entre sí. Se utiliza el software GHSCI para calcular indicadores de salud y sostenibilidad, un software de código abierto en el que se

emplean datos abiertos para el análisis. Se destacan las particularidades de cada ciudad en términos de accesibilidad urbana y se exponen los resultados del índice de caminabilidad. Reus, gracias a una estructura más compacta, muestra cómo su entorno construido fomenta la movilidad activa, mientras que Tarragona, con una planificación más dispersa, presenta deficiencias en la conectividad. El análisis pone de manifiesto la influencia significativa de la morfología urbana sobre la calidad de vida de los residentes, subrayando la necesidad de adaptar las estrategias de planificación urbana a las particularidades de las ciudades medianas. El trabajo sugiere que la replicabilidad de los métodos utilizados puede proporcionar valiosas lecciones para otros estudios en contextos urbanos similares que analicen ciudades medianas. También se pone de relieve la utilización de este software de código abierto, las limitaciones de su uso en ciudades medianas, y abre nuevas líneas de investigación futuras.

Palabras clave: Planificación urbana, Indicadores, Ciudades medianas, Sostenibilidad, Accesibilidad

English:

This study investigates the relationship between urban form, the built environment, and accessibility in Reus and Tarragona, two medium-sized cities that exhibit distinct urban dynamics and configurations. The GHSCI software is used to calculate health and sustainability indicators, an open-source software that employs open data for analysis. The particularities of each city in terms of urban accessibility are highlighted, and the results of the walkability index are presented. Reus, with a more compact structure, shows how its built environment promotes active mobility, while Tarragona, with a more dispersed planning, shows deficiencies in connectivity. The analysis highlights the significant influence of urban morphology on the quality of life of residents, emphasizing the need to adapt urban planning strategies to the specific characteristics of medium-sized cities. The study suggests that the replicability of the methods used can provide valuable lessons for other studies in similar urban contexts analysing medium-sized cities. It also highlights the use of this open-source software, the limitations of its application in medium-sized cities, and opens new lines of future research.

Keywords: Urban planning, Indicators, Medium-sized cities, Sustainability, Accessibility

Agraïments

Vull expressar el meu agraïment al meu tutor, el Dr. Aaron Gutiérrez, que m'ha guiat sempre que li he demanat durant tot el procés d'elaboració d'aquest treball fins i tot fora del seu horari de feina. També estic profundament agraït al Dr. Xavier Delclòs per animar-me a elaborar aquest treball arran de l'estudi "Ciudades Sostenibles y Saludables: Una aproximación open-source para el cálculo de indicadores sobre diseño urbano y de movilidad para las grandes ciudades españolas", fet conjuntament amb ell. Gràcies al seu compromís, coneixement i experiència destinats al projecte, he pogut assolir un ampli aprenentatge en aquest àmbit. Això m'ha facilitat en part el desenvolupament d'aquest treball final de màster. No puc deixar de mencionar el Dr. Carl Higgs, la seva expertesa en el funcionament del software utilitzat ha estat indispensable. La seva disponibilitat i disposició per resoldre qualsevol dubte han facilitat significativament les tasques en aquest projecte acadèmic tant enriquidor.

1. Introducció

Cada cop són més els estudis que afirmen que la forma urbana influeix significativament en la salut pública (Salvo et al., 2015), la obesitat i el sedentarisme (Papas et al., 2007), així com en la contaminació de l'aire i altres determinants ambientals (Wilson & Chakraborty, 2013). En aquest context, el concepte de les “ciutats de 15 minuts” ha guanyat popularitat com a model per aconseguir ciutats sostenibles i saludables. Alguns investigadors destaquen que aquest concepte promou la sostenibilitat i la resiliència urbana, millorant l'accessibilitat i la qualitat de vida a través de la proximitat als serveis diaris, aspectes clau per dissenyar ciutats més habitables i adaptades a les necessitats dels residents (Ferrer-Ortiz et al., 2022; Moreno et al., 2021; S. Zhang et al., 2023).

Aquestes preocupacions han impulsat un creixent interès en el desenvolupament d'indicadors de salut i sostenibilitat urbana que, en certa mesura serveixen per quantificar la qualitat de vida de les persones que hi viuen. També reflecteixen el progrés de les polítiques urbanes implementades, amb la finalitat de promoure la salut, el benestar, reduir les desigualtats i consolidar-ne l'aplicabilitat en la planificació urbana (Badland et al., 2014). La monitorització d'aquests indicadors espacials permet als planificadors i responsables polítics avaluar l'efecte de les intervencions urbanes i de transport, guiant-los en la creació de ciutats saludables i sostenibles, a més de contribuir a l'assoliment dels Objectius de Desenvolupament Sostenible de l'ONU (United Nations, 2022).

La tendència actual cap a l'ús del Big Data (anàlisi de grans volums de dades) en recerca, combinada amb l'orientació de l'acadèmia cap a la modelització de dades espacials mitjançant programari lliure i dades obertes, ofereix beneficis en termes de transparència en la manipulació de dades. Aquesta transparència contrasta amb la proporcionada per programaris de pagament (Brunsdon & Comber, 2021; Liu et al., 2022). Un avenç significatiu en aquest àmbit és la creació del programari Global Healthy and Sustainable Cities Indicators (en endavant GHSCI) (Higgs et al., 2023). Aquest programari ha suposat un pas endavant en el càlcul d'indicadors. Gràcies l'ús de dades obertes, aquests indicadors són comparables entre ciutats de tot el món,

facilitant anàlisis coherents tant a nivell local com global, com es demostra en el primer estudi dut a terme per investigadors del Global Observatory of Healthy and Sustainable Cities, on s'analitzen els indicadors per a 25 ciutats (Boeing et al., 2022) o en l'estudi realitzat a les 10 ciutats amb més volum demogràfic d'Espanya (Delclòs-Alió, X & Domínguez-Mallafré, M, 2024)

En aquest sentit, un dels principals buits identificats en la literatura relacionada en aquest àmbit de la recerca és la manca d'estudis d'aquestes característiques que abordin les ciutats mitjanes com Reus i Tarragona, objecte d'estudi en aquest treball. Encara que existeixen diversos estudis sobre l'impacte de l'entorn construït en l'accessibilitat dels vianants, aquests, sovint no utilitzen metodologies basades en programari obert ni de caràcter generalitzat per a l'anàlisi d'indicadors (Hermida et al., 2019; Nabipour et al., 2022).

El principal objectiu d'aquest treball de final de màster és omplir el buit existent en la literatura, destacant la rellevància de la utilització del programari GHSCI per analitzar la realitat de Reus i Tarragona, dues ciutats mitjanes amb diferències significatives en la seva morfologia urbana, però que comparteixen dinàmiques territorials comunes. Els objectius específics se centren, en primer lloc, en analitzar els els indicadors d'accessibilitat per a aquestes ciutats. Per al càlcul d'aquests indicadors es fa ús del programari Global Healthy and Sustainable City-Indicators (GHSCI), en segon lloc, en extreure lliçons aplicables a altres ciutats amb característiques similars. A més, aquest treball busca contribuir a l'ampliació del repte plantejat pel Global Observatory of Healthy and Sustainable Cities en el marc del repte "1000 ciutats". Els resultats obtinguts serviran per elaborar un document de referència que ajudi els planificadors urbans de Reus i Tarragona a planificar un entorn construït que millori la qualitat de vida de la seva població, així com per proporcionar orientacions que puguin ser aplicades en altres contextos urbans similars.

2. Antecedents

2.1. Entorn construït, salut pública i sostenibilitat

L'entorn construït té un paper crucial en la configuració de la salut pública, la sostenibilitat ambiental i la inclusió social. Factors com la planificació urbana, el transport i el disseny d'espais públics poden influir directament en el benestar de les persones, la contaminació ambiental, la seguretat viària i la mobilitat sostenible. L'augment de l'interès per aquests aspectes ha fet que el tema guanyi rellevància en les polítiques urbanes a nivell internacional (Badland et al., 2014; Gell et al., 2015), i, en camps com la planificació urbana, el transport, les ciències de la salut i el turisme, aquest ha estat un dels temes més estudiats en l'última dècada (Stevens, 2017). Un entorn ben dissenyat pot promoure l'ús de modes de transport actius, com el caminar o l'anar en bicicleta, i reduir les diferències d'accessibilitat entre diferents grups demogràfics, com els joves i les persones grans (Badland et al., 2014).

L'accessibilitat al transport públic i la relació que manté amb la caminabilitat és crucial per promoure ciutats més saludables i sostenibles. Un estudi recent subratlla que la integració de millores en la infraestructura per a vianants amb un accés millorat als nodes de transport públic pot elevar substancialment l'activitat física dels ciutadans. Aquesta combinació redueix la dependència dels vehicles privats i promou un estil de vida més actiu i sostenible (Giles-Corti et al., 2010).

Així mateix, la resolució dels objectius de desenvolupament de l'Agenda 2030 i la Nova Agenda Urbana requereix que les ciutats ofereixin una infraestructura més accessible i ben connectada per a apropar les persones als espais públics i millorar la mobilitat. L'Organització Mundial de la Salut (OMS) suggereix que millorar l'accés als serveis bàsics, com ara el transport públic, els espais recreatius, els mercats i els equipaments públics, és essencial per promoure ciutats més saludables, sostenibles i cohesionades, a més de fomentar l'equitat en salut urbana (OMS 2008).

2.2. Indicadors espacials per una planificació urbana sostenible i saludable

En el context actual de canvi climàtic i dinàmiques globals, les ciutats afronten el repte d'adaptar-se a l'augment de la població urbana i a les seves necessitats creixents en serveis i mobilitat. Per a respondre a aquests desafiaments, és essencial transformar la manera de planificar, construir i gestionar les ciutats mitjançant un enfocament multidisciplinari que consideri les interrelacions entre el teixit urbà, la mobilitat, la qualitat ambiental, i la salut i el benestar dels ciutadans (Giles-Corti et al., 2016). És per això que diferents estudis han intentat avaluar mitjançant indicadors i mètriques les complexes relacions entre diferents entorns naturals i construïts, comportaments en la mobilitat, estils de vida i factors de risc ambientals i el l'impacte en salut i, en aquest sentit, també existeix una varietat d'eines que ajuden a avaluar el rendiment dels processos de planificació i se centren en indicadors ambientals, socials, sanitaris i econòmics (Pineo et al., 2020).

L'estudi de Boeing et al. (2022) posa de manifest la importància de l'ús de dades obertes i programari de codi obert per desenvolupar indicadors espacials que permetin comparar les característiques de la forma urbana i l'accessibilitat a les ciutats. A més, es destaca la importància d'aquests indicadors per planificar ciutats més saludables i sostenibles, així com els desafiaments tècnics que suposa la creació d'aquests indicadors a escala global.

2.3. Innovació tecnològica i planificació urbana: Programari de codi obert i dades obertes

L'ús de dades i programari de codi obert ha revolucionat la manera com es mesuren i analitzen els indicadors d'accessibilitat urbana. Aquestes tecnologies han superat les limitacions de les eines convencionals, permetent abordar complexitats abans insuperables, com el temps i la precisió en l'anàlisi de grans àrees d'estudi. A més, la transparència i l'accés obert al codi fomenten la col·laboració interdisciplinària, un aspecte clau per desenvolupar planificacions urbanes més inclusives i adaptatives, capaces de respondre millor a les necessitats canviants de les comunitats urbanes (Liu et al., 2022). El programari de codi obert permet una adaptació flexible a diverses necessitats locals i entorns urbans, facilitant al mateix temps actualitzacions i

modificacions per part d'una comunitat global d'usuaris (Boeing et al., 2022). Eines de codi obert utilitzades pel programari com OSMnx, GTFSlite i Pandana proporcionen funcionalitats essencials que faciliten anàlisis d'accessibilitat regional i ajuden a superar algunes d'aquestes limitacions (Boeing, 2017; Simons, 2023).

En termes de dades, la variabilitat en la definició i actualitat de les dades obertes, especialment respecte a la seva cobertura geogràfica, representa un desafiament significatiu. L'ús de dades obertes com OpenStreetMap, GTFS i el Global Human Settlement Layer és crucial en la planificació urbana. OpenStreetMap proporciona una base de dades geoespacial contínuament actualitzada, essencial per a modelar l'accessibilitat i la connectivitat urbana (Ferster et al., 2020; H. Zhang & Malczewski, 2018). Aquestes plataformes han esdevingut fonts clau de dades obertes, amb l'adopció d'aquestes per part dels governs i la participació de diverses entitats, des d'empreses fins a investigadors que s'han implicat en la planificació urbana (Haklay et al., 2010; H. Zhang & Malczewski, 2018).

El Global Human Settlement Layer, una font de dades obertes per avaluar la presència humana al planeta, permet obtenir dades de la població mundial amb una resolució de 100 m, tot i que aquestes dades poden tenir inconsistències que afecten els resultats d'estudis comparatius, són dades creades totes amb els mateixos criteris, la qual cosa permet tenir una font de dades de població amb component espacial consistent i per tant permet la comparabilitat entre si (Schiavina et al., 2022). D'altra banda, les dades GTFS (Global Transit Feed Specification), ofereixen informació detallada sobre rutes de transport públic, horaris i ubicacions, facilitant anàlisis profundes de la mobilitat urbana i optimització dels serveis de transport, les quals permeten comprendre les dinàmiques urbanes referents al transport públic (Bok & Kwon, 2016).

Per tots aquests motius, en aquest treball s'opta per la utilització de les mateixes fonts de dades (exposades en més detall en el punt 3.2) per al càlcul dels indicadors per les ciutats de Reus i Tarragona.

2.4. La necessària mirada sobre les ciutats mitjanes.

Un dels motius clau per centrar-se en les ciutats mitjanes és la manca existent en la literatura, on sovint es prioritza l'estudi de grans àrees urbanes o regions rurals, deixant un buit significatiu en la comprensió de les necessitats i desafiaments específics de les ciutats mitjanes (Hassen, 2023) . Aquestes ciutats, malgrat la seva mida, poden exercir un paper crucial en el desenvolupament regional, oferint serveis i infraestructures que afecten una àrea més àmplia (Servillo et al., 2017). A més, les ciutats mitjanes són més susceptibles a experimentar problemes de desigualtat en l'accés a serveis bàsics, ja que no sempre compten amb els mateixos recursos o atenció en les polítiques públiques com les grans ciutats (European Commission. Joint Research Centre, 2019).

En aquest sentit, l'utilització d'indicadors és especialment rellevant per a les ciutats mitjanes, ja que aquestes ciutats sovint es troben en un punt intermedi entre les grans metròpolis i les zones rurals, amb dinàmiques urbanes úniques que no són adequadament captades pels models de grans ciutats (Koikkalainen & Kyle, 2016). Per posar un exemple, en l'estudi de Boeing et al. (2022), Vic, és l'única ciutat amb característiques pròpies d'una ciutat mitjana d'entre les 25 ciutats analitzades. Aquest és un dels casos que exemplifica la necessitat d'ampliar la recerca d'aquests indicadors per comprendre millor les dinàmiques locals i per facilitar una comparació justa amb altres ciutats similars. La necessitat d'aquestes ciutats per a adaptar-se a les noves metodologies de planificació urbana és fonamental per garantir un desenvolupament urbà sostenible i equitatiu (Kovács et al., 2020).

3. Metodologia

3.1. Àrea d'estudi

Les ciutats de Reus i Tarragona (Figura 1), situades a la província de Tarragona, Catalunya, presenten un estudi de contrast per explorar l'impacte de la morfologia urbana en la planificació i l'accessibilitat i la sostenibilitat de ciutats mitjanes amb característiques típiques del sud d'Europa. Ambdues ciutats tenen poblacions lleugerament superiors als 100.000 habitants (Taula 1) i es troben a uns 100 km al sud-oest de Barcelona, separades per 5km entre si. Tot i això, però, difereixen significativament en la seva estructura i forma urbana.

Taula 1. Dades utilitzades per al càlcul d'indicadors.

Àrea d'estudi	Àrea (km ²)	Població estimada ¹
Reus	52,9	104.738
Tarragona	58,8	167.692

Font: Elaboració pròpia a partir dels resultats de l'anàlisi realitzat.

1: Estimació de població segons la capa de població del Global Human Settlement Layer

Reus, ubicada a uns 13 km de la costa Mediterrània, es caracteritza per un entorn pla, amb una estructura urbana densa i compacta. La ciutat ha crescut al voltant del seu centre històric, desenvolupant-se radialment a partir de places i eixos principals que faciliten la caminabilitat. Aquesta configuració ha fomentat un nucli urbà accessible, clau per al desenvolupament comercial i de serveis de la regió.

En contrast, Tarragona s'estén des del litoral fins a zones d'altitud interior i està marcada per una morfologia més fragmentada i dispersa. El seu nucli antic, situat en un turó, consta de carrers estrets i construccions compactes, mentre que les àrees modernes s'expandeixen al llarg de la costa en una trama urbana més extensa i variada, amb zones d'alt relleu que desafien la connectivitat.

Aquest estudi utilitza l'àrea d'intersecció dels municipis amb la definició de nucli urbà de la capa del GHS UCDB per analitzar aquestes diferències. L'objectiu és il·lustrar com Reus i Tarragona, malgrat les seves similituds demogràfiques, presenten reptes i oportunitats diferenciades per a la planificació urbana. Aquesta anàlisi ressalta la necessitat d'adoptar polítiques que reconeguin les característiques

úniques de les ciutats mitjanes, potencialment eclipsades en estudis centrats en grans metròpolis, i com aquestes poden influir en la distribució dels serveis, el transport públic i l'accessibilitat.

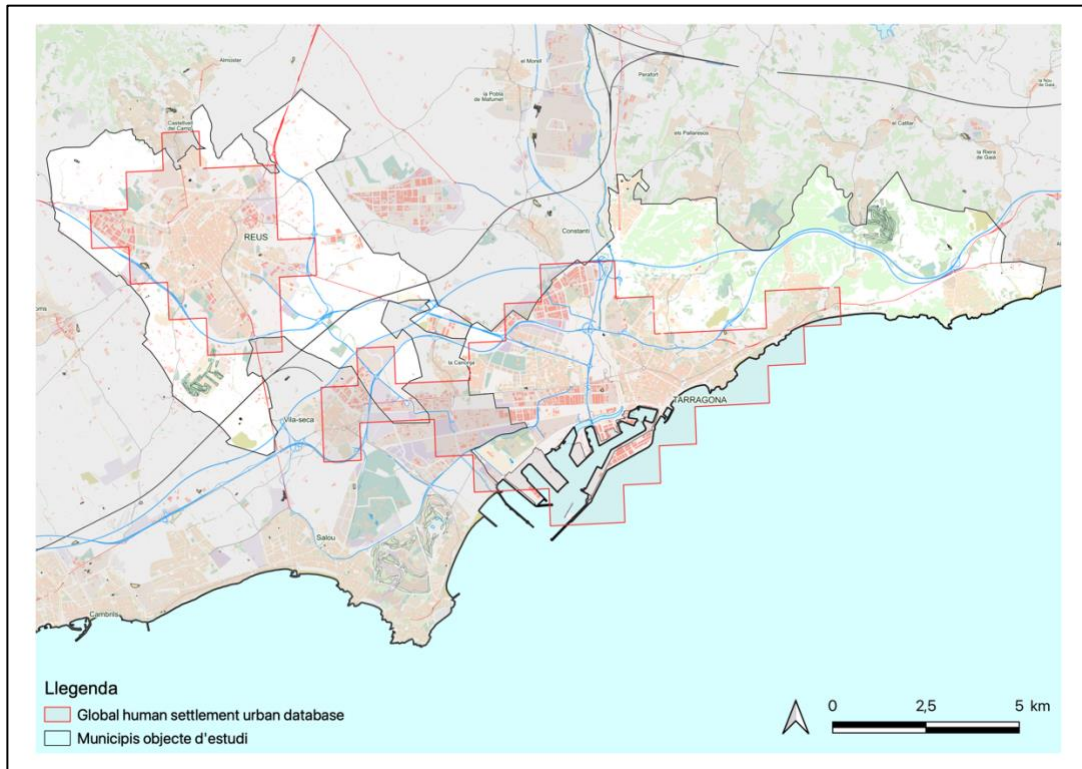


Figura 1. Municipis de l'àrea d'estudi. Font: Elaboració pròpia a partir de la cartografia de referència de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya i GHS Urban Centre Database 2015, multitemporal and multidimensional attributes, R2019A.

3.2. Dades utilitzades

L'observatori global de ciutats sostenibles i saludables recomana utilitzar les següents fonts obertes atès la consistència que presenten i la capacitat de comparabilitat amb altres estudis. La Taula 2 mostra l'origen i la font de les dades que s'utilitzen per al càlcul d'indicadors.

OpenStreetMap – (OSM):

Del fitxer descarregat d'OpenStreetMap s'extreu la xarxa de carrers, els punts de mostreig, espais oberts públics, comerç i parades de transport públic mitjançant les etiquetes. Aquestes venen predeterminades amb el programari i en cas que es cregui necessari es poden afegir o treure etiquetes sempre i quan correspongui. Per aquest cas

d'estudi s'han utilitzat les dades per a la comunitat autònoma de Catalunya del 10 de maig de 2024.

El projecte Global Human Settlement Layer (GHSL) produeix informació espacial global, basada en l'evidència i el coneixement que descriu la presència humana al planeta. Es basa en el disseny i la implementació de noves tecnologies de mineria de dades espacials que permeten el processament automàtic, l'anàlisi de dades i l'extracció de coneixement a partir de grans quantitats de dades heterogènies, com ara fluxos de dades globals, d'imatges de satèl·lit a escala fina, dades del cens i dades geogràfiques d'origen col·lectiu o voluntari (Schiavina et al., 2022). Provenint del GHSL tenim dues fonts d'informació:

- El producte ràster espacial GHS-POP, el qual presenta una resolució de quadrícula contigua d'1Km2.lla ràster amb una resolució de 100m. Per aquest treball s'utilitza l'estimació de població del 2020.
- La capa vectorial del (GHS UCDB) Urban Centre Database (R2019A), la qual defineix els nuclis urbans que tenen un grau de densitat de població de com a mínim 1500 habitants per Km2 i una població mínima de 50.000 habitants. Presenta una resolució de quadrícula contigua d'1Km2.

L'ús d'aquesta capa està motivat per dos factors principals. Primerament, aquesta capa integra una varietat d'indicadors relacionats amb la contaminació, el clima, i altres variables ambientals, proporcionant així una base de dades comprensiva que s'utilitza per variables algunes variables en l'anàlisi del programari les quals no s'analitzen en aquest treball. A més, aquesta capa ofereix la capacitat tècnica per configurar el programari utilitzat en l'estudi de manera que es puguin limitar els càlculs dels indicadors únicament a les regions definides per la intersecció d'aquesta capa. Aquesta funcionalitat és crucial per garantir que l'anàlisi es mantingui dins dels límits geogràfics rellevants per a la investigació, facilitant així una interpretació més precisa i contextualitzada dels resultats obtinguts.

Per a aquesta anàlisi, s'ha optat per introduir la capa de centres urbans (GHS UCDB) amb la finalitat d'obtenir tots els resultats que produeix el programari. Tot i

això, els indicadors s'han calculat per a tot el municipal de cada una de les ciutats amb la finalitat de complir amb els objectius del treball.

General Transit Feed Specification (GTFS)

L'especificació general de transport públic (GTFS) proporciona un marc estàndard perquè les agències de transport públic difonguin les dades d'horaris de transport públic i la informació geogràfica associada. Des de la seva primera creació per TriMet, una agència de transport públic a Portland, Oregon, i Google el 2005, GTFS s'ha convertit en el format de dades del servei de transport públic més popular i s'ha utilitzat en diverses aplicacions per planificar viatges en transport públic, mesurar l'accessibilitat i crear horaris (Verbavatz & Barthelemy, 2020). En el present cas d'estudi, es disposen de les dades de l'Empresa de Transports Municipals (EMT) de Tarragona i de l'empresa pública Reus Mobilitat i transports. Ambdues ciutats compten amb l'autobús urbà com a únic mode existent.

Taula 2. Dades utilitzades per al càlcul d'indicadors.

Dades	Font de les dades
Definició de l'àrea d'estudi. (capa del municipi)	Centro Nacional de Información Geográfica
Estimació de població resident (resolució de 100 m)	Global Human Settlement Layer
Centres urbans	GHS Urban Centre Database
Infraestructura de la xarxa viària	OpenStreetMap
Botigues d'alimentació i similars	OpenStreetMap
Altres botigues quotidianes	OpenStreetMap
Parades o estacions de transport públic i freqüència de parada	Dades GTFS
Espais públics oberts.	OpenStreetMap
Punts de mostreig per al càlcul de destinacions	OpenStreetMap

Font: Elaboració pròpia

2.3. Anàlisi dels indicadors

En aquest estudi s'ha aplicat la metodologia desenvolupada en el marc del projecte Global Healthy & Sustainable City Indicators, del Global Observatory Of Healthy and Sustainable Cities a partir del programari desenvolupat per investigadors del grup mencionat (Higgs et al., 2023; Liu et al., 2022). Aquest programari, desenvolupat en Python i JupiterNotebook, permet calcular l'accessibilitat a diferents escales, des d'una resolució de malla vectorial de 100m fins a un resum agregat a nivell de ciutat.

Per el procés d'obtenció d'aquests indicadors s'han seguit quatre procediments principals detallats a la figura 2:

1. Configuració dels paràmetres i de la regió d'estudi.
2. Pre-processament de les dades d'entrada.
3. Processament d'estimacions del mostreig.
4. Agregació d'indicadors. La configuració inicial i el pre-processament es realitzen mitjançant fitxers de configuració .yaml, que defineixen els paràmetres del programari i les regions d'estudi.

Aquests documents especificats al repositori del programari determinen les entrades per a cada regió, incloent dades dels límits urbans i poblacionals, tant de la capa ràster del GHSL, així com les dades GTFS i la capa vectorial del GHS UCDB (exclosa com a limitant en aquest estudi).

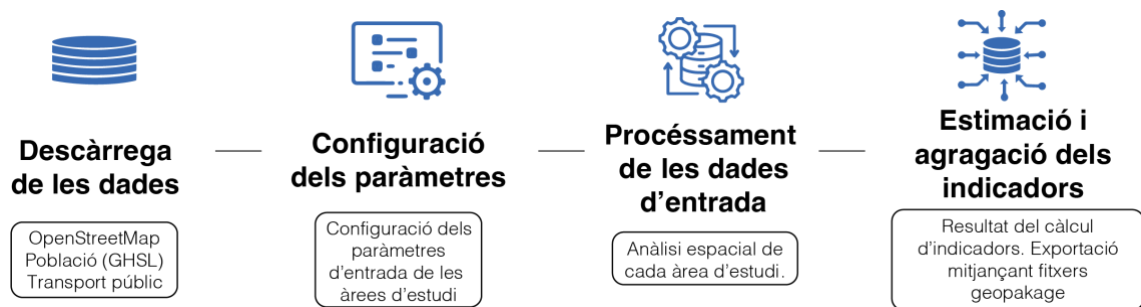


Figura 2. Flux de treball del programari. Elaboració pròpia.

Per calcular els indicadors, el programari utilitza punts de mostreig extrets d'OSM (orígens i destins) per determinar l'accessibilitat a peu a diversos destins. Es generen punts d'interès específics per a cada regió i, en l'anàlisi de l'accessibilitat poblacional, s'aplica un mètode de mostreig amb punts generats cada 30 metres a la xarxa de carrers. Les estimacions de població, la densitat d'interseccions i l'accessibilitat a llocs d'interès es processen en diverses etapes, començant per l'anàlisi dels nodes de la xarxa de vianants i continuant amb estimacions més detallades per a cada conjunt de punts de mostra de la ciutat. Aquests resultats proporcionen informació crucial sobre la densitat poblacional, la densitat d'interseccions i l'accessibilitat a punts d'interès. Aquests s'utilitzen per avaluar indicadors d'accessibilitat, accessibilitat general i de caminabilitat.

Finalment, un cop calculats, els indicadors per a cada regió s'agreguen per tal de proporcionar comparacions rellevants dins i entre ciutats. Aquest procés d'agregació inclou la mitjana de les estimacions per a les zones urbanes de cada àrea d'estudi, la determinació de puntuacions Z estandarditzades en relació amb totes les àrees d'estudi i la realització d'una mitjana general per la ciutat i una mitjana ponderada per la població. La Taula 3 mostra els indicadors que es detallen a l'apartat de resultats. Tots els indicadors es calculen a escala 100x100m a partir de la capa ràster de les estimacions de població del Global Human Settlement Layer (Schiavina et al., 2022).

Taula 3. Dades i indicadors calculats pel programari GHSCI.

Descripció

Àrea (km² calculats a partir de la superfície analitzada.

Estimació de població, calculada a partir del GHSL.

Població per km²

Recompte d'interseccions, calculades pel GHSCI a partir d'OSMNx

Interseccions per km²

Accés a 500 m a una botiga/mercat/supermercat d'alimentació

Accés a 500 m a una botiga de productes d'ús quotidià

Accés a 500 m a d'una parada o estació de transport públic

Accés a 500 m a qualsevol espai públic obert

Accés a 500 m a un espai públic obert de més d'1,5 Ha.

Accés a 500 m a a una parada/estació de transport públic amb freq. de pas mitja < 30 min.

Accés a 500 m a a una parada/estació de transport públic amb freq. de pas mitja < 20 min.

Índex d'accessibilitat representat a partir de la puntuació Z

Índex de caminabilitat representat a partir de la puntuació Z

*Aquests indicadors es representen amb la puntuació Z dels resultats de les dues ciutats.

Font: Elaboració pròpia

El programari utilitzat en aquest estudi és la versió 4.4.3 dels Indicadors Globals de Ciutats Saludables i Sostenibles, executat en un entorn Docker sobre Linux amb Python 3.7 i eines d'anàlisi de dades espacials com pandas, geopandas, pyscal, scipy, numpy, NetworkX i OSMnx, en un sistema operatiu MAC OSx amb processador M1Pro Apple Silicon i 16 GB de memòria RAM.

En la presentació dels resultats d'aquest estudi, s'exposa primerament l'anàlisi de la ciutat de Reus, seguit per la de Tarragona. Per a cada ciutat, els resultats s'organitzen indicador per indicador, proporcionant una anàlisi detallada i contextualitzada dels

diferents aspectes de la forma urbana en relació a l'accessibilitat i la caminabilitat. Els indicadors es presenten de la següent manera:

En primer lloc es mostren les dades de densitat de població i de densitat d'interseccions, que il·lustren la compactació i la connectivitat de la trama urbana. A continuació, s'examina l'accés als serveis bàsics com supermercats i altres tipus de comerç, així com l'accés a espais públics i transport públic, mesurant la distància màxima de 500 metres a peu des de qualsevol punt de la ciutat. Seguidament, es mostren els resultats per l'índex de caminabilitat calculat a partir dels darrers indicadors amb ponderacions Z entre les dues ciutats, quelcom que permet avaluar fins a quin punt l'entorn construït afavoreix o limita la mobilitat en relació als resultats obtinguts per les dues ciutats i alhora permetre veure desigualtats entre diferents àmbits.

4. Resultats

4.1. Indicadors de caracterització i morfologia de les ciutats

Els resultats mostren en la Taula 4 la densitat de població i de les interseccions viàries a Reus i Tarragona. Aquestes revelen patrons significatius en la configuració urbana que afecten directament la connectivitat i l'accessibilitat. A Reus, amb una àrea de 52,9 km², es registra una densitat de població mitjana de 3,972.5 hab./km², amb una densitat màxima de 32.499,6 hab./km², i una densitat ponderada de 10.451,4 hab./km². Aquestes xifres reflecteixen una trama urbana menys complexa, amb una densitat d'interseccions mitjana de 89,9 per km² i una ponderada de 177,4 interseccions per km².

Taula 4. Densitat de població i interseccions.

Ciutat	Densitat de població (hab. / km ²)				Densitat d'interseccions (n / km ²)		
	Mínima	Mitjana	Màxima	Ponderada	Mitjana	Màxima	Ponderada
Reus	100,9	3.972,5	32.499,6	10.451,4	89,9	605,6	177,4
Tarragona	101,0	5.318,4	37.474,0	9.682,8	98,5	707,1	157,6

Font: Elaboració pròpia

Tarragona, amb una superfície de 58,7 km² i una població estimada de 167.692 habitants, presenta una densitat de població mitjana de 5.318,4 hab./km², arribant a una màxima de 37,474 hab./km², i una densitat ponderada de 9.682,8 hab./km². La densitat d'interseccions a Tarragona és notablement més alta, amb 98,5 interseccions per km² en mitjana i una màxima de 707,1 i 157,6 ponderada, mostrant una disminució d'entorns amb major recompte d'interseccions tot i tenir una major complexitat i connectivitat en la seva xarxa viària que Reus. A la figura 3 s'observa aquesta diferència de densitat i connectivitat entre les dues ciutats, on la distribució de la densitat es radial en el cas de Reus, i en el cas de Tarragona hi ha una major dispersió de la densitat, on s'hi identifiquen molts més nuclis d'alta densitat envoltats d'àrees periurbanes. Aquestes característiques de densitat de població i interseccions defineixen una ciutat més fragmentada. Analitzant la densitat ponderada en el cas de Tarragona, s'observen fins a quatre nuclis de major densitat poblacional, mentre que Reus presenta un model centralitzat (Figura 3).

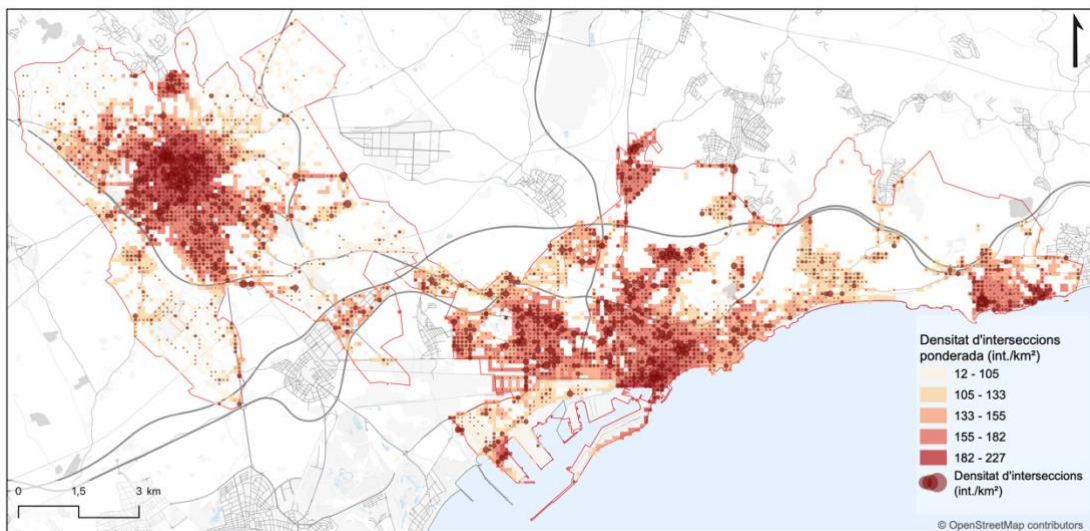
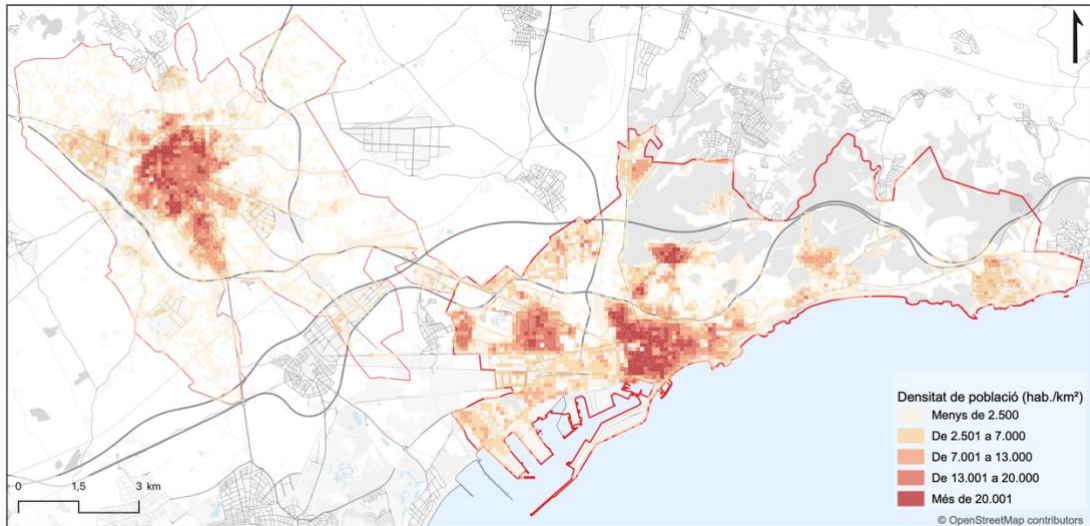


Figura 3 Densitat de població i interseccions. Font: Elaboració pròpia

4.2. Accés a comerç quotidià

En quant a l'accés a botigues d'alimentació i altres comerços quotidians a menys de 500 metres a Reus i Tarragona reflecteix uns resultats distribuïts de manera similar com ho fa la distribució de la població descrita en el punt anterior, ja que presenta una distribució similar. La configuració urbana impacta directament en la disponibilitat de comerç quotidià per a la població. La Taula 5 mostra com a Reus es registren 183 establiments d'alimentació i 74 d'altres comerços quotidians, oferint una densitat de 1,75 i 0,71 establiments per cada 1.000 habitants respectivament. Aquesta distribució assegura que un alt percentatge de la població, concretament el

79,9% i el 62,5%, tingui accés a aquests serveis (Taula 4). La Figura 4 mostra que aquest accés es concentra majoritàriament en un únic nucli central, caracteritzat per la seva alta densitat de comerç disponible.

Taula 5 . Accés a botigues d'alimentació i altres comerços quotidians a 500m.

Ciutat	Nombre d'establiments		Comerços per cada 1.000 hab.		% de població amb accés	
	Alimentació	Altres quotidians	Alimentació	Altres quotidians	Alimentació	Altres quotidians
Reus	183	74	1,75	0,71	79,9	62,5
Tarragona	117	57	0,70	0,34	72,2	49,5

Font: Elaboració pròpia

En comparació, Tarragona presenta 117 botigues d'alimentació i 57 altres comerços (83 establiments menys que Tarragona), amb una menor densitat (0,70, 0,34) de comerços per cada 1.000 habitants. Un 72,2% de la població té accés a botigues d'alimentació i un 49,5% a altres tipus de comerços, significativament per sota de Reus. Tarragona, també exhibeix una distribució més fragmentada de comerç, fet que fa disminuir també l'accés a causa de la fragmentació, amb fins a sis centres urbans diferenciats que ofereixen aquests serveis (Figura 4).

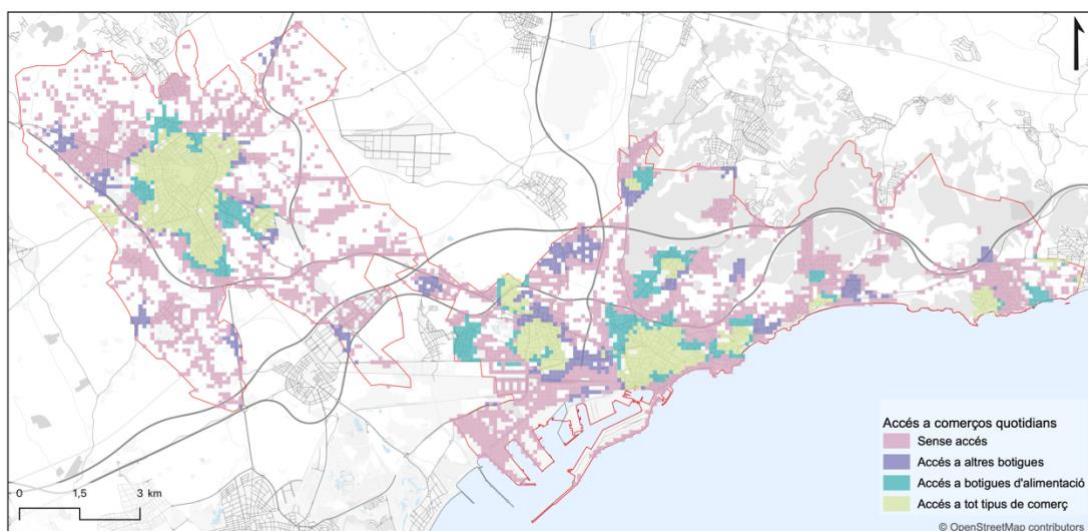


Figura 4 Accés a comerç d'alimentació i quotidià a 500m. Font: Elaboració pròpia.

4.3. Accés a transport públic a menys de 500m

L'accés al transport públic és un indicador clau per a avaluar la connectivitat urbana i la sostenibilitat de les ciutats. La Taula 6 mostra la disponibilitat de parades de

transport públic i el percentatge de població que té accés a Reus i Tarragona, destacant la diferència en la provisió i accessibilitat entre aquestes dues ciutats. A Reus, hi ha 204 parades de transport públic. D'aquestes parades, 124 ofereixen serveis cada menys de 30 minuts i 100 cada menys de 20 minuts, on el 90% de la població té accés al transport públic, el 77,2% a transport públic amb una freqüència menor a 30 i amb una freqüència inferior a 20 minuts, un 76,4% de la població.

Tabla 6. Accés a estacions o parades de transport públic.

Ciutat	Disponibilitat de parades segons freqüència			% de població amb accés segons freqüència		
	Qualsevol freq.	< 30 min	< 20 min	Qualsevol freqüència	< 30 min	< 20 min
Reus	204	124	100	90,0	77,2	76,4
Tarragona	403	222	137	84,2	72,6	65,1

Font: Elaboració pròpia

Tarragona compta amb 403 parades de transport públic, 222 de les quals ofereixen serveis cada menys de 30 minuts i 137 cada menys de 20 minuts. Malgrat aquesta major quantitat de parades, només el 84,2% de la població té accés a qualsevol mena de servei de transport públic. El 72,6% té accés a serveis cada menys de 30 minuts i només el 65,1% a serveis més freqüents.

La Figura 5 il·lustra aquests patrons, mostrant la distribució espacial de la població amb accés a transport públic en funció de la freqüència de pas. Reus mostra un nucli amb on la cobertura de transport públic abasta gran part de la ciutat. Ara bé, la perifèria no disposa de transport públic. També s'observa com a Tarragona la major part dels centres urbans estan coberts amb freqüències inferiors a 20 minuts, mentre que la perifèria, especialment als barris de llevant de Tarragona la freqüència de pas és inferior a 30. A Reus l'accés es radial, al centre freqüències de pas inferiors a 20 minuts i disminueix en tant que t'allunyes del centre

Cal tenir en compte que l'empresa pública Reus Mobilitats i Transports té un servei especial per barris perifèrics, on l'usuari pot sol·licitar el servei amb una freqüència de pas assegurada de 30 minuts. Aquestes dades, però, no es poden veure reflectides en l'anàlisi, ja que el servei és sota demanda.

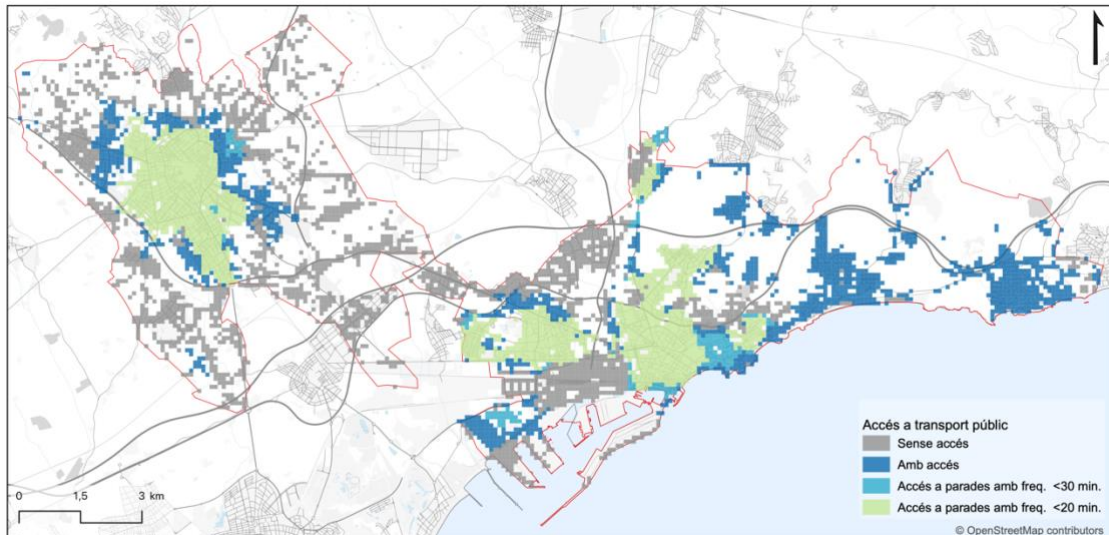


Figura 5 Accés al transport públic a 500m. Font: Elaboració pròpia.

4.4. Accés a espais oberts públics

La Taula 7 mostra els resultats referents a l'accés a espais oberts públics. A Reus es disposa d'un total de 164,4 hectàrees d'espais oberts, amb 97,0 hectàrees en categories superiors a 1,5 hectàrees, proporcionant així una superfície de 15,7 m² per habitant. Tot i això, el 40,6% de la població té accés a aquests grans espais, mentre que el 87,6% té accés a qualsevol tipus d'espai obert. Aquesta distribució indica una concentració de petits espais verds per a la majoria de la població, però una limitada disponibilitat de grans espais verds tal i com mostra la Figura 6.

Taula 7. Accés a espais oberts públics.

Ciutat	Superfície dels espais oberts públics (Ha)			m ² / hab.	% de població amb accés	
	<= 1,5 Ha	> 1,5 Ha	Total		Qualsevol	Grans
Reus	67,5	97,0	164,4	15,70	87,6	40,6
Tarragona	70,1	2.703,5	2.773,7	165,40	85,4	57,1

Font: Elaboració pròpia

D'altra banda, Tarragona presenta una quantitat significativa de 2.773,7 hectàrees d'espais oberts, amb una immensa proporció de 2.703,5 hectàrees en grans espais, resultant en una quantitat de 485.635,11 metres quadrats per habitant. Aproximadament el 57,1% de la població té accés a grans espais oberts, i el 85,4% té accés a qualsevol espai. Aquestes dades reflecteixen una major disponibilitat i

accessibilitat d'espais grans, proporcionant a la població de Tarragona oportunitats substancials per a l'oci i la recreació en àrees extenses.

S'observa en la Figura 6 com a Reus la majoria d'espais oberts es troben integrats al nucli urbà. A Tarragona, hi ha més presència d'avingudes, passejos i espais oberts amb formes longitudinals que afavoreixen l'accés a espais oberts públics grans. També destaca la proximitat de la massa boscosa anomenada anella verda de Tarragona al ponent de la ciutat. Aquesta àrea eclipsa en part la resta d'espais oberts que s'ubiquen al nucli urbà.

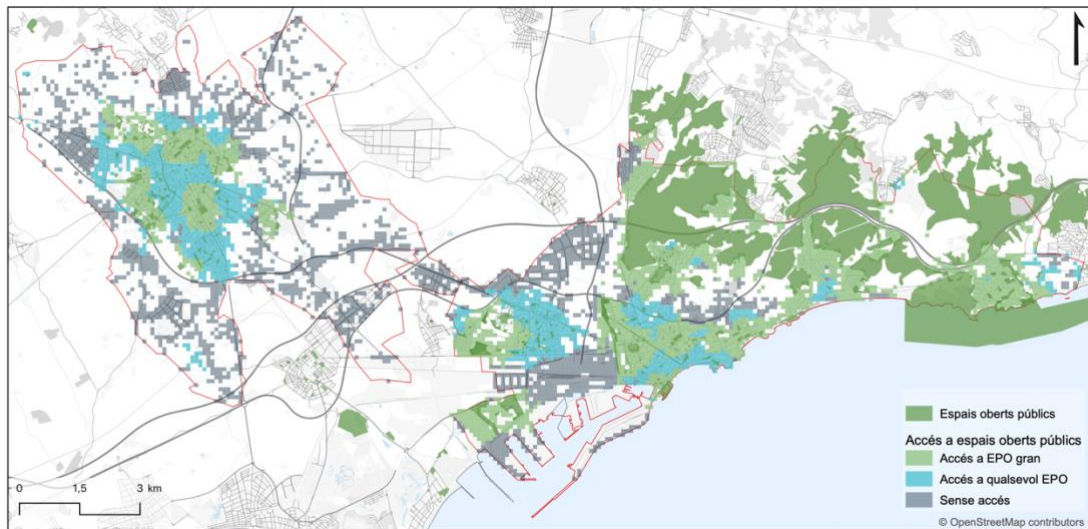


Figura 6 Accés a espais oberts públics a 500m. Font: Elaboració pròpia.

4.5. Accessibilitat general i caminabilitat

La Taula 8 mostra els nivells d'accessibilitat i caminabilitat entre Reus i Tarragona. A Reus, només un 6,82% de la població no disposa d'accés directe a cap servei bàsic, mentre que gairebé un 70% de la població gaudeix d'accés a tres serveis, com ara alimentació, comerç quotidians i transport públic. Això reflecteix un alt nivell d'accessibilitat (2,43), com ho corrobora un índex d'accessibilitat general. A més, l'índex de caminabilitat de Reus és de 2,44, la qual cosa indica que la majoria dels habitants de Reus pot desplaçar-se eficaçment a peu, beneficiant-se d'una infraestructura urbana que suporta una vida activa i saludable.

Taula 8. Valors d'accessibilitat general i caminabilitat

Àrea Urbana	Valors relatius a l'accessibilitat general					Índex d'accessibilitat general	Caminabilitat global
	% de població sense accés	% de població amb accés a 1 servei	% de població amb accés a 2 serveis	% de població amb accés a 3 serveis			
Reus	6,82	11,37	13,31	68,51	2,43	2,44	
Tarragona	11,55	20,67	26,18	41,61	1,97	1,16	

Tarragona presenta una situació més desafiadora. Un 11,55% de la població no té accés a cap dels serveis bàsics, i només un 41,61% té accés a tres serveis, mentre que a Reus gairebé un 30% més de la població té a menys de 500 metres qualsevol dels serveis identificats. L'índex d'accessibilitat general és baix a Tarragona, situat en 1,97, que, juntament amb un índex de caminabilitat de només 1,16, suggereix que la planificació urbana i la disposició de serveis podrien necessitar una millora per tal d'augmentar la connectivitat i la caminabilitat.

La Figura 7 il·lustra la distribució espacial de l'accessibilitat general i la caminabilitat a Reus i Tarragona, evidenciant com la densitat d'interseccions influeix aquests dos indicadors. A Reus, es pot observar clarament que el nucli central de la ciutat destaca per la seva alta accessibilitat i caminabilitat, les quals disminueixen gradualment a mesura que s'avança cap a les perifèries.

Tarragona presenta diversos nuclis on la caminabilitat i l'accessibilitat general són elevades. A diferència de Reus, on el centre concentra la major part de l'activitat, Tarragona mostra una distribució més dispersa d'àrees amb alta caminabilitat i accessibilitat, reflectint una configuració urbana més fragmentada i diversificada. Aquests nuclis de caminabilitat elevada a Tarragona indiquen zones on l'entorn urbà és particularment favorable per a la mobilitat i l'accés a serveis essencials, contribuint a una experiència urbana més inclusiva i dinàmica.

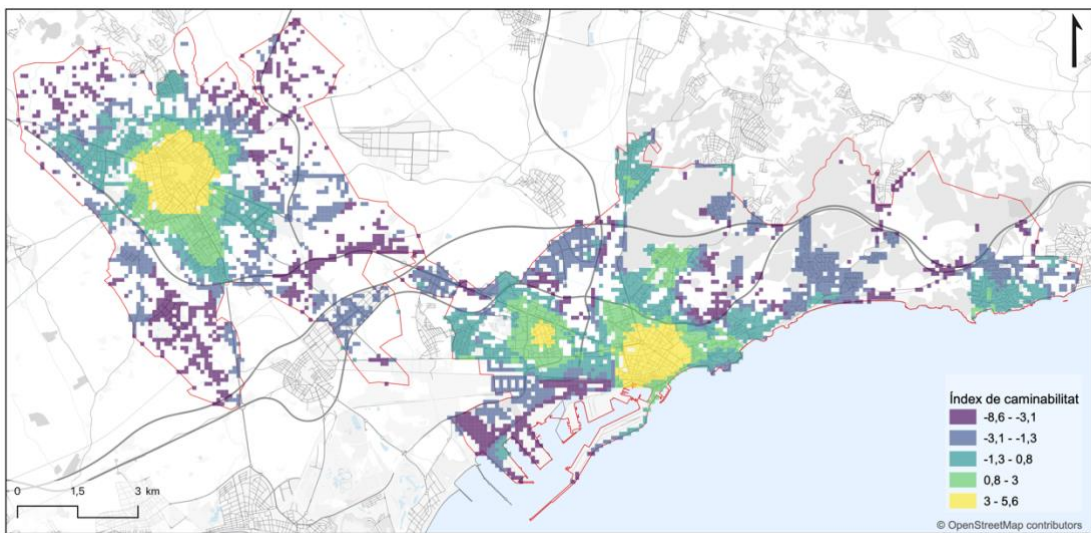
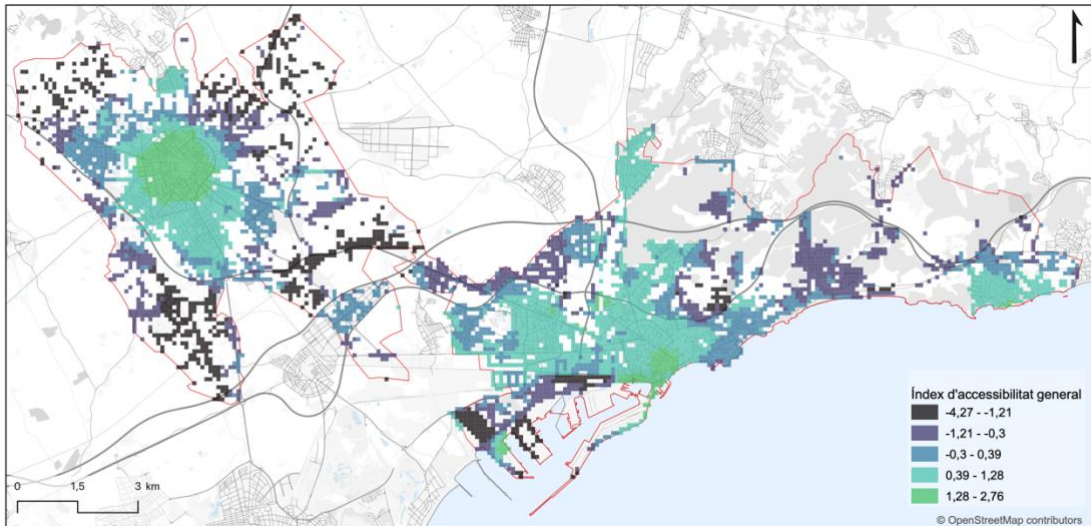


Figura 7 Índex d'accessibilitat general i caminabilitat. Font: Elaboració pròpia.

5. Discussió

5.1. Principals evidències i implicacions

Les diferències en la forma urbana influeixen directament en la qualitat de vida dels residents. Clarament, un entorn urbà compactat afavoreix una major accessibilitat a peu a les destinacions quotidianes. Com s'ha observat a Reus, una ciutat que presenta una estructura més compacta i homogènia presenta en la major part dels casos millors resultats que Tarragona, la qual ha projectat una ciutat més fragmentada, amb una varietat dispersa de nuclis urbans. Aquesta dispersió i fragmentació fa que l'accessibilitat a 500 metres disminueixi sensiblement, la qual cosa implica que la qualitat de vida en ciutats fragmentades tingui efectes en la qualitat de vida de la gent que hi viu (Giles-Corti et al., 2010).

Els resultats sobre la densitat de població i les interseccions a Reus i Tarragona proporcionen una comprensió de l'estructura urbana i la facilitat per caminar en aquestes ciutats. Les diferències entre Reus i Tarragona són força evidents. Un dels motius que explica aquesta evidència és on l'índex de caminabilitat, que és substancialment menor (177,4 – 157,6). Reus, que compta amb un índex d'accessibilitat general major, la qual cosa implica que un major percentatge de població tingui accés als serveis analitzats, conjuntament amb una major densitat d'interseccions amb un grau de dispersió baix, fa que la caminabilitat, com s'apunta anteriorment sigui superior a Reus (2,44) que a Tarragona (1,16). En el cas de Tarragona la influència que té la forma urbana, l'entorn construït, fa que s'hi indiquen desafiaments importants en la connectivitat, els quals podrien dificultar l'accessibilitat en els desplaçaments diaris. Aquestes dades recalquen la necessitat de replantejar la planificació urbana per tal de millorar l'accessibilitat.

En quant a la distribució dels resultats, en el cas de Reus, la característica més evident és que com més apropat al centre, més alta és l'accessibilitat, i a mesura que la densitat de població disminueix la caminabilitat disminueix. Per contra, l'accessibilitat a Tarragona presenta un patró diferent, al haver-hi diferents nuclis de densitat alta de població la distribució és desigual i es podria identificar com una interpolació inversa a la distància entre aquests nuclis. Si bé és cert que alguns d'aquests nuclis no tenen una

accessibilitat tant alta, especialment els barris del nord de la ciutat. En el cas dels barris de llevant, a l'est de la ciutat, els indicadors presenten valors més baixos. Aquest pot explicar-se per la baixa densitat d'interseccions. Cal apuntar que la densitat d'interseccions és veu afavorida per l'existència de còmpings. En aquest cas, el programari pot presentar algunes limitacions en quant a la veracitat dels valors d'accessibilitat en ser espais poc comuns en una ciutat.

Pel que fa a l'accés a comerç d'ús quotidià, els patrons dispersos observats a Tarragona contrasten amb una distribució més concentrada a Reus. Aquesta dispersió pot complicar-ne l'accés, afectant així la cohesió social i reflectint una necessitat de revisar les polítiques de planificació comercial i urbana (Giles-Corti et al., 2016). La distribució de recursos i serveis a través de zones urbanes extenses pot exigir una planificació més integrada i estratègies enfocades a millorar l'accessibilitat, especialment en zones on la població es troba més concentrada. Durant les darreres dècades Tarragona ha apostat per models de consum a l'extraradi de la ciutat, un model que fomenta l'ús del vehicle privat. Reus, en canvi, ha tingut un centre comercial més dens i viu, un model que fomenta en part la mobilitat activa. Aquest fet contrasta entre ambdues ciutats, tant en nombre com en la ubicació d'aquestes. Aquest pot ser un dels factors que explica encara més els resultats obtinguts.

Finalment, l'anàlisi del transport públic i els espais oberts públics mostra una realitat variada en les dues ciutats. Encara que ambdues ciutats només compten amb autobusos com a mode de transport públic, la cobertura i la freqüència d'aquest servei són inferiors a Tarragona malgrat ser més gran. Un dels reptes en ciutats mitjanes, especialment les més fragmentades com Tarragona, és garantir l'accessibilitat a un transport públic de qualitat. A diferència de les grans ciutats, els operadors de transport en ciutats mitjanes no disposen dels mateixos recursos financers, i la morfologia urbana fragmentada fa que els serveis pateixin especialment a les zones perifèriques. Aquesta situació subratlla la importància de millorar les infraestructures de transport per facilitar una mobilitat urbana més efectiva i inclusiva a Tarragona. Encara que els espais oberts públics de Tarragona mostren una distribució més extensa comparada amb Reus, l'accessibilitat a grans espais oberts és més limitada a les dues ciutats en comparació als resultats obtinguts

en algunes de les ciutats calculades a l'estudi de les 10 ciutats més grans d'Espanya (Delclòs-Alió, X & Domínguez-Mallafre, M, 2024). Això ressalta la variabilitat en la planificació d'espais oberts i la necessitat d'adoptar polítiques que fomentin l'equitat pel que fa a l'accés a recursos naturals i recreatius, bàsic per al benestar físic i mental dels residents tot i ser ciutats mitjanes en comparació a les 10 ciutats de l'estudi citat.

Els indicadors calculats no només reflecteixen les variacions en la forma urbana i les diferents polítiques de planificació urbanística que ha tingut cada una de les ciutats, sinó per destacar les varietats físiques i veure les oportunitats que té cada una de les ciutats per ser optimitzades amb l'objectiu de millorar l'accessibilitat als destins quotidians utilitzant algun mode de transport actiu i sostenible. Millorar la mobilitat en transport públic o veure quins són els espais on s'hi ha de destinar més esforços en plantejar intervencions que puguin millorar la cohesió urbana pot afectar positivament la qualitat de vida dels residents.

5.2. Beneficis i limitacions d'implementar un marc estandarditzat per a l'avaluació d'indicadors en ciutats mitjanes

Aquest treball ha permès entendre les particularitats que presenten les ciutats mitjanes, especialment quan es comparen amb ciutats més grans, o fins i tot àrees urbanes. En aquest cas, s'ha pogut veure com Reus, una ciutat compacta, tot i tenir una població lleugerament per sobre de 100.000 habitants sí que pot complir uns llimars mínims en termes de densitat poblacional, els quals permeten fomentar la mobilitat activa, tenir un transport públic extens i amb freqüències altes.

També es fa una contribució significativa en l'àmbit de la recerca urbana, reduint el buit existent en els estudis científics en aquests àmbits. Així mateix, ampliant el focus de la recerca a les ciutats mitjanes, s'obren noves línies de discussió i anàlisi que poden enriquir el coneixement i entendre millor la influència que té la forma urbana vers la seva població. Aquest esforç per cobrir la manca en la recerca recalca la necessitat de diversificar els estudis urbans per incloure una varietat més àmplia de contextos, proporcionant una visió més completa de les seves dinàmiques urbanes.

Aquest treball ha permès comprendre algunes de les particularitats de les ciutats mitjanes, evidenciant com, en comparació amb ciutats més grans o àrees urbanes, presenten desafiaments i oportunitats únics. Per exemple, Reus, una ciutat relativament compacta amb una població lleugerament superior als 100.000 habitants, mostra com es poden complir certs límits de densitat poblacional que promouen la mobilitat activa, un transport públic eficient i accessibilitat a serveis quotidians. No obstant això, Reus i ciutats similars encara presenten deficiències significatives en quant a espais oberts públics, especialment en comparació amb Tarragona. A més, les zones periurbanes sovint no disposen de l'accessibilitat adequada a aquests recursos, destacant una àrea important per a intervencions futures.

La recerca realitzada contribueix de manera significativa a l'àmbit de l'estudi urbà, omplint un buit en la literatura científica a les ciutats mitjanes (Koikkalainen & Kyle, 2016) i obrint noves línies de discussió i anàlisi. Aquests estudis ajuden a comprendre millor com la forma urbana afecta la població i subratllen la necessitat de diversificar els estudis urbans per abraçar una gamma més àmplia de contextos urbans, enriquint així la nostra comprensió de les dinàmiques urbanes.

5.3. Limitacions i futures línies de recerca

La utilització de la capa del GHS UCDB per delimitar l'àrea d'estudi en ciutats mitjanes com Reus i Tarragona presenta limitacions degut a la resolució d'1km. Això pot haver afectat l'exactitud dels indicadors en zones amb usos no residencials com el Port de Tarragona o els polígons. S'ha de tenir en compte que és una aproximació que es genera a partir de les característiques topogràfiques extretes de productes generats per tot el món, i en segons quins àmbits pot arribar a ser complex. El mateix passa amb la capa de població provinent del Global Human Settlement Layer, la qual no pot reflectir amb exactitud zones amb dinàmiques poblacionals fluctuants o amb usos poc comuns. Aquests aspectes suggereixen la necessitat de desenvolupar metodologies més afinades per a la delimitació d'àrees d'estudi que puguin adaptar-se millor a la complexitat urbana de ciutats intermèdies i que estableixin criteris laxos per a cada cas d'estudi que permetin ser permissius en la definició de l'àrea d'estudi però alhora segueixin sent coherents en comparar els resultats de dues ciutats diferents.

Així mateix, s'ha identificat la necessitat d'una revisió crítica de les metodologies emprades en el càlcul d'indicadors per a ciutats mitjanes. La variabilitat dels resultats, influenciada per com s'estableixen els límits i la densitat en l'àrea d'anàlisi, denota la importància d'ajustar les metodologies per reflectir més acuradament les realitats locals. D'altre banda, en ciutats mitjanes on les dinàmiques locals varien significativament, adaptar l'estàndard d'accessibilitat a 500 metres podria ser valorat per capturar la realitat quotidiana dels residents. Valorar aquest ajustament en funció de l'àrea d'estudi permetria una millor avaluació de l'accessibilitat acostant-se més a la realitat i destacaria les necessitats específiques de cada comunitat, facilitant així una planificació urbana més eficaç i adaptada a les peculiaritats locals i les dinàmiques existents.

Clarament, l'expansió de la recerca en el desenvolupament urbà de les ciutats mitjanes exigeix l'elaboració i aplicació de mètriques detallades que reflecteixin les especificitats d'aquests entorns. És crucial desenvolupar indicadors que no només mesurin l'accessibilitat general, sinó que també considerin factors com la segregació social i la mobilitat en bicicleta. Aquests indicadors podrien incloure, per exemple, la proporció de residents que viuen a una distància pedalable de serveis essencials, la disponibilitat d'infraestructura per a bicicletes, i les disparitats en l'accés als recursos urbans segons diferents grups socials, indicadors que en la literatura recent s'hi dediquen esforços i que podrien ajudar a quantificar de millor manera l'accessibilitat. Tanmateix, en el context de les ciutats mitjanes on, per definició, moltes destinacions podrien ser ja accessibles dins dels límits del model de la "ciutat de 15 minuts", és imprescindible validar la pertinència d'aquests models. Per tant, una futura línia de recerca podria centrar-se en l'adequació del concepte "model de ciutat de 15 minuts" per a ciutats mitjanes i quines implicacions pot tenir.

Aquesta revisió metodològica apuntada en aquest punt, proposa una línia de recerca emergent: l'exploració de com la delimitació d'àrees influencia els resultats i com les mètriques utilitzades podrien ser optimitzades. A més, els resultats comparatius amb altres estudis revelen que ciutats amb característiques similars a les analitzades aquí solen mostrar indicadors inferiors en comparació amb ciutats més grans. Per exemple, el cas de Vic en l'estudi de Liu et al. (2020) i les comparacions amb ciutats majors en l'estudi de Delclòs-Alió, X et.al. (2024) evidencien aquesta tendència. Aquesta discrepància podria explicar-se per diferències reals en l'accessibilitat o perquè les mètriques corrents poden desfavorir les ciutats mitjanes a causa de les seves característiques.

6. Conclusions

Aquest estudi reafirma la relació entre la forma urbana i l'accessibilitat, ressaltant com les polítiques. En la planificació afecten de manera directa la qualitat de vida de la població que hi viu. L'accés a prop de casa al comerç quotidià és bàsic si es vol promoure la mobilitat activa per fer els trajectes quotidians. De la mateixa manera que l'accés al transport públic de qualitat i eficient també promou substancialment la mobilitat activa a més de disminuir els trajectes en vehicle privat i per tant ajuda a reduir la contaminació generada a la ciutat i per tant també a mitigar el canvi climàtic. Models de consum com el que va adoptar Tarragona ja fa algunes dècades, implementant polígons industrials d'oci, comerç i recreació a l'extraradi de la ciutat afecta negativament la salut de les persones.

Les polítiques públiques han de donar una resposta contundent al foment del comerç i la mobilitat sostenible als centres de les ciutats. Això pot ajudar a millorar la cohesió social i a fer ús de l'espai públic com un lloc d'interacció social. Anar a comprar el pa, passejar per un espai públic obert o poder anar a fer un cafè amb el cercle d'amistat a la vora de casa i no amb cotxe ha de ser comú i no una cosa excepcional.

D'altra banda, el treball ha posat de manifest els desafiaments específics de la planificació en ciutats mitjanes com Reus i Tarragona, on les estratègies convencionals poden no ser completament eficaces. La recerca indica la necessitat d'adaptar les polítiques urbanístiques que gestionin millor la dispersió urbana i en millorar la connectivitat. Cal seguir investigant en aquest àmbit i tractar de ser propositius per tal d'aportar solucions en la planificació urbana, especialment en casos on la recerca no hi dedica gaires esforços.

7. Bibliografia

- Badland, H., Whitzman, C., Lowe, M., Davern, M., Aye, L., Butterworth, I., Hes, D., & Giles-Corti, B. (2014). Urban liveability: Emerging lessons from Australia for exploring the potential for indicators to measure the social determinants of health. *Social Science & Medicine*, 111, 64-73. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2014.04.003>
- Boeing, G. (2017). OSMnx: New methods for acquiring, constructing, analyzing, and visualizing complex street networks. *Computers, Environment and Urban Systems*, 65, 126-139. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2017.05.004>
- Boeing, G., Higgs, C., Liu, S., Giles-Corti, B., Sallis, J. F., Cerin, E., Lowe, M., Adlakha, D., Hinckson, E., Moudon, A. V., Salvo, D., Adams, M. A., Barrozo, L. V., Bozovic, T., Delclòs-Alió, X., Dygrýn, J., Ferguson, S., Gebel, K., Ho, T. P., ... Arundel, J. (2022). Using open data and open-source software to develop spatial indicators of urban design and transport features for achieving healthy and sustainable cities. *The Lancet Global Health*, 10(6), e907-e918. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(22\)00072-9](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(22)00072-9)
- Bok, J., & Kwon, Y. (2016). Comparable Measures of Accessibility to Public Transport Using the General Transit Feed Specification. *Sustainability*, 8(3), 224. <https://doi.org/10.3390/su8030224>
- Brunsdon, C., & Comber, A. (2021). Opening practice: Supporting reproducibility and critical spatial data science. *Journal of Geographical Systems*, 23(4), 477-496. <https://doi.org/10.1007/s10109-020-00334-2>
- Delclòs-Alió, X & 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 de resultados.
- European Commission. Joint Research Centre. (2019). Description of the GHS Urban Centre Database 2015: Public release 2019: version 1.0. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/037310>
- European Commission. Joint Research Centre. (2019). The future of cities: Opportunities, challenges and the way forward. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/375209>
- Ferrer-Ortiz, C., Marquet, O., Mojica, L., & Vich, G. (2022). Barcelona under the 15-Minute City Lens: Mapping the Accessibility and Proximity Potential Based on Pedestrian Travel Times. *Smart Cities*, 5(1), 146-161. <https://doi.org/10.3390/smartcities5010010>
- Ferster, C., Fischer, J., Manaugh, K., Nelson, T., & Winters, M. (2020). Using OpenStreetMap to inventory bicycle infrastructure: A comparison with open data from cities. *International Journal of Sustainable Transportation*, 14(1), 64-73. <https://doi.org/10.1080/15568318.2018.1519746>
- Gell, N. M., Rosenberg, D. E., Carlson, J., Kerr, J., & Belza, B. (2015). Built environment attributes related to GPS measured active trips in mid-life and older adults with mobility disabilities. *Disability and Health Journal*, 8(2), 290-295. <https://doi.org/10.1016/j.dhjo.2014.12.002>
- Giles-Corti, B., Foster, S., Shilton, T., & Falconer, R. (2010). The co-benefits for health of investing in active transportation. *New South Wales Public Health Bulletin*, 21(6), 122. <https://doi.org/10.1071/NB10027>

- Giles-Corti, B., Vernez-Moudon, A., Reis, R., Turrell, G., Dannenberg, A. L., Badland, H., Foster, S., Lowe, M., Sallis, J. F., Stevenson, M., & Owen, N. (2016). City planning and population health: A global challenge. *The Lancet*, 388(10062), 2912-2924. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30066-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30066-6)
- Haklay, M. (Muki), Basiouka, S., Antoniou, V., & Ather, A. (2010). How Many Volunteers Does it Take to Map an Area Well? The Validity of Linus' Law to Volunteered Geographic Information. *The Cartographic Journal*, 47(4), 315-322. <https://doi.org/10.1179/000870410X12911304958827>
- Hassen, I. (2023). *Medium-sized cities in the age of globalisation* (1 Edition). Routledge.
- Hermida, C., Cordero, M., & Orellana, D. (2019). Analysis of the influence of urban built environment on pedestrian flow in an intermediate-sized city in the Andes of Ecuador. *International Journal of Sustainable Transportation*, 13(10), 777-787. <https://doi.org/10.1080/15568318.2018.1514445>
- Higgs, C., Liu, S., Boeing, G., Arundel, J., Lowe, M., Adlakha, D., Resendiz, E., Heikinheimo, V., Giles-Corti, B., Delclòs-Alió, X., Puig-Ribera, A., Vargas, J. C. B., Castillo-Riquelme, M., Jafari, A., Molina-García, J., Queralt, A., Cerin, E., Suel, E., Domínguez-Mallafré, M., ... Hernandez-Alcaraz, C. (2023). Global Healthy and Sustainable City Indicators software (p. 16786253 Bytes) [Software]. RMIT University. <https://doi.org/10.25439/RMT.24760260.V1>
- Koikkalainen, S., & Kyle, D. (2016). Imagining mobility: The prospective cognition question in migration research. *Journal of Ethnic and Migration Studies*, 42(5), 759-776. <https://doi.org/10.1080/1369183X.2015.1111133>
- Kovács, Z., Harangozó, G., Szigeti, C., Koppány, K., Kondor, A. C., & Szabó, B. (2020). Measuring the impacts of suburbanization with ecological footprint calculations. *Cities*, 101, 102715. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102715>
- Liu, S., Higgs, C., Arundel, J., Boeing, G., Cerdera, N., Moctezuma, D., Cerin, E., Adlakha, D., Lowe, M., & Giles-Corti, B. (2022). A Generalized Framework for Measuring Pedestrian Accessibility around the World Using Open Data. *Geographical Analysis*, 54(3), 559-582. <https://doi.org/10.1111/gean.12290>
- Moreno, C., Allam, Z., Chabaud, D., Gall, C., & Pratlong, F. (2021). Introducing the "15-Minute City": Sustainability, Resilience and Place Identity in Future Post-Pandemic Cities. *Smart Cities*, 4(1), 93-111. <https://doi.org/10.3390/smartcities4010006>
- Nabipour, M., Rosenberg, M. W., & Nasser, S. H. (2022). The built environment, networks design, and safety features: An analysis of pedestrian commuting behavior in intermediate-sized cities. *Transport Policy*, 129, 14-23. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2022.09.024>
- Papas, M. A., Alberg, A. J., Ewing, R., Helzlouer, K. J., Gary, T. L., & Klassen, A. C. (2007). The Built Environment and Obesity. *Epidemiologic Reviews*, 29(1), 129-143. <https://doi.org/10.1093/epirev/mxm009>
- Pineo, H., Glonti, K., Rutter, H., Zimmermann, N., Wilkinson, P., & Davies, M. (2020). Use of Urban Health Indicator Tools by Built Environment Policy- and Decision-Makers: A Systematic Review and Narrative Synthesis. *Journal of Urban Health*, 97(3), 418-435. <https://doi.org/10.1007/s11524-019-00378-w>
- Salvo, D., Reis, R. S., Hino, A. A. F., Hallal, P. C., & Pratt, M. (2015). Intensity-Specific Leisure-Time Physical Activity and The Built Environment Among Brazilian Adults: A

- Best-Fit Model. *Journal of Physical Activity and Health*, 12(3), 307-318. <https://doi.org/10.1123/jpah.2013-0087>
- Schiavina, M., Melchiorri, M., Pesaresi, M., Politis, P., Freire, S., Maffenini, L., Florio, P., Ehrlich, D., Goch, K., & Tommasi, P. (2022). GHSL data package 2022: Public release GHS P2022. Publications Office of the European Union.
 - Servillo, L., Atkinson, R., & Hamdouch, A. (2017). Small and Medium-Sized Towns in Europe: Conceptual, Methodological and Policy Issues. *Tijdschrift Voor Economische En Sociale Geografie*, 108(4), 365-379. <https://doi.org/10.1111/tesg.12252>
 - Simons, G. (2023). The cityseer Python package for pedestrian-scale network-based urban analysis. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 50(5), 1328-1344. <https://doi.org/10.1177/23998083221133827>
 - Stevens, M. R. (2017). Does Compact Development Make People Drive Less? *Journal of the American Planning Association*, 83(1), 7-18. <https://doi.org/10.1080/01944363.2016.1240044>
 - Subsana, R. (2018). *Subsana las desigualdades en una generación: Alcanzar la equidad sanitaria actuando sobre los determinantes sociales de la salud: Informe final de la Comisión Sobre Determinantes Sociales de la Salud.* (s.d.).
 - United Nations. (2022). UNCITRAL Expedited Arbitration Rules 2021: UNCITRAL Rules on Transparency in Treaty-based Investor-State Arbitration. United Nations. <https://doi.org/10.18356/9789210021753>
 - Verbavatz, V., & Barthelemy, M. (2020). Access to mass rapid transit in OECD urban areas. *Scientific Data*, 7(1), 301. <https://doi.org/10.1038/s41597-020-00639-3>
 - Wilson, B., & Chakraborty, A. (2013). The Environmental Impacts of Sprawl: Emergent Themes from the Past Decade of Planning Research. *Sustainability*, 5(8), 3302-3327. <https://doi.org/10.3390/su5083302>
 - Zhang, H., & Malczewski, J. (2018). Accuracy Evaluation of the Canadian OpenStreetMap Road Networks.
 - Zhang, S., Zhen, F., Kong, Y., Lobsang, T., & Zou, S. (2023). Towards a 15-minute city: A network-based evaluation framework. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 50(2), 500-514. <https://doi.org/10.1177/23998083221118570>.