
This is the **published version** of the bachelor thesis:

Gallardo Martinez, Ferran. *Metodologia SIG multicriteri per avaluar el potencial de pacificació urbana: el cas de Badalona*. Treball de Final de Grau (Universitat Autònoma de Barcelona), 2026 (Gestió de Ciutats Intel·ligents i Sostenibles). 14 pàgines.

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/334602>

under the terms of the  license.

Metodologia SIG multicriteri per avaluar el potencial de pacificació urbana: el cas de Badalona

Ferran Gallardo Martinez

Resum— Aquest treball desenvolupa i aplica una metodologia SIG multicriteri per identificar carrers amb potencial estratègic de pacificació urbana en ciutats mitjanes, prenent Badalona com a cas d'estudi. La proposta combina indicadors relacionats amb l'accessibilitat, el confort del vianant, l'activitat urbana i la rellevància territorial mitjançant dades obertes i anàlisi espacial en QGIS. L'índex desenvolupat adapta i simplifica conceptes procedents de models com BCNecologia, el Pedestrian Level of Service (PLOS) i els estudis de walkability, integrant tant escales micro associades al tram de carrer com escales meso vinculades al seu entorn urbà. L'aplicació de la metodologia sobre diferents tipologies de carrers de Badalona permet identificar situacions urbanes diferenciades i obtenir resultats coherents amb les característiques observades durant la fase de diagnòstic. Finalment, el treball reflexiona sobre les limitacions associades a l'ús de dades obertes i sobre el potencial d'aquest tipus d'eines com a suport al diagnòstic i la priorització de futures actuacions de pacificació urbana.

Paraules clau—Pacifació urbana, Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG), anàlisi multicriteri, espai públic, walkability, Badalona.

Abstract— This study develops and applies a GIS-based multicriteria methodology to identify streets with strategic urban traffic-calming potential in medium-sized cities, using Badalona as a case study. The proposed approach combines indicators related to pedestrian accessibility, environmental comfort, urban activity and territorial relevance through open data and spatial analysis in QGIS. The index adapts and simplifies concepts derived from models such as BCNecologia, the Pedestrian Level of Service (PLOS) and walkability studies, integrating both micro-scale variables associated with individual street segments and meso-scale variables linked to their urban context. The application of the methodology to different street typologies in Badalona makes it possible to identify distinct urban situations and obtain results consistent with the characteristics observed during the diagnostic phase. Finally, the study discusses the limitations associated with the use of open data and highlights the potential of this type of tool as support for urban diagnosis and the prioritization of future traffic-calming interventions.

Keywords— Urban traffic calming, Geographic Information Systems (GIS), multicriteria analysis, public space, walkability, Badalona.



1 INTRODUCCIÓ - CONTEXT DEL TREBALL

Les ciutats contemporànies afronten cada vegada més reptes vinculats a la sostenibilitat, la salut i la qualitat de l'espai públic. Durant dècades, el model urbà dominant ha prioritzat la mobilitat motoritzada per sobre de l'experiència del vianant, transformant el carrer en un espai principalment destinat a la circulació de vehicles. A Barcelona, per exemple, el trànsit rodat arriba a ocupar fins al 65% de l'espai lliure entre façanes (Ajuntament de Barcelona, 2024), una situació que contribueix directament a problemàtiques ambientals i de salut pública. De fet, el transport per carretera és responsable del 60% de les emissions urbanes de NOx a Europa (Greenpeace, 2019). Aquesta situació ha impulsat durant les darreres dècades l'aparició de noves estratègies urbanes orientades a recuperar espai públic per als vianants i reduir la dependència del vehicle privat.

En aquest context, les actuacions de pacificació urbana han esdevingut una de les principals eines de transformació de l'espai públic. Models com les Superilles de Barcelona han demostrat la capacitat de reduir el protagonisme del vehicle privat i generar nous espais de convivència urbana. Tot i els resultats obtinguts, l'aplicació d'aquest tipus de models no és sempre directa. Ciutats mitjanes amb trames urbanes més irregulars o amb una estructura viària menys jerarquitzada sovint requereixen aproximacions

adaptades a les seves característiques específiques.

dins Experiències desenvolupades en ciutats mitjanes com Pontevedra o Vitòria-Gasteiz han demostrat que aquests processos poden generar importants millores urbanes, ambientals i socials. Malgrat això, les actuacions de pacificació també han rebut crítiques relacionades amb possibles efectes adversos o amb la manca de planificació global de determinades intervencions. En ciutats com Badalona, algunes actuacions puntuals han generat percepcions de desplaçament del trànsit i conflictes veïnals, posant de manifest la dificultat d'avaluar aquest tipus de transformacions únicament a partir de percepcions subjectives. Aquesta situació evidencia la necessitat de disposar d'eines capaces d'analitzar de manera objectiva les característiques físiques, funcionals i territorials dels carrers abans d'implementar actuacions de pacificació.

A Badalona, gairebé la meitat dels desplaçaments quotidians es realitzen a peu, mentre que el vehicle privat continua ocupant una part molt significativa de l'espai públic urbà (Ajuntament de Badalona, 2023a). Aquesta contradicció resulta especialment visible en una ciutat amb una trama densa i irregular, on l'aplicació directa de

models extensius de pacificació, com les superilles de Barcelona, presenta dificultats evidents. En aquest context, el municipi constitueix un cas d'estudi especialment adequat per explorar metodologies capaces d'identificar de manera objectiva quins carrers presenten un major potencial estratègic de pacificació urbana.

2 OBJECTIUS

2.1 Objectiu general

Desenvolupar una metodologia per identificar carrers amb potencial estratègic de pacificació urbana en ciutats mitjanes, prenent Badalona com a cas d'estudi. La proposta es basa en l'ús de Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG), anàlisi multicriteri i dades obertes per integrar variables físiques, funcionals i territorials relacionades amb l'espai públic.

2.2 Objectius específics

- Analitzar diferents models i metodologies d'avaluació urbana vinculades a l'accessibilitat, la caminabilitat, el confort del vianant i la qualitat de l'espai públic amb l'objectiu d'establir una base conceptual adaptada al context de les ciutats mitjanes.
- Dissenyar un índex multicriteri d'aproximació multiescala basat en dades obertes i eines SIG per avaluar el potencial estratègic de pacificació urbana. Aplicar i interpretar la metodologia sobre diferents tipologies de carrers de Badalona per avaluar la utilitat del model com a eina de suport al diagnòstic urbà i la prioritització d'intervencions de pacificació.

3 MARC TEÒRIC

3.1 El carrer com a espai habitable, pacificació urbana

El progressiu domini del vehicle privat sobre l'espai públic ha impulsat durant les darreres dècades un canvi de paradigma en la manera d'entendre el carrer dins la ciutat contemporània. En contraposició a una visió centrada exclusivament en la mobilitat motoritzada, diferents autors han defensat la necessitat de recuperar l'espai viari com un entorn habitable, orientat al benestar i a la qualitat de vida dels vianants. En aquesta línia, Gehl (2010) defensa que la qualitat física de l'espai públic condiciona directament la intensitat i diversitat d'activitats que s'hi desenvolupen, convertint el carrer en un element clau per a la vida urbana. aquestes

Des d'una perspectiva més empírica, Appleyard (1981) evidencia com la intensitat del trànsit afecta directament les relacions socials i la percepció de qualitat urbana. Els seus estudis mostren que els carrers amb menor presència de vehicles afavoreixen nivells més elevats d'interacció social i ús ciutadà de l'espai públic.

En aquest context, la pacificació urbana es consolida com una de les principals estratègies per recuperar espai públic per als vianants. Tal com defensa Alfonso Sanz (2008), pacificar no consisteix únicament a limitar la

velocitat dels vehicles, sinó a modificar el disseny físic del carrer perquè el vianant passi a ocupar una posició prioritària dins l'espai viari.

Tot i el creixent consens sobre els beneficis de la pacificació urbana, continua existint el repte de determinar on aquestes actuacions poden generar un impacte més rellevant. Aquesta necessitat ha afavorit l'aparició de diferents metodologies d'avaluació urbana basades en indicadors capaços d'analitzar i objectivar característiques relacionades amb l'accessibilitat, la qualitat de l'espai públic o les dinàmiques urbanes.

3.2 Indicadors urbans i metodologies d'avaluació de l'espai públic

El canvi de paradigma urbà descrit anteriorment també ha comportat una nova manera d'analitzar i interpretar la ciutat contemporània. La complexitat dels entorns urbans actuals, on interactuen factors relacionats amb la mobilitat, la salut, l'accessibilitat o la qualitat ambiental, ha incrementat la necessitat d'incorporar eines capaces d'objectivar aquestes dinàmiques urbanes. En aquest context, els indicadors urbans i els Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG) han adquirit un paper cada vegada més rellevant com a instruments de suport per analitzar, representar i interpretar la realitat urbana.

Un dels principals referents en aquest àmbit és el model d'urbanisme ecosistèmic desenvolupat per BCNecologia. Aquest enfocament proposa una lectura sistèmica de la ciutat basada en una estructura jeràrquica d'eixos, àrees, principis i indicadors, capaç de traduir conceptes urbans sovint abstractes, com la qualitat ambiental, la proximitat o la cohesió urbana, en variables potencialment mesurables i representables espacialment. Tot i la solidesa conceptual del model, molts dels seus indicadors requereixen una disponibilitat de dades i una capacitat tècnica difícilment reproduïbles en ciutats mitjanes. Aquesta limitació fa necessari adaptar-ne els principis generals a metodologies més flexibles basades en dades obertes i eines SIG accessibles.

Paral·lelament, també han aparegut metodologies més específiques orientades a avaluar les condicions del desplaçament a peu i la qualitat de l'espai viari des de perspectives diferents. En aquest context, el model PLOS (Pedestrian Level of Service), originat dins l'àmbit de l'enginyeria del transport, representa un dels principals intents d'incorporar el vianant dins els sistemes tècnics d'avaluació de la mobilitat urbana. A diferència dels models tradicionals centrats exclusivament en la fluïdesa del vehicle privat, el PLOS introdueix variables relacionades amb el confort, la funcionalitat i la qualitat física del desplaçament a peu.

Entre aquestes variables destaca especialment el concepte d'amplada efectiva, que defineix l'espai realment disponible per al vianant un cop descomptats obstacles físics, mobiliari urbà o distàncies de seguretat respecte a façanes i calçada.

Des d'una perspectiva més urbana i experiencial, els models de caminabilitat (walkability) incorporen variables relacionades amb l'atractiu urbà, la proximitat, la

diversitat d'usos o la salut pública. En aquest sentit, les conegudes "5D" de la caminabilitat (densitat, diversitat, disseny urbà, destinacions accessibles i distància al transport públic) constitueixen un marc conceptual àmpliament utilitzat per analitzar fins a quin punt un entorn afavoreix els desplaçaments a peu.

A diferència del PLOS, centrat principalment en les característiques físiques immediates del carrer, la caminabilitat introdueix una escala intermèdia basada en la relació entre el tram viari i el seu entorn urbà proper. Aquesta aproximació resulta especialment útil per al desenvolupament del treball, ja que posa de manifest que el potencial d'un carrer no depèn únicament de la seva secció física, sinó també de la proximitat a equipaments, espais verds, activitat urbana o transport públic.

En conjunt, els models analitzats mostren que l'avaluació de l'espai públic requereix combinar diferents escales i dimensions d'anàlisi. Mentre que BCNecologia aporta una lectura sistèmica de la ciutat, enfocaments com el PLOS i la caminabilitat permeten aprofundir en les condicions físiques i funcionals del carrer. Aquesta complementarietat constitueix la base conceptual de la metodologia desenvolupada en aquest treball.

3.3 Marc normatiu i criteris tècnics de referència

La transformació recent de l'espai públic també s'ha vist reflectida en l'àmbit normatiu i tècnic. En els darrers anys, diferents legislacions han començat a incorporar criteris vinculats a l'accessibilitat universal, la prioritat del vianant i la convivència entre usos dins l'espai viari. Aquest fet resulta especialment rellevant per al present treball, ja que moltes d'aquestes directrius permeten traduir conceptes urbans sovint abstractes en criteris objectius, observables i potencialment quantificables.

En aquest context, tant el Codi d'Accessibilitat de Catalunya com les noves incorporacions al Reglament General de Circulació aporten una base tècnica útil per entendre com aquesta nova manera d'interpretar el carrer també s'està traslladant als instruments normatius. Més enllà del seu valor legal, aquests marcs estableixen criteris i referències especialment útils per identificar mancances físiques, definir l·lindars objectius en futurs indicadors urbans i contextualitzar processos de pacificació urbana.

3.3.1. El Codi d'Accessibilitat de Catalunya

El Decret 209/2023, pel qual s'aprova el Codi d'Accessibilitat de Catalunya, planteja una manera d'entendre l'espai públic que supera l'enfocament tradicional centrat exclusivament en la supressió de barreres arquitectòniques. La normativa actual es fonamenta en el concepte d'accessibilitat universal, posant l'èmfasi en l'autonomia, el confort i la seguretat del vianant. Aquest canvi de visió implica que el disseny i l'avaluació dels carrers s'han d'adaptar a contextos reals, prioritzant l'espai usable i la qualitat del desplaçament per sobre de la simple provisió d'infraestructura física.

En aquest sentit, el decret defineix diferents paràmetres tècnics que permeten analitzar les condicions d'estada i mobilitat a la via pública. Com a criteri general, la normativa estableix que l'itinerari accessible ha de disposar d'una

amplada lliure mínima d'1,80 metres, garantint unes condicions adequades de mobilitat i autonomia per a totes les persones. Tot i això, també incorpora la figura de l'itinerari practicable, que permet reduir aquesta amplada fins a 1,20 metres en entorns urbans consolidats i, de manera excepcional, fins als 0,90 metres en estrenyiments puntuals.

Aquesta diferenciació resulta especialment rellevant en ciutats amb trames urbanes denses i irregulars com Badalona, on sovint és físicament difícil assolir els estàndards ideals d'accessibilitat sense transformar completament la secció del carrer. Aquesta flexibilitat evidencia que les condicions de pas no s'han d'avaluar exclusivament des d'una lògica binària de compliment o incompliment, sinó també a partir de diferents graus de qualitat espacial i confort per al vianant. Des d'una perspectiva metodològica, aquests l·lindars físics objectius permeten interpretar i classificar els trams de manera més gradual i adaptada al context real de cada carrer.

Més enllà dels l·lindars numèrics, un aspecte fonamental del decret és que les mesures exigides fan referència exclusivament a l'amplada lliure de pas, i no a l'amplada total de la vorera. Aquesta distinció connecta clarament amb el model PLOS, on l'avaluació del carrer es basa en el concepte d'amplada efectiva, és a dir, l'espai realment disponible per al vianant un cop descomptats obstacles físics, mobiliari urbà o distàncies de seguretat respecte a façanes i calçada.

L'aplicació d'aquest criteri permet objectivar amb més precisió la qualitat de l'espai de pas, però alhora introdueix un repte metodològic important per al desenvolupament del treball. Les fonts de cartografia i bases de dades obertes habituals acostumen a representar únicament la secció bruta del carrer, sense detallar la posició exacta dels obstacles. En conseqüència, un dels principals desafiaments tècnics serà definir com aproximar aquesta amplada efectiva a partir de la informació disponible, assumint les limitacions inherents a les dades obertes per representar les condicions reals de pas del vianant.

A més, la mateixa normativa evidencia que en determinats carrers consolidats les exigències d'accessibilitat poden arribar a ser incompatibles amb el manteniment simultani de voreres segregades, aparcament i trànsit rodat convencional. Aquesta situació resulta especialment visible en carrers estrets o irregulars, on les plataformes úniques i altres estratègies de pacificació urbana deixen de ser únicament una opció de disseny per convertir-se en una possible necessitat funcional.

3.3.2. Adaptació normativa a la pacificació urbana

La recent actualització del Reglament General de Circulació mitjançant el Reial decret 465/2025 incorpora noves figures de senyalització vinculades a la pacificació urbana i a la convivència entre diferents usos de l'espai viari. Més enllà de la seva funció estrictament reguladora, aquesta renovació es pot interpretar com una adaptació del marc normatiu als processos de transformació urbana que moltes ciutats hauran d'afrontar en els pròxims anys. Amb aquesta actualització, conceptes com la prioritat del vianant o la recuperació del carrer com a espai habitable deixen de formar part exclusivament del debat teòric per començar a consolidar-se també dins la regulació viària.

Aquesta evolució es reflecteix especialment en la incorporació de categories com les zones 30 (S-30), les zones de coexistència (S-47) o els carrers residencials (S-28). Tot i presentar diferents nivells de restricció, totes comparteixen una mateixa lògica de fons: reduir el protagonisme del vehicle privat i afavorir usos urbans més vinculats a la mobilitat activa, l'estada i la convivència. Així, mentre les zones 30 mantenen una estructura viària relativament convencional, les zones de coexistència i els carrers residencials introdueixen espais on la separació tradicional entre vorera i calçada perd pes i el vianant passa a tenir una prioritat molt més clara dins l'espai públic.

Tot i això, l'aparició d'aquestes noves categories normatives no garanteix per si sola una pacificació efectiva. Tal com adverteix Alfonso Sanz, la reducció de la velocitat només esdevé realment funcional quan va acompanyada de transformacions físiques capaces de modificar la percepció i el comportament del trànsit dins l'espai viari. Aquesta premissa resulta fonamental per al plantejament del present treball. L'objectiu no és determinar directament on s'han d'implantar aquestes mesures de senyalització, sinó desenvolupar una metodologia d'avaluació objectiva capaç d'identificar de manera sistemàtica quins carrers presenten unes condicions físiques favorables o una necessitat elevada de transformació i pacificació urbana.

4 METODOLOGIA

4.1 Planejament metodològic general

L'anàlisi dels models presentats al marc teòric va posar de manifest que existeixen múltiples aproximacions per avaluar la qualitat de l'espai públic i les condicions dels desplaçaments a peu. Metodologies com l'urbanisme ecosistèmic de BCNecologia, els diferents models de walkability o els sistemes basats en el concepte de Pedestrian Level of Service (PLOS) han demostrat la seva utilitat per objectivar fenòmens urbans relacionats amb l'accessibilitat, el confort, l'activitat urbana o la proximitat a serveis i equipaments.

Tot i això, l'aplicació directa d'aquestes metodologies al cas d'estudi plantejava diverses limitacions. En alguns casos, els indicadors requerien volums elevats d'informació o dades difícilment accessibles. En altres, els models estaven orientats a contextos urbans diferents dels que caracteritzen una ciutat mitjana com Badalona. Aquestes limitacions van portar a descartar una reproducció directa dels models existents i a plantejar una metodologia pròpia adaptada als objectius específics de la recerca.

Durant aquesta fase va aparèixer una primera reflexió que acabaria condicionant tota la construcció de l'índex. Inicialment es va considerar la possibilitat d'adoptar un enfocament similar al de BCNecologia, basat en l'avaluació del grau d'aproximació d'un carrer a un determinat model urbà desitjat. No obstant això, es va considerar que aquesta aproximació responia a una pregunta diferent de la que plantejava aquesta

investigació. L'objectiu del treball no era determinar fins a quin punt un carrer s'ajustava a una idea prèviament definida de ciutat ideal, sinó comprendre quines característiques presenta actualment i com aquestes poden influir en la seva idoneïtat com a objecte de futurs processos de pacificació.

Aquesta distinció va tenir conseqüències importants. En lloc de construir una metodologia orientada a descriure escenaris futurs o models urbans desitjables, es va optar per desenvolupar una eina de diagnòstic basada principalment en l'observació de la realitat existent. Per aquest motiu es van descartar progressivament variables vinculades a hipòtesis de transformació o a situacions potencials futures, prioritzant aquells factors que podien ser observats i representats de manera objectiva mitjançant dades obertes i processos reproduïbles.

Una segona reflexió va sorgir en relació amb l'escala d'anàlisi. Les característiques físiques d'un carrer expliquen només una part del seu funcionament urbà. Factors com l'amplada disponible per al vianant, el confort ambiental o la distribució de l'espai públic resulten fonamentals per entendre les seves condicions actuals, però no permeten explicar per si sols la seva rellevància dins l'estructura urbana de la ciutat. De la mateixa manera, un carrer situat en un entorn amb una elevada concentració d'activitat, equipaments o serveis pot tenir una importància estratègica independentment de la seva configuració física immediata. Aquesta dualitat va conduir a la necessitat de combinar una lectura a escala micro, centrada en les característiques pròpies del carrer, amb una lectura a escala meso, orientada a comprendre la seva relació amb el context urbà que l'envolta.

Finalment, totes les decisions adoptades durant el procés de disseny van estar condicionades per la voluntat de construir una metodologia replicable. Tot i que es van valorar aproximacions més sofisticades basades en dades de mobilitat, models de xarxa o fonts d'informació de difícil accés, es va considerar prioritari desenvolupar una proposta aplicable a altres ciutats mitjançant utilitzant principalment dades obertes, eines SIG i procediments fàcilment reproduïbles.

A partir d'aquestes premisses es va desenvolupar una metodologia pròpia inspirada en l'arquitectura conceptual de BCNecologia. L'objectiu no és determinar de manera automàtica quins carrers s'han de pacificar ni substituir els processos de planificació urbana, sinó proporcionar una eina capaç d'identificar aquells espais que presenten una combinació especialment rellevant entre necessitat de transformació i impacte urbà potencial, orientant així la selecció de futurs àmbits d'intervenció.

4.2 Disseny conceptual de l'índex

4.2.1. Definició conceptual de l'índex

Una vegada establertes les bases metodològiques generals

del treball, el següent pas va consistir a definir amb més precisió què s'entenia per potencial de pacificació urbana. Tot i que aquest concepte havia estat present des de les primeres fases de la recerca i donava nom a la metodologia proposada, el seu significat continuava sent relativament obert. Abans de seleccionar indicadors o plantejar procediments d'anàlisi era necessari determinar amb claredat quin fenomen es volia estudiar.

Durant aquesta fase es va observar que el potencial de pacificació no podia entendre's únicament a partir de les característiques físiques dels carrers. De la mateixa manera, tampoc semblava suficient centrar l'anàlisi exclusivament en la seva funció urbana o en les activitats presents al seu entorn. L'experiència quotidiana mostra que existeixen carrers amb problemes evidents en la distribució de l'espai públic però amb una incidència limitada dins la ciutat, mentre que altres espais amb una elevada importància urbana poden presentar unes condicions físiques relativament adequades. Progressivament va anar prenent força la idea que el potencial de pacificació apareix principalment quan coincideixen aquestes dues situacions.

A partir d'aquesta reflexió es va adoptar una definició operativa segons la qual el potencial de pacificació d'un carrer depèn tant de les seves condicions actuals com del paper que desenvolupa dins l'estructura urbana de la ciutat. En aquest sentit, la metodologia no pretén identificar quins carrers són més fàcils de transformar ni determinar automàticament on s'han de dur a terme futures actuacions. El seu objectiu és ajudar a detectar aquells espais on una redistribució de l'espai públic podria generar un benefici urbà especialment rellevant.

Aquesta interpretació manté una relació directa amb les conclusions obtingudes durant la revisió bibliogràfica. Tal com s'ha exposat anteriorment, les metodologies analitzades acostumen a centrar-se en dimensions concretes del fenomen. D'una banda, aproximacions com el Pedestrian Level of Service (PLOS) descriuen principalment les condicions físiques de l'espai públic i dels desplaçaments a peu. De l'altra, bona part de la literatura vinculada a la caminabilitat, les centralitats urbanes o l'accessibilitat posa l'accent en el paper que desenvolupen els carrers dins les dinàmiques urbanes de la ciutat. Més que escollir entre una o altra aproximació, es va considerar que el potencial de pacificació exigia combinar ambdues perspectives dins d'un mateix marc d'anàlisi.

Aquesta dualitat va conduir a l'estructuració de l'índex en dos grans eixos complementaris. El primer se centra en les condicions actuals del carrer i agrupa aquells factors relacionats amb la configuració física de l'espai públic, la seva accessibilitat i la distribució de l'espai entre els diferents modes de mobilitat. El segon incorpora la dimensió territorial del fenomen i analitza la rellevància urbana del carrer a partir del seu context funcional, les

activitats presents al seu entorn i la seva capacitat per donar servei a la mobilitat quotidiana.

Durant les primeres fases de definició també es va valorar la incorporació d'un tercer eix orientat a mesurar la viabilitat o oportunitat d'intervenció. Tot i això, aquesta possibilitat es va acabar descartant. Es va considerar que factors com la jerarquia viària, la complexitat tècnica de les actuacions o altres condicionants similars introdueixen una component excessivament vinculada a decisions futures de planejament i gestió urbana. Atès que la voluntat del treball era construir una eina de diagnòstic basada en l'estat actual dels carrers, es va optar per limitar l'anàlisi a aquelles dimensions que podien ser observades i avaluades en el present.

Finalment, una vegada definides les dimensions principals del fenomen, es va adoptar una estructura conceptual inspirada en l'urbanisme ecosistèmic de BCNecologia. Tal com s'ha argumentat a l'apartat anterior, aquesta decisió no implica reproduir els indicadors ni els objectius específics d'aquest model, sinó aprofitar una arquitectura basada en eixos, principis, indicadors i variables que permet organitzar de forma coherent els diferents factors que intervenen en l'avaluació del potencial de pacificació urbana.

Els apartats següents desenvolupen els principis que conformen cadascun dels dos eixos i expliquen les principals reflexions que van conduir a la seva definició.

4.2.2. Eix 1. Condicions actuals del carrer

El primer eix de l'índex se centra en les característiques físiques del carrer i té com a objectiu descriure les seves condicions actuals. Es tracta de la dimensió més objectiva del model i aquella que treballa a una escala més propera al tram de carrer. La seva funció és identificar possibles dèficits o desequilibris en la configuració de l'espai públic, sense entrar encara a valorar la rellevància urbana del carrer dins del conjunt de la ciutat.

A partir de la revisió bibliogràfica i de les reflexions desenvolupades durant la construcció de la metodologia es van identificar tres dimensions complementàries capaces de descriure aquesta realitat física: l'accessibilitat i l'espai disponible per als vianants, el confort i l'habitabilitat de l'espai públic i la dominància exercida pel vehicle privat sobre la secció del carrer. Aquestes dimensions es van traduir en tres principis específics que constitueixen l'Eix 1.

El primer principi, **P1.1 Accessibilitat i espai disponible**, pretén avaluar fins a quin punt el carrer ofereix unes condicions adequades per al desplaçament quotidià dels vianants. La seva incorporació respon a una idea molt simple: qualsevol procés de redistribució de l'espai públic hauria de garantir unes condicions mínimes d'accessibilitat i confort per als desplaçaments a peu. Durant la definició d'aquest principi es van considerar diferents factors potencialment rellevants, entre els quals la pendent del carrer. Tot i reconèixer la seva influència sobre l'accessibilitat

real de l'espai públic, finalment es va decidir no incorporar-la dins del model. La principal raó és que es tracta d'una característica estructural del territori que difícilment es veu alterada per una actuació de pacificació, mentre que l'objectiu de l'índex és centrar-se en aquells aspectes susceptibles de ser modificats mitjançant una redistribució de l'espai disponible.

El segon principi, **P1.2 Confort i habitabilitat**, incorpora una dimensió complementària relacionada amb la qualitat de l'experiència urbana. Més enllà de garantir l'accessibilitat, els carrers també han de proporcionar unes condicions adequades per a l'estada, la interacció social i el benestar quotidià. Aquest principi recull algunes de les aportacions presents a la literatura sobre walkability i qualitat urbana, especialment aquelles relacionades amb la percepció i l'experiència de l'espai públic. Tot i la seva rellevància conceptual, també és el principi que presenta majors dificultats d'objectivació a partir de dades obertes, fet que va obligar a plantejar aproximacions més simplificades durant la fase posterior de selecció d'indicadors.

Finalment, el principi **P1.3 Dominància del vehicle** pretén quantificar el pes que continua tenint el vehicle privat en la configuració física del carrer. Durant les primeres fases de definició de l'índex es va plantejar la possibilitat de mesurar el potencial de redistribució de l'espai públic. No obstant això, aquesta aproximació implicava introduir un component especulativa relacionada amb possibles transformacions futures. Per mantenir la coherència amb el caràcter diagnòstic del model es va optar finalment per una aproximació més directa, centrada exclusivament en descriure la situació actual del carrer i la proporció d'espai públic destinada al moviment i emmagatzematge del vehicle privat.

En conjunt, els tres principis que conformen aquest eix comparteixen una mateixa lògica metodològica. Més que predir escenaris futurs o avaluar la viabilitat d'una intervenció concreta, busquen descriure l'estat actual del carrer a partir de factors observables i potencialment modificables mitjançant actuacions de redistribució de l'espai públic. Aquesta aproximació permet construir una primera lectura objectiva de les necessitats de transformació presents a cada tram abans d'incorporar la dimensió territorial i funcional abordada pel segon eix de l'índex.

4.2.3. Eix 2. Rellevància urbana

Si l'Eix 1 descriu les característiques físiques del carrer, el segon eix incorpora una escala d'anàlisi complementària centrada en la seva rellevància dins l'estructura urbana de la ciutat. La seva incorporació respon a una idea que va aparèixer de forma recurrent durant la fase conceptual: no tots els carrers tenen la mateixa capacitat d'afectar la vida quotidiana de les persones ni de generar un impacte equivalent en cas de transformació. Per aquest motiu es va considerar necessari incorporar una dimensió capaç de contextualitzar cada tram de carrer dins les dinàmiques urbanes més àmplies del seu entorn.

Aquest plantejament connecta directament amb algunes de les conclusions obtingudes durant la revisió bibliogràfica. Mentre que aproximacions com el PLOS centren l'anàlisi principalment en les condicions físiques de l'espai públic, altres enfocaments vinculats a la caminabilitat, les

centralitats urbanes o l'accessibilitat posen l'accent en el paper que desenvolupen els carrers dins del funcionament general de la ciutat. L'Eix 2 neix precisament de la voluntat d'incorporar aquesta segona mirada i complementar la lectura més física proporcionada per l'Eix 1.

El primer principi, **P2.1 Context funcional i polaritats urbanes**, pretén mesurar la capacitat de l'entorn proper per generar activitat quotidiana i desplaçaments. Durant les primeres fases de definició es va plantejar com una aproximació basada principalment en la presència d'equipaments. No obstant això, a mesura que avançava la construcció de l'índex es va observar que aquesta interpretació resultava excessivament limitada. Elements tan diversos com estacions de transport públic, espais verds, equipaments educatius o serveis sanitaris compartien una característica comuna: la seva capacitat per actuar com a focus d'atracció d'activitat urbana. Per aquest motiu es va abandonar la idea d'analitzar equipaments individuals i es va adoptar una aproximació més àmplia orientada a identificar polaritats urbanes i intensitats funcionals. En aquest sentit, els equipaments deixen de ser l'objecte d'estudi i passen a entendre's com una evidència d'un fenomen més ampli relacionat amb la generació d'activitat urbana.

El segon principi, **P2.2 Activitat i vida urbana**, incorpora una escala d'observació diferent. Mentre que el principi anterior analitza el context funcional de l'entorn, aquest se centra en l'activitat que es desenvolupa al mateix carrer. Durant la seva definició també es va produir una evolució conceptual significativa. Inicialment es va considerar que el comerç podia actuar com a principal indicador de vitalitat urbana. Tanmateix, aquesta aproximació es va demostrar insuficient per representar la diversitat de situacions presents a la ciutat. La vida urbana no depèn exclusivament de l'activitat econòmica, sinó també de la presència d'espais d'estada, places, parcs, equipaments o altres elements capaços d'afavorir la permanència i la interacció social. Per aquest motiu el principi es va acabar orientant cap a una idea més àmplia vinculada a l'activitat humana i a la capacitat del carrer per generar vida urbana.

Finalment, el principi **P2.3 Funció articuladora i connectivitat urbana** pretén capturar el paper que desenvolupen determinats carrers dins les relacions territorials de la ciutat. A diferència del P2.1, que posa el focus en la presència de polaritats, aquest principi analitza la capacitat dels carrers per actuar com a elements de connexió entre activitats, barris o centralitats urbanes. Durant la seva definició es van valorar diferents aproximacions vinculades al transport públic o a l'anàlisi de xarxes. No obstant això, es va considerar que aquestes opcions introduïen una complexitat excessiva i corrien el risc de generar solapaments amb altres dimensions de l'índex. Finalment es va optar per entendre la connectivitat des d'una perspectiva territorial més simple, vinculada a la funció articuladora que determinats corredors exerceixen dins l'estructura urbana quotidiana.

Una de les principals preocupacions durant la construcció d'aquest eix va ser evitar la duplicació de fenòmens entre principis. Diversos estudis multicriteri assenyalen que la repetició d'una mateixa informació sota indicadors diferents pot introduir biaixos importants en els resultats

finals. Per aquest motiu es va procurar que cada principi representés una dimensió específica de la rellevància urbana: la intensitat funcional de l'entorn (P2.1), l'activitat desenvolupada al propi carrer (P2.2) i la seva funció de connexió dins l'estructura urbana (P2.3). Aquesta diferenciació conceptual va esdevenir un dels criteris principals per acceptar o descartar possibles indicadors durant les fases posteriors de desenvolupament de l'índex.

En conjunt, els tres principis permeten incorporar una lectura territorial complementària a la proporcionada per l'Eix 1. Mentre aquest descriu les condicions físiques del carrer, l'Eix 2 aporta informació sobre la seva rellevància urbana i sobre la capacitat que una futura actuació de pacificació podria tenir per generar un impacte urbà rellevant dins la ciutat. La combinació d'ambdues perspectives permet construir una aproximació més completa al potencial de pacificació, integrant tant les necessitats de transformació presents al carrer com la transcendència que aquestes poden tenir dins l'estructura urbana general.

4.3 Diagnòstic exploratori i selecció dels casos d'estudi

Una vegada definida l'estructura conceptual de l'índex, el següent repte consistia a determinar sobre quins carrers aplicar-lo. Tot i que l'objectiu final del treball és avaluar trams concrets de carrer, aplicar l'índex complet sobre la totalitat de la xarxa urbana de Badalona resultava inviable tant per la dimensió de l'àmbit d'estudi com per l'escala de detall requerida per molts dels indicadors.

Per aquest motiu es va plantejar una fase intermèdia de diagnòstic exploratori destinada a reduir progressivament l'univers d'anàlisi abans de seleccionar els casos d'estudi definitius. A diferència de l'aplicació posterior de l'índex, aquesta fase no se centra en l'avaluació detallada de carrers concrets, sinó en la identificació de patrons territorials, centralitats urbanes i àmbits d'interès a escala de ciutat.

La construcció del diagnòstic es va inspirar en diversos dels principis definits a l'apartat anterior, però no constituïx una aplicació simplificada de l'índex. L'objectiu no era obtenir resultats definitius, sinó generar una primera lectura territorial capaç d'orientar la selecció dels corredors candidats. Aquest procés es va desenvolupar en dues fases complementàries: una primera aproximació territorial vinculada principalment als principis de l'Eix 2, i una segona fase de diagnòstic exploratori associada a la dominància del vehicle i a les condicions físiques dels corredors identificats.

4.3.1. Diagnòstic territorial a escala urbana

Una vegada definida l'estructura conceptual de l'índex, el següent repte consistia a determinar sobre quins carrers s'aplicaria la metodologia completa. Tot i que l'objectiu final del treball és analitzar trams de carrer concrets, aplicar l'índex a la totalitat de la xarxa viària de Badalona resultava inviable tant per l'escala del municipi com per la quantitat de dades necessàries. Per aquest motiu es va plantejar una fase intermèdia de diagnòstic exploratori destinada a reduir progressivament l'univers d'anàlisi i identificar aquells àmbits amb major interès potencial.

D'acord amb les reflexions exposades a l'apartat anterior, aquesta primera fase es va centrar en els principis

associats a l'Eix 2. A diferència dels indicadors físics del carrer, que requereixen una anàlisi detallada a escala micro, els fenòmens relacionats amb les polaritats urbanes i les dinàmiques territorials poden estudiar-se a escala de ciutat mitjançant dades obertes i eines SIG. Aquest plantejament permetia obtenir una primera lectura global del municipi abans de començar a treballar sobre corredors i trams concrets.

El punt de partida va ser la construcció d'una capa de polaritats urbanes. Per fer-ho es va utilitzar una base de dades d'equipaments municipals obtinguda a través del portal de dades obertes de l'Ajuntament de Badalona, que inclou la localització geogràfica dels principals equipaments educatius, sanitaris, esportius, culturals i administratius. Les dades es van georeferenciar i integrar en un entorn SIG mitjançant QGIS, generant una primera capa de punts distribuïts per tot el municipi.

Tanmateix, durant aquesta fase es va observar que el principi P2.1 no pretenia mesurar exclusivament la presència d'equipaments, sinó la capacitat d'un determinat entorn per generar activitat humana i desplaçaments quotidians. Els equipaments representaven únicament una evidència d'aquest fenomen. Per aquest motiu, la capa inicial es va complementar incorporant altres elements amb una elevada capacitat d'atracció urbana, com ara parades de transport públic estructurant, grans espais verds, places, accessos principals al front marítim i punts d'accés a la Serralada de Marina.

Una vegada consolidada la capa de polaritats, es va aplicar l'algoritme de densitat de Kernel (Kernel Density Estimation, KDE) disponible a QGIS per generar una superfície contínua capaç de representar la concentració relativa d'activitats urbanes al municipi. Aquest procediment va permetre transformar una distribució discreta de punts en un mapa de calor on les àrees amb major acumulació de polaritats esdevenien fàcilment identificables.

La lectura dels resultats va permetre detectar diverses concentracions funcionals repartides pel municipi. No obstant això, el diagnòstic no pretenia únicament localitzar les principals centralitats urbanes, sinó també comprendre les relacions que s'estableixen entre aquestes. Aquesta necessitat connectava directament amb el principi P2.3, orientat a identificar el paper de determinats espais com a connectors dins l'estructura urbana.

Per aproximar aquest fenomen es van establir relacions potencials entre les principals polaritats identificades, representant-les mitjançant línies de connexió i generant posteriorment àrees d'influència a través d'operacions de buffer. L'objectiu no era reproduir fluxos reals de mobilitat ni modelitzar itineraris exactes, sinó identificar de manera exploratòria aquells sectors de la ciutat on era més probable trobar corredors amb una funció estructurant dins dels desplaçaments quotidians.

Finalment, la superposició dels mapes de densitat, els corredors de relació i la cartografia urbana de referència va permetre delimitar vuit àmbits preliminars de diagnòstic: Morera, Centre-Dalt de la Vila, Progrés, Pep Ventura-Raval, La Salut, Congrés-Sant Roc, Llefià i La Pau-Lloreda. Aquests àmbits constitueixen el primer filtre territorial del procés i representen les principals concentracions

funcionals identificades a escala municipal (Fig. 1).

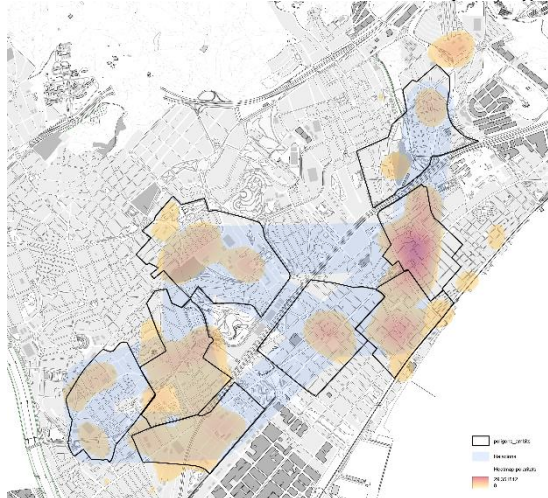


Figura 1. Superposició dels resultats preliminars del diagnòstic territorial: densitat de polaritats urbanes (heatmap), corredors de relació funcional entre polaritats (bufers) i delimitació preliminar dels àmbits d'estudi.

4.3.2. Incorporació de l'Eix 1 i selecció dels corredors candidats

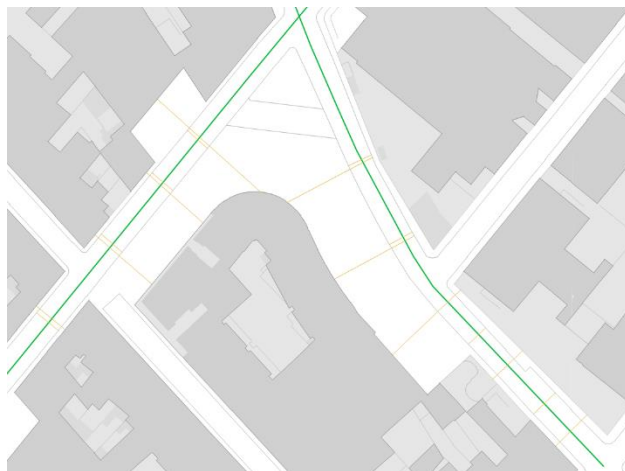
La fase anterior va permetre identificar els principals àmbits d'interès a escala urbana i reduir significativament l'univers inicial d'anàlisi. Tanmateix, els resultats obtinguts continuaven responen principalment a criteris associats a l'Eix 2 i, per tant, a la rellevància funcional i territorial dels diferents sectors de la ciutat. Per avançar en el procés de selecció dels casos d'estudi era necessari incorporar també una primera aproximació a les característiques físiques dels carrers, vinculades als principis definits dins l'Eix 1.

En aquesta fase es van explorar diverses possibilitats per representar de manera simplificada les dimensions associades a l'accessibilitat, el confort urbà i la distribució de l'espai públic. No obstant això, la major part dels indicadors potencials requerien una escala d'anàlisi massa detallada o dades que no es trobaven disponibles de forma homogènia per al conjunt del municipi. Aquesta limitació resultava especialment rellevant en una fase de diagnòstic que encara havia de treballar sobre un nombre elevat de carrers i àmbits urbans.

Davant aquesta situació, es va optar per centrar l'anàlisi en el principi P1.3, relacionat amb la dominància del vehicle privat. A diferència d'altres dimensions de l'Eix 1, aquest principi podia representar-se mitjançant una variable relativament senzilla, directament vinculada a la configuració física de l'espai públic i aplicable a diferents escales d'anàlisi. L'objectiu no era reproduir l'indicador definitiu de l'índex, sinó disposar d'una aproximació exploratòria capaç de discriminar entre diferents tipus de carrer.

A partir d'aquesta reflexió es va definir una primera variable basada en la relació entre l'amplada destinada a la circulació i estacionament de vehicles i l'amplada total de l'espai públic. Aquesta relació permetia estimar el grau de dominància del vehicle privat sobre la secció del carrer i introduir una lectura física complementària als resultats territorials obtinguts durant la fase anterior.

Paral·lelament, la lectura conjunta dels resultats obtinguts va permetre identificar diferents tipologies de



corredor presents als àmbits analitzats. Alguns carrers destacaven per concentrar una elevada activitat urbana, equipaments i diversitat d'usos, mentre que altres exercien principalment funcions de connexió entre polaritats o barris. Finalment, també es van identificar corredors de caràcter predominantment residencial on els dèficits associats a la distribució de l'espai públic adquirien una major rellevància. Aquesta observació va conduir a la definició de tres tipologies preliminars de carrer —mixticitat d'usos, connector urbà i residencial de barri— que posteriorment servirien per estructurar la selecció dels casos d'estudi i garantir la representació de diferents realitats urbanes presents al municipi.

La localització dels corredors candidats seleccionats es mostra a l'Annex A.. Aquesta selecció no tenia encara l'objectiu d'identificar els casos d'estudi definitius, sinó de construir un conjunt reduït de carrers representatius sobre els quals aplicar una anàlisi més detallada vinculada als principis de l'Eix 1.

4.3.3 Diagnòstic exploratori de dominància del vehicle i selecció dels casos d'estudi

Una vegada seleccionats els deu corredors candidats, es va desenvolupar una anàlisi més detallada orientada a incorporar una primera aproximació quantitativa a la dominància del vehicle privat. Durant aquesta fase es va observar que molts dels corredors identificats presentaven variacions significatives en la configuració de la seva secció viària, fet que dificultava l'obtenció de mesures representatives a escala de corredor complet. Per aquest motiu es va optar per dividir-los en trams de carrer diferenciats, atenent principalment als canvis observats en la morfologia urbana i en la distribució de l'espai públic. Aquesta decisió permetia obtenir una aproximació més precisa a la realitat de cada carrer i, al mateix temps, alineava el diagnòstic amb la unitat d'anàlisi adoptada posteriorment per l'índex. El resultat final va ser una capa formada per 32 trams, que van constituir les unitats bàsiques d'anàlisi durant aquesta fase.

Per estimar la dominància del vehicle es va crear una capa específica de seccions transversals. Aquestes seccions es van dibuixar manualment sobre la cartografia topogràfica municipal, procurant mantenir una orientació aproximadament perpendicular al carrer i representant les diferents situacions presents dins de cada tram. Tot i que aquest procediment no permet obtenir mesures

perfectament precises, es va intentar minimitzar l'error utilitzant l'eina de limitació (*snapping*) de QGIS, de manera que les seccions coincidissin amb els límits representats a la cartografia. Per a cada secció es van obtenir dues mesures: l'amplada total de l'espai públic, definida entre línies de façana o límits efectius del carrer, i l'amplada de la calçada, definida entre els límits de vorera representats a la cartografia

Les longituds de les seccions es van calcular automàticament mitjançant eines SIG i posteriorment es van exportar a una taula de càlcul per agrupar-les segons el tram corresponent (Annex B). A partir dels valors mitjans obtinguts es va calcular el percentatge de dominància del vehicle privat mitjançant la relació entre l'amplada mitjana de la calçada i l'amplada total de l'espai públic. Els resultats es van classificar en quatre categories de dominància —baixa, mitjana, alta i molt alta— i es van representar cartogràficament per facilitar-ne la interpretació (Fig. 2).

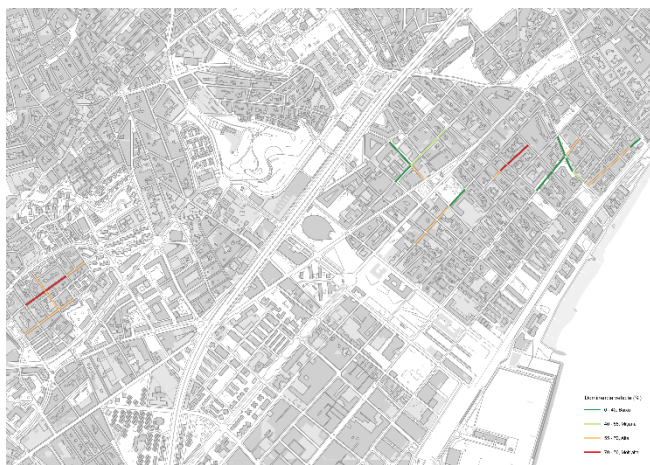


Figura 2. Dominància vehicles

Els resultats van mostrar diferències significatives entre els corredors analitzats i van permetre discriminar situacions urbanes clarament diferenciades. Tanmateix, un dels resultats més rellevants va ser constatar que els carrers amb una major dominància del vehicle no coincidien necessàriament amb els més interessants des del punt de vista dels objectius de la recerca. Per aquest motiu, la selecció final dels casos d'estudi no es va basar exclusivament en el resultat quantitatiu obtingut, sinó en la combinació dels resultats del diagnòstic territorial, l'anàlisi de dominància del vehicle i la representativitat de les diferents tipologies urbanes identificades.

La combinació dels resultats territorials, l'anàlisi de dominància del vehicle i la representativitat tipològica dels corredors va conduir a la selecció definitiva de tres casos d'estudi: el carrer d'Enric Borràs, representatiu dels corredors amb elevada mixticitat d'usos; el carrer de Baldomer Solà, associat a funcions de connexió urbana; i el carrer Mare de Déu de Llorda, representatiu dels teixits residencials amb una major dominància del vehicle privat. Aquests tres casos constitueixen la base sobre la qual s'aplicarà posteriorment l'índex complet desenvolupat en aquest treball.

4.4 Aplicació dels indicadors

Un cop escollits els casos d'estudi, la següent fase va consistir en l'aplicació de l'índex a cada tram de carrer amb l'objectiu de convertir els principis definits en l'apartat anterior en variables capaces de ser calculades i comparades entre els diferents casos analitzats.

L'aplicació dels diferents principis va seguir una lògica similar. En primer lloc es va recuperar la definició conceptual de cada principi, la pregunta de recerca associada i les possibles variables capaces de representar-la. A continuació es van explorar diferents alternatives metodològiques a partir de la revisió de dades obertes i de la informació ja recopilada durant la fase de diagnòstic. Aquest procés va permetre seleccionar les variables finals, definir els geoprocessos necessaris i establir les fórmules utilitzades posteriorment per obtenir els resultats.

Es va decidir començar per l'Eix 1, concretament pel principi P1.1, ja que la construcció de la base cartogràfica de voreres i obstacles podia generar un conjunt de capes útil per al desenvolupament de diversos indicadors. Aquesta decisió va permetre construir progressivament una base d'informació comuna sobre la qual es van desenvolupar bona part dels càlculs posteriors.

Tot i que es van utilitzar diverses eines d'automatització i geoprocessos disponibles a QGIS, una part important del treball es va realitzar de forma manual. En molts casos les dades disponibles no presentaven el nivell de detall necessari o requerien processos previs d'edició, classificació i revisió. Per aquest motiu es va optar per prioritzar el control directe sobre les dades i la coherència metodològica dels resultats per davant de l'automatització completa dels processos. Aquest plantejament va permetre adaptar cada indicador a les característiques específiques de les dades disponibles i garantir una millor correspondència entre la definició conceptual dels principis i la seva aplicació pràctica.

4.4.1. Construcció dels indicadors de l'Eix 1

P1.1. Accessibilitat i espai disponible

Per a l'aplicació del principi P1.1 es va començar amb la construcció d'una capa de voreres a partir de les línies de vorera i façana de la cartografia topogràfica 1:1000 de l'ICGC. Aquest procés es va realitzar manualment, utilitzant l'eina de *snapping* com a suport per garantir la precisió en la delimitació dels espais destinats als vianants. A continuació, es van extreure els arbres, fanals i marquesines presents dins de les voreres, generant posteriorment buffers específics per a cadascun d'aquests elements amb l'objectiu d'estimar l'espai potencialment ocupat per obstacles.

Posteriorment, els buffers es van retallar sobre la capa de voreres per calcular la superfície ocupada pels obstacles i obtenir la superfície efectiva disponible per als vianants a cada tram de carrer. Finalment, es va calcular la longitud mitjana de cada tram a partir de la mitjana de les dues voreres associades i es va obtenir la variable final dividint la superfície efectiva per aquesta longitud. El resultat és una estimació de l'amplada efectiva lliure d'obstacles per a cada tram de carrer.

P1.2. Confort ambiental

L'aplicació del principi P1.2 es va realitzar a partir de la capa de voreres construïda per al principi anterior i del

raster NDVI obtingut a través del complement de l'ICGC per a QGIS. A partir de la superposició de la capa de voreres sobre el raster i les ortofotos es van detectar petites desalineacions en alguns trams de carrer, les quals es van corregir manualment desplaçant lleugerament els polígons de vorera. Un cop realitzat aquest ajust, es va retallar el raster utilitzant la capa de voreres com a màscara.

A continuació es va aplicar una classificació binària, considerant com a vegetació tots els píxels amb valors NDVI superiors a 0,2. Finalment, mitjançant l'eina d'histograma zonal es va obtenir el nombre de píxels vegetats i no vegetats presents a cada tram, permetent calcular el percentatge de superfície vegetada respecte al total de vorera. Aquesta aproximació es va considerar més adequada que l'ús de buffers al voltant de l'arbrat, ja que permet treballar amb la vegetació real observada sense haver d'assumir dimensions o cobertures arbòries teòriques.

P1.3. Dominància de l'espai destinat al vehicle

Per tal de calcular el percentatge d'espai públic ocupat pel vehicle es va prendre com a base la capa de voreres construïda durant el desenvolupament del P1.1 i es va generar una nova capa de polígons corresponent a la calçada. Per fer-ho es va digitalitzar manualment l'espai comprès entre les voreres de cada tram de carrer, obtenint així una representació contínua de la superfície destinada a la circulació i l'estacionament de vehicles.

Un cop obtingudes les superfícies de vorera i calçada, es va calcular el percentatge d'espai públic destinat al vehicle dividint la superfície de calçada entre la suma de les superfícies de calçada i vorera. Es va optar per treballar amb superfícies en lloc d'amplades de secció, ja que aquesta aproximació permet representar millor la configuració real dels carrers i manté la coherència metodològica amb la resta d'indicadors de l'Eix 1.

4.4.2. Construcció dels indicadors de l'Eix 2

P2.1. Polaritats i destinacions urbanes

L'aplicació del P2.1 es va començar generant buffers de 500 m al voltant dels trams de carrer, els quals van definir l'àrea d'influència d'aquests i els límits de l'estudi de polaritats. Abans de començar amb la digitalització, es va agafar com a referència la taula de punts de polaritat generada a la fase de diagnòstic i es va crear una llista detallada de les diferents tipologies d'equipaments i serveis que es va considerar que generaven polaritats, per després agrupar-les en diferents famílies com ara salut, educació, esport o mobilitat. A cada tipologia se li va assignar un pes de l'1 al 4 segons la seva capacitat potencial d'atracció, tenint en compte aspectes com el volum d'usuaris, la freqüència d'ús, la cobertura territorial i l'amplitud horària de funcionament.

Un cop definida la llista de polaritats, es va passar a la identificació i digitalització manual, en una capa de punts, de tots els elements definits dins de l'àrea d'influència. Aquest procés es va realitzar principalment a partir de Google Maps i de la interpretació d'ortofotografies, fet que va permetre contrastar la ubicació dels equipaments i incorporar elements que no apareixien representats de forma homogènia a les bases de dades obertes disponibles. Posteriorment, el buffer inicial de 500 m es va subdividir en tres anells de distància corresponents als intervals 0-100 m,

100-300 m i 300-500 m. Mitjançant l'eina d'unió d'atributs per localització es va calcular, per a cada tram, la suma dels pesos de les polaritats presents dins de cadascun dels anells.

Finalment, els valors obtinguts es van exportar a Excel i es va calcular la variable final aplicant una ponderació decreixent segons la distància de les polaritats respecte al tram analitzat. Així, les polaritats situades dins dels primers 100 m mantenien el seu pes íntegre, mentre que les localitzades entre 100 i 300 m es multiplicaven per 0,75 i les situades entre 300 i 500 m per 0,5. La suma dels tres resultats va permetre obtenir l'índex final de polaritats urbanes accessibles per a cada tram de carrer.

P2.2. Activitat urbana i mixticitat funcional

Per a l'aplicació del principi P2.2 es va començar elaborant una llista específica de tipologies d'activitats urbanes. Tot i que el procediment va ser similar al desenvolupat per al P2.1, els criteris de selecció van ser diferents. Mentre que el P2.1 se centra en elements capaços d'atraure desplaçaments i actuar com a polaritats urbanes, el P2.2 es va orientar a identificar activitats capaces de generar moviment, estada i vida urbana al propi carrer. A partir d'aquesta lògica es va definir una llista de tipologies agrupades en deu famílies funcionals, que posteriorment van servir per avaluar el grau de mixticitat de cada tram. Igualment, a cada tipologia se li va assignar un pes d'entre 1 i 4 a partir de criteris com la intensitat d'ús, la freqüència de visita o la capacitat de generar permanència.

Un cop definida la classificació d'activitats, es van generar buffers de 50 m al voltant de cada tram de carrer. Aquesta distància es va considerar suficient per incorporar tant les activitats presents al propi tram com aquelles situades al seu entorn immediat, les quals també contribueixen a generar activitat i permanència a l'espai públic. Per evitar dobles comptabilitzacions, els buffers que es solapaven es van dividir manualment, garantint que cada activitat quedés associada a un únic tram. A continuació es va continuar amb la identificació i digitalització manual dels punts, utilitzant Google Maps, Street View i ortofotografies de manera similar al procés desenvolupat per al P2.1.

Per al càlcul de la intensitat d'activitat urbana es va obtenir la suma dels pesos de totes les activitats presents dins de cada buffer. Atès que els trams de carrer presentaven longituds diferents, es va considerar necessari relativitzar aquest resultat dividint la suma de pesos per la longitud de cada tram. En el cas dels trams situats als extrems dels àmbits d'estudi, els quals no quedaven limitats per buffers adjacents, es van afegir 50 m addicionals a la longitud utilitzada en el càlcul per evitar distorsions.

Finalment, per calcular la mixticitat funcional es va comptabilitzar el nombre de famílies presents a cada tram i es va dividir entre el nombre total de famílies definides (10), obtenint així un valor normalitzat entre 0 i 1.

4.5 Normalització, ponderació i càlcul de l'índex final

Un cop calculades les variables finals de cadascun dels principis, la següent fase va consistir en transformar els resultats obtinguts a una mateixa escala per tal de poder-los comparar i combinar en un únic índex sintètic. Aquest pas

era necessari perquè els diferents principis utilitzin unitats de mesura molt diverses, com ara metres, percentatges o índexs ponderats, fet que fa impossible la seva agregació directa.

Per resoldre aquesta situació es va aplicar un procés de normalització de totes les variables, obtenint valors compresos entre 0 i 1. Posteriorment es van definir les ponderacions utilitzades tant en la construcció dels eixos com en l'obtenció de l'índex final. Finalment, es van agregar els resultats de tots els principis per obtenir una puntuació sintètica per a cada tram de carrer, permetent comparar els diferents casos d'estudi sota un mateix marc d'anàlisi.

4.5.1. Normalització dels indicadors

Un cop obtingudes les variables finals de cada principi, es va procedir a la seva normalització per transformar-les a una escala comuna compresa entre 0 i 1 i permetre la seva comparació i agregació posterior. Per fer-ho es va utilitzar una normalització Min-Max, aplicada mitjançant la definició de valors mínims i màxims de referència per a cada indicador.

Per als indicadors de l'Eix 1 es van definir lindars teòrics a partir de la interpretació urbanística de cada variable, evitant que els resultats depenguessin exclusivament dels casos d'estudi analitzats. Els valors adoptats per a cada indicador es poden consultar a la Figura X.

Pel que fa a l'Eix 2, es van adoptar estratègies diferenciades segons la naturalesa de cada variable. En el cas del P2.1 es va utilitzar una normalització Min-Max basada en els valors observats als casos d'estudi, ja que es tracta d'un indicador relatiu vinculat a la distribució de polaritats dins l'entorn urbà analitzat. En canvi, per a la variable d'intensitat del P2.2 es van definir valors mínims i màxims teòrics de referència, mentre que la variable de mixticitat ja presentava valors normalitzats en estar expressada com la proporció de famílies funcionals presents respecte al total considerat.

Finalment, els indicadors P1.1 i P1.2 van requerir una inversió del sentit de la normalització per tal que valors elevats representessin una major necessitat d'intervenció. D'aquesta manera, tots els indicadors de l'índex mantenen una mateixa lògica interpretativa, on els valors més alts indiquen un major potencial estratègic de pacificació.

Principi	Valor mínim	Valor màxim	Tipus
P1.1	2,6 m	8,0 m	Teòric
P1.2	0 %	50 %	Teòric
P1.3	30 %	70 %	Teòric
P2.1	48,25	94,75	Observat
P2.2 Intensitat	0	0,30	Teòric
P2.2 Mixticitat	0	1	Implícit

Taula 1. Valors mínims i màxims utilitzats per a la normalització dels indicadors de l'índex.

4.5.2. Ponderació dels principis i construcció dels eixos

Un cop normalitzats els indicadors, es van definir les ponderacions utilitzades tant en la construcció dels eixos com en l'obtenció de l'índex final. En el cas de l'Eix 1 es va optar per assignar el mateix pes als tres principis que el conformen, considerant que l'accessibilitat, el confort ambiental i la dominància de l'espai destinat al vehicle

representen dimensions complementàries i igualment rellevants de la pacificació urbana. Pel que fa al P2.2, es va assignar un pes del 60% a la intensitat d'activitat urbana i del 40% a la mixticitat funcional, entenent que la intensitat constitueix el principal factor generador de vida urbana mentre que la diversitat d'usos actua com una dimensió complementària. Posteriorment, els resultats del P2.1 i del P2.2 es van combinar amb una ponderació equivalent del 50% per construir l'Eix 2. Finalment, els resultats dels dos eixos es van agregar assignant un pes del 50% a cadascun, considerant que tant les característiques físiques de l'espai públic com les condicions urbanes i funcionals del seu entorn tenen una importància similar en la identificació del potencial estratègic de pacificació dels carrers analitzats

aaa

Tot i que en el moment de redactar aquest document l'aplicació completa de l'índex encara es troba en desenvolupament, les diferents fases de construcció conceptual, diagnòstic exploratori i implementació inicial han permès identificar diverses reflexions metodològiques rellevants que poden orientar tant la continuació del treball com futures aplicacions de la metodologia proposada.

Una de les principals reflexions sorgides durant les primeres fases d'aplicació de l'índex està relacionada amb la relació entre replicabilitat i nivell de detall. Durant la fase conceptual es va plantejar la possibilitat de construir una metodologia altament automatitzable, basada principalment en dades obertes i processos SIG reproduïbles. Aquesta aproximació permetria aplicar l'índex sobre grans àmbits urbans i facilitar la seva transferència a altres ciutats.

Tanmateix, el desenvolupament dels primers casos d'estudi ha posat de manifest que moltes de les variables més rellevants per descriure les condicions reals de l'espai públic requereixen un nivell de detall difícilment assolible mitjançant processos completament automatitzats. Aspectes com la delimitació precisa de les voreres, la identificació d'obstacles, la distribució efectiva de l'espai disponible per als vianants o determinades condicions de confort urbà obliguen sovint a complementar els procediments automàtics amb processos d'edició i interpretació manual.

Aquesta situació no invalida la metodologia plantejada, però evidencia una de les seves principals limitacions actuals. El treball ha evolucionat progressivament des d'una aproximació orientada a l'anàlisi de ciutat cap a una metodologia centrada en el tram de carrer, on la precisió dels resultats adquireix més importància que la capacitat d'automatització. En aquest sentit, una de les principals línies de desenvolupament futur consistiria a explorar mecanismes que permetin mantenir aquest nivell de detall reduint alhora la necessitat d'intervenció manual.

Una segona reflexió important afecta la naturalesa mateixa de l'índex desenvolupat. Al llarg del treball s'ha fet evident que l'objectiu de la metodologia no és determinar de manera automàtica quins carrers s'han de pacificar ni substituir els processos de decisió urbanística. Els resultats obtinguts s'han d'entendre com una eina de suport al diagnòstic i a la priorització, no com una resposta definitiva.

L'índex proporciona una aproximació objectiva basada

en dades obertes i criteris explícits, capaç d'identificar carrers que combinen determinades necessitats de transformació amb una elevada rellevància urbana. Tanmateix, la decisió final sobre la conveniència, l'oportunitat o la forma concreta d'una intervenció continua depenent de factors que queden fora de l'abast del model, com ara condicionants polítics, econòmics, socials o tècnics. En aquest sentit, els resultats de l'índex s'han d'interpretar com un primer filtre capaç d'orientar l'anàlisi i identificar oportunitats de transformació que mereixen una exploració més detallada.

Finalment, el desenvolupament del treball ha posat de manifest que la principal aportació de la recerca no resideix exclusivament en la construcció d'un índex final, sinó també en el procés metodològic desenvolupat per arribar-hi. La revisió crítica de models existents, l'adaptació dels seus plantejaments a la realitat d'una ciutat mitjana, la combinació d'anàlisi multiescala i l'exploració de les possibilitats i limitacions de les dades obertes han acabat configurant una metodologia pròpia que constitueix, per si mateixa, una aportació rellevant del treball.

Des d'aquesta perspectiva, el valor de la proposta no es limita als resultats que pugui generar en els casos d'estudi seleccionats, sinó també a la possibilitat d'oferir una base metodològica transparent, reproducible i adaptable a futurs estudis sobre pacificació urbana. La construcció de l'índex ha esdevingut així una eina per explorar fins a quin punt és possible desenvolupar metodologies de suport a la decisió urbanística utilitzant principalment dades obertes, Sistemes d'Informació Geogràfica i criteris explícits d'anàlisi espacial.

5 RESULTATS

5.1 Resultats de l'aplicació de l'índex

La Taula 2 recull els resultats agregats obtinguts per als tres àmbits d'estudi després de l'aplicació completa de l'índex. Els resultats detallats per tram de carrer es poden consultar a l'Annex C.

Àmbit	Eix 1	Eix 2	Índex final
Progrés	0,25	0,67	0,46
Baldomer Solà	0,21	0,40	0,31
Mare de Déu de Lorda	0,95	0,29	0,62

Taula 2. Resultats

L'aplicació de la metodologia mostra diferències significatives entre els tres casos d'estudi seleccionats. Mare de Déu de Lorda obté la puntuació final més elevada (0,62), seguida de l'àmbit del Progrés (0,46) i de Baldomer Solà (0,31).

L'anàlisi dels dos eixos permet entendre millor aquests resultats. D'una banda, els valors de Lorda destaquen clarament a l'Eix 1, associat a les condicions físiques del carrer. Els quatre trams analitzats presenten valors molt elevats relacionats amb l'amplada disponible per als viants, la presència de vegetació i el repartiment de l'espai públic, fet que indica una necessitat de transformació

superior a la resta de casos estudiats.

Per contra, l'àmbit del Progrés és el que obté els valors més elevats a l'Eix 2. Aquest resultat és coherent amb la gran concentració de serveis, activitats i polaritats urbanes presents al seu entorn, especialment al carrer d'Enric Borràs, que obté la puntuació més elevada de tota la mostra en el principi P2.1.

Finalment, Baldomer Solà presenta una situació intermèdia en les dues dimensions de l'índex. Tot i això, s'observen diferències importants entre trams, especialment en aquells sectors amb una major concentració d'activitat urbana i mixticitat d'usos.

En conjunt, els resultats obtinguts coincideixen en gran mesura amb les característiques identificades durant la fase de diagnòstic. Aquest fet suggereix que la metodologia és capaç de diferenciar tipologies urbanes diverses i generar una lectura coherent de les necessitats i oportunitats de transformació presents a cada àmbit.

coherència amb les característiques urbanes identificades durant la fase de diagnòstic. Els àmbits més centrals i actius obtenen puntuacions elevades a les variables relacionades amb l'Eix 2, mentre que els entorns més residencials tendeixen a concentrar majors necessitats de transformació física associades a l'Eix 1.

6 DISCUSSIÓ

Els resultats obtinguts mostren una elevada coherència amb les característiques identificades durant la fase de diagnòstic. Els àmbits amb majors déficits físics obtenen puntuacions elevades a l'Eix 1, mentre que els carrers amb una major concentració de serveis, activitats i polaritats destaquen principalment a l'Eix 2. Aquesta correspondència suggereix que la metodologia és capaç de diferenciar realitats urbanes diverses i traduir-les en resultats comparables.

Una de les principals aportacions del treball és la combinació de dues escales d'anàlisi sovint estudiades de forma separada. D'una banda, l'Eix 1 permet analitzar les condicions físiques immediates del carrer a escala de tram. De l'altra, l'Eix 2 incorpora una lectura més territorial relacionada amb l'activitat urbana i les polaritats presents a l'entorn. Aquesta aproximació permet entendre que el potencial de pacificació no depèn únicament dels déficits físics d'un carrer, sinó també de la seva capacitat per generar beneficis urbans sobre el conjunt de la ciutat.

Tanmateix, el desenvolupament de la metodologia també ha posat de manifest algunes limitacions. Tot i la voluntat inicial de construir una eina basada principalment en processos automatitzats i dades obertes, l'aplicació dels indicadors ha evidenciat que moltes de les variables més rellevants requereixen un nivell de detall difícilment assolible sense processos d'edició i validació manual. Aquest fet no invalida la metodologia, però sí que planteja la necessitat de continuar explorant mecanismes que permetin mantenir la precisió dels resultats reduint alhora el temps necessari per aplicar-la.

Una segona limitació està relacionada amb la no implementació del principi P2.3, destinat a analitzar la funció articuladora dels carrers dins la xarxa urbana. Tot i que

aquesta dimensió es va considerar rellevant durant la fase conceptual, la seva aplicació requeria processos d'anàlisi de xarxes que excedien l'abast temporal del treball. En conseqüència, la lectura territorial proporcionada per l'Eix 2 ha de considerar-se parcial i susceptible de ser ampliada en futurs desenvolupaments.

Finalment, cal remarcar que l'objectiu de l'índex no és determinar automàticament quins carrers s'han de pacificar ni substituir els processos de decisió urbanística. Els resultats s'han d'entendre com una eina de suport al diagnòstic i a la prioritització, capaç d'identificar espais on coincideixen necessitats de transformació i una rellevància urbana suficient perquè una eventual intervenció pugui generar beneficis significatius. Des d'aquesta perspectiva, el principal valor de la proposta resideix tant en els resultats obtinguts com en la construcció d'una metodologia transparent, reproduïble i adaptable a futurs estudis sobre pacificació urbana.

7 CONCLUSIONS

L'objectiu principal d'aquest treball era desenvolupar una metodologia capaç d'identificar i comparar el potencial estratègic de pacificació urbana de diferents carrers a partir de dades obertes i eines SIG. Els resultats obtinguts mostren que aquesta aproximació és viable i permet construir una lectura coherent de realitats urbanes diverses a partir d'una estructura basada en eixos, principis i indicadors.

L'aplicació de la metodologia als casos d'estudi ha posat de manifest que el potencial de pacificació no depèn d'una única dimensió. Els resultats suggereixen que les oportunitats de transformació emergeixen de la combinació entre les característiques físiques del carrer i la seva rellevància urbana. Aquesta idea es reflecteix en el comportament dels diferents casos analitzats, que presenten perfils diferenciats però coherents amb les característiques observades durant la fase de diagnòstic.

Més enllà dels resultats concrets, una de les principals aportacions del treball és la construcció d'una metodologia capaç d'integrar l'anàlisi de l'espai públic a escala de tram de carrer amb una lectura més àmplia del seu context urbà. Aquesta aproximació permet superar visions excessivament centrades en les característiques físiques immediates o, per contra, exclusivament orientades a la centralitat i les dinàmiques territorials.

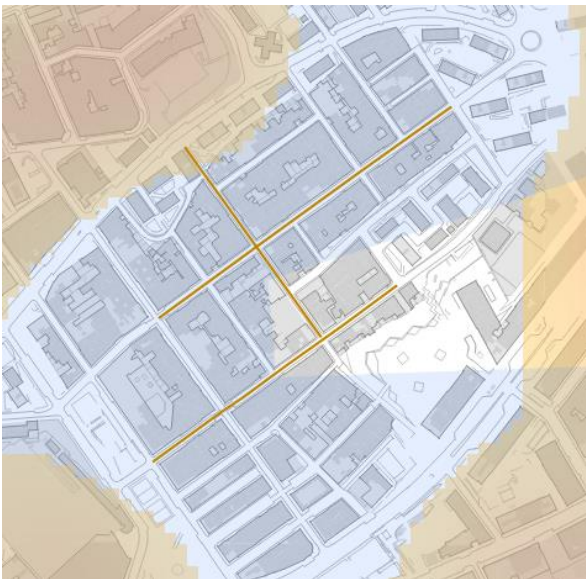
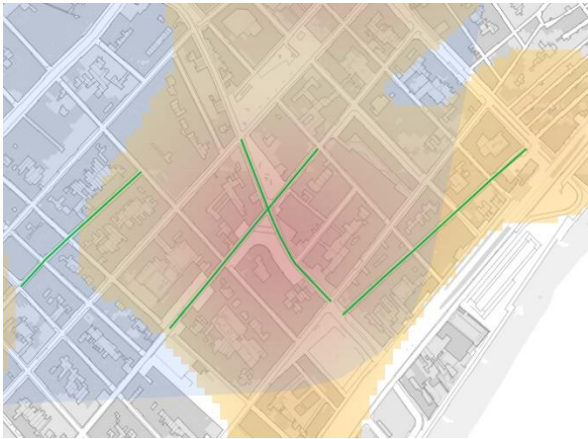
Finalment, cal entendre aquesta proposta com una primera aproximació susceptible de ser ampliada i perfeccionada. La incorporació futura d'indicadors relacionats amb la funció articuladora dels carrers, l'aplicació a àmbits més extensos o la integració de noves fonts d'informació poden contribuir a reforçar la robustesa de la metodologia. Tot i aquestes limitacions, el treball demostra que és possible desenvolupar eines de suport al diagnòstic urbà transparents, reproduïbles i adaptades a les necessitats d'una ciutat mitjana utilitzant principalment dades obertes i Sistemes d'Informació Geogràfica.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Ajuntament de Badalona. (2023a). Pla de Mobilitat Urbana Sostenible de Badalona 2023-2028. Badalona: Ajuntament de Badalona.
- [2] Ajuntament de Barcelona. (2024). Superilla Barcelona. Barcelona: Ajuntament de Barcelona.Etc.
- [3] Appleyard, D. (1981). *Livable Streets*. Berkeley: University of California Press.Etc.
- [4] BCNecologia. (2020). *Urbanismo Ecosistémico*. Barcelona: Agència d'Ecologia Urbana de Barcelona.Etc.
- [5] Gehl, J. (2010). *Cities for People*. Washington DC: Island Press.
- [6] Greenpeace. (2019). *La contaminación atmosférica procedente del transporte en Europa*. Greenpeace España.
- [7] Rueda Palenzuela, S. (2022). *Regenerar la ciutat*. Barcelona: Editorial Comanegra.
- [8] Sanz, A. (2008). *Calmar el tráfico*. Madrid: Ministerio de Fomento.
- [9] Decret 209/2023, de 28 de novembre, pel qual s'aprova el Codi d'Accessibilitat de Catalunya. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya.
- [10] Real decret 465/2025, de 10 de juny, pel qual es modifica el Reglament General de Circulació. Boletín Oficial del Estado.

APÈNDIX

A. Corredors candidats identificats als àmbits de Progrés, Pep Ventura i Llefià.



B. RESULTATS PRELIMINARS DEL DIAGNÒSTIC DE DOMINÀNCIA DEL VEHICLE

	ampl_total	ampl_cal	Ratio
Alfons_1	9,818058872	5,492246751	55,94025075
Alfons_2	9,775339796	5,550728916	56,78297667
Alfons_3	9,782161323	5,612893705	57,37887078
Alfons_4	18,38029274	7,348877468	39,98237444
Ausias_1	9,122384024	5,341017769	58,5484864
Ausias_2	15,7389051	5,234350472	33,25739904
Baldomer_1	16,73882307	6,239699519	37,27681147
Baldomer_2	13,81498734	6,148572299	44,5065359
Baldomer_3	13,9613831	6,036055946	43,23393966
Baldomer_4	13,99313901	6,009408564	42,94539316
Bergara_1	8,084244493	6,033723689	74,63559142
Bergara_2	8,148346457	6,184086289	75,89375736
enric_1	10,01470911	6,080217856	60,7128753
Europa_1	9,97111716	6,742813261	67,62344834
Europa_2	9,932363132	6,824522035	68,70995295
Europa_3	9,813342366	5,738729913	58,47885154
Isidre_1	8,079287986	5,237682528	64,82851629
Isidre_2	8,178456002	5,036336585	61,58053041
Isidre_3	7,929328222	4,917834957	62,02082724
Isidre_4	17,0374169	4,381418774	25,71644986
Loiola_1	15,64761632	6,995359267	44,70559045
Loiola_2	24,39602441	6,67337522	27,3543554
Loiola_3	29,48831859	6,748469457	22,88522975
Lorda_1	10,87293145	7,959055368	73,20063959
Lorda_2	10,91857777	7,736261107	70,85411006
Lorda_3	10,9703146	7,913765762	72,13800195
Lorda_4	10,80675229	7,617778926	70,4909183
Pau_1	7,883194635	4,730437648	60,00660731
Pau_2	8,106864943	4,91355744	60,60983468
progres_1	25,19284627	7,10400935	28,19851824
progres_2	22,27133674	6,968282862	31,28812134
Torner_1	7,737163407	4,96314777	64,14686506

C. TAULA RESULTATS

Tram	P1.1	P1.2	P1.3	Eix
Progres_1	0	0,04	0,05	
Progres_2	0	0	0,05	
Enric_1	0,53	0,97	0,62	
Baldomer_1	0	0,35	0,19	
Baldomer_2	0,25	0,2	0,41	
Baldomer_3	0,23	0	0,37	
Baldomer_4	0,19	0	0,35	
Lorda_1	0,89	0,94	1	
Lorda_2	0,9	0,99	1	
Lorda_3	0,92	0,98	1	
Lorda_4	0,89	0,94	1	