

Avaluació de l'accessibilitat per a futurs escenaris  
de compleció de la xarxa ferroviària i de bus a  
l'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB)

Desembre 2018



Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB)  
Carrer 62, núms. 16-18 edifici A -Zona Franca  
08040 Barcelona

Avaluació de l'accessibilitat per a futurs escenaris  
de compleció de la xarxa ferroviària i de bus a  
l'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB)

---

Desembre 2018

Autors:  
Dr. Josep Mercadé  
Marina Cervera

**Continguts**

**1. Introducció**

**2. Dades, mètodes i escenaris**

Dades

Mètodes

Escenaris

**3. Avaluació de l'accessibilitat**

Escenari 1. Xarxa Ferroviària: Torrasa + Riu Sec + Glories-Clot + bypass Montcada

Escenari 2. Xarxa Tramvia: Línia Enllaç Diagonal

Escenari 3. Xarxa Tramvia: Extensió Wellington-Circumval.lació-Línia servei port-Passeig Zona Franca-Bellvitge

Escenari 4. Xarxa BUS: Línia Orbital 1 (Castelldefels – Molins) + Línia Orbital 2 (Molins - Riu Sec ) + Línia Orbital 3 (Badalona - Riu Sec)

Escenari 5. Xarxa Ferroviària: Expedicions per la traça AVE (Martorell-El Prat-Sants-Sagregra-Montmeló)

**Bibliografia**

**Annex. Documentació gràfica**

## 1. Introducció

L'objectiu d'aquest estudi és l'avaluació de l'accessibilitat a l'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB), considerant l'estat actual i diversos escenaris d'alteració/compleció de la xarxa de transport públic –xarxa ferroviària, la xarxa de tramvia i la xarxa de bus–, amb la finalitat de visualitzar els efectes sobre el territori en cada cas.

Els indicadors d'accessibilitat territorial permeten representar gràficament l'alteració de l'espai-temps a partir d'un determinat model de mobilitat i de la seva infraestructura física associada; posant de manifest els indret més privilegiats –el desequilibris– i proporcionant, alhora, un instrument capaç d'avaluar els efectes de les propostes de millora –increments i decrements d'una determinada localització.

Generalment, existeix un consens entorn la idea que l'accessibilitat és un concepte difícil de definir i, alhora, essencial en els estudis urbans i territorials en què intervé la mobilitat (Hanson, 1986). En qualsevol cas, podem convindre, com va assenyalar Dalvi (1978), que l'accessibilitat és un indicador que, almenys, posa de manifest la facilitat amb la qual un determinat indret –*land-use activity*– pot ésser accedit des d'una determinada localització, emprant un determinat sistema de transport. La revisió de la producció científica revela que l'establiment d'una classificació de mesures d'accessibilitat ha estat, en si mateixa, objecte d'anàlisi per part de múltiples autors. Resulta especialment interessant per al propòsit d'aquest estudi esmentar les aportacions de Geurs i van Wee (2004) i de Batty (2009), que ofereixen una taxonomia exhaustiva i la identificació simplificada de tres grans categories respectivament.

Geurs i van Wee (2004) classifiquen les mesures d'accessibilitat en quatre grans grups, posant de relleu les seves limitacions en cada cas: (1) mesures basades en la infraestructura, (2) mesures basades en la localització, (3) mesures basades en la persona i (4) mesures basades en la utilitat. Les mesures basades en la infraestructura sovint consideren fenòmens com la congestió o la velocitat comercial, sense incorporar els usos del sòl ni la utilitat. Les mesures basades en la localització es subdivideixen en: les mesures en què intervé la distància o temps de viatge entre punts considerats –aquest és el cas de les mesures derivades, per exemple, del concepte de *relative accessibility* de Ingram (1971) que inspiren l'índex d'accessibilitat global (IAG) que prendrem com a instrument de referència en aquest estudi–; les mesures de contorn quan s'analitzen més de dos possibles destins a mode, per exemple, de comptatges d'oportunitats per a un determinat temps de viatge; les mesures d'accessibilitat potencial, que també s'han anomenat gravitacionals, assumint la percepció de la persona mitjançant la *distance decay function* (vegeu els estudis de Stewart, 1947; Hansen, 1959; Ingram, 1971; Vickerman, 1974); i els anomenats factors d'equilibri de Wilson (1970, 1971) que ajusten la magnitud d'un determinat flux (e.g. viatges) amb l'activitat (e.g. força de treball a l'origen i llocs de treball al destí). Les mesures basades en la persona, amb fonaments en la geografia espai-temps de Hagerstrand (1970), se centren en capturar efectes contextuais, incorporant paràmetres tals com les diferències ètniques o de gènere. Finalment, les mesures basades en la utilitat situen el focus en el ventall d'alternatives darrera d'una determinada decisió a l'hora de desplaçar-se.

Batty (2009) identifica dos grans elements rellevants a l'hora de desxifrar l'accessibilitat: (1) l'escala per a la qual s'han definit les mesures i (2) la diferència entre mesurar l'accessibilitat en el sentit d'avaluar com els usuaris es comporten en relació a l'activitat econòmica i social, i com reaccionen implícitament en funció de les característiques físiques de la infraestructura de suport. Amb aquesta diagnosi, Batty proposa un "tipus 1" d'accessibilitat, que se centraria en el comportament en el sentit de posar de manifest la proximitat de les oportunitats a un determinada zona. Automàticament, se'n deriva un "tipus 2" d'accessibilitat en què s'assumeix que les oportunitats són exactament les mateixes en tots els indrets que es considerin, de manera que allò que preval és la localització i la distància entre orígens i destins, que es pot sempre caracteritzar en base a una determinada impedància com el temps de viatge. Aquesta segona aproximació té més a veure amb les lectures derivades de la teoria de grafes aplicades a l'entorn construït el 1950s i el 1960s, essent, normalment més fina d'escala que la "tipus 1". Batty identifica, encara, una tercera tipologia d'accessibilitat en què se sol utilitzar l'anomenada aproximació dual en el sentit que els segments del graf es converteixen amb els nodes i les interseccions amb els arcs, com és el cas de *Space Syntax* (Hillier and Hanson, 1984). En

<sup>1</sup> O'Sullivan et al. (1999), situen els orígens dels mapes d'isocrones d'accessibilitat en els exemples dels anys 1932, 1938 i 1939 identificats per Momkhous i Wilkinson (1971) i els estudis de planificació del transport dels 1950s (Kok 1951, Rowe 1953); per bé que, en realitat, existeixen exemples anteriors, com és el cas de l'*isochronic passage chart* realitzat per Galton (1881) al segle XIX (vegeu Figura 0).

aquests tipus d'anàlisi els resultats es solen presentar directament utilitzant els segments de la xarxa viària de referència (vegeu e.g., Mercadé, 2016).

En aquest estudi es planteja una aproximació simplificada que, a l'escala de l'Àrea Metropolitana de Barcelona, ha de donar compte de l'accessibilitat de forma fàcilment comprensible. Així, en el nostre cas, deixarem de banda el factor d'oportunitat per centrar-nos en un plantejament en què les voluntats de relació entre els indrets del territori siguin de la mateixa importància. En aquest sentit el conjunt de "projectes de transacció o de projectes transaccionals" –voluntat de relació amb altres actors/punts del territori–, en la terminologia de Dupuy (1991), s'estendrien a la seva totalitat, a "tots amb tots". Es tracta, per tant, d'una aproximació que ens situa directament al tipus "mesures basades en la localització" de Geurs i van Wee (2009) i en el tipus 2 o 3 que assenyalava Batty (2009), en què el factor oportunitat/comportament queda exclòs i només s'analitza implícitament per la pròpia configuració espacial de la xarxa de referència.

Existeixen múltiples plantejaments que renuncien directament al factor oportunitat, deixant de banda la modelització de la oportunitat i el comportament. Sovint es destaquen, a tall d'exemple, les anomenades mesures de centralitat –se centren majoritàriament en la topologia deixant de banda, generalment, els temps de viatge– que deriven de la pròpia teoria de grafes (Garrison, 1960; Kansky, 1963; Hagget i Chorley, 1969; Tabor, 1976; Hillier and Hanson, 1984), així com de la sociologia estructural (Porta et al., 2006; Freeman 1977). El cas de *Space Syntax* s'inclou en aquest conjunt de plantejaments i, alhora, es correspon amb el tipus 3 identificat per Batty.



Figura 0. *Isochronic Passage Chart* (Font: Galton, 1881)

En el cas que ens ocupa, però, es vol centrar l'atenció en les xarxes de transport públic en què el factor **temps de viatge** resulta essencial per a caracteritzar la "fricció" dissimular que és inherent a qualsevol camp de forces metropolitana. Es planteja utilitzar les **corbes isòcrones d'accessibilitat**<sup>1</sup> com a instrument de visualització de l'accessibilitat. En concret, es prendrà com a referència l'anomenat índex d'accessibilitat generalitzada/global (IAG), àmpliament utilitzat en estudis de mobilitat. Aquest plantejament quedaria comprès en l'anomenat tipus 2 per Batty i com a "mesura basada en la localització > distància" en la classificació de

Geurs i van Wee. Es tracta de definir per a cada parell de punts considerats el temps de viatge entre ells pel camí mínim, en base a la seva distància sobre la xarxa i la velocitat associada al recorregut que es plantegi. Òbviament l'elecció dels punts, o zones a considerar, la definició de recorreguts i la manera amb què cal assignar les velocitats pot generar múltiples matisos i sofisticacions al respecte. En qualsevol cas, aquest procediment permet recollir **la mitjana del temps de viatge de cada punt amb la resta de punts** que s'hagin considerat. La representació gràfica d'aquest índex s'ha realitzat sovint mitjançant les esmentades línies isòcrones, enteses com el lloc geomètric dels punts que quedarien de mitjana a una determinada distància temporal respecte dels altres, o bé il·luminant les pròpies zones que s'hagin considerat amb escales de colors representatives d'intensitats d'accessibilitat.

A l'AMB hi concorren múltiples companyies de transport, públiques i privades, que aquest darrer any 2018 han suportat de l'ordre de 327 milions i 195 milions de viatges en sistema ferroviari i en autobús respectivament per a l'àmbit ATM Barcelona. Es tracta, per tant, d'una realitat molt complexa en què l'autor considera que cal abandonar la idea d'una modelització d'elaboració pròpia en què es consideri la construcció dels diferents grafs implicats, així com l'assignació de temps de viatge en base a les velocitats comercials en cada cas. S'opta, alternativament, per utilitzar directament la informació associada al *General Transit Feed Specification*<sup>2</sup> (GTFS) del les xarxes de transport públic concurrents per a visualitzar les isòcrones d'accessibilitat dels diferent escenaris mitjançant tècniques d'anàlisi espacial i de xarxes SIG.

---

<sup>2</sup> El *General Transit Feed Specification* (GTFS) representa les expedicions (amb horaris), les rutes, les parades o estacions en un format tipus text comprimit que pot ser interpretat per un SIG. Inicialment desenvolupat per TriMet i Google (2005), pren el nom de *Google Transit Feed Specification* (GTFS) que se substituirà l'any 2010 pel de *General Transit Feed Specification*, donant compte de les seves múltiples aplicacions més enllà dels productes de Google.

## 2. Dades, mètodes i escenaris

A continuació es descriuen les dades que s'han pres com a referència per a realitzar el càlculs, el mètodes que s'han emprat en cada cas i els escenaris de futur que s'han recollit per a avaluar les alteracions de la xarxa de transport públic.

### Dades

Les dades més rellevants que cal considerar són els GTFS 2017 facilitats per l'AMB. Les companyies i operadors que cal considerar en aquest sentit són:

- **AMB** (AUTHOSA, MOHN. SL OLIVERAS. SL, ROSANBUS. SL, SOLER i SAURET, SGMAT, TCC, TUSGSAL, UTE LÍNIA 88);
- **BUS** (SARBUS,Sarbus – moventis, Ajuntament de Pallegà C M de Gestió de Fontpine, Autos Castellbisbal SA, ValldoreixBUS, ALSA);
- **FGC**
- **GENCAT** ( Autocares R. Font SA i Martí Renom SA, Autocars R. Mas SL, Autocars Rovira SL, Autocars Salvia SL, Autocars Solé Seró SL, Autocars Vendrell SL, Autocorb SA, Autos Castellbisbal SA, Barcelona Bus SL, Bus Castellví SA, CRA La Hispània SA, Cingles Bus SA, Comasòlivas Codina, JordiCia. del Ferrocarril de Olot a Gerona SA, David i Manel SL Eix-Bus, Empresa Casas SA, Empresa Lax SA, Empresa Sagalés SA, Ferrocarriles y Transportes SA, La Hispano de Fuente en Segures SA, Hispano Hilariencia SA, La Hispano Igualadina SAU La Hispano Llacunense SL, La Vallesana SA, Marfina Bus SA, Martín Colomer SL, Miguel Gamón SL, Mohn SL ,Montferri Hermanos SL, Morell Ibars Isidre,Móra d'Ebre Bus SL,SA Alsina Graells de Auto Transportes,SARFA SL,SA Masats Transportes Generals,Soler i Sauret SA,Teresa y José Plana, Empresa Plana SL,Transbages SL,Transportes Castellà SA,Transportes Eléctricos Interurbanos SA -TEISA-,Transportes Generales de Olesa SAU,Transportes Pujol y Pujol SL,Transportes Mir SA,Transportes Públics del Priorat i Doménech SL,Vibasa,25 Osona BusSA,Estarríol Bus SL,Cots AlsinaSL,Cintoi Bus SL, Autocars Agramunt, SLAutocares Julià SL,Ampurdan Bus, SLAutocars Emili Coll SL,Serveis Turístics Delamoga SL,,Autocars Mario SL, Autocars Lladós-Montaña SL,Josep M. Llor Bringue,Serveis Turístics Gabriel SL,Josep Colom Prió,Josep Lladós Callís,Daniel Herencia Juárez,Serveis Turístics Llavorsitrans SL,Marcos López Perona,David Roque García,Jordi Cases Blasi,Joan Bellera Bellera,Víctor Rey Huguet,Joan Baldomà Noves,Pilar de Matias Blazquez,Lluís Betriu Sabata, Autocars Vila Betriu SL,Joan Puigdemasa Obiols,Josep Blasi Martell,Gil Porredón Solé,Javier Alís Vila, José Fábrega Buchaca,Xavier Vives Bagues,Lluís Grau Gascón,Joan Sirvent Faus,Lluís Obiols Capdevila, Autocars Franch SA, Antonio J. Sirvent Pozo,Horaci Botella Soret,Benito Espuñes Vila,Pilar Morgó Bernadó,M. Rosa Gabarra Brenuy,Felipe Jurado Redondo, Autocars Aler SL,Josep M. Llop Masip, Autocars Vidao SL, Francesc X. García Yus,Luis Vidal Antolín,Manuel Julio Tera Segarra, Autocars Tarrés SL, Grup d'empreses: SA Alsina Graells AT LHIFE,Casimiro Porta Vilanova,Josep Obiols Colell,Riel Alfonso Vidal,Sílvia Arbonés Cuadrat,Carlos Gómez Hinojosa,Josep M. Rabasa Arajol,Cintoi-Plana,UTE BAGES EXPRES,CRA La Hispània SA i Empresa Casas SA,Miguel Gamon SL/Autobusos de Lleida SA,Jaume Farré Sabartés,Josep Clotet Traveset,Manel Moreno Lario, Costa Amills, Llorenç,Viatges Ribagorçana SL,Rabasa Turístic SL,MOTILAND SL,Marfina Bus SA + La Vallesana SA, Autocars del Penedès SA, Autocars Carrera SA, Autocars Poch SA, Autocares Prat SA, Autocares R. Font SA, Autocars del Pla SL, Autocars Martí Pi SA (AMPSA))
- **RENFE Rodalies**
- **TMB** (Inclou la xarxa de metro i d'autobusos)
- **TRAM**

Adicionalment, es considera la xarxa viària pavimentada per a recollir els desplaçaments a peu fins a l'estació més propera a l'origen considerat.

### Mètodes

Per establir la matriu d'origens i destins que ha d'emmagatzemar el temps de viatge en cada escenari es modelitza el territori a partir d'una malla ortogonal de punts, separats 500m entre ells, que ocupa el àmbit en què trobem illes (vegeu Figura 1). Les mansanes que es consideren s'obtenen a partir del *shapefile* d'illes d'urbana, anomenat "MASA", mitjançant la descarrega massiva de tots els municipis implicats, disponible a la *Dirección General del Catastro*. Les isòcronas, a mode de corbes de nivell, es construeixen a partir de l'elaboració d'una xarxa de triangles (TIN) com a conseqüència de la triangulació de l'esmentada malla de punts.

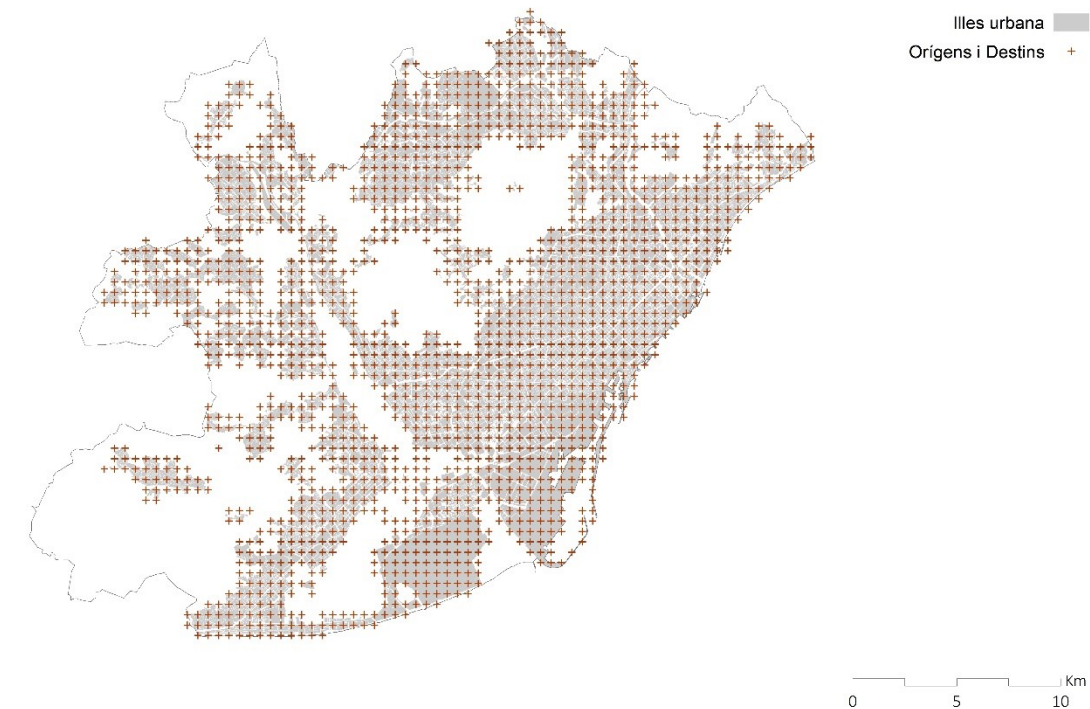


Figura 1. Orígens i Destins (Font: Elaboració pròpia)

La formulació de l'índex d'accessibilitat global (IAG)  $A_i$  per a un determinat punt  $i$  és:

$$A_i = \frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N d_{ij}$$

$N$ : nombre total de nodes

$d_{ij}$ : temps de viatge entre  $i$  i  $j$  pel camí mínim

L'edició del GTFS i/o la creació de GTFS nous per a representar els escenaris alterats es realitza manualment mitjançant GTFS Builder basat en Excel (Microsoft Office). El muntatge dels GTFS es realitza amb *ArcMap* (ESRI), utilitzant *Add GTFS to a Network Dataset*. La sortida dels orígens considerats es planteja sempre amb data 02/03/2017 a les 8.00h, que és dia feiner dins l'interval considerat pels GTFS de referència.

## Escenaris

Es considera, en primer lloc, l'escenari actual –basat en els GTFS facilitats per l'AMB segons s'indica a l'apartat de dades–, en què s'hi registra el valor mínim de 47,89 minuts, el valor màxim de 229,87 minuts i la mitjana de 94,19 minuts.

Els escenaris que es consideren inclouen la creació de nous intercanvis a la xarxa ferroviària, la compleció de la xarxa de tramvia, modificacions i noves línies de.

- o Escenari 1. Xarxa Ferroviària: Torrasa + Riu Sec + Glories-Clot + bypass Montcada
- o Escenari 2. Xarxa Tramvia: Línia Enllaç Diagonal
- o Escenari 3. Xarxa Tramvia: Extensió Wellington-Circumval.lació-Línia servei port-Passeig Zona Franca-Bellvitge
- o Escenari 4. Xarxa BUS: Línia Orbital 1 (Castelldefels – Molins) + Línia Orbital 2 (Molins - Riu Sec ) + Línia Orbital 3 (Badalona - Riu Sec)
- o Escenari 5. Xarxa Ferroviària: Expedicions per la traça AVE (Martorell-El Prat-Sants-Sagregra-Montmeló)

## 3. Avaluació de l'accessibilitat

Per a realitzar una avaluació del escenaris que s'han considerat es planteja construir un escenari zero a mode d'estat actual (vegeu Figura 2), l'escenari que s'analitza en cada cas i la resta entre l'escenari proposat i l'estat actual, amb la finalitat de posar de manifest l'alteració espai-temps en cada cas.

Per als escenaris proposat es planteja una visualització de les dades en minuts per als rangs: <50, 50-60, 60-70, 70-80, 80-85, 85-90, 90-100, 100-110, 110-240. En el cas de les restes entre l'escenari proposat i l'actual, els rangs s'estableixen mitjançant el mètode de Jenks.

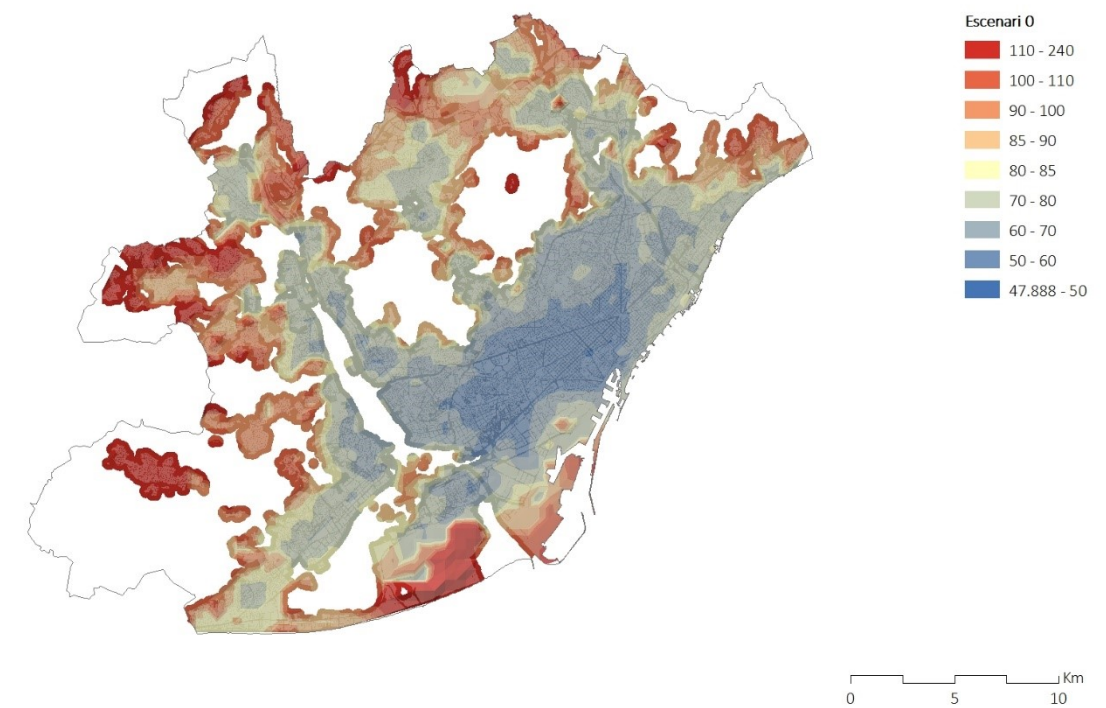


Figura 2. Escenari 0  
(Font: Elaboració pròpia)

**Escenari 1. Xarxa Ferroviària: Torrasa + Riu Sec + Glories-Clot + bypass Montcada**

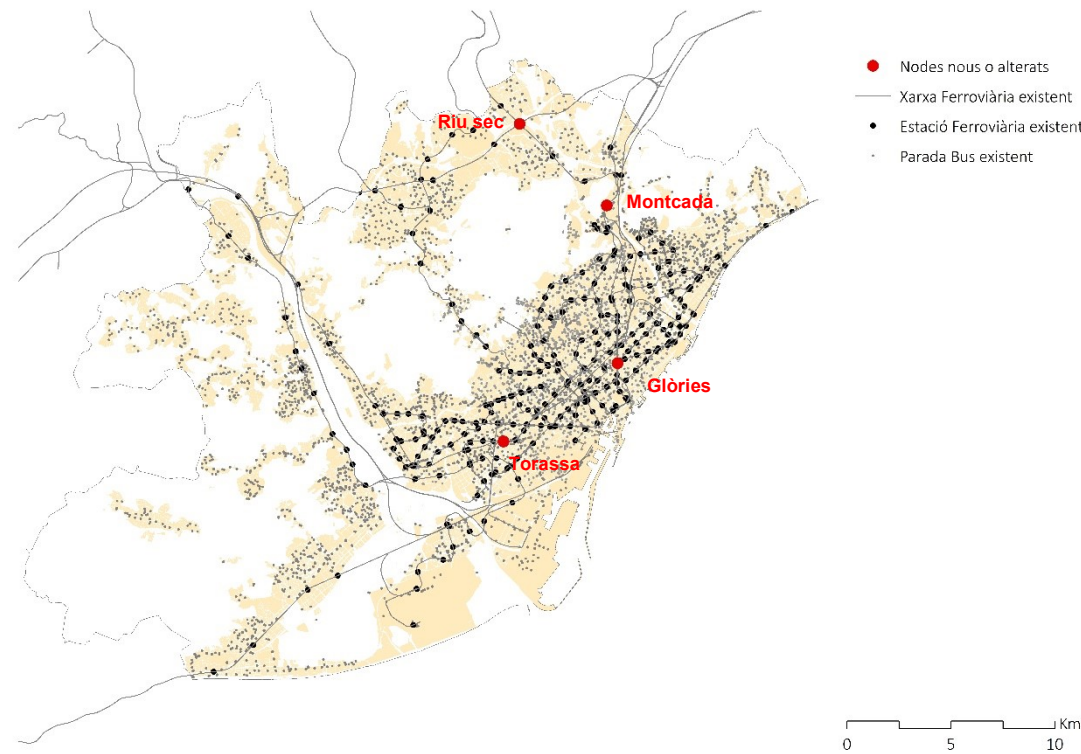


Figura 3. Escenari 1. Xarxa Ferroviària: Torrasa + Riu Sec + Glories-Clot + bypass Montcada (Font: Elaboració pròpia)

Amb aquest escenari es preveu, en primer lloc, que l'estació de la Torrasa de la L1-L9 de Metro permeti l'intercanvi amb R1-R3-R4 de RENFE Rodalies. En segon lloc, es proposa que l'estació de Glòries permeti l'intercanvi de la L1 de Metro amb la R3-R4 de RENFE Rodalies. En tercer lloc, es proposa generar l'estació de Riu sec de manera que es pugui fer l'intercanvi entre la R4 i la R8 de RENFE Rodalies. Finalment es preveu el bypass de Montcada Bifurcació, que permet l'intercanvi amb la R2 de RENFE Rodalies.

Els resultats obtinguts permeten observar millores molt significatives a l'entorn immediat de la nova estació de Riu Sec, que, alhora, suposen un decrement de temps de viatge per a Barberà del Vallès, Badia del Vallès, la UAB i Cerdanyola del Vallès.

Per altra banda, s'observen millores als quatre quadrants de l'encontre entre l'eix "Ronda del Litoral – C-58/C-33" amb la B-20 que privilegien una cert mosaic de localitzacions: Les Roquetes al quadrant nord-oest; l'entorn de la Maquinista, l'extrem nord de la Rambla de Prim, l'entorn de les estacions del Clot i de Glòries, l'entorn de la Av. Diagonal entre Carrer Bilbao i Carrer de Bac de Roda, el Sud-Oest del Besòs i la Mina i Diagonal Mar al quadrant sud-oest; Santa Coloma de Gramenet a l'entorn de l'eix Rambla de Sant Sebastià, Nova Lloreda, Sistralls, Can Claris i polígon Montigalà a Badalona i Sant Adrià de Besos al quadrant sud-est.

Quant a l'eix "A-2 – B-23 – AP-7" observem millores a Castellbisbal, El Papiol, Molins de Rei, Sant Feliu de Llobregat i Sant Joan Despí.

Finalment, entorn l'eix C-32, cal parlar de millores generalitzades a Castelldefels, Gavà i Viladecans.

En general s'observa el reforçament de (1) l'eix "C-58 – C-58/C-33", (2) l'eix "A-2 – B-23 – AP-7" i (3) l'entorn de la C-32, així com el lleuger decrement de (4) l'eix C-16 que experimenta augments en el temps de viatge que poden assolir els 5 minuts. Així, es posa de manifest un escenari que suposa una activació dels eixos (1), (2) i (3) que poden millorar la seva integració en el conjunt de l'AMB (vegeu Figura 5).

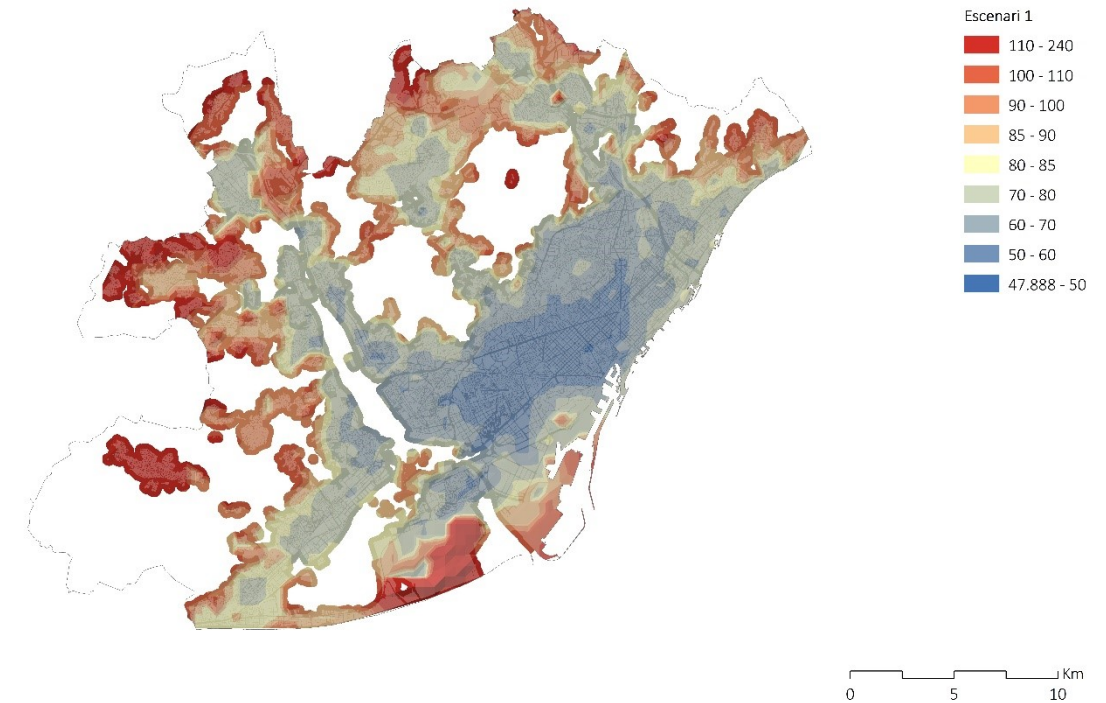


Figura 4. Escenari 1. Xarxa Ferroviària: Torrasa + Riu Sec + Glories-Clot + bypass Montcada (Font: Elaboració pròpia)

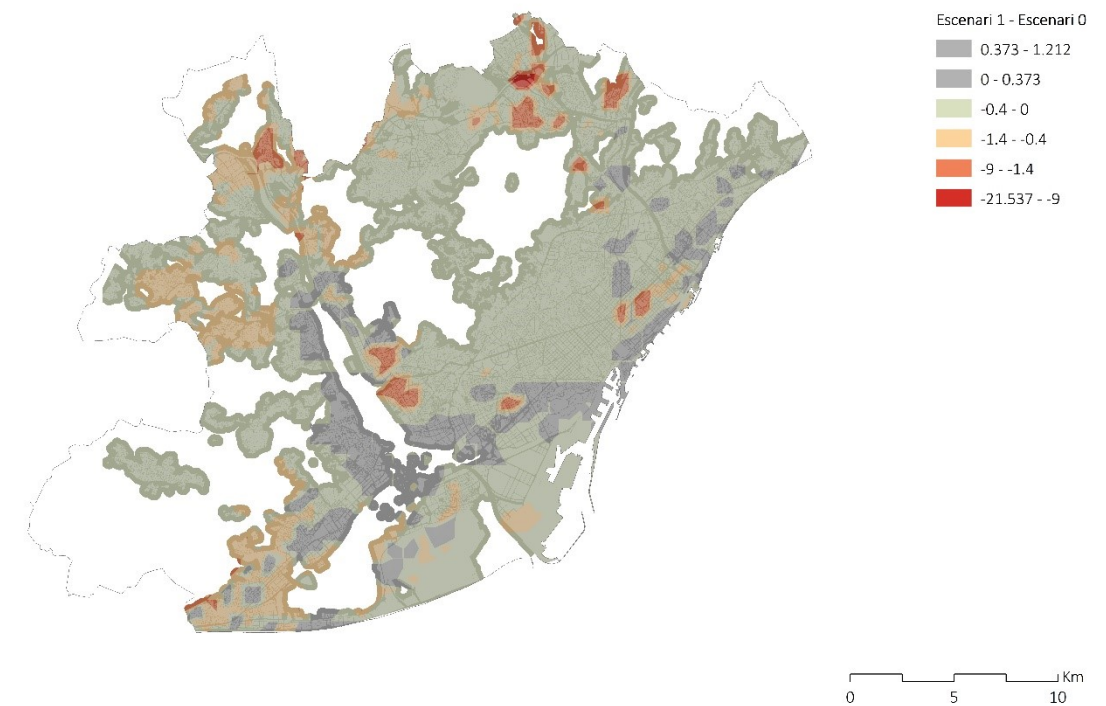


Figura 5. Diferència entre l'escenari 1 i el 0 (Font: Elaboració pròpia)

## Escenari 2. Xarxa Tramvia: Línia Enllaç Diagonal

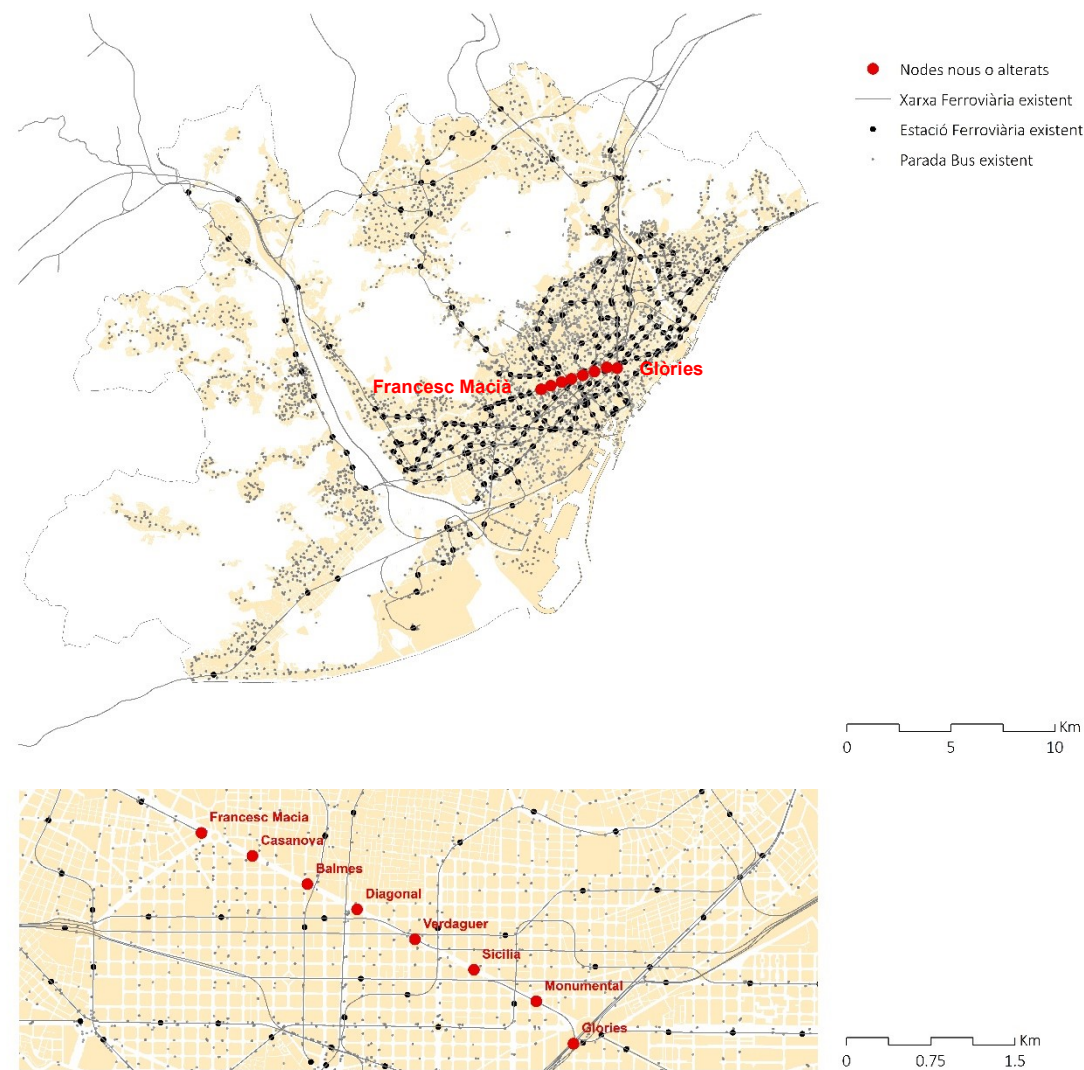


Figura 6. Escenari 2. Xarxa Tramvia: Línia Enllaç Diagonal (Font: Elaboració pròpia)

En aquest escenari es pren com a referència l'alternativa escollida –tramvia en superfície per la Diagonal amb plataforma reservada– per l'estudi informatiu redactat amb data de juny de l'any 2017. Concretament, es consideren les parades de: Francesc Macià, Casanova, Balmes, Diagonal, Verdaguier, Sicília, Monumental i Glòries. Quant a les freqüències i la velocitat comercial es prenen els valors de 4 minuts i 16 km/h respectivament.

La diferència entre l'escenari proposat i l'actual revela guanys puntuals que es concentren: al voltant de la Plaça Francesc Macià; l'encontre entre el carrer Aragó i l'Av Diagonal en què s'hi preveu la nova parada de Sicília; al Parc del Centre del Poble Nou i al voltant de la intersecció entre la Rambla de Prim i l'Av Diagonal.

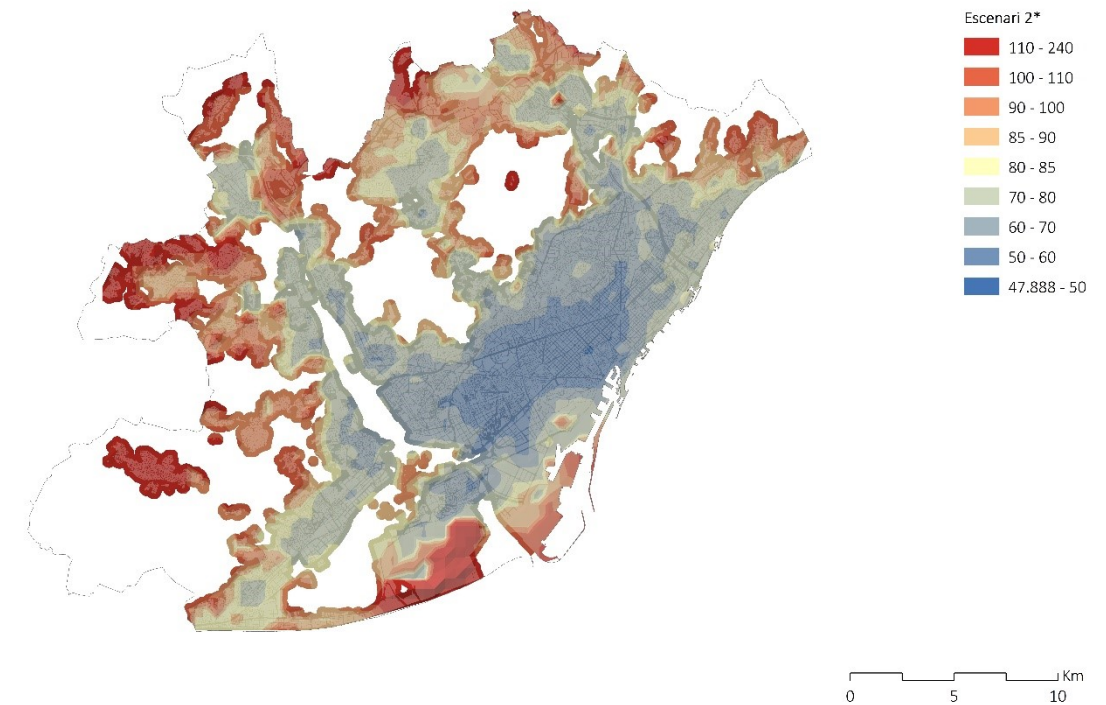


Figura 7. Escenari 2. Xarxa Tramvia: Línia Enllaç Diagonal (Font: Elaboració pròpia)

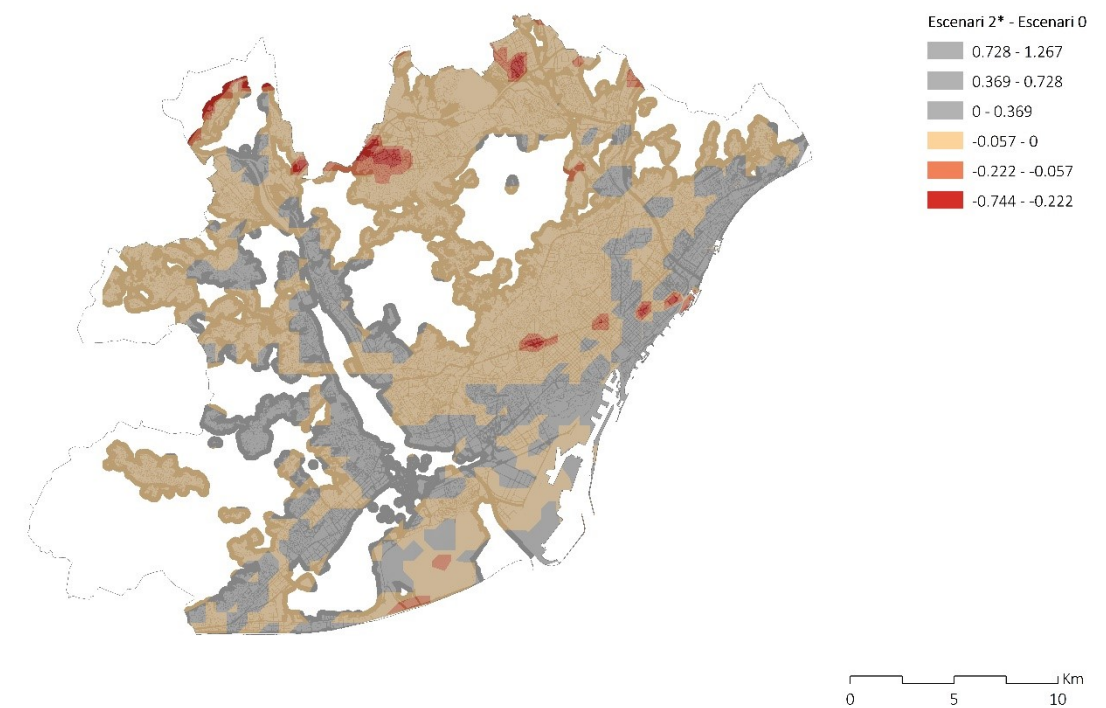


Figura 8. Diferència entre l'escenari 2 i el 0 (Font: Elaboració pròpia)

**Escenari 3. Xarxa Tramvia: Extensió Wellington-Circumval.lació-Línia servei port-Passeig Zona Franca-Bellvitge**

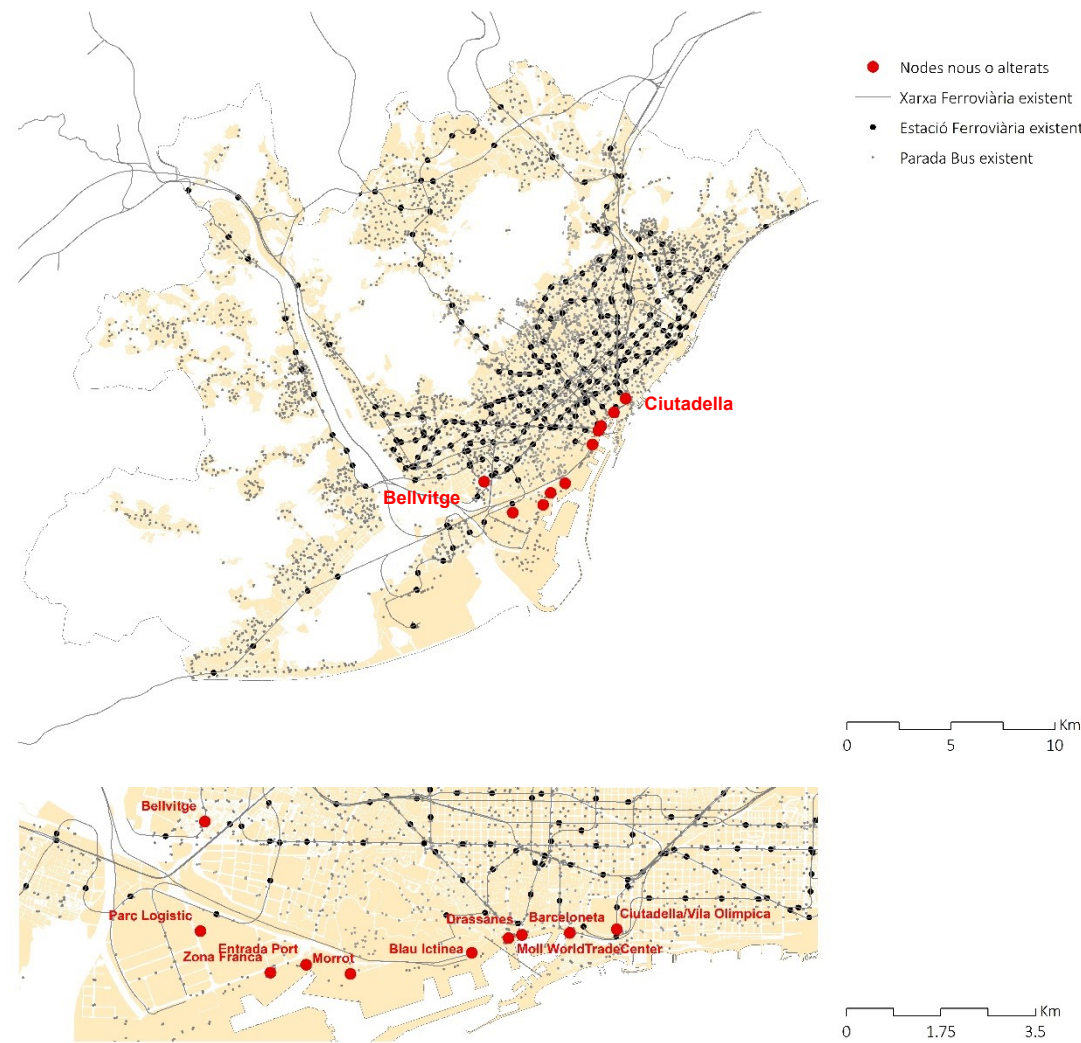


Figura 9. Escenari 3. Xarxa Tramvia: Extensió Wellington-Circumval.lació-Línia servei port-Passeig Zona Franca-Bellvitge (Font: Elaboració pròpia)

En aquest escenari es planteja una extensió de la línia de Tram T4 des de la parada de Ciutadella-Vila Olímpica fins a Bellvitge, en què es pot realitzar l'intercanvi amb la línia L1 de Metro. Les parades que es plantegen són: Bellvitge, Parc Logístic, Zona Franca, Entrada Port, Morrot, Blau Ictinea, Moll World Trade Center, Drassanes, Barceloneta i Ciutadella/Vila Olímpica. Les freqüències de pas es fixen en 8 minuts i la velocitat comercial en 18 km/h.

En aquest cas les millores es concentren bàsicament a l'entorn del Cementiri de Montjuïc i a la Zona Franca.

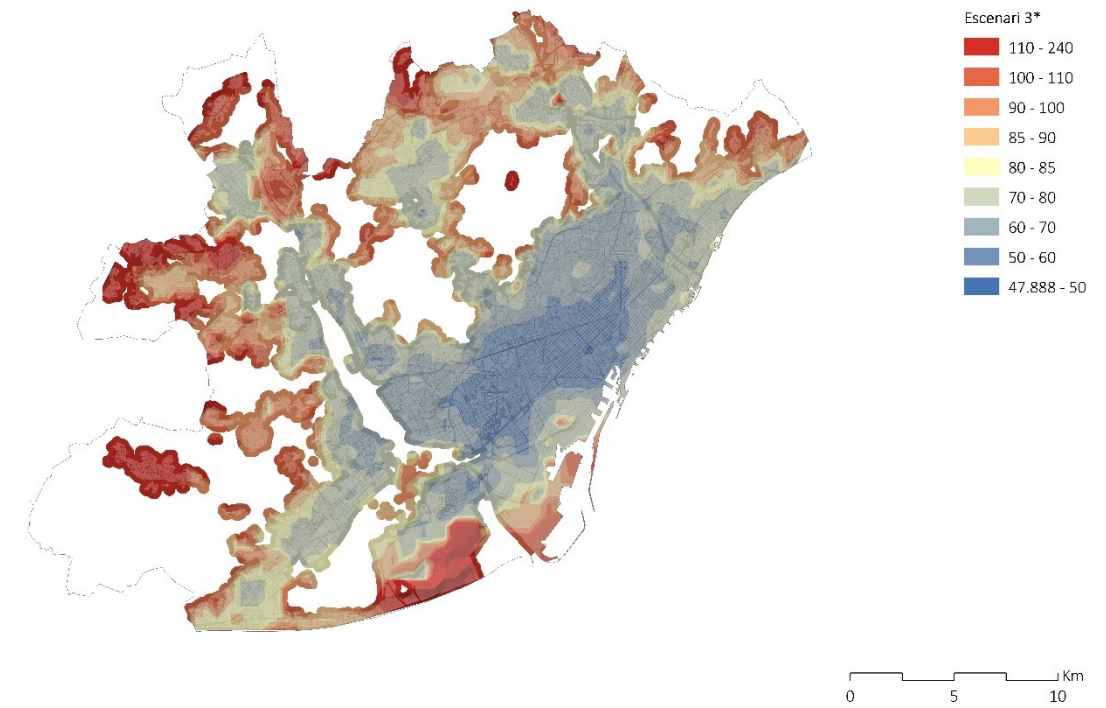


Figura 10. Escenari 3. Xarxa Tramvia: Extensió Wellington-Circumval.lació-Línia servei port-Passeig Zona Franca-Bellvitge (Font: Elaboració pròpia)

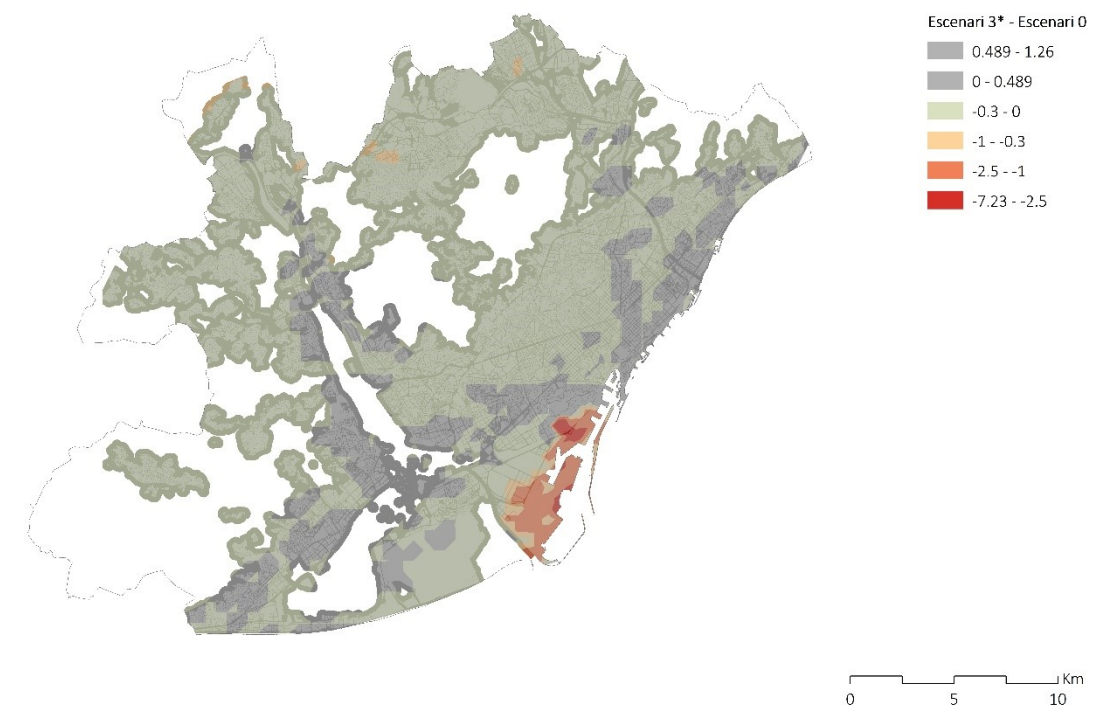


Figura 11. Diferència entre l'escenari 3 i el 0 (Font: Elaboració pròpia)

**Escenari 4. Xarxa BUS: Línia Orbital 1 (Castelldefels – Molins) + Línia Orbital 2 (Molins - Riu Sec ) + Línia Orbital 3 (Badalona - Riu Sec)**

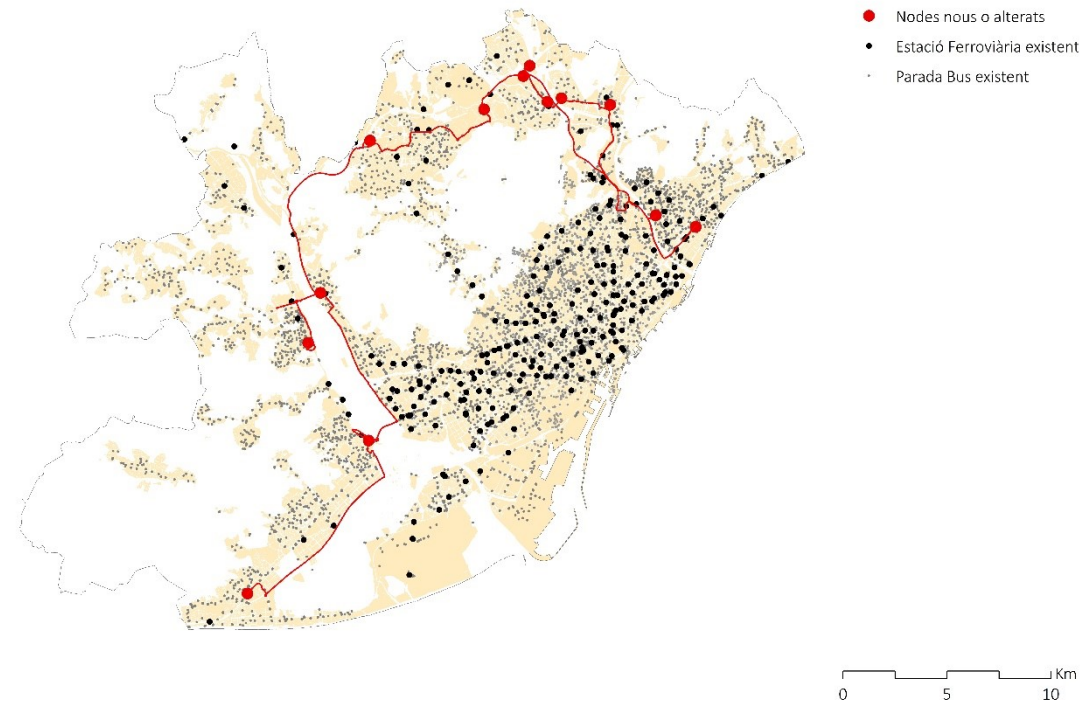


Figura 12. Escenari 4. Xarxa BUS: Línia Orbital 1 (Castelldefels – Molins) + Línia Orbital 2 (Molins - Riu Sec ) + Línia Orbital 3 (Badalona - Riu Sec) (Font: Elaboració pròpia)

Amb aquest escenari s'introdueixen les següents línies de bus express, considerant expedicions cada 30 minuts i una velocitat comercial de 36 Km/h:

- Línia Orbital 1 (Castelldefels – Molins): Avinguda de la Constitució, 134, 08860 Castelldefels; Carrer Bonaventura Calopa, 8B, 08830 Sant Boi de Llobregat; Av. de València, 23-25, 08750 Molins de Rei.
- Línia Orbital 2 (Molins - Riu Sec ): Plaça Carme Llinàs, 11, Sant Vicenç dels Horts; Av. de València, 21-23, Molins de Rei; Avinguda del Ferrocarril, Sant Cugat del Vallès; Avinguda de la Ciència, 26, Cerdanyola del Vallès; N-150 & C-58 & B-30, Cerdanyola del Vallès.
- Línia Orbital 3 (Badalona - Riu Sec): Avinguda del Marquès de Mont-Roig, 123, Badalona; Av. dels Banús, 91, Santa Coloma de Gramenet; Carrer de Ferrer i Guàrdia, 1, Montcada i Reixac; Carrer Balmes, 10, Ripollet; Carretera de Barcelona, 150-152, Ripollet; Camí de Can Planes, 46, Barberà del Vallès; Avinguda del Marquès de Mont-Roig, 123, Badalona; Camí de Can Planes, 46, Barberà del Vallès.

Resseguint l'arc que conformen aquestes línies orbitals, d'oest a est, observem millores als següents indrets: al municipi de Cervelló, entorn el seu propi carrer Major i les urbanitzacions de les Rovires, l'Acampament i Can Guitart Vell; el sud de Sant Vicenç dels Horts; La Salut a Sant Feliu de Llobregat; les Conserves a Molins de Rei; Mira-sol a Sant Cugat del Vallès i l'indret en què es situa l'ALBA Synchrotron a Cerdanyola del Vallès.

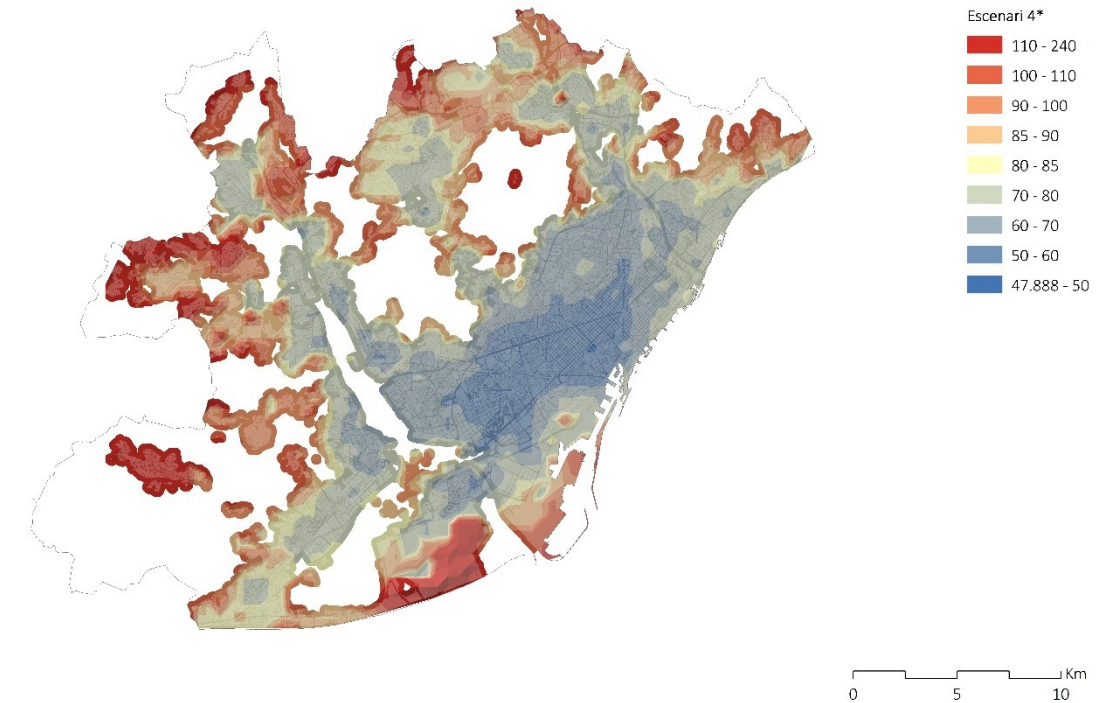


Figura 13. Escenari 4. Xarxa BUS: Línia Orbital 1 (Castelldefels – Molins) + Línia Orbital 2 (Molins - Riu Sec ) + Línia Orbital 3 (Badalona - Riu Sec) (Font: Elaboració pròpia)

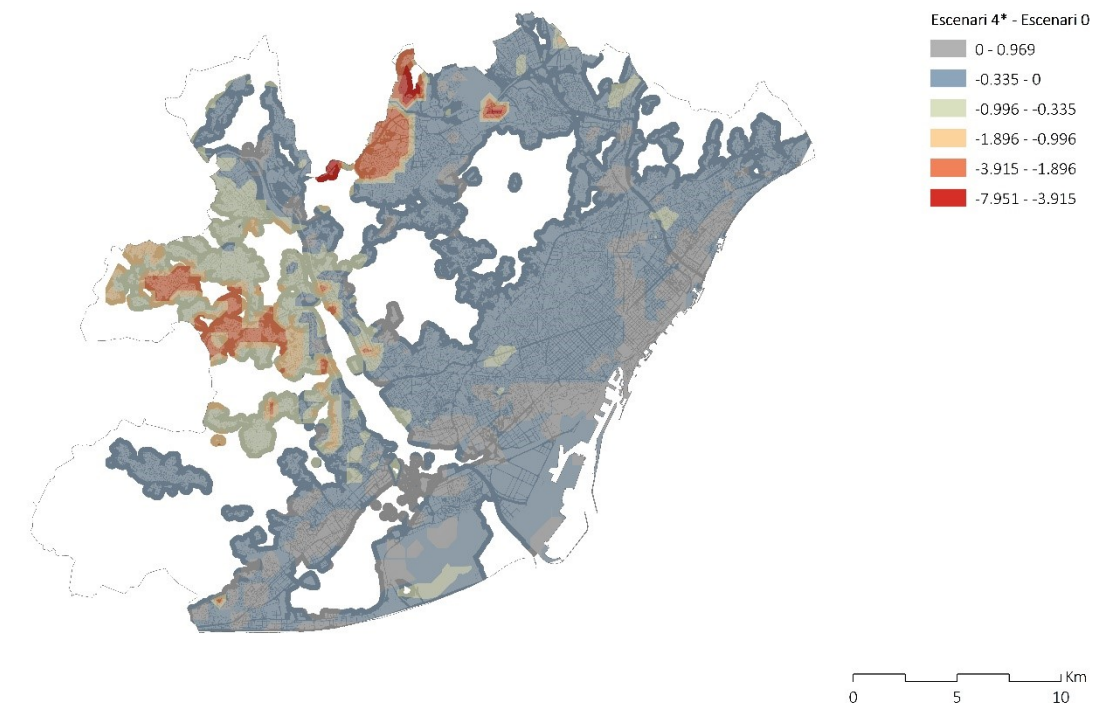


Figura 14. Diferència entre l'escenari 4 i el 0 (Font: Elaboració pròpia)

**Escenari 5. Xarxa Ferroviària: Expedicions per la traça AVE (Martorell-El Prat-Sants-Sagrega-Montmeló)**

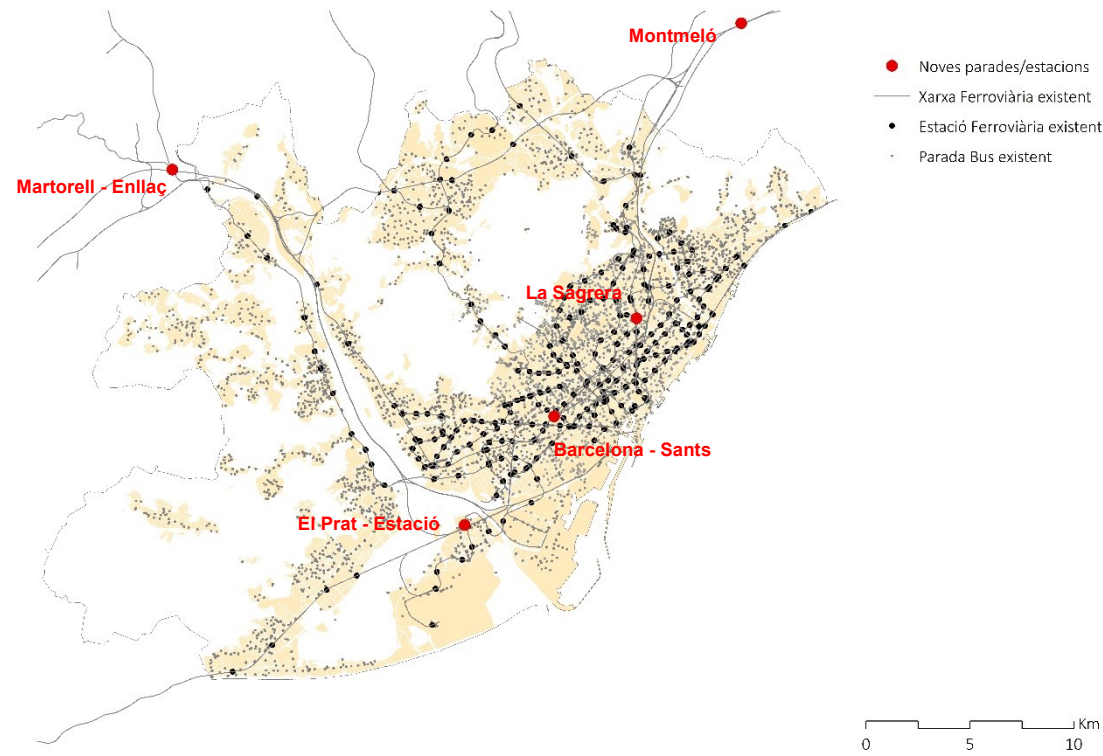


Figura 15. Escenari 5. Xarxa Ferroviària: Expedicions per la traça AVE (Martorell-El Prat-Sants-Sagrega-Montmeló) (Font: Elaboració pròpia)

En aquest escenari es planteja la inserció d'una nova ruta que utilitza la traça de l'AVE, amb expedicions cada 30 minuts, amb aturada als nodes Martorell-Enllaç, El Prat-Estació, Barcelona-Sants, La Sagrera i Montmeló. En realitat es pensa en una estratègia de major escala entre Tarragona i Granollers, per bé que únicament es modelitza el tram entre Martorell i Montmeló. Quant a la velocitat comercial a considerar es pren com a referència l'informe "Observatorio del Ferrocarril en España –Informe 2015", en què s'hi recullen les velocitats comercials de 50,1 km/h per a les rodalies, 79,7 km/h per a la mitja distància i 133,6 km/h per a la llarga distància convencional i l'alta velocitat. En el nostre cas prendrem el valor de 79,7 km/h.

S'observen millores de temps de viatge a: l'entorn de l'estació del Prat de Llobregat; a Sant Andreu a Barcelona –de forma continua a l'entorn de les estacions de metro de Maragall, Congrés, Fabra i Puig, Onze de Setembre, i de forma discontinua a Torras i Bages i Bon Pastor–; a Badalona, a l'indret sobre la B-20 en què s'ubica el parc de Bombers, justament al peu de l'accés a Can Ruti; a la urbanització Vallençana-Bosc d'en Vilaró de Montcada i Reixach; entorn l'estació de Montcada-Ripollet i al nord de Ripollet.

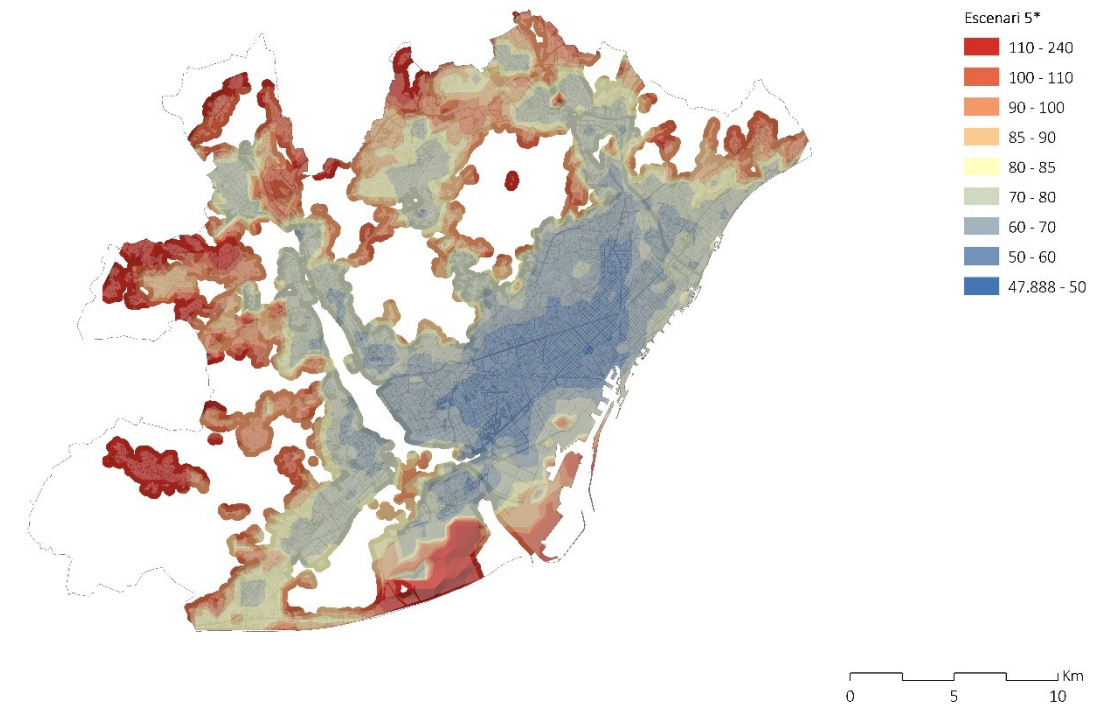


Figura 16. Escenari 5. Xarxa Ferroviària: Expedicions per la traça AVE (Martorell-El Prat-Sants-Sagrega-Montmeló) (Font: Elaboració pròpia)

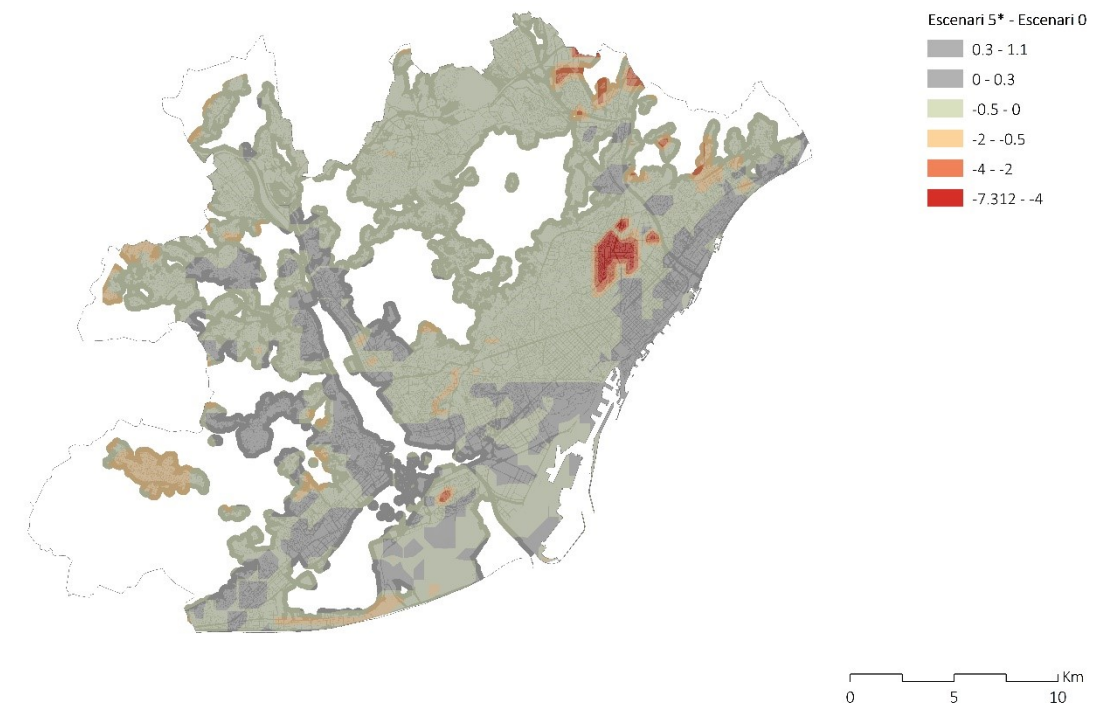


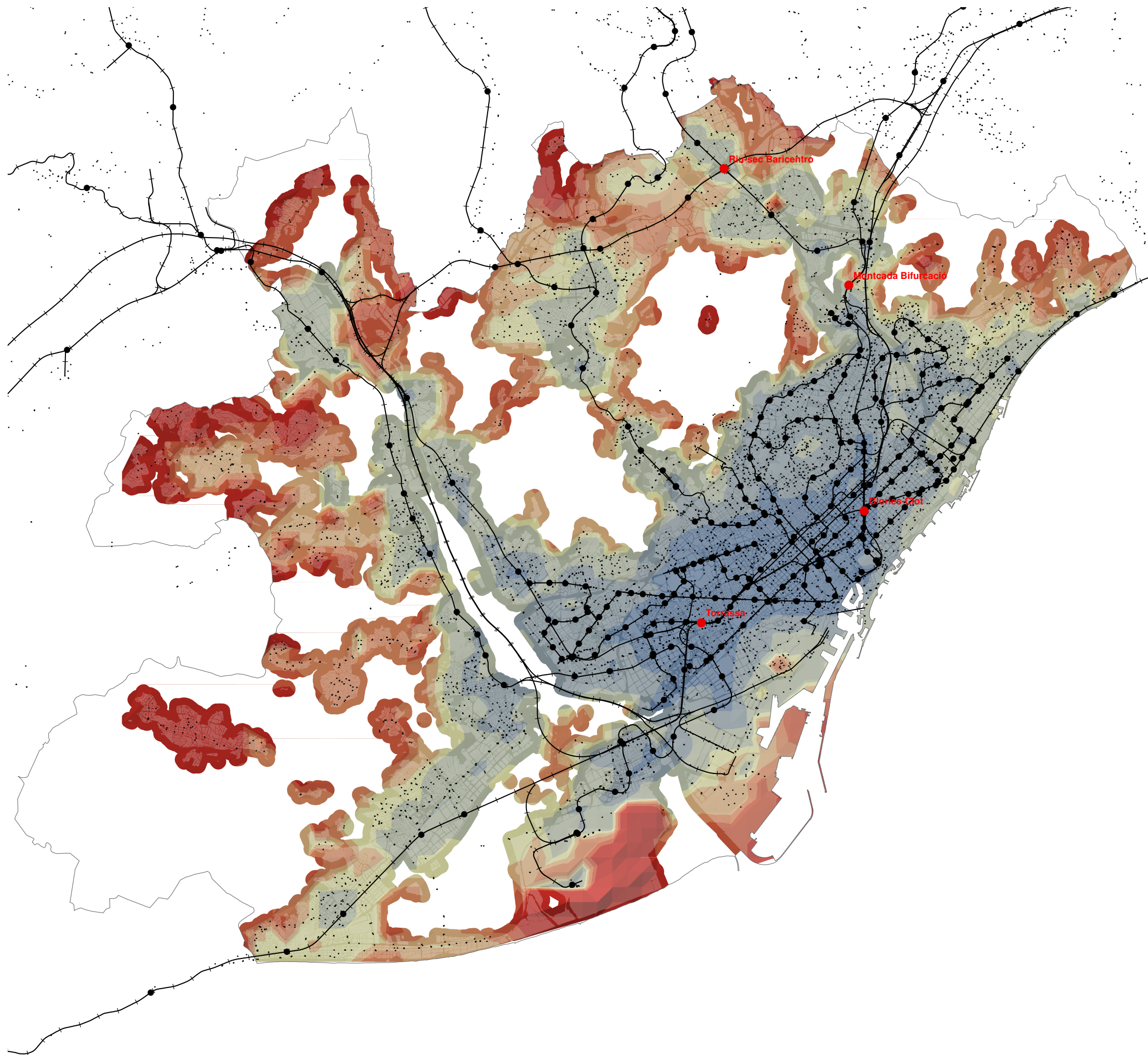
Figura 17. Diferència entre l'escenari 5 i el 0 (Font: Elaboració pròpia)

## Bibliografia

---

- Axhausen, K. W. (2008). Social networks, mobility biographies, and travel: Survey challenges. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 35(6), 981–996. <https://doi.org/10.1068/b3316t>
- Batty, M. (2009). Accessibility: in search of a unified theory. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 36(2), 191–194.
- Batty, M. (2012). Smart cities, big data. *Environment and Planning-Part B*, 39(2), 191.
- Dupuy, G. (1991). *L'urbanisme des réseaux: Théories et méthodes*. Paris: Armand Colin.
- Freeman, L. C. (1979). Centrality in social networks conceptual clarification. *Social Networks*, 1(3), 215–239.
- Freeman, L. C. (1977). A set of measures of centrality based on betweenness. *Sociometry*, 40, 35–41.
- Garrison, W. L. (1960). Connectivity of the interstate highway system. *Papers in Regional Science*, 6(1), 121–137.
- Geurs, K. T., & van Wee, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: Review and research directions. *Journal of Transport Geography*. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005>
- Haggett, P., & Chorley, R. J. (1969). *Network analysis in geography* (Vol. 67). Edward Arnold London.
- Hansen, W. G. (1959). How Accessibility Shapes Land Use. *Journal of the American Planning Association*. <https://doi.org/10.1080/01944365908978307>
- Hanson, J. (1998). *Decoding homes and houses*. Cambridge University Press.
- Hillier, B., & Hanson, J. (1984). *The social logic of space*. Cambridge university press.
- Ingram, D. R. (1971). The Concept of Accessibility: A Search for an Operational Form. *Regional Studies*. <https://doi.org/10.1080/09595237100185131>
- Jenks, G. F. (1967). The data model concept in statistical mapping. *International Yearbook of Cartography*, 7(1), 186–190.
- Kansky, K. J. (1963). Structure of transportation networks: relationships between network geometry and regional characteristics.
- Mercadé Aloy, J. (2016). Taming the road : a GIS-based visualisation and spatial analysis methodology towards retrofitting the intermediate urban mosaic. *TDX (Tesis Doctorals En Xarxa)*. Retrieved from <http://www.tesisenred.net/handle/10803/371140>
- Offner, J.-M. (1993). Le développement des réseaux techniques: un modèle générique. *Flux*, 9(13), 11–18.
- O'Sullivan, D., Morrison, A., & Shearer, J. (2000). Using desktop GIS for the investigation of accessibility by public transport: An isochrone approach. *International Journal of Geographical Information Science*. <https://doi.org/10.1080/136588100240976>
- Porta, S., Crucitti, P., & Latora, V. (2006). The network analysis of urban streets: A primal approach. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 33(5), 705–725. <https://doi.org/10.1068/b32045>
- Porta, S., Strano, E., Iacoviello, V., Messori, R., Latora, V., Cardillo, A., ... Scellato, S. (2009). Street centrality and densities of retail and services in Bologna, Italy. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 36(3), 450–465. <https://doi.org/10.1068/b34098>
- Stewart, J. Q. (2006). Empirical Mathematical Rules concerning the Distribution and Equilibrium of Population. *Geographical Review*. <https://doi.org/10.2307/211132>
- Taaffe, E. J. (1973). *Geography of transportation*. Londob: Prentice-Hall.
- Tabor, P. (1976). Networks distances and routes. The architecture of form. *MIT, Cambridge*, 366–367.
- Thompson, D., & Hanson, S. (2006). The Geography of Urban Transportation. *Geographical Review*. <https://doi.org/10.2307/215017>
-



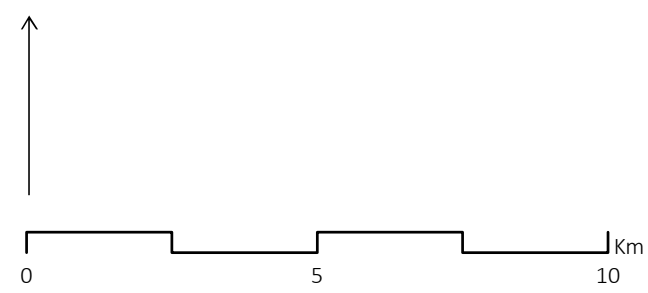
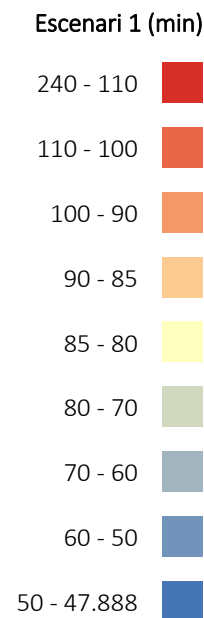


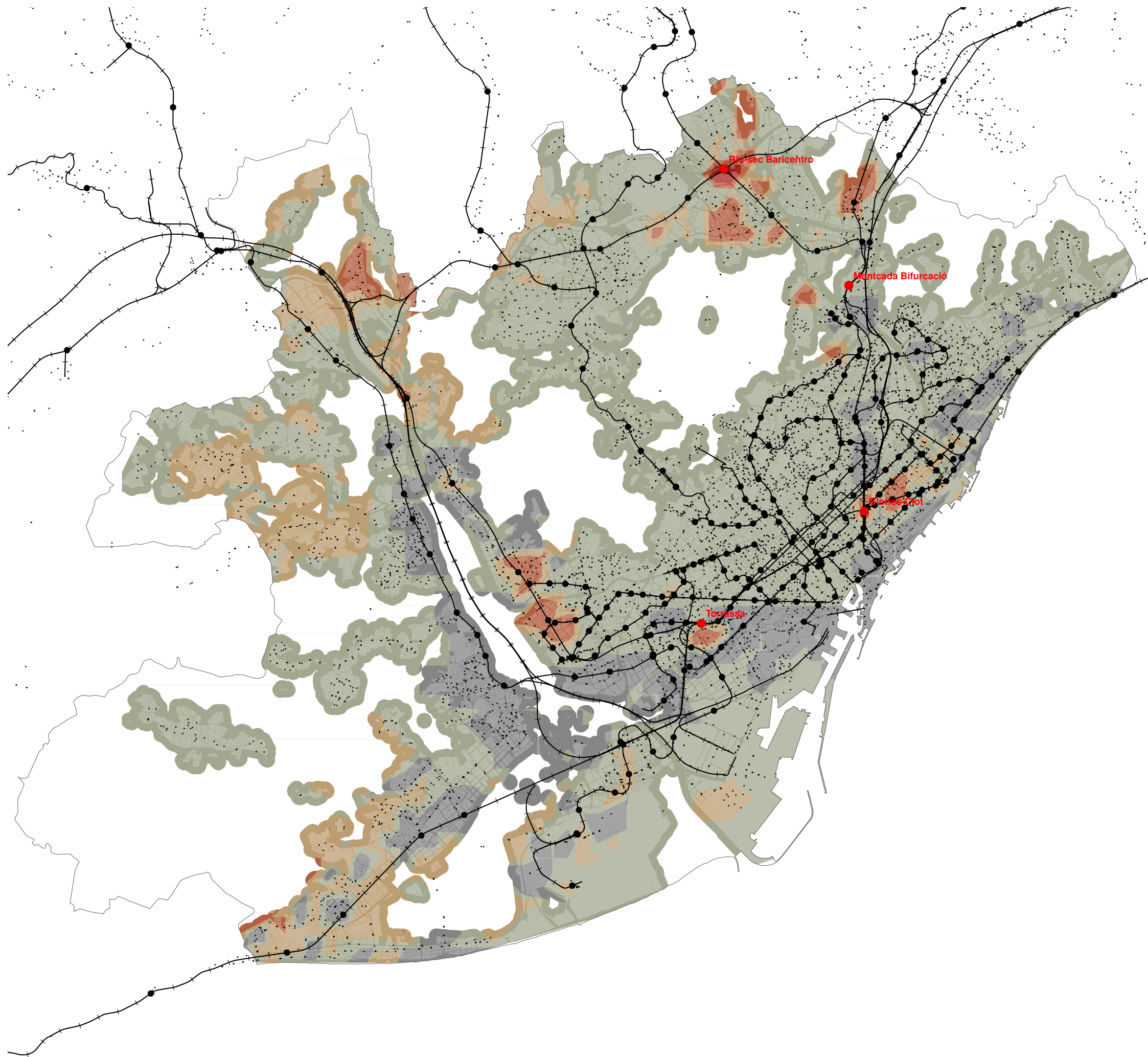
DG.1. Escenari 1.

Xarxa Ferroviària: Torrassa + Riu Sec + Glories-Clot + bypass Montcada

Escenari 1

- Nodes nous o alterats ●
- Xarxa Ferroviària existent —
- Estació Ferroviària existent ●
- Parada Bus existent ·



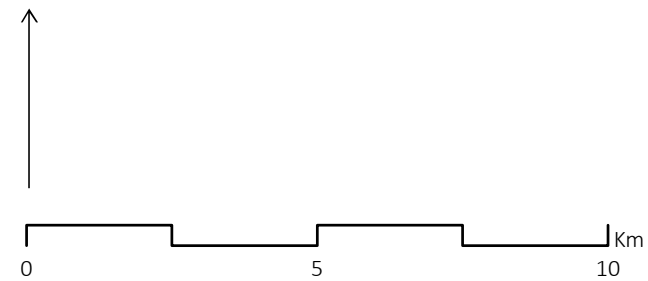


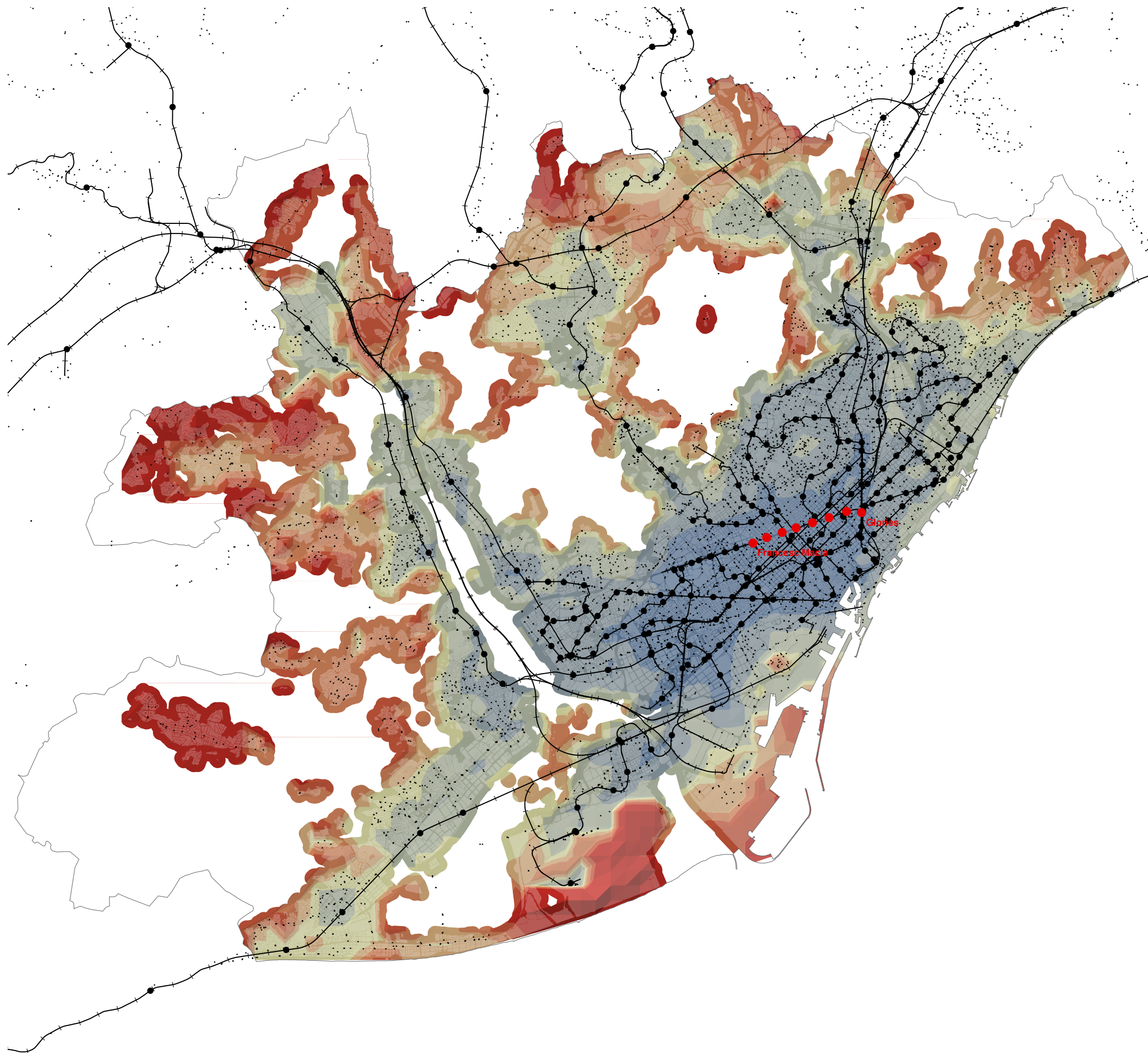
DG.2. Escenari 1.

Xarxa Ferroviària: Torrasa + Riu Sec + Glòries-Clot + bypass Montcada

Escenari 1 - Escenari 0

- Nodes nous o alterats ●
  - Xarxa Ferroviària existent —
  - Estació Ferroviària existent ●
  - Parada Bus existent ·
- Escenari 1 - Escenari 0 (min)**
- 1.212 - 0.373 ■
  - 0.373 - 0 ■
  - 0 - (0.4) ■
  - (0.4-) - (1.4-) ■
  - (1.4-) - (9-) ■
  - (9-) - (21.537-) ■



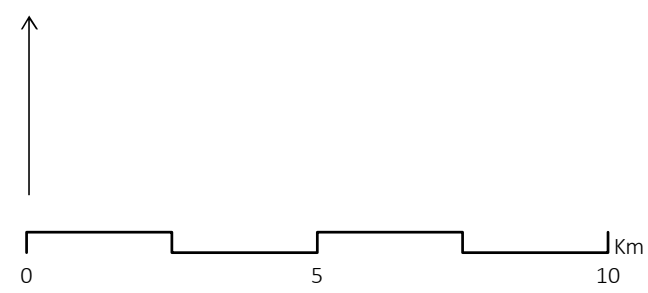
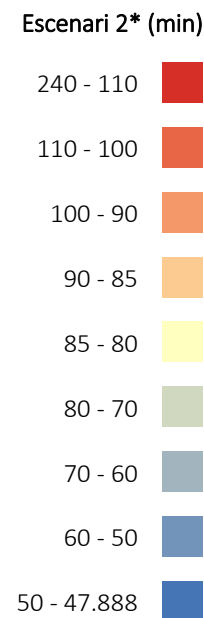


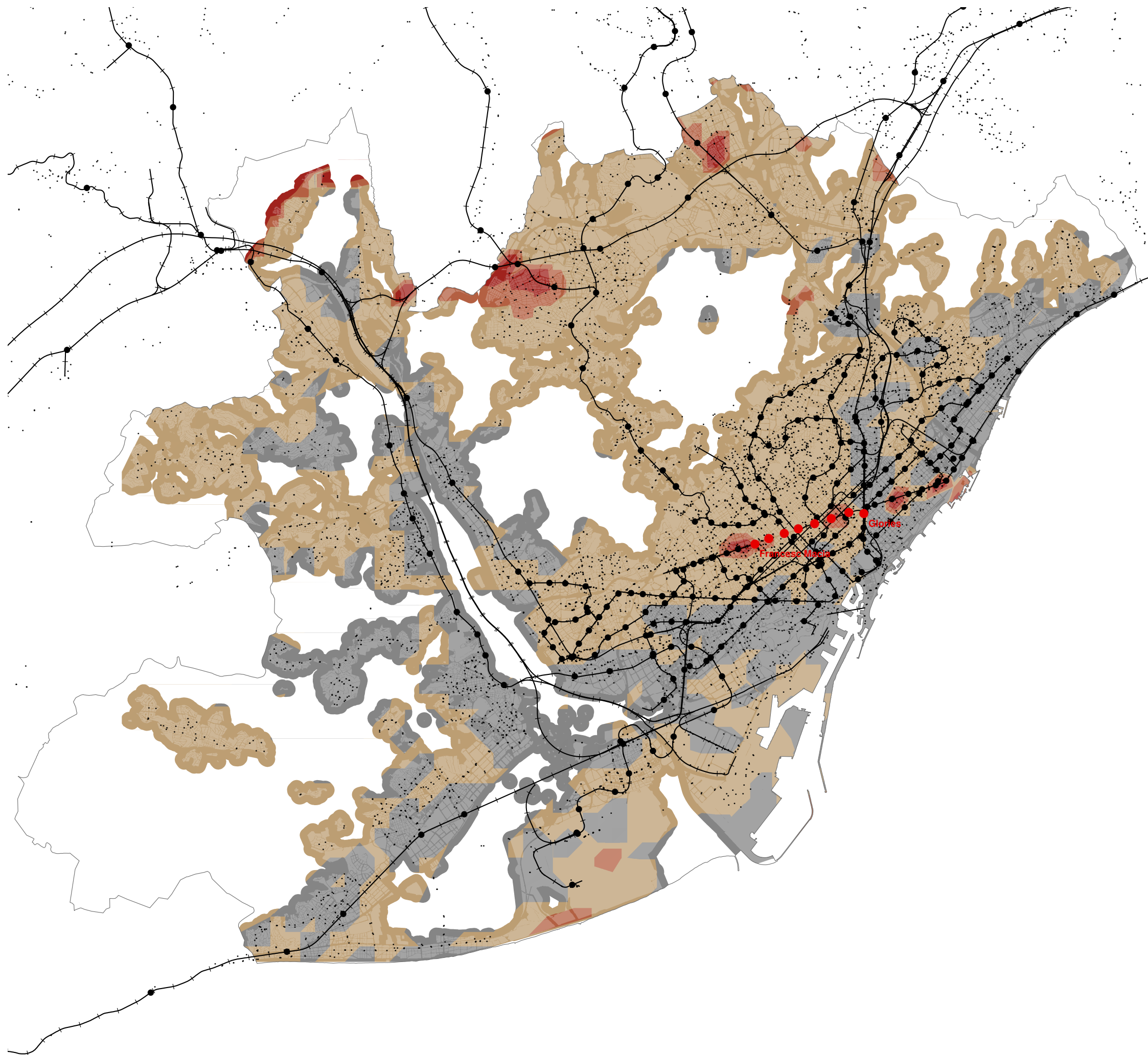
DG.3. Escenari 2.

Xarxa Tramvia: Línia Enllaç Diagonal

Escenari 2

- Nodes nous o alterats ●
- Xarxa Ferroviària existent —
- Estació Ferroviària existent ●
- Parada Bus existent ·



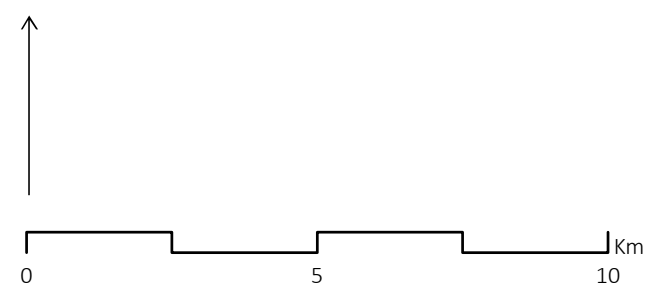


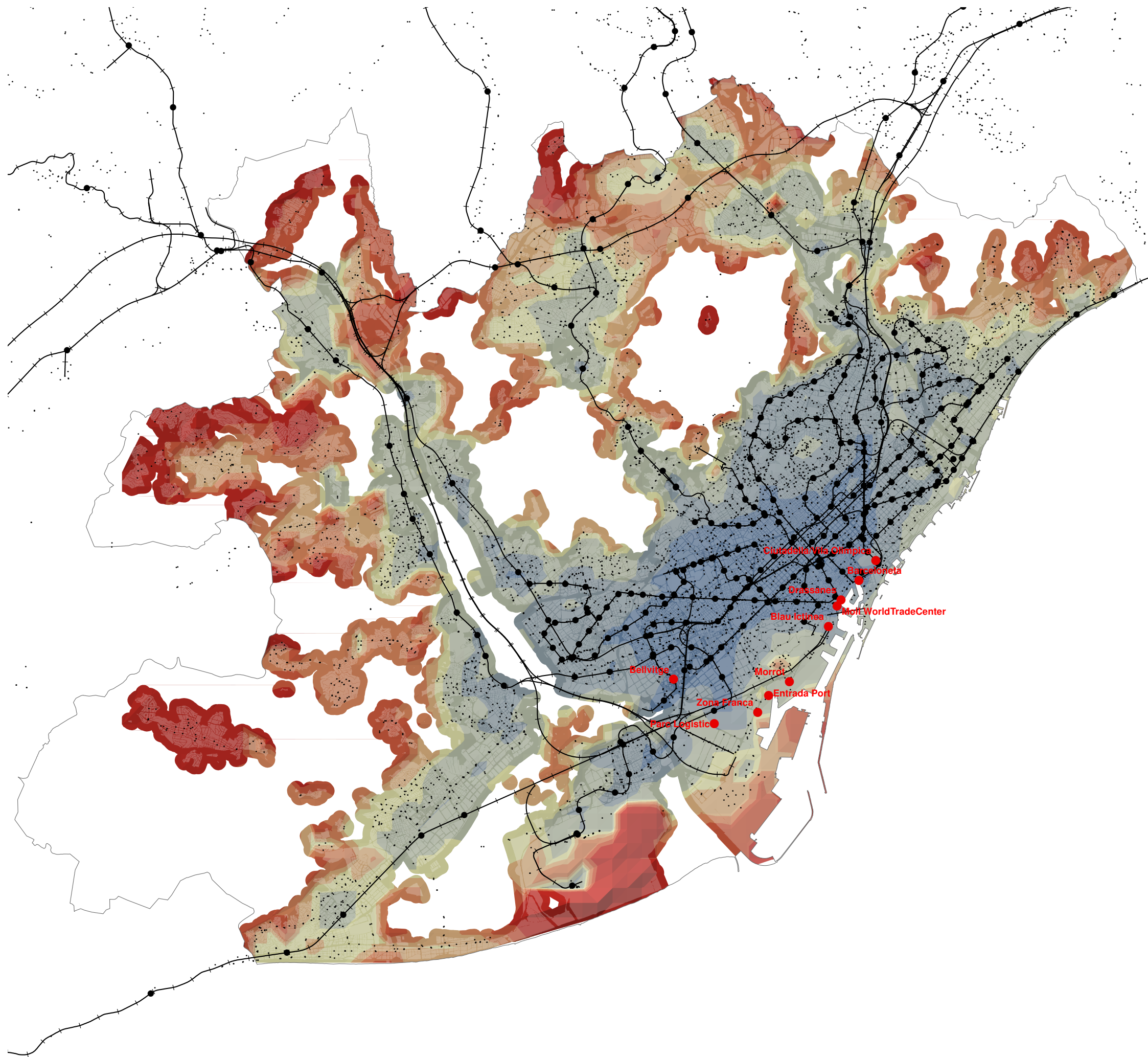
DG.4. Escenari 2.

Xarxa Tramvia: Línia Enllaç Diagonal

Escenari 2 - Escenari 0

- Nodes nous o alterats ●
- Xarxa Ferroviària existent —
- Estació Ferroviària existent ●
- Parada Bus existent ·
- Escenari 2\* - Escenari 0 (min)**
- 1.267 - 0.728 ■
- 0.728 - 0.369 ■
- 0.369 - 0 ■
- 0 - (0.057-) ■
- (0.057-) - (0.222-) ■
- (0.222-) - (0.744-) ■



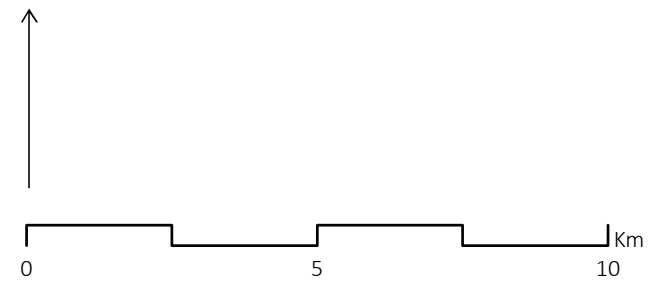
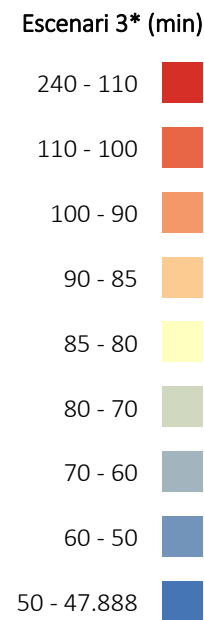


DG.5. Escenari 3.

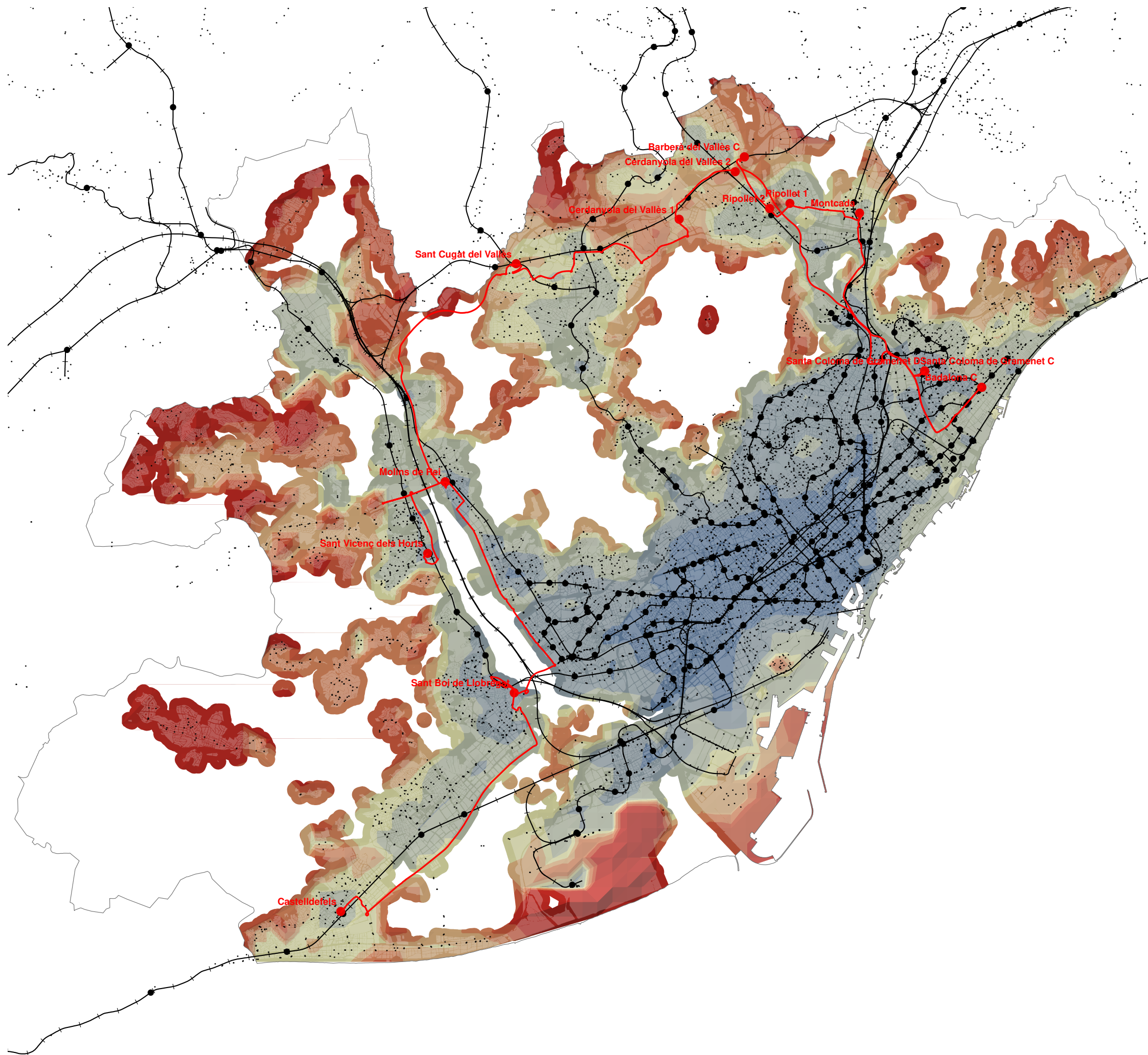
Xarxa Tramvia: Extensió Wellington-Circumval.lació-Línia servei port-Passeig Zona Franca-Bellvitge

Escenari 3

- Nodes nous o alterats ●
- Xarxa Ferroviària existent —
- Estació Ferroviària existent ●
- Parada Bus existent ·





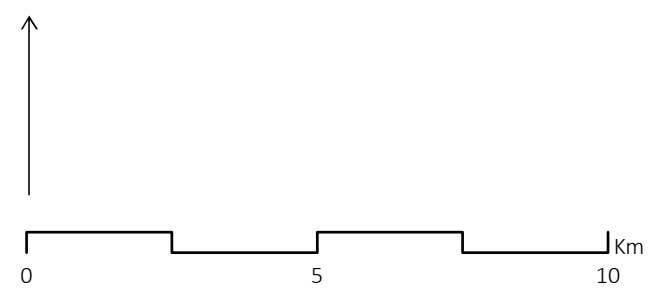
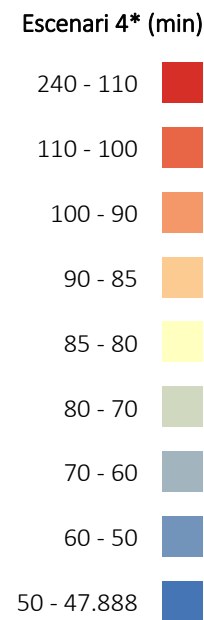


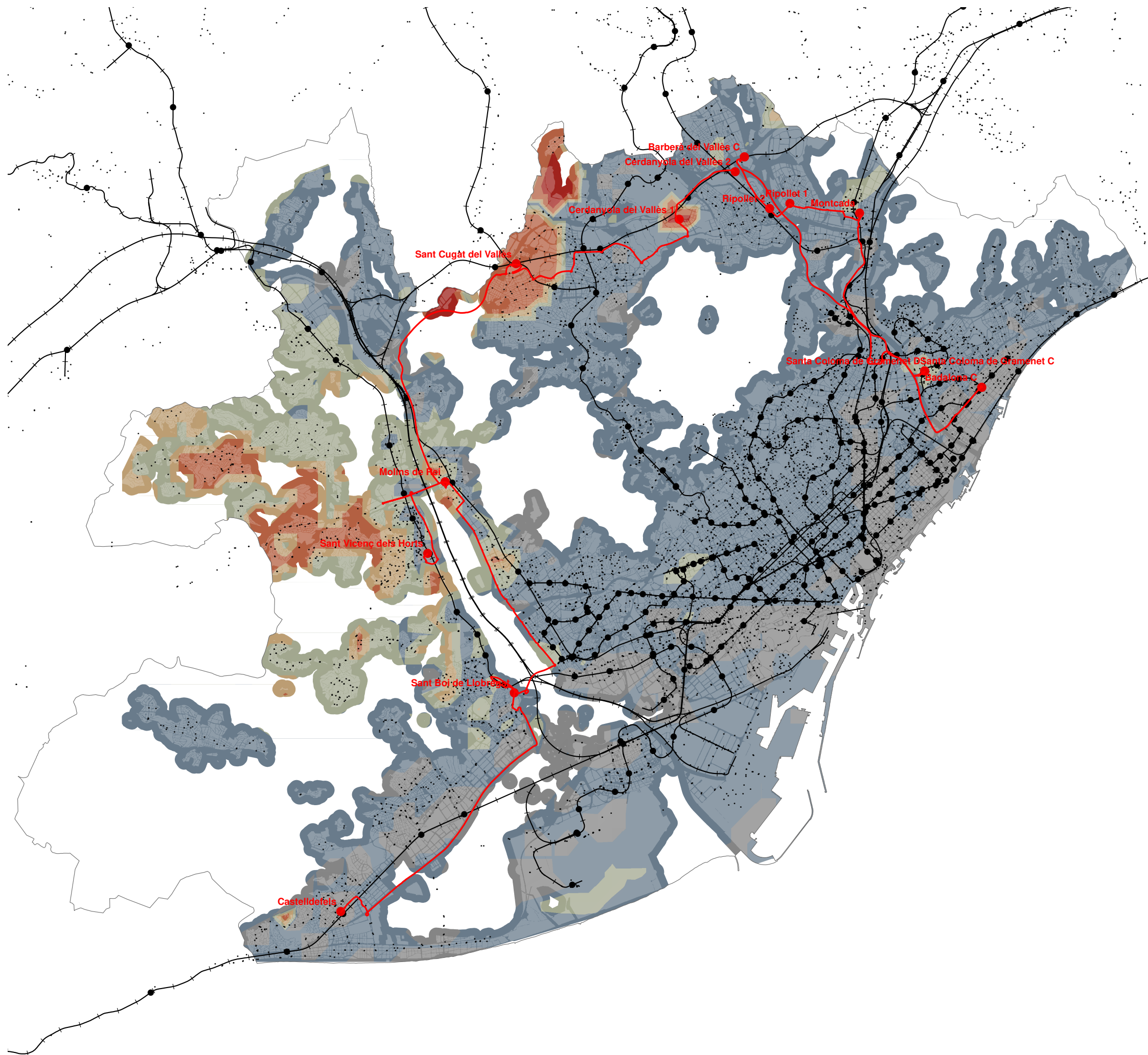
DG.7. Escenari 4.

Xarxa BUS: Línia Orbital 1 (Castelldefels – Molins) + Línia Orbital 2 (Molins - Riu Sec ) + Línia Orbital 3 (Badalona - Riu Sec)

Escenari 4

- Nodes nous o alterats ●
- Xarxa Ferroviària existent —
- Estació Ferroviària existent ●
- Parada Bus existent ·



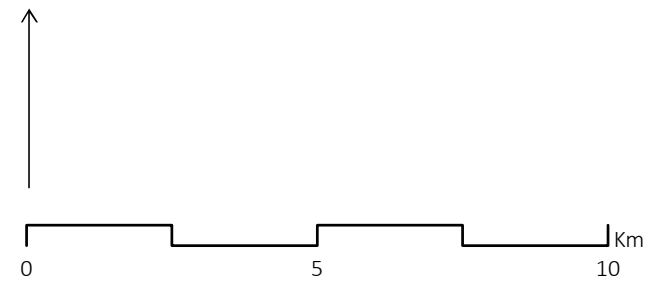


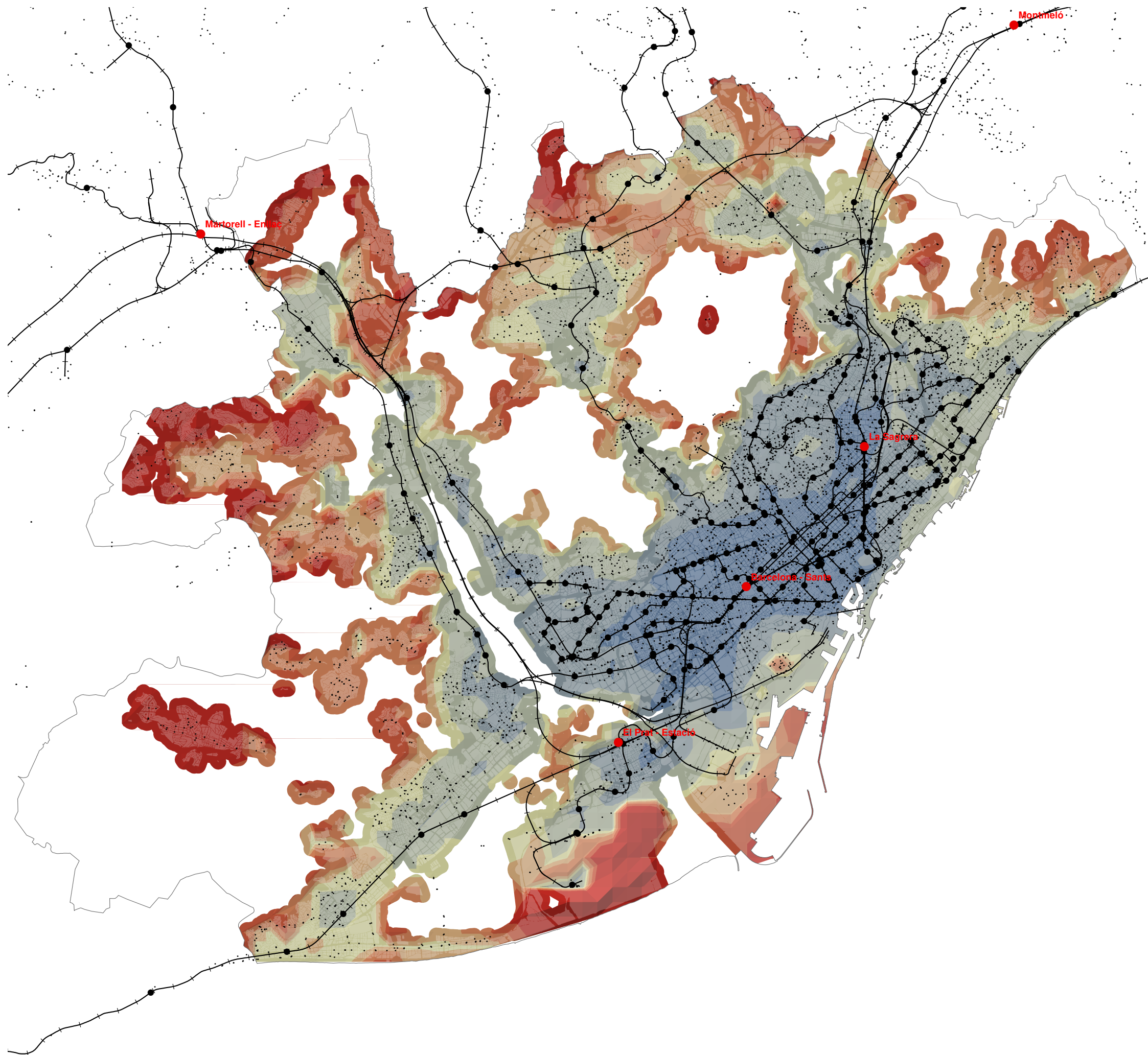
DG.8. Escenari 4.

Xarxa BUS: Línia Orbital 1 (Castelldefels – Molins) + Línia Orbital 2 (Molins - Riu Sec ) + Línia Orbital 3 (Badalona - Riu Sec)

Escenari 4 - Escenari 0

- Nodes nous o alterats ●
- Xarxa Ferroviària existent —
- Estació Ferroviària existent ●
- Parada Bus existent ·
- Escenari 4\* - Escenari 0 (min)
- 0.969 - 0 ■
- 0 - (0.335-) ■
- (0.335-) - (0.996-) ■
- (0.996-) - (1.896-) ■
- (1.896-) - (3.915-) ■
- (3.915-) - (7.951-) ■





DG.9. Escenari 5.

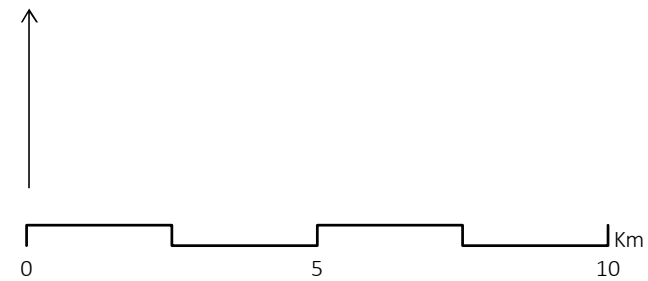
Xarxa Ferroviària: Expedicions per la traça AVE (Martorell-El Prat-Sants-Sagrega-Montmeló)

Escenari 5

- Nodes nous o alterats ●
- Xarxa Ferroviària existent —
- Estació Ferroviària existent ●
- Parada Bus existent ·

Escenari 5\* (min)

240 - 110	■
110 - 100	■
100 - 90	■
90 - 85	■
85 - 80	■
80 - 70	■
70 - 60	■
60 - 50	■
50 - 47.888	■



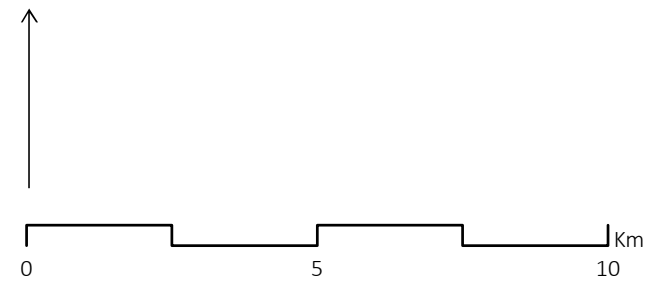


DG.10. Escenari 5.

Xarxa Ferroviària: Expedicions per la traça AVE (Martorell-El Prat-Sants-Sagrada-Montmeló)

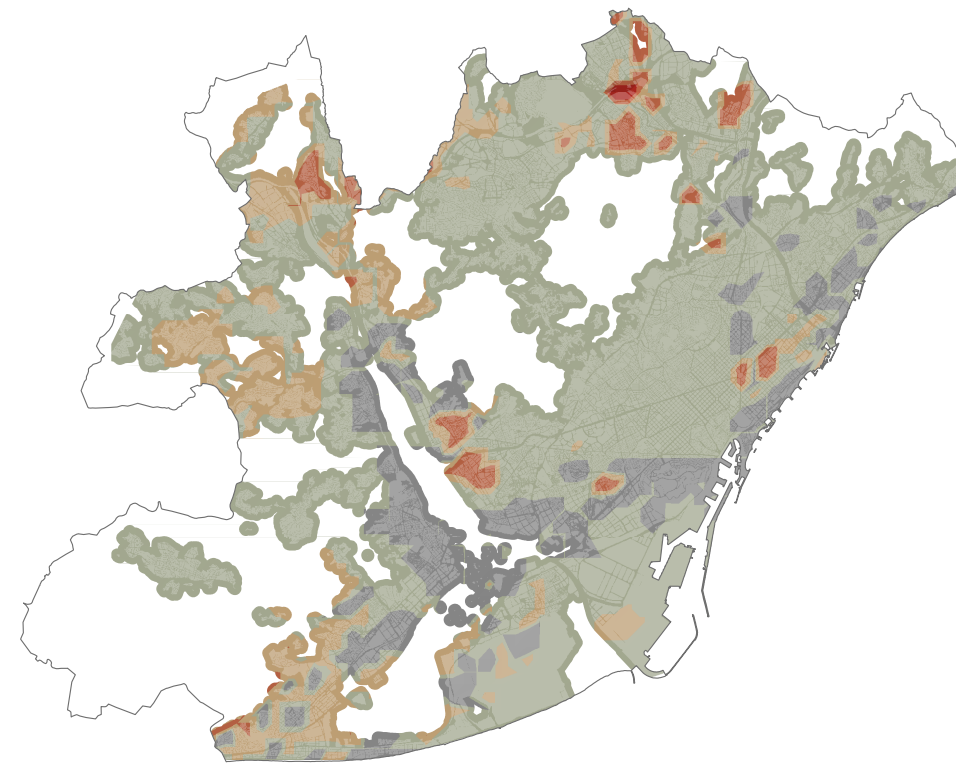
Escenari 5 - Escenari 0

- Nodes nous o alterats ●
  - Xarxa Ferroviària existent —
  - Estació Ferroviària existent ●
  - Parada Bus existent ·
- Escenari 5\* - Escenari 0 (min)**
- 1.1 - 0.3 █
  - 0.3 - 0 █
  - 0 - (0.5-) █
  - (0.5-) - (2-) █
  - (2-) - (4-) █
  - (4-) - (7.312-) █



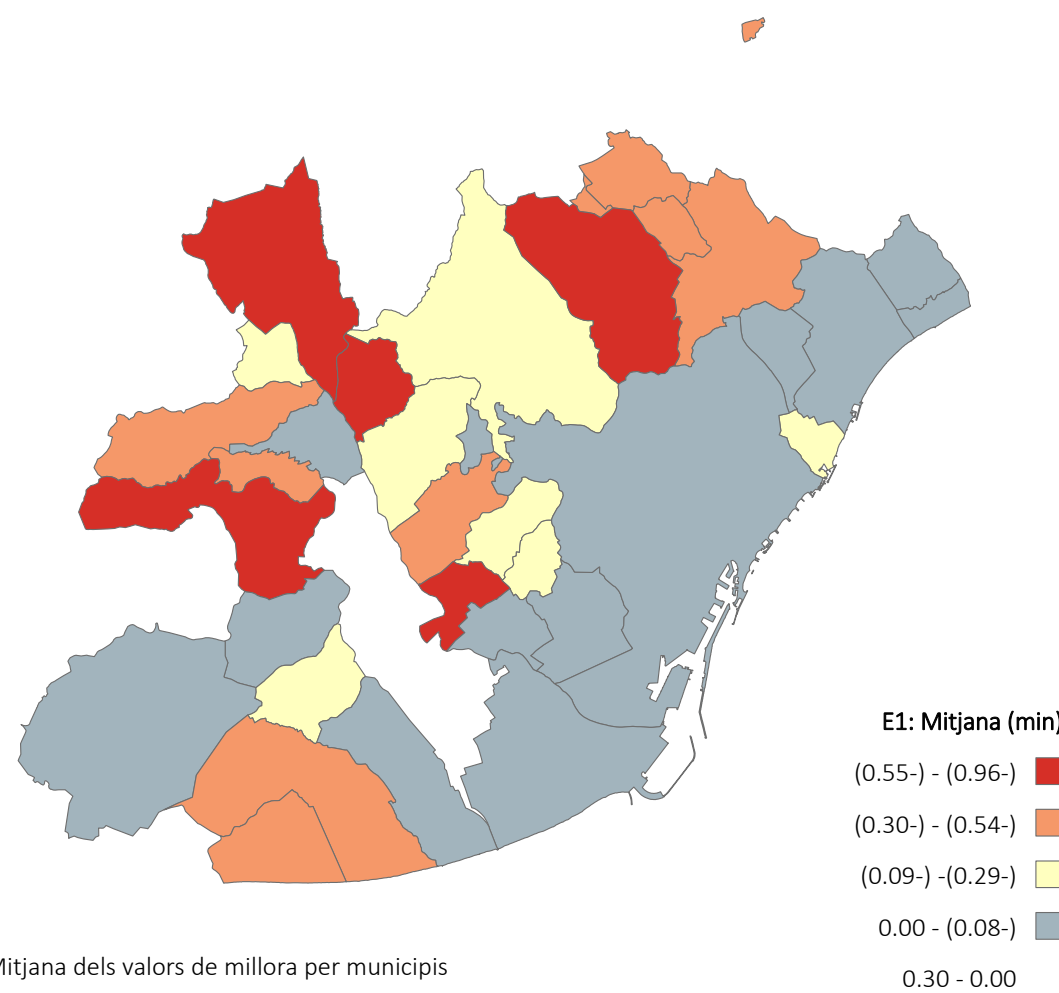


Nodes nous i/o alterats

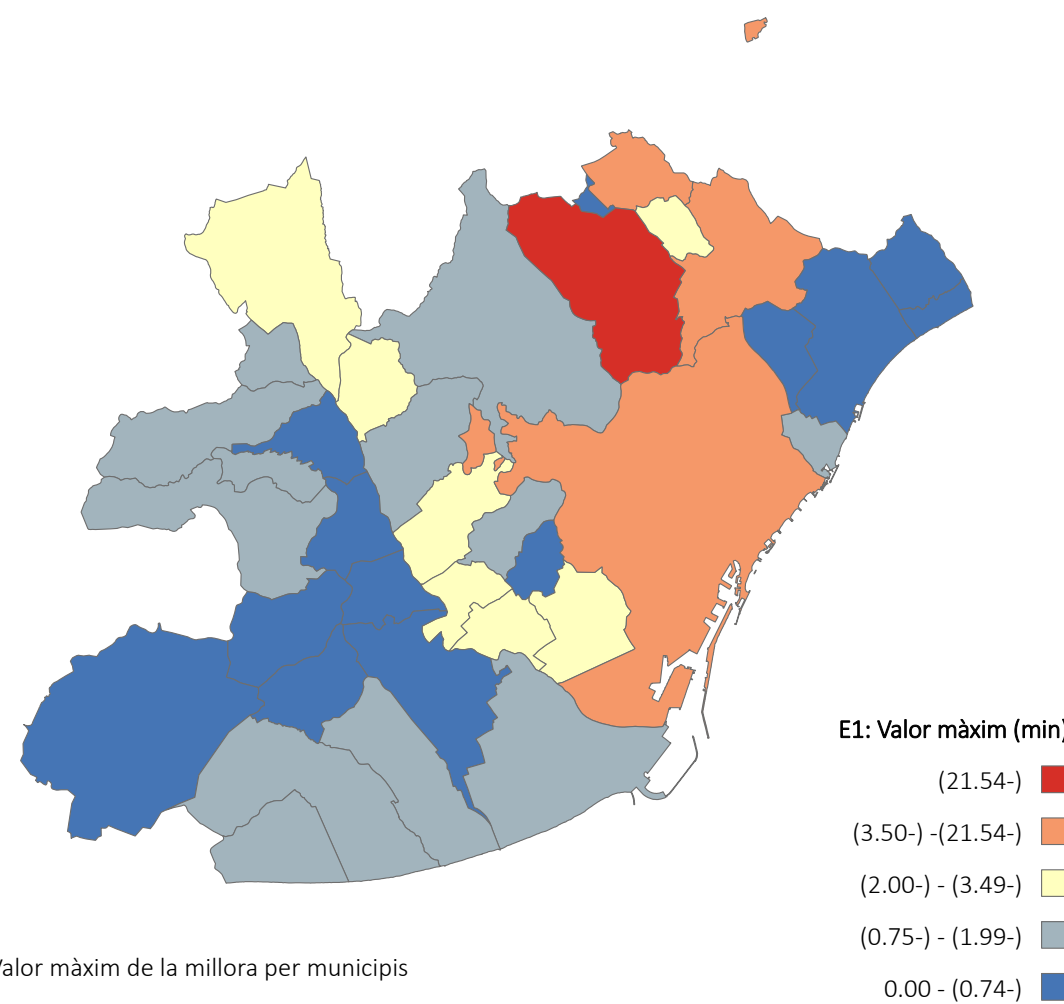


Isocrones de diferència entre l'escenari o l'estat actual

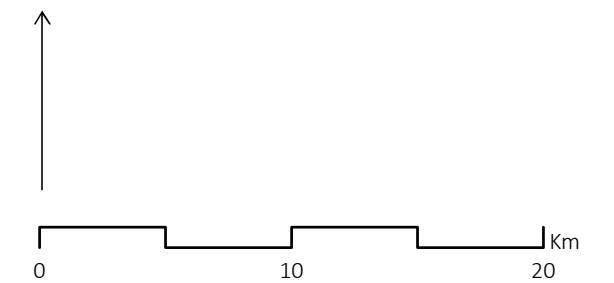
DG.11. Escenari 1.  
 Xarxa Ferroviària: Torrasa + Riu Sec +  
 Glories-Clot + bypass Montcada



Mitjana dels valors de millora per municipis

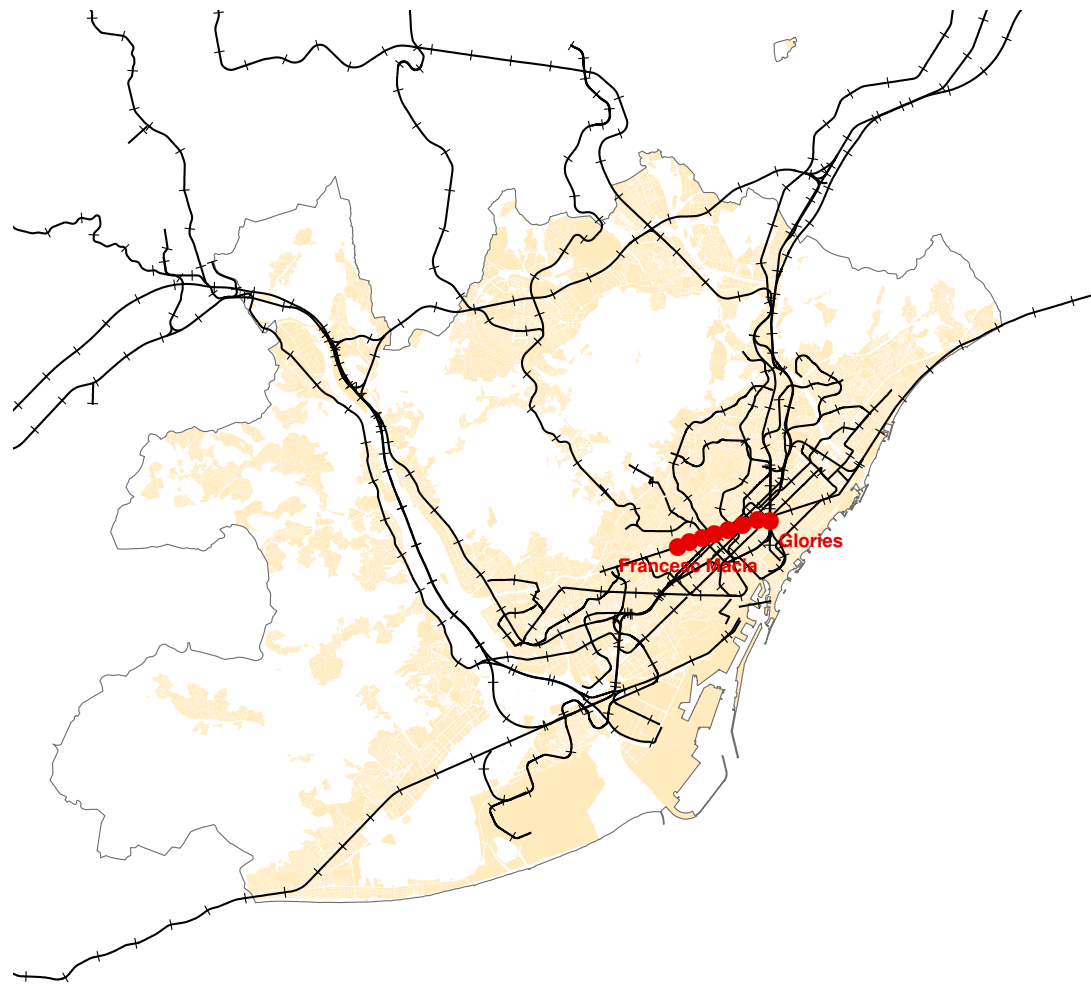


Valor màxim de la millora per municipis

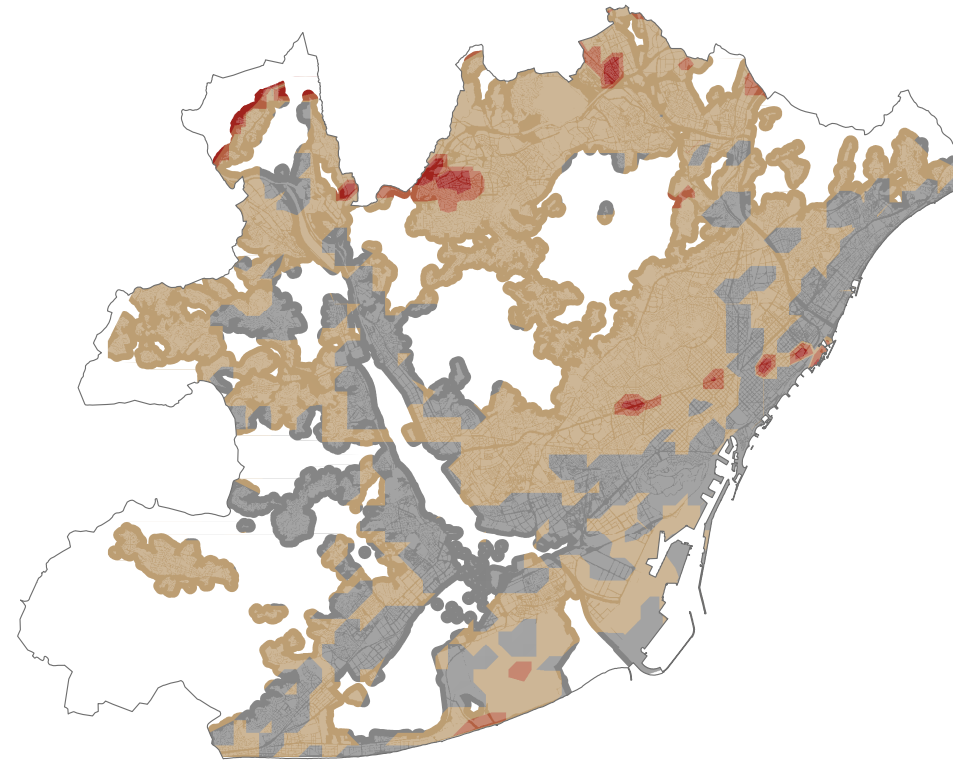


DG.12. Escenari 2.

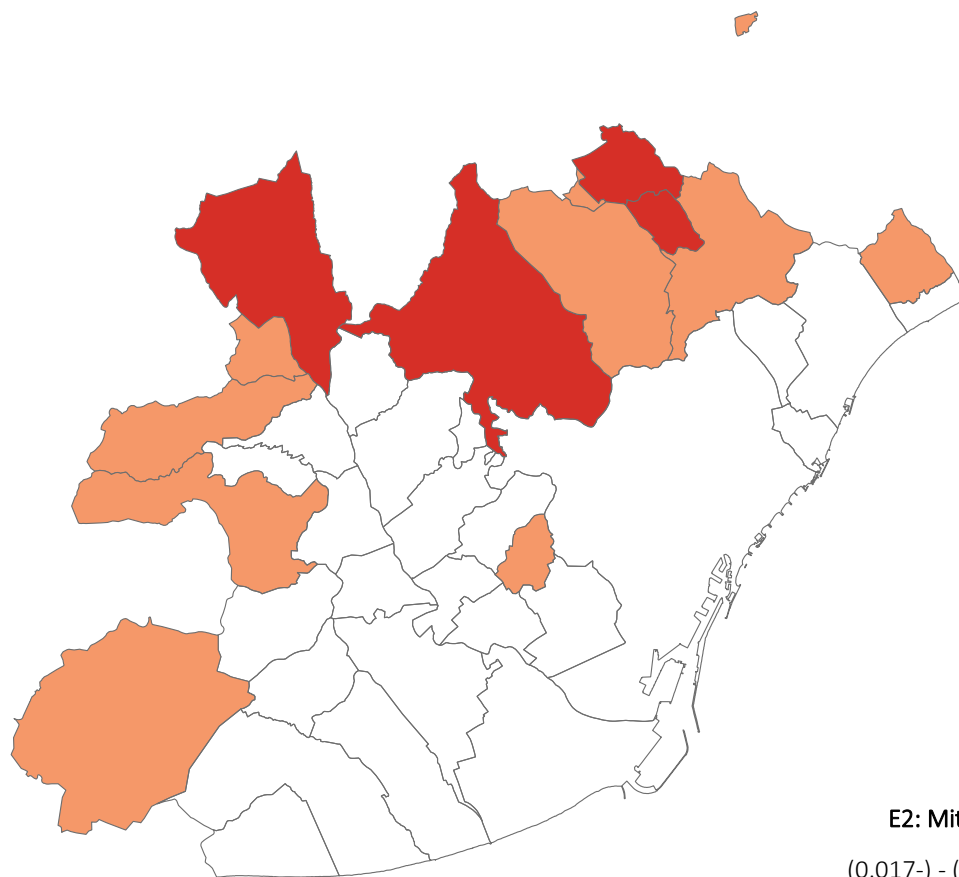
Xarxa Tramvia: Línia Enllaç Diagonal



Nodes nous i/o alterats

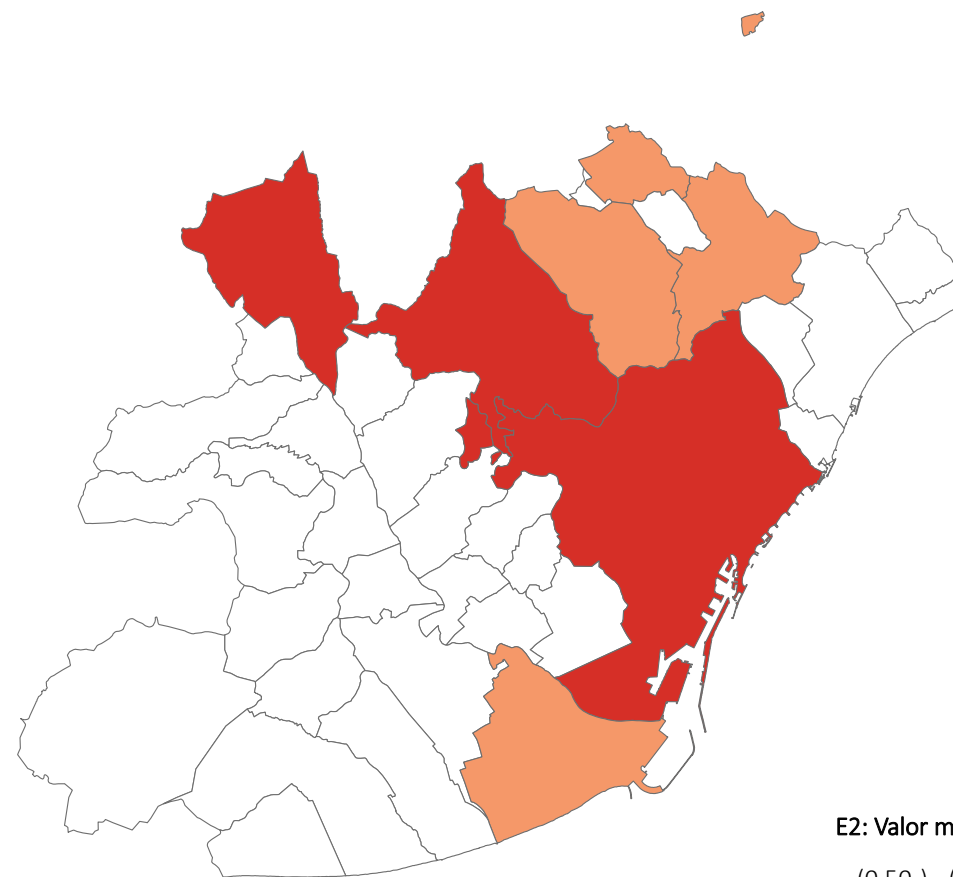


Isocrones de diferència entre l'escenari o l'estat actual



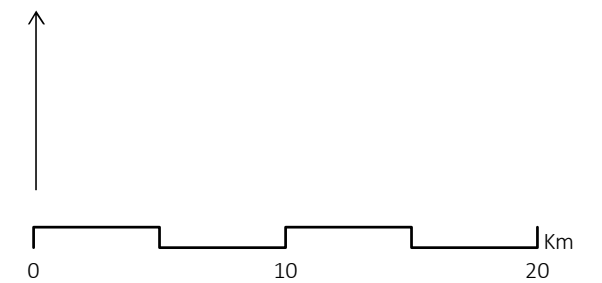
**E2: Mitjana (min)**  
(0.017-) - (0.05-) ■  
0.00 - (0.017-) ■  
0.00 □

Mitjana dels valors de millora per municipis



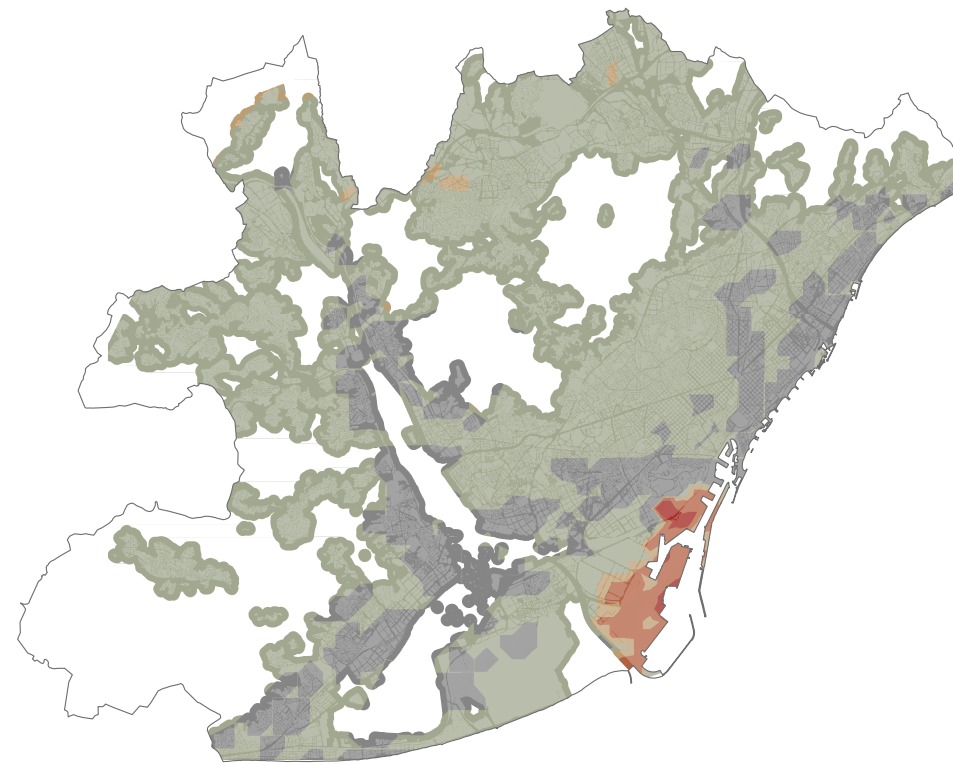
**E2: Valor màxim (min)**  
(0.50-) - (0.74-) ■  
(0.10-) - (0.49-) ■  
0.00 □

Valor màxim de la millora per municipis



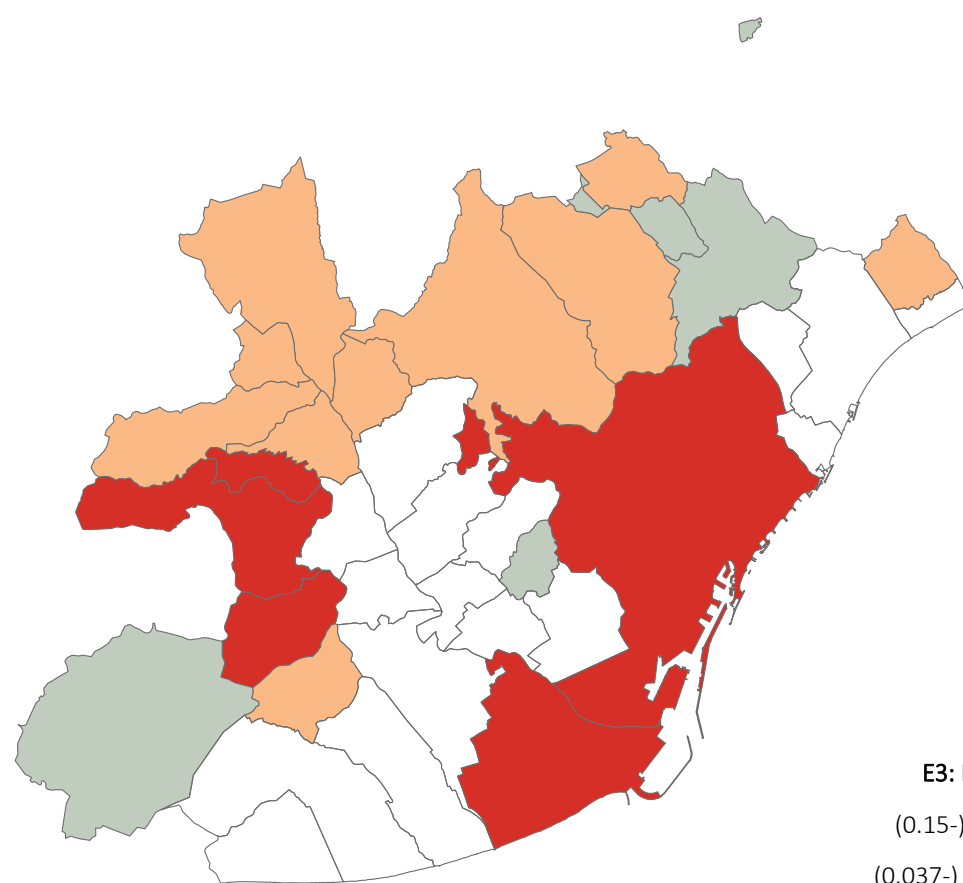


Nodes nous i/o alterats



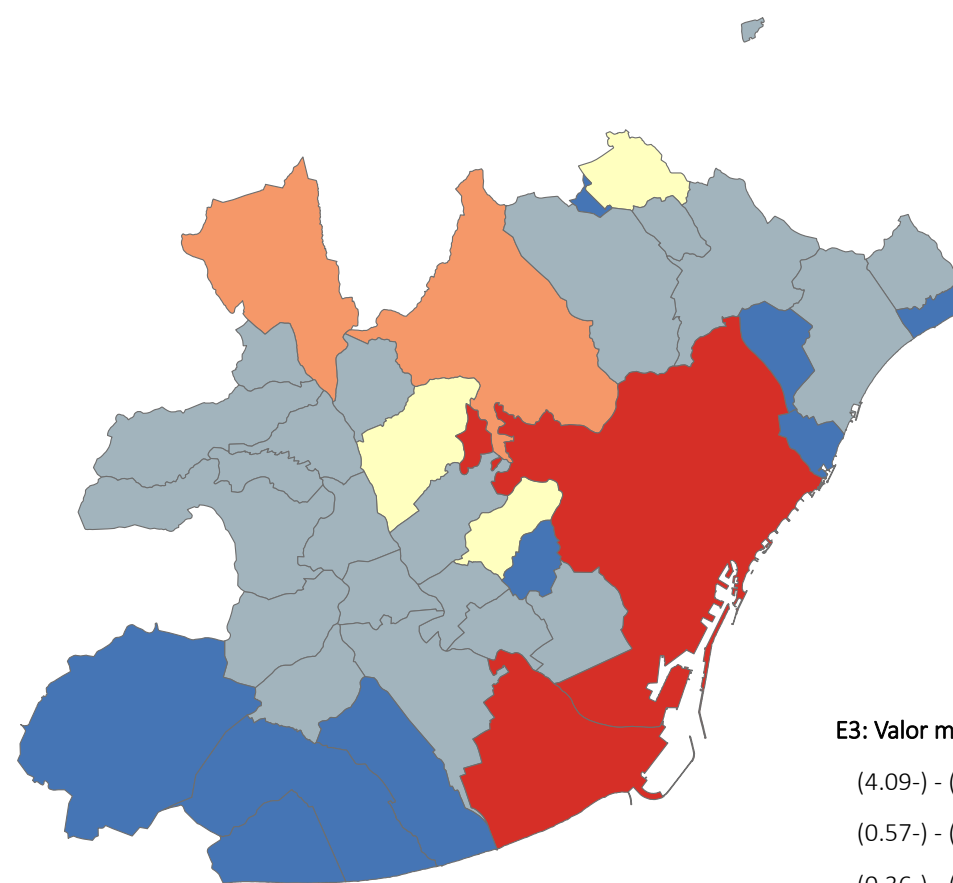
Isocrones de diferència entre l'escenari o l'estat actual

DG.13. Escenari 3.  
 Xarxa Tramvia: Extensió Wellington-Circumval.lació-Línia servei port-Passeig Zona Franca-Bellvitge



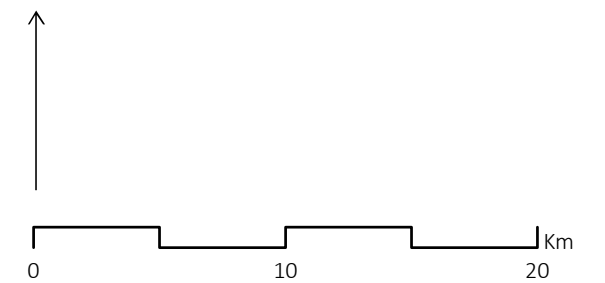
**E3: Mitjana (min)**  
 (0.15-) - (0.18-) ■  
 (0.037-) - (0.149-) ■  
 0.000000 - (0.036-) ■  
 0.00 □

Mitjana dels valors de millora per municipis



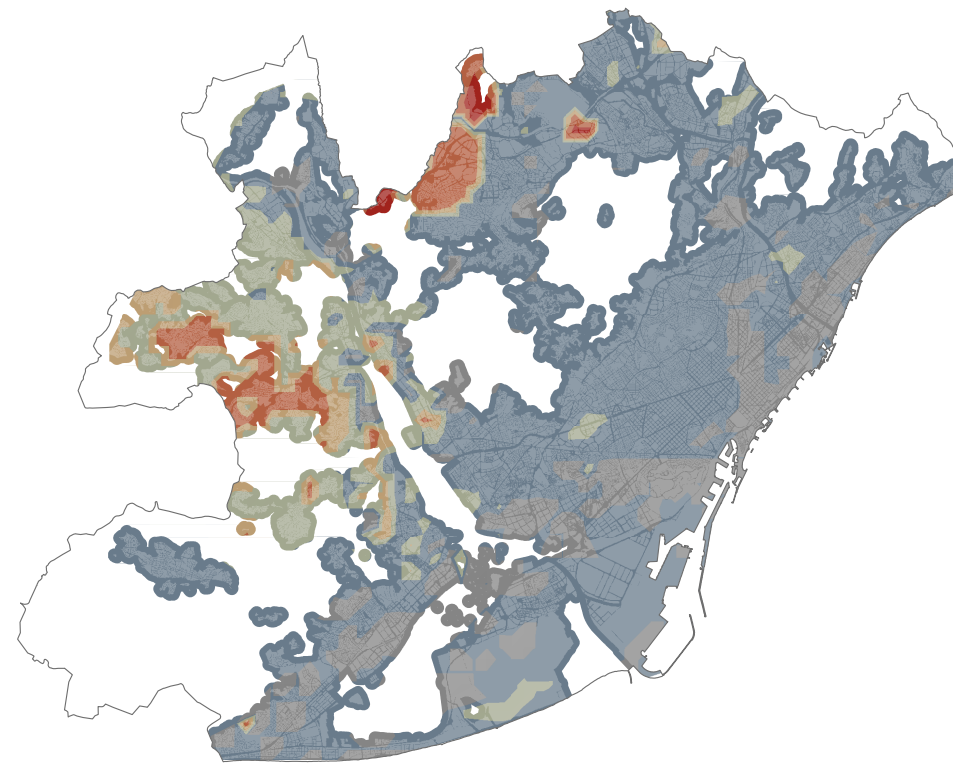
**E3: Valor màxim (min)**  
 (4.09-) - (7.22-) ■  
 (0.57-) - (4.09-) ■  
 (0.36-) - (0.57-) ■  
 (0.11-) - (0.36-) ■  
 0.00 - (0.11-) ■

Valor màxim de la millora per municipis





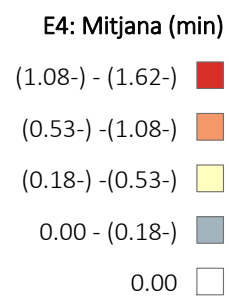
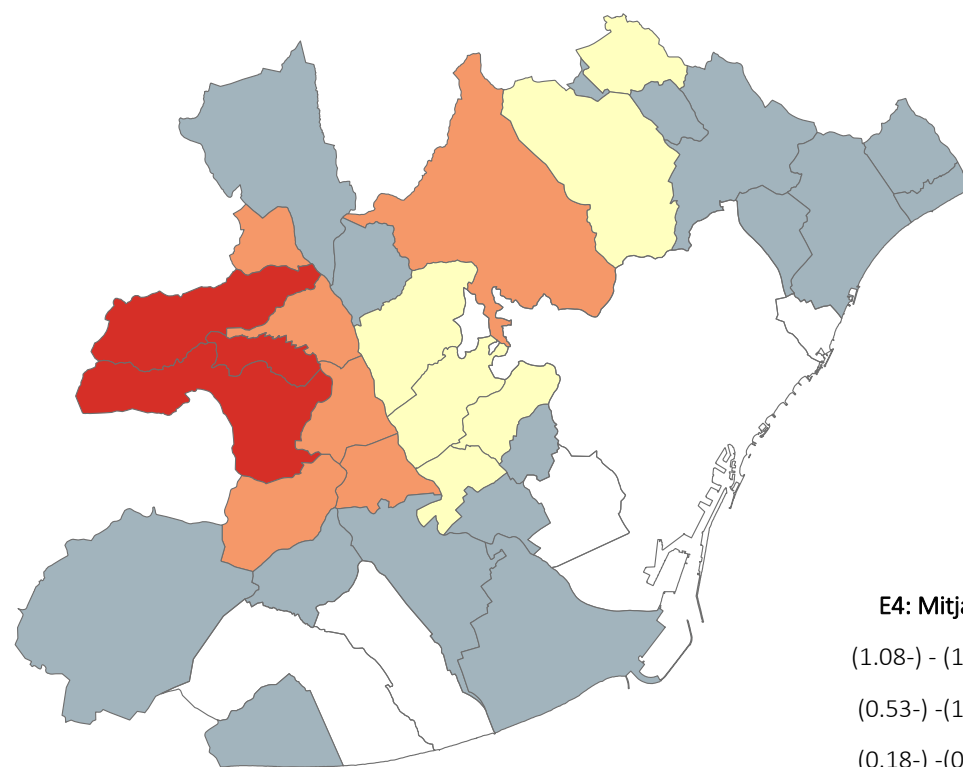
Nodes nous i/o alterats



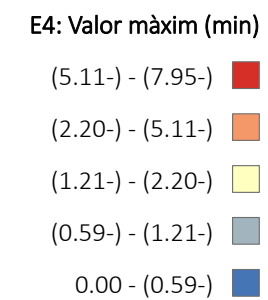
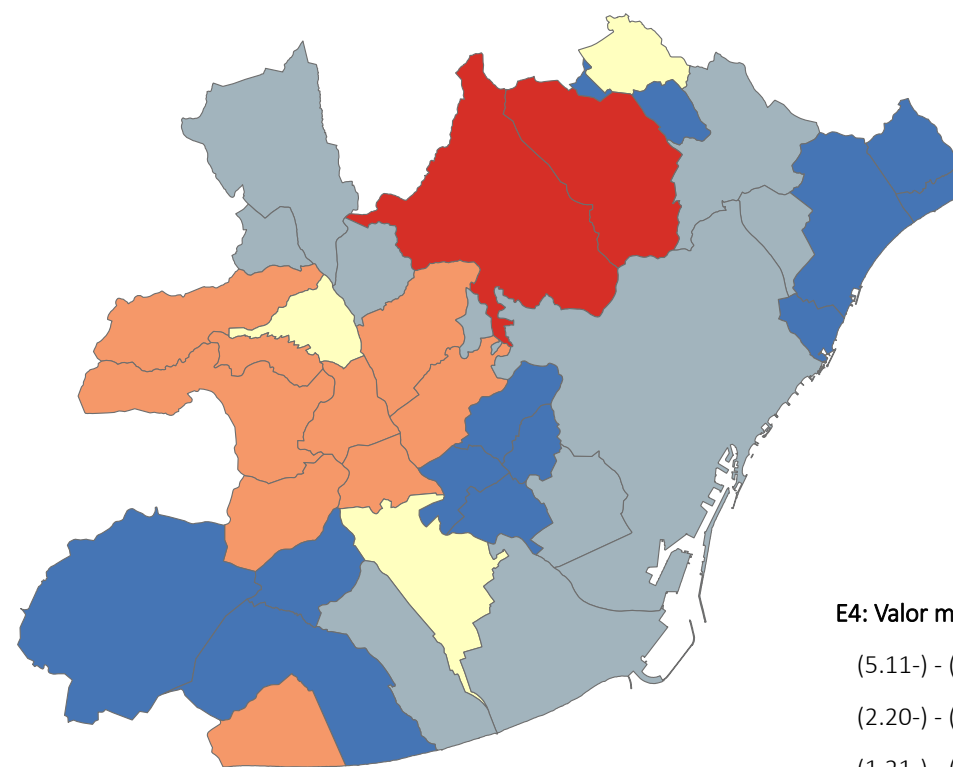
Isocrones de diferència entre l'escenari o l'estat actual

DG.14. Escenari 4.

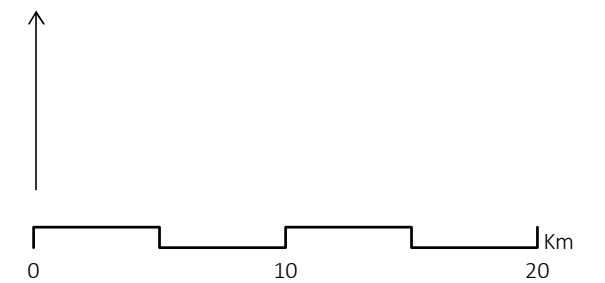
Xarxa BUS: Línia Orbital 1 (Castelldefels – Molins) + Línia Orbital 2 (Molins - Riu Sec ) + Línia Orbital 3 (Badalona - Riu Sec)

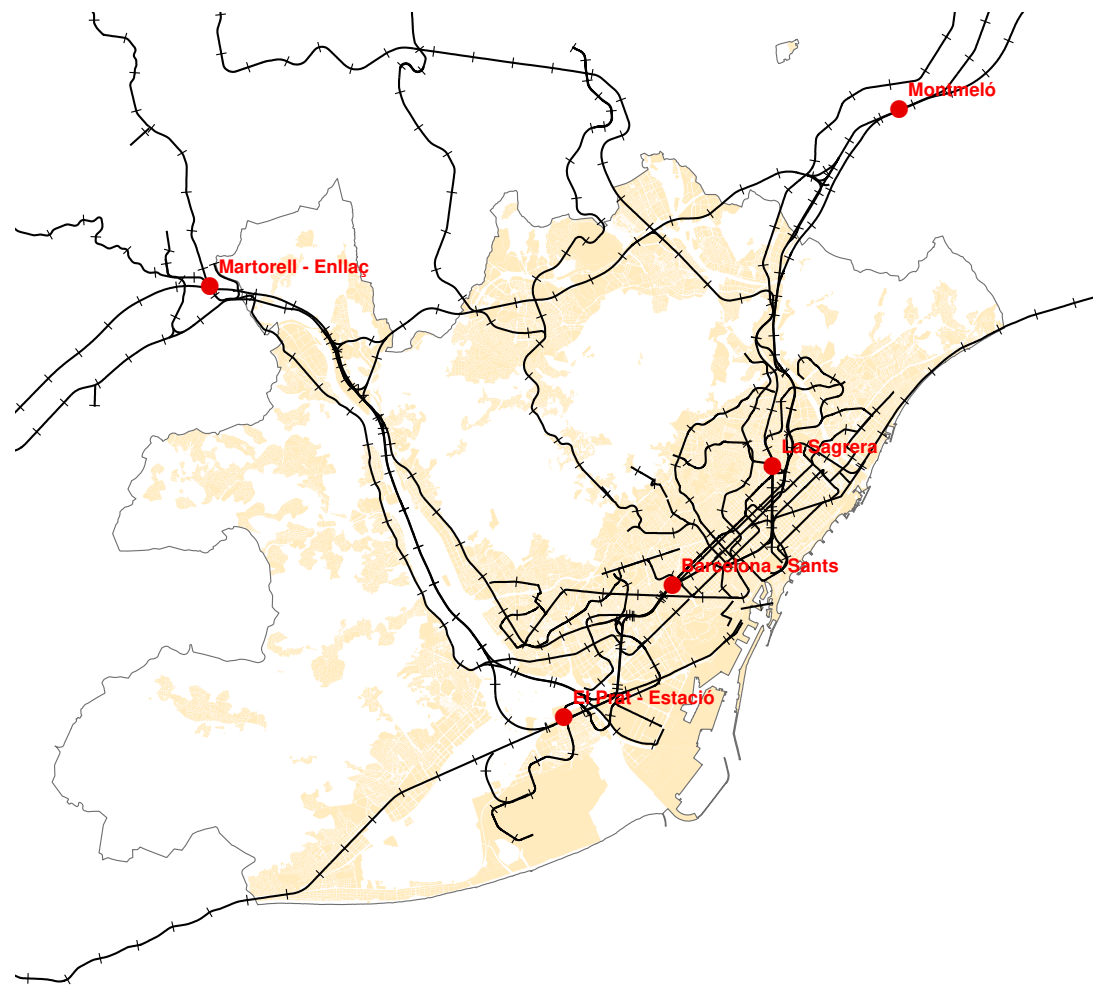


Mitjana dels valors de millora per municipis

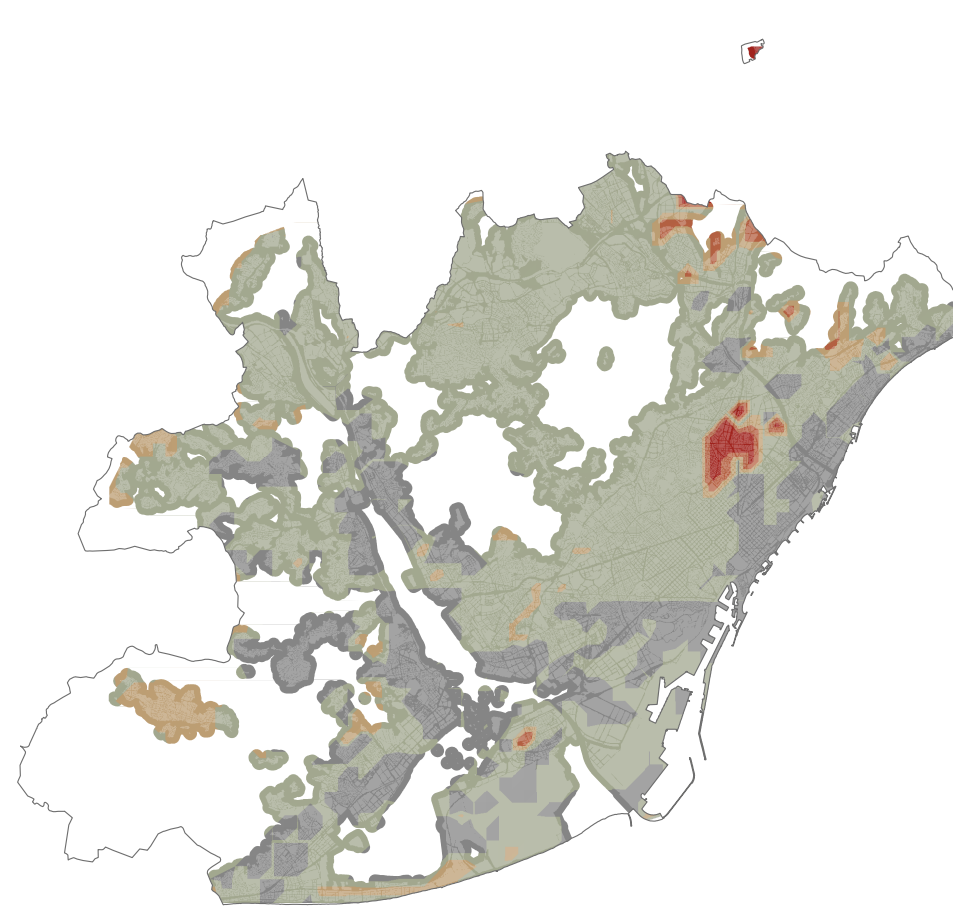


Valor màxim de la millora per municipis



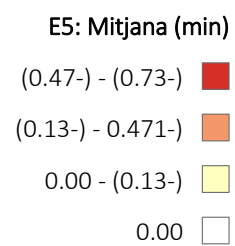
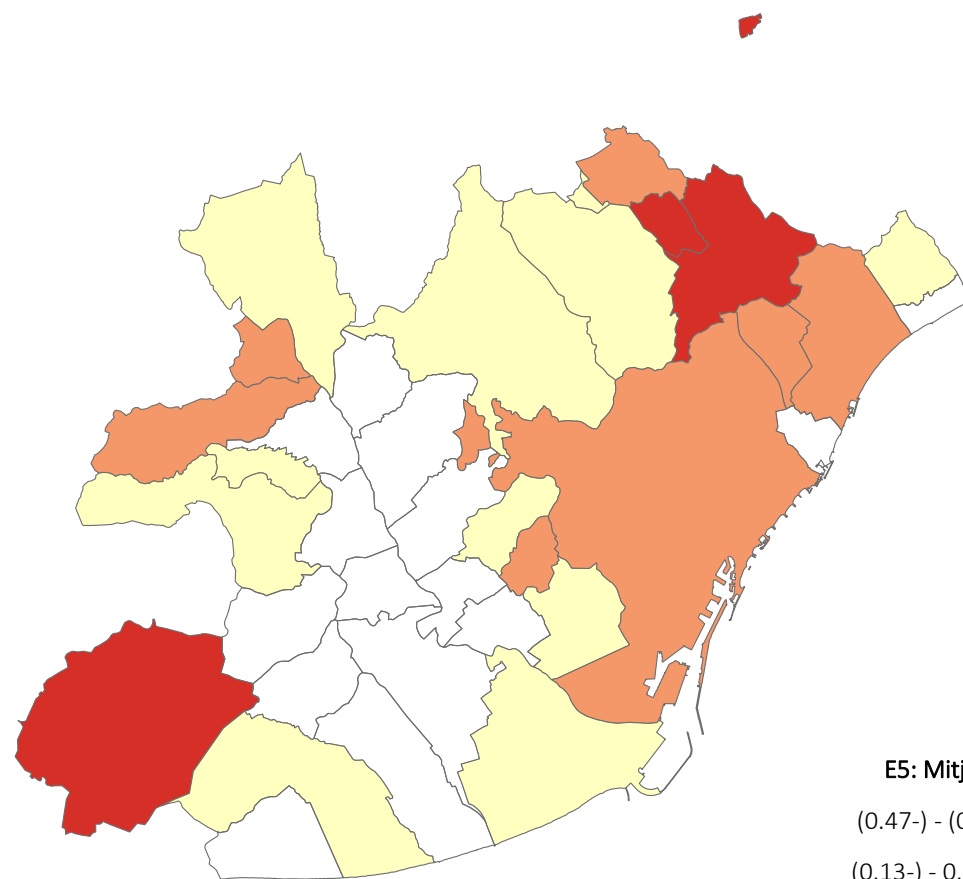


Nodes nous i/o alterats

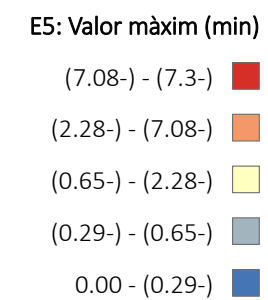
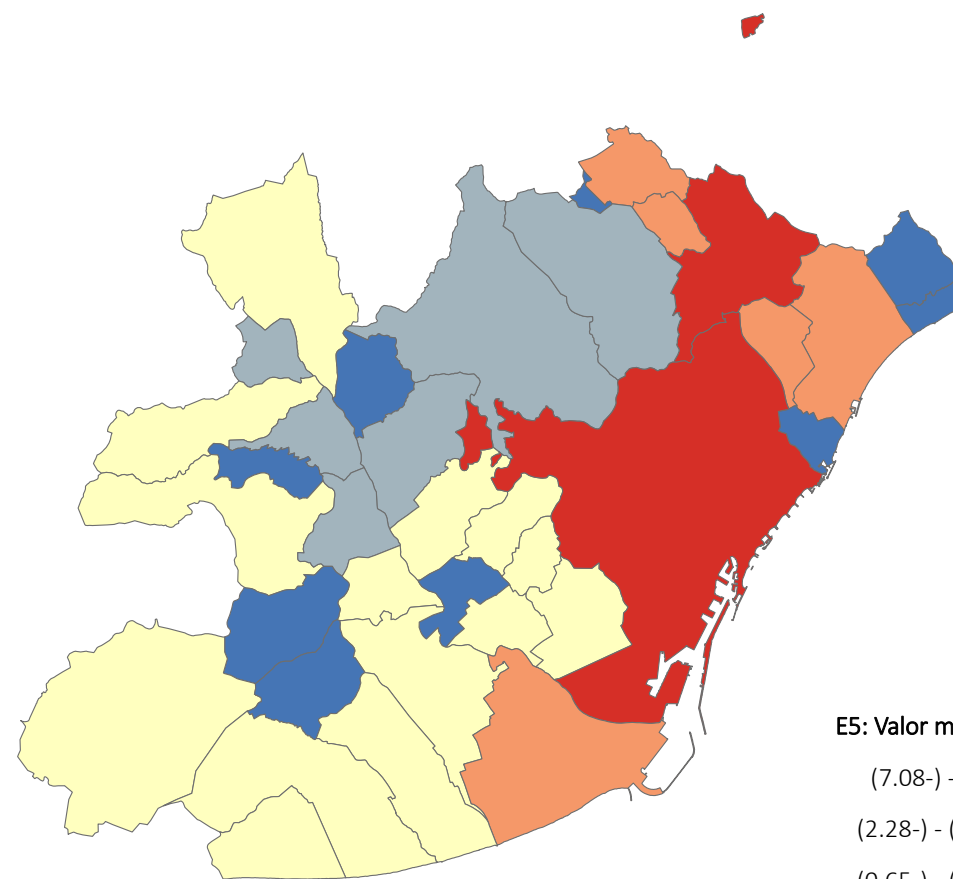


Isocrones de diferència entre l'escenari o l'estat actual

DG.15. Escenari 5.  
 Xarxa Ferroviària: Expedicions per la traça AVE (Martorell-El Prat-Sants-Sagrega-Montmeló)



Mitjana dels valors de millora per municipis



Valor màxim de la millora per municipis

