

Transport públic i equitat social

Anàlisi de l'impacte de les actuacions previstes en el Pla Director d'Infraestructures 2021-2030 a l'àrea metropolitana de Barcelona

Judith Ceballos Escudero

Resum — Els serveis de transport públic poden contribuir a incrementar o reduir les diferències entre els grups socials amb relació a l'ús de la ciutat, la gestió del temps, les oportunitats laborals i l'accés als serveis. El present article té per objectiu estudiar l'impacte social del Pla Director d'Infraestructures 2021-2030. Aquest Pla conté un programa d'Ampliació de xarxa, que consta de 17 actuacions: 8 de metro, 4 de ferrocarrils de la Generalitat i 5 de tramvia. L'estudi s'ha basat en dades de mobilitat, renda i densitat de població per l'àrea metropolitana de Barcelona, i ha utilitzat una metodologia complexa basada en la delimitació i caracterització social de polígons de 500 metres caminables a les estacions mitjançant l'eina Network Analyst. L'estudi mostra que les noves estacions previstes en el PDI serveixen, en termes generals, entorns amb una renda mitjana superior a la renda mitjana servida per la xarxa existent. Tanmateix amb l'aplicació de les actuacions previstes la relació entre la prestació del servei i la renda es mantindria pràcticament immutada, ja que l'afectació que tindrien sobre l'equitat del sistema, mesurada a través de l'índex de Gini entre la població servida i la seva renda mitjana, seria molt reduïda.

Paraules clau — Pla Director d'Infraestructures, índex de Gini, buffers, network analyst, renda, població, densitat, mobilitat.

Abstract — Public transportation services can help increase or decrease the differences between social groups in terms of city use, time management, job opportunities, and access to services. The purpose of this article is to study the social impact of the "Pla Director d'Infraestructures 2021-2030". This Plan contains a network expansion program, which consists of 17 actions: 8 of them belong to subway, 4 to the Generalitat railways and 5 to tram. The study has been based on data on mobility, income and population density for the metropolitan area of Barcelona, and has used a complex methodology based on the delimitation and social characterization of polygons of 500 walkable meters to the stations using the tool Network Analyst. The study shows that the new stations planned in PDI serve, in general terms, environments with an average income higher than the average income served by the existing network. However, with the application of the planned actions, the relationship between the provision of the service and income would remain virtually unchanged, as the impact they would have on the equity of the system, measured through the Gini index among the population served and their average income, would be greatly reduced.

Index Terms — Infrastructure Master Plan, Gini index, buffers, network analyst, income, population, density, mobility.



1 INTRODUCCIÓ

Durant les últimes dècades les societats europees han patit diversos canvis tant socioeconòmics com demogràfics que han produït un augment de les desigualtats socials. En les ciutats, aquest increment s'ha reflectit en un creixement de la segregació residencial, és a dir la separació dels grups socials sobre el territori en funció de la renda. Si ho considerem des de la perspectiva d'una ciutat, veiem que els diferents territoris tendeixen a dividir-se entre els més assequibles, on resideixen aquells que tenen menys recursos i els territoris on l'habitatge té un preu més elevat, lloc d'elecció dels més benestants. Amb el desenvolupament de les economies modernes, la població que habita en les àrees urbanes tendeix a augmentar, com a conseqüència augmenten els preus dels habitatges que desplacen a la població més vulnerable als barris amb menys serveis, normalment a la perifèria,

limitant les seves oportunitats (Institut Cerdà, 2019).

A l'àrea metropolitana de Barcelona, la segregació residencial comporta una distribució desigual dels grups socioeconòmics a partir, sobretot, de la renda de les famílies. En els dos extrems d'aquesta distribució, trobem dos nivells de segregació, la segregació urbana superior, on hi ha una certa continuïtat en les zones benestants de la ciutat, barris com Pedralbes o Sarrià que connecten amb territoris com Sant Cugat, on els preus del sòl i habitatge són superiors i la qualitat urbana i els serveis són millors; d'altra banda trobem la segregació urbana inferior, que afecta les àrees amb rendes més baixes com Montcada i Reixac o el Prat del Llobregat, zones que edificades a mitjans del segle psat, aquestes presenten menys serveis i pitjor accessibilitat (Nel·lo, 2018).

En tant que els preus dels immobles a l'àrea Metropolitana de Barcelona no són homogenis i varien segons la seva localització, la seva connectivitat i els serveis que disposen. Això implica que seran els grups més acomodats els que tinguin un major ventall de possibilitats i optin per tenir millors serveis a prop, mentre que les característiques dels habitatges dels grups més desfavorits equivaldrà a una

- E-mail de contacte: judith.cebillos@e-campus.uab.cat
- Treball tutoritzat per: Oriol Nel·lo (Departament de Geografia)
- Curs 2020/21

qualitat de vida pitjor, així com també unes majors dificultats de mobilitat (Harvey, 1973).

Com alguns estudis han afirmat, la capacitat de les persones de gestionar la mobilitat en la ciutat depèn en gran part dels seus recursos. Majoritàriament són els grups més desfavorits aquells que fan ús més habitual del transport públic col·lectiu. Durant la pandèmia COVID-19 s'ha confirmat que durant els mesos de confinament més estricte, eren les classes socials més desfavorides les que van haver de continuar mantenint la mobilitat donada la seva situació laboral. Les classes més benestants en canvi, majoritàriament disposaven de l'opció del teletreball per tant podien prescindir fàcilment del transport (Checa, Martín, López, & Nel·lo, 2020).

És a dir, ens trobem davant una situació en la qual el fet de distribuir diferents béns i serveis en el territori condiciona la distribució de la riquesa, de tal manera que el territori de millor qualitat serà propietat d'aquells que disposen una major renda, aquests disposaran d'una major accessibilitat i major nombre de serveis, mentre que aquell territori que disposi d'unes condicions més precàries serà més assequible i per tant queda habitat per població d'una menor renda.

En aquesta recerca vol demostrar que l'impacte en la inversió en infraestructures prevista en l'àrea metropolitana de Barcelona, pel Pla Director d'Infraestructures 2021-2030 proposada per l'Autoritat del Transport Metropolità (ATM), no incrementa el caràcter redistributiu de la xarxa, ja que no altera de manera substantiva el servei que es dona en les àrees on resideixen els diferents grups socials, la dotació de nous accessos a la xarxa en els barris més desfavorits no té un impacte rellevant en termes redistributius.

La recerca se centrarà en l'Àrea Metropolitana de Barcelona, i en aquelles estacions que pertanyen al programa d'Ampliació de Xarxa (AX), és a dir, metro, ferrocarrils i tramvia. Cal tenir en compte que l'Àrea Metropolitana de Barcelona cobreix un àmbit de 36 municipis, mentre que els plans de l'ATM tenen una extensió de 346 municipis, inclosos en el Sistema Integrat de Mobilitat Metropolitana de Barcelona (SIMMB).

L'Autoritat del Transport Metropolità és un consorci format per diferents administracions titulars de serveis públics de transport col·lectiu, entre les que figuren la Generalitat de Catalunya, l'Ajuntament de Barcelona, l'Entitat Metropolitana del Transport (EMT) i l'Agrupació de Municipis titulars de serveis de Transport Urbà de la regió metropolitana de Barcelona (AMTU). Les funcions que li corresponen són: planificació d'infraestructures i serveis; relacions amb operadors de transport col·lectiu; finançament del sistema per les administracions; ordenació de les tarifes; comunicació; marc normatiu futur i altres funcions relacionades amb la mobilitat. Entra en aquest últim apartat la formulació del Pla Director d'Infraestructures (PDI). Aquest recull les actuacions en infraestructures de transport públic per a un decenni, previstes per l'àmbit del Sistema Integrat de Mobilitat Metropolitana de Barcelona. Existeixen cinc programes principals en les quals es basa el pla, aquests són: el

programa d'Ampliació de Xarxa, el Programa d'Intercanviadors, el Programa de Modernització i Millora, les Actuacions a la xarxa ferroviària estatal i les Infraestructures de transport públic per carretera.

Enguany 21 d'abril de 2021 el Consell d'Administració de l'ATM va aprovar la proposta del PDI 2021-2030, sobre el qual s'ha centrat el present estudi. En concret s'analitzaran les implicacions socials del programa d'Ampliació de Xarxa, el qual integra perllongaments en 8 actuacions de metro, 4 actuacions de ferrocarrils i 5 actuacions de tramvia. Cadascuna d'aquestes actuacions es jerarquitzaran i prioritzaran segons certs criteris objectius de rendibilitat socioeconòmica i ambiental tenint en compte la potencial demanda i els costos de construcció i explotació. Existeixen dues fases per cada actuació. En primer lloc, la Fase A, la qual inclou les actuacions iniciades o que tenen una alta rendibilitat socioambiental, per tant s'integren en el període 2021-2030. En segon lloc, la Fase B, en la qual les actuacions no estan programades, normalment no tenen una gran rendibilitat, la demanda és baixa i el projecte de construcció no està realitzat. Pot donar-se també el cas que una actuació amb una alta rendibilitat es trobi en fase B per temes pressupostaris.

El programa d'Ampliació de Xarxa té per objectiu donar cobertura a certes zones del territori d'alta densitat de població i que encara no disposen del servei, així com augmentar la connectivitat general de la xarxa. A més aquest darrer Pla Director d'Infraestructures 2021-2030, incorpora noves consideracions territorials, econòmiques i ambientals, com problemes de salut vinculats a la contaminació, modificació de les tendències en mobilitat, noves localitzacions de llocs de treball, incorporació del treball domèstic i de cura o incorporació de la perspectiva de gènere en la mobilitat. (Calvet, Alegre i Valls, & Torres, 2020)

Com s'ha esmentat el present treball analitza la relació entre les propostes del PDI 2021-2030 amb relació a la renda de la població afectada. A aquests efectes s'estructura en els apartats següents: la present introducció, l'explicació de la metodologia, l'enumeració dels resultats i les conclusions.

2 METODOLOGIA

2.1 Definició de l'àmbit d'estudi

Existeixen tres Plans Directors d'Infraestructures: el del 2001-2010, el del 2011-2020, i el del 2021-2030. Cadascun d'aquests Plans té en compte l'estat d'execució de l'anterior, el Pla Territorial Metropolità i els requeriments ambientals, que cada cop prenen més importància. Aquest estudi es basa en l'últim PDI, tenint en compte també actuacions anteriors, donada la comparació entre les noves actuacions i les ja existents. El programa sobre el qual s'estableix el treball és l'Ampliació de Xarxa en àmbit de l'Àrea Metropolitana de Barcelona. Es tracta d'un àmbit crucial, ja que l'AMB és la zona més densa entre els territoris que formen part del SIMMB i per tant ofereix una major quantitat de dades.

Un cop decidit sobre quin pla i per quin àmbit d'aquest centrarem el treball, podem passar a definir les dades necessàries.

2.2 Dades necessàries

Les dades utilitzades per portar a terme aquest anàlisi han sigut:

- Renda mitjana per persona 2017 (INE, Instituto Nacional de Estadística, 2021)
- Població AMB 2018 (INE, Instituto Nacional de Estadística, 2019)
- Cartografia de les edificacions a partir de shapefile de les edificacions de l'AMB a escala 1:5.000 (Vissir3, 2020)
- Cartografia de les estacions i de les línies a partir de la cartografia pròpia del PDI 2021-2030 (ATM)
- Cartografia de les seccions censals de l'AMB (ICGC, 2021)
- Cartografia dels carrers de l'AMB (Geográfica, 2015)

Cada actuació prevista al PDI comprèn entre 2 i 14 estacions. Per a cada una d'aquestes estacions es calcularà, la renda i la població coberta, per poder comparar-les amb la renda de totes les estacions actuals i determinar si afegint les noves actuacions l'actual relació entre renda i accés a la xarxa es veu alterada.

2.3 Preparació dels fitxers

En un primer moment es disposava de diferents fitxers en Excel a tractar: renda per secció censal, la població per secció censal. D'aquests fitxers era necessari fer-ne un sol amb un camp anomenat CUSEC, aquest era comú per tots els fitxers i serviria més endavant per realitzar els joins (les diferents capes d'ArcGIS estan formades per taules d'informació, l'eina join permet unir diferents taules mitjançant un camp en comú) amb els fitxers de cartografia en ArcGIS.

L'altre grup de fitxers a treballar, es trobaven en format shapefile: cartografia de les edificacions, cartografia de les seccions censals de l'AMB, cartografia dels carrers i la cartografia de les estacions i línies. Era indispensable definir la projecció d'aquests fitxers a ETRS 1989 UTM 31N, i utilitzar com a territori d'actuació l'àrea metropolitana de Barcelona.

El proper pas era utilitzar el fitxer de renda i població per secció censal per fer un join amb la cartografia de les seccions censals de l'AMB, obtenint així les dades necessàries situades al territori.

A continuació era necessari calcular la geometria de la cartografia dels edificis, i fer un intersect (és una eina que calcula la intersecció geomètrica entre capes mantenint tota la informació) entre aquesta capa i la realitzada anteriorment resultant del join. S'obté una capa amb la informació de renda i població per secció censal, per edificis.

Finalment era crucial fer el càlcul de població per edifici per tal d'obtenir unes dades més precises. Tant en l'ús d'àrees d'influència com per distàncies recorregudes es trenquen algunes seccions censals, això fa que si tenim les dades únicament per secció censal, no siguin totalment correctes, ja que potser tan sols un 40% de la població de la

secció censal es veu representada en el polígon creat. Calculant la població per edifici, es vincula la població a una àrea molt més petita que donarà un resultat més exacte. El càlcul es basa en multiplicar la població de la secció censal per l'àrea de l'edifici calculada anteriorment, i dividir-ho entre l'àrea de la secció censal. Amb aquest pas s'obté un fitxer que per cada edifici, dona informació sobre la població en l'edifici i la seva renda.

2.4 Anàlisi per àrees d'influència

Per obtenir la informació necessària sobre les àrees que envolten cada estació, la primera idea va ser realitzar buffers (un buffer o zona d'influència crea polígons de zona d'influència al voltant d'entitats d'entrada a una distància especificada) per a cada actuació, d'aquesta forma s'obteniria la renda i la població en un radi de 500 metres per cada estació.

Un cop el buffer està creat cal utilitzar la cartografia del buffer i intersectar-la amb la capa d'edificis creada anteriorment. En fer-ho d'aquesta forma obtenim únicament la capa d'edificis corresponents a les àrees compreses en els buffers i no de tota l'AMB, la qual suposa un volum de dades relativament més reduït que permet treballar amb més facilitat. (ESRI, ArcGIS for Desktop, 2017)

Cal recordar que la informació de població i renda es vincula a les seccions censals, els buffers poden comprendre territori de més d'una secció censal o només de part d'una secció, per tant les dades resultants no serien totalment correctes. Per aquest motiu ha sigut necessari el càlcul de població per edificis comentat anteriorment. Amb aquest pas obtindrem un document que per cada edifici, en el que figura l'estimació de la seva població i de la renda mitjana d'aquesta.

El problema que planteja l'ús dels buffers és que representen 500 metres lineals, i per exemple la primera actuació, l'AX01, pertany al perllongament de la línia L1 de metro que arribaria des de la parada actual de Fondo fins a l'Estació de Badalona que es troba a prop del mar (figura 1). Com que els buffers no tenen en compte el terreny en el qual se situen, els 500 metres inclouen incongruències (com espais marins, naturals, etc) que dificultaven el treball. Així doncs era necessari replantejar-se la metodologia, per això s'ha emprat l'eina Network Analyst.

2.5 Anàlisi per distàncies recorregudes

Network Analyst és una extensió d'ArcGIS que proporciona eines d'anàlisi espacial basades en una xarxa, resol problemes d'encaminament com planificar rutes, calcular temps de conducció o localitzar instal·lacions. Aquesta va ser la solució al problema que presentaven els buffers, ja que utilitzant el shapefile de carrers de l'AMB Network Analysis ha permès crear una xarxa de nodes i ha sigut útil per crear diferents àrees de servei (ESRI, ArcGIS Network Analyst Tutorial, 2008).

L'àrea de servei és una regió que comprèn tots els carrers que són accessibles, això vol dir que es troben dins d'una distància o temps especificat. En el cas d'aquest estudi aquesta distància és de 500 metres, per tant l'àrea de servei inclou tots els carrers als quals es pot arribar a peu

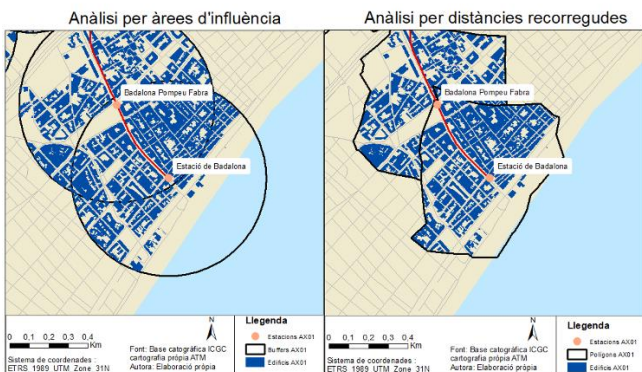
caminant no més de 500 metres.

Un cop creada l'àrea de servei aquesta apareix en la taula de contingut amb sis classes d'anàlisi de xarxa. D'aquestes sis classes únicament s'ha utilitzat la classe Instal·lacions, per canviar el camp break (impedància) a 500 metres, i la classe polígon, aquesta emmagatzema els polígons que es creen en formar una àrea de servei.

Seguint el mateix procediment per totes les estacions, aquestes àrees d'influència van transformar-se en polígons per tal de poder afegir la informació sobre renda i població. D'aquesta manera, utilitzant la classe polígon ha estat possible exportar-los amb el nom de l'actuació (per exemple AX01), tot formant, així, polígons que tenien la mateixa forma que l'àrea de servei creada anteriorment. Tal com ocorria en la metodologia basada en els buffers, un cop els polígons estaven formats també ha calgut calcular la població servida i fer un intersect amb el polígon per tal d'obtenir únicament informació per a cada estació.

A diferència dels buffers, ara ens trobem amb polígons de 500 metres caminables, que tenen en compte el teixit urbà sobre el qual se situen. En el cas anterior, comparant el funcionament dels buffers amb el Network Analyst, en l'Estació de Badalona el polígon retallaria la zona no caminable automàticament (figura 1).

Figura 1: Metodologia per la definició dels àmbits d'influència de les estacions



Sovint les estacions són massa properes, en tant que els 500 metres a peu es poden superposar entre dues estacions adjacents. Per tant ha estat necessari retallar aquelles parts que quedaven superposades, ja que això provocava una duplicació de la informació. El primer pas ha estat fer un intersect entre els polígons, d'aquesta forma es dividien en diferents i cap d'ells se superposava.

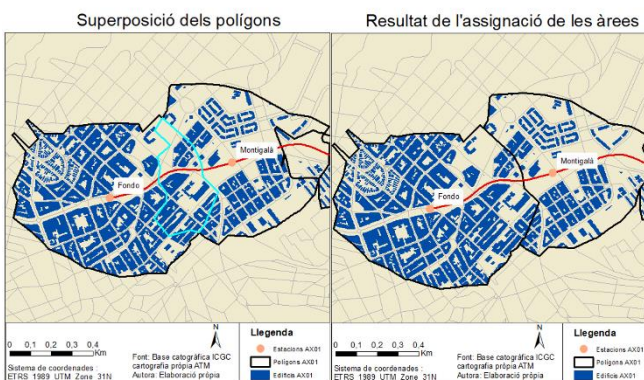
En la figura 2 es pot veure com aquestes dues estacions que pertanyen a l'actuació AX01, es trobaven superposades. Enmig de les dues trobem un altre polígon independent, que és el resultat de realitzar un intersect entre els dos polígons grans anteriors. A la dreta podem observar el resultat després d'utilitzar l'eina dissolve, visualitzem que el polígon intermediari ha desaparegut.

A continuació per formar els polígons finals de cada estació ha estat necessari utilitzar l'eina de selecció, ha permès escollir el que seria el polígon de l'estació, a la taula d'atributs és necessari afegir una nova columna on s'assigna el nom de l'estació al polígon creat, per tant finalment per cada actuació obté una taula amb les diferents estacions que inclou.

D'aquesta forma, ordenem les dades corresponents a totes

les actuacions sobre la base de polígons de 500 metres caminables, amb informació de renda i població per edifici i sense duplicació de les dades.

Figura 2: Metodologia per l'assignació de la superfície dels polígons



2.6 Aplicació de l'Índex de Gini

Com és sabut, l'índex de Gini és una mesura estadística que serveix per calcular la relació entre la concentració de dues variables. En aquest estudi s'ha utilitzat per calcular la desigualtat que presenten les noves actuacions del PDI, tenint en compte valors de renda i densitat de població. Els seus valors se situen entre 0 i 1, tot i que ocasionalment s'expressa en percentatge. Al 0 trobem la màxima igualtat on tothom té els mateixos ingressos i a l'1 la màxima desigualtat, és a dir tots els ingressos es trobarien concentrats en una persona o grup de persones. En termes generals es considera un índex baix quan el valor és menor a 0'25, mitjà entre 0'35 i 0'50 i alt quan és major a 0'50, a Catalunya la concentració de la renda se situa en 0'31 el 2019 (Idescat, 2020). Per tal de poder visualitzar aquest índex s'ha utilitzat la corba de Lorenz, aquesta representa gràficament la desigualtat en el repartiment de la renda en un territori (en aquest cas les àrees de servei de cada actuació), en l'eix x es troba la població i en l'eix y la renda. Per fer-ho era necessari disposar d'un arxiu amb tota la informació de població servida i renda per cada estació. Per tal de calcular l'índex, s'han de fer abans els càlculs del percentatge acumulat de població i de renda.

On P_i representa el percentatge acumulat de població, tot seguint les fórmules següents es calcula dividint l'acumulació de població (N_i) entre el total de població servida (N).

$$P_i = \frac{N_i}{N} \times 100 \quad q_i = \frac{\sum_{j=1}^i x_j \cdot n_j}{\sum_{i=1}^I x_i \cdot n_i} \times 100 \quad IG = \frac{\sum_{i=1}^{I-1} (p_i - q_i)}{\sum_{i=1}^{I-1} p_i}$$

Per calcular el percentatge acumulat de la renda (Q_i), s'ha de calcular abans el producte entre renda i població ($x_i \cdot n_i$) i calcular l'acumulació d'aquest producte ($x_j \cdot n_j$). Un cop calculats aquests camps es divideix el seu sumatori.

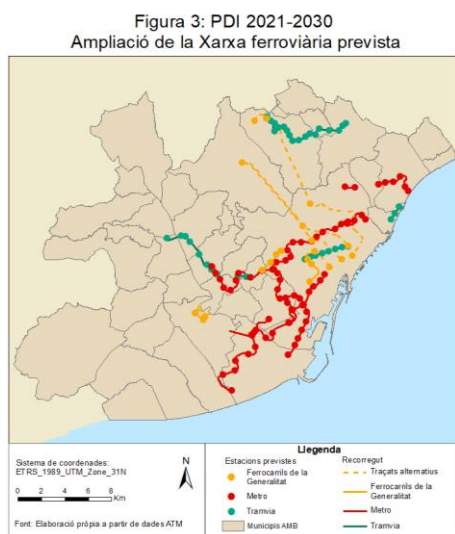
Finalment per obtenir l'índex de Gini s'ha de dividir la resta total d'aquests dos percentatges entre el percentatge acumulat de població. (Montero, 2019)

S'ha construït l'índex basat en la relació entre la renda i la població servida per cada una de les estacions de la xarxa,

tant les existents com les previstes. Aquesta metodologia ha permès veure quin és l'impacte sobre l'índex de Gini de les estacions previstes en el Pla Director d'Infraestructures. Per això, caldrà calcular quin és l'índex resultant de les estacions ja existents, i com l'afecta l'addició de noves estacions a l'actual xarxa de transport públic a l'àrea metropolitana de Barcelona.

3 RESULTATS

Com s'ha esmentat, l'Ampliació de Xarxa prevista en el PDI 2021-2030 preveu perllongaments consistents en 8 actuacions de metro 4 actuacions de ferrocarrils i 5 actuacions de tramvia, observats a la figura 3. A continuació s'analitzarà el seu impacte en cada un d'aquests modes de transport i tot seguit el seu impacte global.



3.1 Impacte de l'ampliació de la Xarxa, actuacions Metro

La primera actuació prevista és la AX01, una ampliació de l'actual línia 1 de metro. La parada de Fondo existent s'estendria fins a l'estació de Badalona, afegint així 5 estacions més. Aquesta actuació resulta força interessant, ja que a mesura que s'afegeixen parades més a prop del centre de la ciutat la renda de l'entorn de cada estació, va creixent. Els resultats de les àrees de servei d'aquesta actuació es troben amb una població molt densa a les primeres parades, arribant a 45.931 habitants a Fondo, que coincideixen amb les dades més baixes de renda. D'altra banda trobem que l'entorn d'estació que disposa d'una renda més elevada és aquell que presenta la població més baixa: l'Estació de Badalona amb una renda de 17.374€ i 7.100 habitants. Comparant aquesta actuació amb la resta trobem que l'entorn de l'estació de Fondo és la segona més densa de tot el PDI i es troba en tercera posició de renda més baixa. Tot i que l'Estació de Badalona és la més rica de l'actuació en una comparació amb la resta se situa en la posició 81 de 113, sent aquesta la més alta. La inversió prevista tant d'infraestructura com de material és de 592 M€. El càlcul de la renda mitjana de l'entorn de totes les actuacions en el PDI dona un valor de 15.568€. L'actuació

AX01 afecta entorns que tenen una renda mitjana de 12.719€, ben per sota de la mitja. Aquesta actuació es troba en fase A, s'adequa perfectament a la situació que imaginava on la població és densa i la renda és baixa.

La següent actuació és la AX02, aquesta se situa al districte de Sant Andreu de Barcelona. L'ampliació compta amb 3 noves estacions (l'estació de La Pau ja existeix), que perllongarien l'actual L4 de metro passant per l'estació Santander, que es troba en zona industrial, a l'Estació de La Sagrera fins a arribar a l'estació de La Sagrera. Aquesta serviria d'intercanviador amb altres línies de metro i Renfe. La densitat de població varia bastant en aquesta actuació, ja que trobem l'estació de Santander, amb una densitat bastant baixa en comparació a la resta, de 4.263 habitants. Aquesta estació se situa en una zona industrial del districte per tant està envoltada de polígons i no d'edificis en un radi de 500 metres caminables. En termes de renda trobem que tant la Pau com Santander presenten unes rendes més baixes, de 11.328€ i de 10913€ respectivament, que l'Estació de la Sagrera i La Sagrera, on trobem rendes de 14.233€ i 12301€, respectivament. Comparant aquesta actuació amb les altres previstes pel PDI, les dues estacions amb rendes més baixes es troben entre les 20 més baixes de 113 estacions i les de renda més alta figuren en les posicions 54 i 56. L'estació de La Sagrera se situa en la tercera amb densitat de població més alta, amb una renda bastant central. Comparant la renda mitjana de tota l'actuació amb la del conjunt, veiem que se situa dues posicions per sobre de l'AX01, amb una renda mitjana total de 13.543€, encara per sota de la mitja. Aquesta actuació també es troba en fase A, es preveu un cost d'obra total de 308M€, sent potencialment activa per l'any 2024.

L'actuació AX03 és la més llarga que presenta el PDI 2021-2030. Compta amb 14 noves estacions allargant així la L10 de metro des de Zona Universitària fins a Pratenc, passant per Torrassa a Hospitalet de Llobregat, i per tota la zona industrial de Zona Franca - Port. Això fa que una gran part de l'actuació, precisament a partir de l'estació de Foc, presenti una densitat de població molt baixa. Concretament els valors de les estacions de Zona Franca es troben entre els 138 habitants a Pratenc i els 39 habitants de l'estació de Motors. Se suposa que en aquestes estacions no és tan important la gent que viu al voltant sinó la que hi arriba per transport públic des d'altres zones de la ciutat. A l'hora de fer els càlculs per l'índex de Gini, els valors corresponents a aquestes estacions amb poca població distorsionen el resultat global i representaven un problema, de manera que s'ha optat per eliminar-les del càlcul final de l'índex. En aquesta actuació trobem valors extrems tant de població com de renda: l'estació de Collblanc amb la població més densa, amb un valor de 38.466 habitants, i l'estació de la Camp Nou amb una renda més alta de 24.548€. És notable el contrast entre districtes i municipis, ja que a l'estació de Torrassa presenta els nivells de renda més baixos de totes les estacions calculades amb un valor de 8.840€. Com les dues actuacions anteriors també es troba en fase A, i es preveu la seva inauguració

per l'any 2026, amb una inversió total de 575,6 M€.

L'actuació AX04 correspon al gran perllongament de les actuals L9/L10 que va des de La Sagrera a Zona Universitària creuant Barcelona gairebé de punta a punta pels districtes de Sant Andreu, Horta-Guinardó, Gràcia, Sarrià- Sant Gervasi i Les Corts. Com s'ha vist en l'actuació AX02, La Sagrera té una densitat molt alta, i en aquesta actuació també és l'estació que mostra una major densitat de població, amb un valor de 44.204 habitants seguida per l'estació El Putxet amb 31.654 habitants. La diferència de renda entre aquestes dues estacions és notable, ja que a la primera ens trobem amb un valor de 14.282€ i al Putxet amb 22.883€. Trobem Manuel Girona com l'estació amb la renda mitjana més alta, amb 27.367€. A l'altre extrem La Sagrera, que era l'àmbit que en l'actuació AX02 presentava la renda més alta en aquesta actuació s'associa a la renda més baixa amb un valor de 14.301€. En comparació amb la resta d'actuacions la renda mitjana de l'AX04 es troba per sobre de la mitja amb un valor de 19.689€. L'actuació es troba en fase A, es creu que estarà en servei pel 2028 i la seva inversió total serà de 1.058,7M€.

L'actuació AX05 correspon a la prolongació de la L1 des de l'Hospital Bellvitge fins al Prat Estació, situada a el Prat de Llobregat. És una actuació peculiar, ja que les dues úniques estacions que la formen es troben situades en la zona industrial propera a de Bellvitge a l'Hospitalet de Llobregat. Per aquest motiu presenten una densitat molt baixa de població, a 500 metres caminables de les estacions, 2.399 habitants en el cas de l'estació Hospital de Bellvitge i 1.895 habitants en el Prat Estació. Pel que fa a la renda, per la primera estació és de 11.092€ mentre que per la segona és de 14.649€. En comparació amb la resta d'actuacions es troben en posicions molt baixes pel que fa a la densitat de població, i en posicions mitjanes-baixes pel que fa a la renda. Si comparem l'actuació amb la resta, es troba per sota de la mitja amb un valor de 13.543€. Aquesta actuació es troba en fase B i es preveu que l'any 2028 estarà redactat el projecte constructiu, la seva inversió seria de 259,1 M€.

A continuació l'actuació AX06 presenta una ampliació de l'actual L2 de metro, des de Sant Antoni fins a Parc Logístic al districte de Sants-Montjuïc de Barcelona. Aquesta actuació presenta una especial complicació, ja que passaria per sota de la muntanya de Montjuïc, presentant així una alta inversió total que correspondria a 883 M€. En termes comparatius pot ser útil recordar l'AX01 que consta només d'una estació menys, suposa una inversió de 592 M€. Les dades de renda que acompanyen a aquesta actuació no destaquen massa, ja que la renda més alta es troba en l'estació de Poble Sec que correspon a 13.870€ i en comparació amb la resta d'actuacions es troba en la posició 47 de 113, sent aquesta la més alta. Trobem la renda més baixa a l'Estació de Parc Logístic, on correspon a 9.917€, tenint en compte que també presenta la densitat de població més baixa: tot just 2 habitants en els 500 metres caminables, ja que es troba en zona industrial. Pel que fa a la densitat més alta destaca l'estació de Sant Antoni amb 52.528 habitants, situant-se en l'estació més densa de tot el

PDI. De la mateixa forma que en l'actuació AX03, la baixa densitat de l'estació de Parc Logístic causava problemes en els càlculs, per tant també va ser eliminada d'aquests, se suposa que en aquestes estacions no és tan important la gent que viu al voltant sinó la que arriba per transport públic des d'altres zones de la ciutat. En comparació a la resta d'actuacions l'AX06 es troba per sota de la mitja amb una renda mitjana de 12.709 M€. Aquesta actuació es troba en fase B, i es preveu la seva construcció per més enllà del 2030.

La penúltima actuació d'ampliació de xarxa corresponent al metro és l'AX07, la qual presenta un perllongament de la L3 de metro des de Zona Universitària fins a Sant Feliu, a Sant Feliu de Llobregat, passant per Esplugues de Llobregat, Sant Just Desvern i Sant Joan Despí. Aquesta actuació en general presenta densitats de població molt baixes, tot i que cap tan baixa com les de l'actuació anterior, ja que algunes de les estacions com Finestrelles es troben en urbanització molt dispersa, o d'altres com Hospital Sant Joan Despí, Av- Barcelona i Sant Joan Despí en zones d'activitats on escassegen els habitatges. Trobem Finestrelles amb la densitat de població més baixa de l'actuació, 440 habitants, i Sant Feliu amb la densitat més alta amb 7.330 habitants. Es distingeixen grans diferències pel que fa a la renda, ja que passem d'una renda de 26.415€ a l'estació de Finestrelles | Sant Joan de Déu a 11.924€ a l'estació de Av. Barcelona. No només és notable el canvi de municipi d'Esplugues de Llobregat a Sant Joan Despí, sinó que el territori sobre el qual se situen varia d'una urbanització dispersa a una zona industrial. Aquesta actuació se situa per sobre de la mitjana en comparació a la resta amb una renda mitjana de 16.820 M€, es troba en fase B i es preveu el projecte constructiu del tram d'Esplugues l'any 2029, amb una inversió de 1.152 M€.

Finalment trobem l'actuació AX08 com a perllongament de línia de metro, aquesta actuació únicament la formen dues estacions, que formaran part de la L3 de metro, aquestes són Trinitat Vella i Trinitat Nova, tindran connexions amb la L1, L4 i L11. La inversió d'aquesta actuació és de 90 M€ molt baixa en comparació amb la resta d'actuacions. Presenten densitats força baixes de població, sent a Trinitat Nova 9.235 habitants i a Trinitat Vella de 2.634 habitants. Pel que fa a la renda, trobem a la primera un valor de 8.916€ i a la segona 11.105€. L'estació de Trinitat Vella se situa a prop del Parc de la Trinitat i del Nus de la Trinitat, per tant l'accés a l'estació queda més limitat, en canvi l'estació de Trinitat Nova se situa al barri amb major densitat de població del districte de Nou Barris i es caracteritza per tenir unes rendes més baixes. En comparació amb la resta d'actuacions se situa en l'últim lloc amb la renda mitjana més baixa com a actuació amb un valor de 9.391€. Aquesta actuació es troba en fase B i la seva data de termini queda pendent de programació.

3.3 Impacte de l'ampliació de la Xarxa, actuacions Ferrocarrils de la Generalitat

Les actuacions d'ampliació de la xarxa són molt més curtes que les de metro i en general afecten àrees que disposen

d'unes rendes mitjanes més elevades.

Per començar trobem l'actuació AX09 que suposa un perllongament de la L8 des de Plaça Espanya a Gràcia, passant per les estacions d'Hospital Clínic i Francesc Macià. L'actuació, que afecta barris benestants de Barcelona com la Nova Esquerra de l'Eixample, Sant Gervasi-Galvany i Vila de Gràcia, serviria també com connexió entre els Ferrocarrils del Vallès, Tram Baix i la línia 5 de metro. Pel que fa a les dades de població servida, trobem l'estació més densa Francesc Macià, amb una densitat de 30.833 habitants i també la renda més alta amb un valor de 22.501€. D'altra banda la densitat més baixa es troba a l'estació Gràcia amb un valor de 23.024 habitants i la renda més baixa a l'estació de Plaça Espanya amb un valor de 14.122€. En comparació amb la resta d'actuacions trobem que el valor de renda mitja es troba per sobre de la mitjana sent aquest de 19.314€, enfront una mitjana de 15.568€. L'actuació es troba en fase A, la seva construcció començarà l'any 2024 i es preveu una inversió total de 425,7 M€.

Vegem a continuació l'actuació AX10 que se situa entre Sarrià, Pedralbes i Esplugues de Llobregat, conegudes com a zones benestants. La prolongació serà de la L12 des de l'actual estació de Reina Elisenda, passant per les estacions de Pedralbes, Eulàlia d'Anzizu i Finestrelles. Totes aquestes estacions es troben en un teixit urbà caracteritzat per urbanització de baixa densitat, en les quals predominen cases ajardinades i zones verdes. És en aquesta actuació on trobem la renda més alta de totes les estacions calculades, correspon a Pedralbes amb un valor de 29.964€. La resta d'actuacions també presenten rendes elevades, sent el valor més baix el de l'estació de Reina Elisenda amb una renda de 23.582€ i la densitat més alta amb un valor de 12.329 habitants. La resta d'estacions presenten una densitat molt baixa de població trobant-se entre valors de 1.441 habitants a Finestrelles i 3.880 a Eulàlia d'Anzizu. Aquesta actuació afecta entorns més benestants en comparació amb la resta d'actuacions amb una renda mitjana de 25.219€, és a dir, gairebé 10.000€ per sobre de la mitja. L'actuació es troba en fase B, encara no està programada i es preveu una inversió total de 203,8 M€.

L'actuació AX11 és diferent de la resta, ja que no presenta una única opció, sinó que existeixen tres possibles alternatives de perllongaments dels ferrocarrils que van des de Barcelona al Vallès Occidental. La primera alternativa que es presenta té tres estacions, una Arc de Triomf, una altra a Lesseps i la següent a Sant Cugat. La densitat de població que cobreixen és diversa, amb un màxim a Arc de Triomf on arriba a 32.593 persones i un mínim a l'estació de Sant Cugat amb una densitat de població de 7.287 persones i una renda més baixa amb un valor de 12.590€, un fet que sorprèn, ja que la ciutat generalment presenta rendes molt altes, però justament aquesta estació se situa en aquelles zones on les rendes no destaquen tant. L'actuació afecta directament a uns entorns amb una renda mitjana de 17.555€, situant-se just per sobre de la mitja de totes les actuacions, i una densitat

de població de 64.116 persones. Aquesta alternativa és la més viable, per tant han estat aquest valor els utilitzats als càlculs de l'índex de Gini.

La segona alternativa correspondria una ruta bastant semblant, ja que també acabaria a Sant Cugat però passaria per les estacions de Glòries i Penitents. En aquesta actuació trobem densitats encara més baixes que a l'actuació anterior i rendes molt semblants. L'estació amb una renda més alta és Penitents, amb un valor de 22.732€, en canvi la renda més baixa es torna a trobar a Sant Cugat amb un valor de 12.616€ que coincideix amb la densitat de població més baixa, 9.381 persones. Trobem la densitat més alta a Glòries, on s'arriba a donar servei a 12.650 persones en 500 metres caminables. En global, l'actuació es troba just per sota de l'anterior en termes de densitat de població, i dues posicions més a dalt pel que fa a la renda amb un valor de 17.122€, uns 2.000€ per sobre de la mitja.

Finalment l'última alternativa que presenta el PDI per l'ampliació de xarxa AX11 correspon a una línia d'accés al Vallès Occidental fent-se camí pel districte Horta-Guinardó. Aquesta actuació presenta les parades de Bellaterra, Mundet i Bogatell. S'hi dona una densitat de població més baixa en comparació amb les dues alternatives anteriors, ja que trobem un extrem a l'estació de Bellaterra on la densitat decau fins a 465 persones, que compensen, òbviament pel fet que aquesta estació serviria els fluxos generats per la Universitat Autònoma de Barcelona. Pel que fa a la renda, curiosament és Bellaterra l'estació que té una renda consideradament més alta, amb un valor de 26.758€, contràriament Bogatell és l'estació amb una renda més baixa, amb un valor de 15.065€ i una població més densa, donant servei a 12.761 persones. Aquesta actuació presenta la renda més alta en comparació amb les dues alternatives anteriors, i la densitat de població més baixa. Es calcula que la inversió total de l'actuació podria pujar als 900 M€, l'any d'inici de construcció previst seria el 2029.

La darrera actuació pel que fa al perllongament de línies de ferrocarrils és l'AX12, formada únicament per dues estacions situades a Sant Boi de Llobregat. Aquestes estacions correspondrien a La Torre del Sol i la Plaça de la Generalitat. Entre les dues estacions es produeix un gran canvi de densitat de població, ja que en La Torre del Sol es dona servei a 12.992 persones i a la Plaça de la Generalitat en canvi a 30.867 persones. Això és degut a que en la primera estació ens trobem a prop de zona verda, la tipologia de l'edificació no és tan densa com a la segona estació i a més hi ha una petita zona de cases ajardinades, fet que no es troba en la Plaça de la Generalitat. Pel que fa a la renda hi ha una relació amb la densitat, ja que en l'estació de la Torre del Sol on la densitat era més baixa la renda és més alta amb un valor de 13.105€, mentre que a l'estació de la Plaça de la Generalitat on la densitat era molt més alta, té una renda de 11.759€. La inversió prevista per aquesta actuació és de 250 M€ i encara no hi ha un inici de construcció programat, es troba en fase B.

3.4 Impacte de l'ampliació de la Xarxa Tramviària (XT)

Les cinc últimes actuacions formen part de l'ampliació de la xarxa tramviària (XT): entre elles trobem la coneguda unió dels actuals Trambaix i Trambesós, una connexió del Trambaix a Santa Magdalena, un perllongament de la línia T3, un perllongament de la T4 fins a Badalona i una nova línia de UAB-Cerdanyola fins a Montcada.

La primera actuació correspon a la XT01, aquesta connexió permet la mobilitat per tota la Diagonal sense la necessitat de realitzar cap mena de transbord. Està formada per 8 estacions, des de Glòries fins a Francesc Macià. En termes de renda de l'entorn, s'ordena de forma ascendent començant amb un valor de 13.985 a Glòries i arribant finalment a un valor de 24.561 a l'estació de Francesc Macià. En canvi pel que fa a la densitat de població varia més, trobem el valor més baix a l'estació de Diagonal | Cinc d'Oros, que dona servei directe a un entorn de 12.398 residents, i el valor més alt a l'estació de Monumental amb 30.079 persones. Comparant aquesta actuació amb la resta trobem que presenta una renda mitjana de 20.314 situant-se com la segona actuació amb l'entorn més benestant del PDI, tot donant servei a 171.320 persones molt per sobre de la mitja. L'actuació es troba en fase A, es preveu una inversió total de 170,9 M€ i s'estima que el 2025 es posarà en servei.

La següent actuació correspon a la XT02, un nou recorregut rectilini pel Carrer de Laureà Miró per l'actual T3 entre els termes municipals d'Esplugues de Llobregat i Sant Just Desvern, aquest recorregut constaria de tres estacions, estalviant també temps de viatge. Les noves estacions serien Santa Magdalena, Pou d'en Fèlix i Rambla de Sant Just. Aquestes presenten una densitat de població baixa corresponent el màxim a Santa Magdalena donant servei a 11.771 persones i el mínim a la Rambla de Sant Just on només són 3.495 persones. Pel que fa a la renda de la mateixa forma que l'actuació anterior s'ordena de forma ascendent, començant a Santa Magdalena amb 16.634€ arribant a la Rambla de Sant Just amb un valor de 22.986€. La renda mitjana del conjunt de l'entorn directament afectat és de 19.125€ situant-se gairebé 4.000€ per sobre de la mitja. En canvi en termes de població serveix a un total de 23.315 persones, un valor bastant baix tenint en compte que existeixen estacions que abasteixen a més població. Aquesta actuació es troba en fase A, presenta una inversió total de 35 M€ i es preveu l'inici de les obres l'any 2022 amb una durada d'un any.

A continuació trobem l'actuació XT03, la qual correspon al perllongament de la línia T3, presenta 8 estacions, des de Sant Feliu | Consell Comarcal fins a Intercanviador Quatre Camins, passant per la zona industrial de Les Conservees a Molins de Rei. En general l'actuació presenta una densitat de població molt baixa, ja que gran part de les estacions estan envoltades per polígons industrials, trobem l'estació amb una major densitat de població a l'Estació de Rodalies de Sant Feliu donant servei a 12.452 persones i l'estació amb menys densitat de població a Laureà Miró amb un total de 1.312 persones. En termes de renda no destaca cap

estació per renda alta ni baixa totes es troben entre els 10.000€ i 16.000€, sent la més baixa l'estació Parc de la Mariona amb un valor de 10.950€ i la més alta Sant Feliu Centre amb 16.864€. En comparació amb la resta, l'actuació es troba lleugerament per sota de la mitja en termes de renda, amb un valor conjunt de 14.719€ respecte als 15.568€ de mitja. Pel que fa a la densitat dona servei a 46.379 residents un valor també per sota de la mitja però no excessivament baix. L'actuació es troba en fase A i B, ja que consta de dues fases i la segona no està programada. S'espera que al 2023 acabin les obres de la primera fase amb una inversió total de 26,8 M€.

La penúltima actuació de l'ampliació de Xarxa Tramviària correspon a la XT04, que consta únicament de tres estacions que allargarien l'actual T4 des de l'Estació de Sant Adrià fins al Port de Badalona. Aquestes estacions se situen en una zona actualment envoltada de polígons industrials i en procés de desenvolupament, ja que es preveu la creació de teixit residencial en un futur. Per aquest motiu actualment la densitat servida és molt baixa, servint únicament a 384 persones en l'estació del Port de Badalona i arribant a 3.943 a l'Estació de Sant Adrià. En termes de renda tampoc trobem valors gaires alts, ja que les rendes varien dels 10.030€ a l'Estació de Sant Adrià fins al 11.269€ en el Port de Badalona. Actualment presenta uns valors molt per sota de la mitja tant per renda com per població servida, en un futur podria canviar pel desenvolupament del Pla Director Urbanístic. L'actuació es troba en fase B, es preveu l'aprovació del projecte constructiu per l'any 2025 i la inversió total estimada és de 29 M€.

Finalment trobem l'actuació XT05. Aquesta a diferència de la resta presenta una nova línia de tramvia, connectaria la Universitat Autònoma de Barcelona amb Montcada i Reixac. Disposa d'un total de 13 estacions des de l'estació Montcada Ripollet fins a Universitat Autònoma, passant per Ripollet i Cerdanyola del Vallès. L'anàlisi d'aquesta actuació va suposar un problema per les mateixes raons que s'han exposat anteriorment amb relació a d'altres àrees on primen els usos industrials, comercials i de serveis per sobre dels residencials. Per aquesta raó, es va decidir eliminar dels càlculs les últimes estacions pertanyents a l'àmbit de la Universitat Autònoma. La resta d'estacions presenten una gran varietat de població servida i renda. Trobem els valors més baixos de població a l'estació de Serragalliners amb 658 persones seguida de Montcada Ripollet amb 919 persones, és degut a la seva localització en zones industrials. En canvi trobem l'estació Ca N'Altimira donant servei a 13.800 residents i Balma a uns altres 11.939. Pel que fa a la renda trobem el valor més baix a l'estació de Can Mas, sent 9.908€ i a l'altre extrem el valor més alt se situa a Serraperera amb 16.985€. En el seu conjunt, l'actuació es troba per sota de la mitja tant en població servida com en renda, tot i això els valors no són extremadament baixos, sent la renda mitjana de 14.719€ i la població servida de 46.379 persones. De tota manera, en avaluar la seva utilitat cal tenir en compte la seva afectació sobre àrees industrials i la Universitat Autònoma. Aquesta

actuació es troba en fase B, ja que encara no està programada, es preveu l'aprovació del projecte constructiu l'any 2029 amb una inversió total de 186,3 M€.

3.5 Mesura de l'equitat social de la xarxa: índex de Gini

Tal com s'ha indicat, per analitzar com afecta la incorporació de les noves estacions a la xarxa actual s'ha considerat convenient utilitzar el càlcul de l'índex de Gini. Aquest índex permetrà constatar si les actuacions previstes en el PDI alteren l'actual cobertura de la xarxa en relació a la renda de la població resident en el seu entorn immediat. Com es recordarà, l'exercici consisteix en posar amb relació el percentatge acumulat de la població servida per les estacions de la xarxa (P_i) amb el percentatge acumulat de la renda (Q_i). Com més baix sigui el valor de l'índex més equitativa seria la cobertura de la xarxa que serveix de manera perfectament equitativa tots els grups de població amb relació a la seva renda. Els valors propers a 1, en canvi, implicaria que la xarxa només serveix els grups més benestants.

A efectes comparatius, s'ha procedit a calcular el valor de l'índex per la xarxa actual i per la que resultaria de les actuacions previstes en el PDI. Així, l'índex resultant de la xarxa integrada per les estacions actuals se situa en 0'142. El valor que presenten les noves estacions és de 0'177, cosa que indica que les noves estacions tendeixen a afavorir més a la població benestant. Tot i això, el seu impacte en el conjunt és petit, de manera que, amb la incorporació de les noves estacions l'índex corresponent al conjunt de la xarxa s'incrementa molt lleugerament, fins a 0'144.

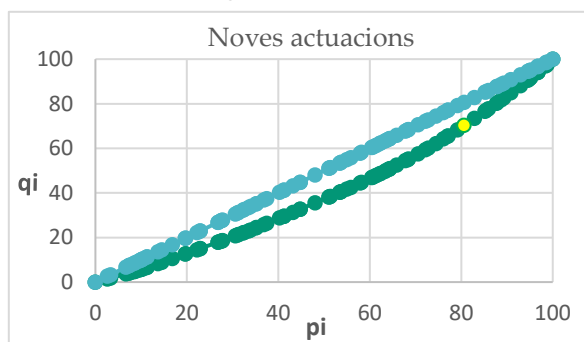


Figura 4: Corba de Lorenz resultant de la nova xarxa prevista

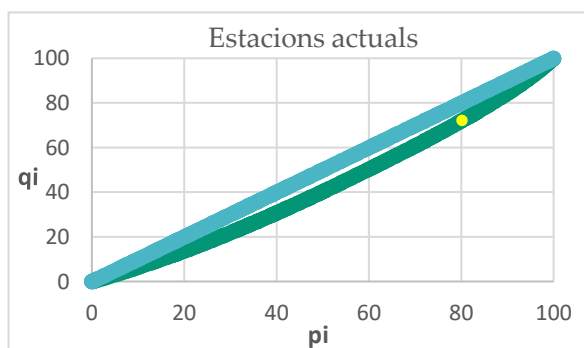


Figura 5: Corba de Lorenz resultant de la xarxa actual

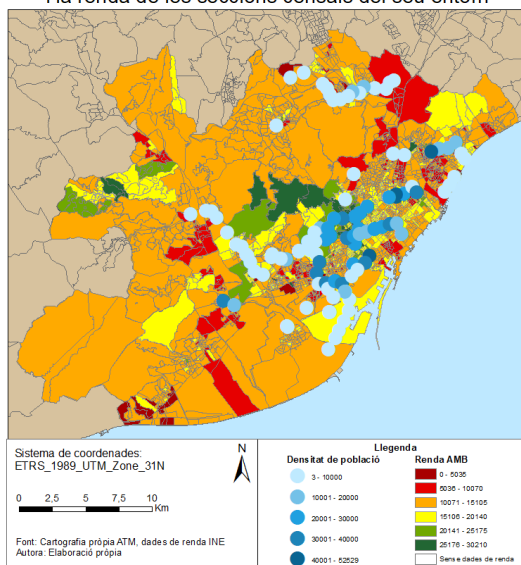
A les figures 4 i 5 s'observa la corba de Lorenz amb les dades tant de les noves estacions com de les estacions actuals. La línia de color blau representa la perfecta igualtat i la línia de color lila representa les dades resultants dels càlculs de cada estació. Com més gran sigui l'àrea entre la recta i la corba més gran serà la desigualtat, en aquest cas es pot observar com l'àrea de les noves estacions és més gran que la de les estacions actuals, per tant implica una major desigualtat.

El punt groc serveix com a referència, indica que en les noves estacions, el 80% de la població servida per la xarxa posseeix el 70% de la renda. En canvi el mateix punt a la gràfica que representa les estacions actuals indica que el 80% de la població servida per aquesta posseeix el 72% de la renda. Per ser del tot equitatiu, quan la xarxa servís el 80% de la població, aquesta posseeix el 80% de la renda.

Per concloure l'anàlisi s'ha realitzat un mapa amb la informació de renda per secció censal i la densitat de població servida per cada estació (figura 6). D'aquesta forma es pot constatar visualment la relació entre la renda territorialitzada i el volum de població servida pels serveis de transport públic ferroviari previstos en el PDI.

A primera vista s'observa que la zona on es preveu una major incorporació de noves estacions és a la ciutat de Barcelona, mentre els municipis que envolten queden menys coberts, en especial els situats en l'àmbit nord-est de l'AMB. Així s'observa com les noves actuacions tenen especial impacte a la ciutat de Barcelona i, en bona mesura, en districtes de la ciutat de renda mitjana i alta, com l'Eixample i Sarrià-Sant Gervasi. Tot això, s'identifiquen també les intervencions en territoris amb menor nivell de renda, com els afectats per les connexions Montcada-UAB, Badalona o Baix Llobregat.

Figura 6: Densitat de població de les noves estacions i la renda de les seccions censals del seu entorn



4 CONCLUSIÓ

A l'Àrea Metropolitana de Barcelona existeix una notable diversitat de modes de transport diferents, teixits urbans, densitats de població i situacions socio-econòmiques. Per tal de connectar i donar accessibilitat a tots els municipis

que formen aquesta àrea, és necessària una sofisticada planificació, elaborada a partir de l'anàlisi de les diferents variables que afecten la mobilitat.

Fer que el transport arribi a tothom és una tasca bastant difícil, la qual requereix grans inversions tant de material, com de personal. El PDI mitjançant els diferents programes d'ampliació de la xarxa, d'intercanviadors, modernització, modernització de la xarxa, actuacions a la xarxa ferroviària estatal i infraestructures de transport públic en carretera, té per objectiu millorar i expandir gradualment la xarxa actual.

Una de les qüestions essencials que planteja la planificació del transport és l'equitat social del servei, és a dir, fins a quin punt el sistema de transport públic serveix de manera igualitària entorns amb població dotada de diversos nivells de renda. Després de realitzar l'estudi sobre les noves actuacions proposades pel PDI, es pot concloure que realment aquestes no varien substancialment la cobertura que actualment reben les diverses àrees definides en termes de renda mitjana de la població. És cert, que en una molt petita mesura les noves actuacions beneficien més a la població benestant en una àrea de 500 metres caminables, però la variació que suposen sobre la situació preexistent és molt petita.

Per aquest motiu és important tenir en compte quines són les actuacions que es prioritzen. Per fer-ho cal destacar aquelles que es troben en la fase A, és a dir que s'integren en el període 2021-2030. Entre aquestes trobem l'actuació AX01, la qual presenta un notable efecte distributiu, ja que dona servei a molta població amb rendes molt baixes, per tant encaixa perfectament amb l'objectiu. Entre la resta d'actuacions que es troben a la fase A, trobem la AX02, AX03, AX04, AX09, XT01 i XT02, en general totes les estacions presenten rendes mitjanes-baixes i densitats de poblacions altes. Trobem algunes excepcions com l'AX04, l'AX09 i la XT01 que es troben en la mateixa situació, i afecten població molt densa i renda alta, la XT02 presenta una renda bastant alta i dona servei a àrees amb una densitat molt baixa de població. Sembla doncs que, en general, totes presenten algun aspecte ja sigui o bé renda baixa o bé població densa que justifica la seva presència en la fase A, a excepció de l'actuació XT02.

Les actuacions que es troben en la fase B en general es vinculen amb uns valors de renda mitjans-alts, en aquesta fase s'inclou per exemple l'actuació AX10, la qual presenta la renda més alta de totes les actuacions i afecta àrees amb densitats molt baixes. De la mateixa forma que en la fase anterior, en aquesta també trobem excepcions com per exemple la XT04, la qual dona servei a una gran quantitat de població i presenta rendes molt baixes. Aquests fets es donen perquè per tal de decidir quines actuacions pertanyen a la fase A i quines a la fase B es tenen en compte moltes altres variables, com la rendibilitat socio-econòmica i ambiental, la demanda i l'estat del projecte de construcció entre d'altres.

Gràcies al càlcul de l'índex de Gini, s'ha pogut observar com pot modificar la xarxa actual la incorporació de noves actuacions. El resultat ha estat una molt lleugera desviació, per tant, el petit augment de desigualtat en les noves actuacions. Tanmateix, aquests efectes poden resultar

compensats en part pel fet que les actuacions que pertanyen a la fase A són majoritàriament les que donen un major servei i presenten rendes més baixes.

D'altra banda, s'ha observat que actualment la gran majoria de les actuacions del nou PDI se centren en l'àrea de la ciutat de Barcelona, on més densitat de població hi ha. Per tant potser seria viable en un futur ampliar aquesta àrea d'actuacions i estendre més la xarxa per tot l'AMB, per tal de poder donar accessibilitat a més persones, que possiblement es troben en àrees denses o en seccions censals amb rendes baixes. D'aquesta manera, la xarxa de transport públic incrementaria encara el seu caràcter de servei redistributiu i afavoriria de manera destacada els grups socials més desafavorits que tenen menor possibilitat d'utilitzar el transport privat. Així mateix, es reduiria el nombre de vehicles privats a les ciutats, i augmentaria l'ús del transport públic, tot contribuint a una mobilitat més sostenible.

Pel que fa a les futures línies d'investigació, cal assenyalar que aquest treball indica la situació a 500 metres caminables de l'estació. Per tal de calcular amb més exactitud el tipus de viatger de cada estació s'haurien de tenir en compte moltes més variables, ja que una gran part de les persones que utilitzen el transport públic potser vénen de fer transbordaments, o simplement s'han desplaçat més de 500 metres per arribar a l'estació. S'hauria d'analitzar també amb major deteniment els usos de l'entorn de l'estació. Com s'ha observat en l'anàlisi anterior moltes estacions donen servei a una densitat molt baixa de població, perquè es troben en zones industrials.

Però això no representa necessàriament que no tinguin una destacada utilitat social, per facilitar a les persones que hi treballen d'arribar-hi en transport públic. La combinació entre necessitats dels habitants i els usos del territori del destí és un factor molt important a tenir en compte i difícil de mesurar.

Aquest treball vol ser una primera aportació per a comprendre la relació entre la renda territorialitzada i el servei de transport públic. Tot i això considero que hi ha molts més factors a tenir en compte, considerant realment a tota la població i les seves necessitats diferenciades en la matèria de transport. Analitzar els fluxos de població i actuar en conseqüència és clau per proporcionar un bon sistema de transport.

AGRAÏMENTS

Finalment m'agradaria agrair diverses persones per l'ajuda que m'han aportat durant la realització del treball, a l'Oriol Nel·lo com a tutor de treball de fi de grau, per la seva exigència, constant suport, orientació i confiança durant el projecte. Al Joan Checa, que ha col·laborat facilitant-me les dades de les estacions actuals i a més em va poder explicar com fer el càlcul de l'índex de Gini, va aportar suggeriments importants pel treball. Al Jordi Martin, qui va proposar la idea i durant l'estada de pràctiques a l'ATM em va ajudar i ensenyar a utilitzar les diferents eines d'ArcGIS, i també a revisar el treball i aportar molts consells.

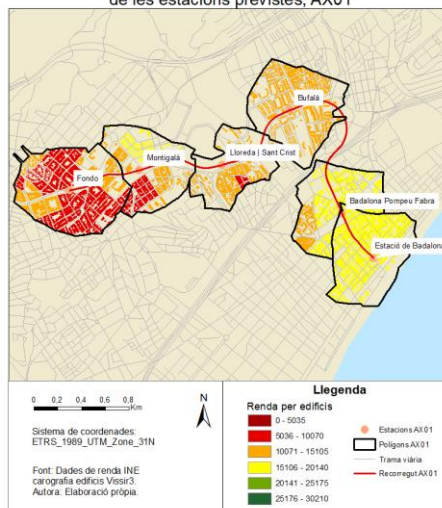
BIBLIOGRAFIA

- Calvet, F., Alegre i Valls, L., & Torres, P. (2020). *Memòria tècnica. Pla Director d'Infraestructures (PDI) 2021-2030*. Barcelona: ATM.
- Checa, J., Martín, J., López, J., & Nel-lo, O. (2020). Los que no pueden quedarse en casa: movilidad urbana y vulnerabilidad territorial en el área metropolitana de Barcelona durante la pandemia COVID-19. *Boletín De La Asociación De Geógrafos Españoles*, 87.
- ESRI. (2008). *ArcGIS Network Analyst Tutorial*.
- ESRI. (2017). *ArcGIS for Desktop*. Obtenido de <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/analysis-toolbox/buffer.htm>
- Gencat. (27 de 03 de 2020). *Generalitat de Catalunya*. Obtenido de Organismes. Generalitat de Catalunya: http://sac.gencat.cat/sacgencat/AppJava/organisme_fitxa.jsp?codi=7582
- Geogràfica, C. N. (31 de 12 de 2015). *Datos gob*. Obtenido de <https://datos.gob.es/ca/catalogo/e00125901-spaignt-cartociudad-addresses>
- Harvey, D. (1973). *Social Justice and the City*, London, Edward Arnold. Londres: Londres, Edward Arnold.
- ICGC. (14 de 04 de 2021). *Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya*. Obtenido de Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya: <https://www.icgc.cat/Administracio-i-empresa/Descarregues/Capes-de-geoinformacio/Seccions-censals>
- Idescat. (21 de 07 de 2020). *Institut d'Estadística de Catalunya*. Obtenido de Institut d'Estadística de Catalunya: <https://www.idescat.cat/indicadors/?id=anuals&n=10410>
- INE. (22 de 01 de 2019). *Instituto Nacional de Estadística*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística: <https://www.ine.es/dynt3/inebase/es/index.htm?type=pcaxis&file=pcaxis&path=%2Ft20%2Fe245%2Fp07%2F%2Fa2018>
- INE. (28 de 04 de 2021). *Instituto Nacional de Estadística*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística: https://www.ine.es/experimental/atlas/exp_atlas_tab.htm
- Institut Cerdà. (2019). *Desigualtat i segregació urbana*. Barcelona: AMB.
- Montero, Y. (2019). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/indice-de-gini.html>
- Nel-lo, O. (2018). Segregació residencial, gentrificació urbana i dret a la ciutat : una lectura des de Barcelona. *Papers : Regió Metropolitana de Barcelona : Territori, estratègies, planejament*, Núm. 60 (2018) , p. 48-61.
- Vissir3. (01 de 12 de 2020). *Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya*. Obtenido de Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya: <http://srv.icgc.cat/vissir/index.html?zoom=6¢erRnd=true>

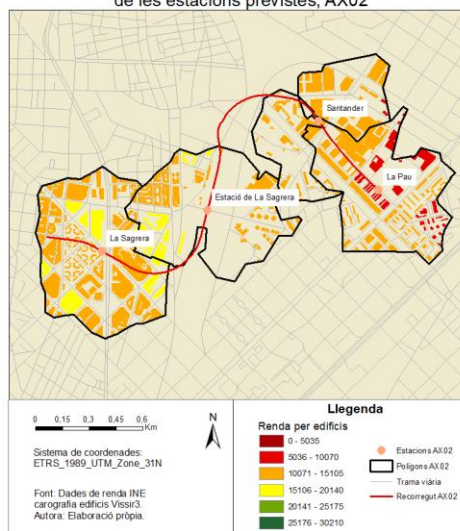
APÈNDIX

A1. Relació de les figures

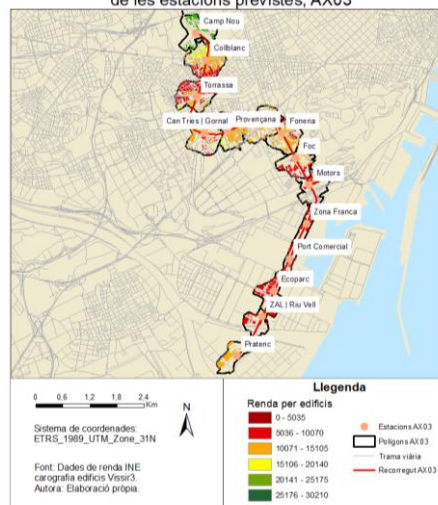
Renda mitjana de l'entorn edificat a 500 metres de les estacions previstes, AX01



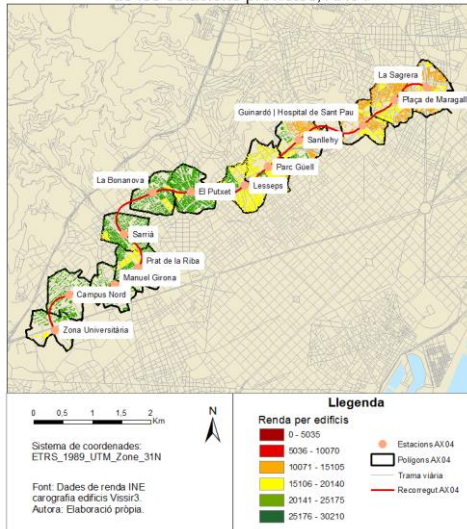
Renda mitjana de l'entorn edificat a 500 metres de les estacions previstes, AX02



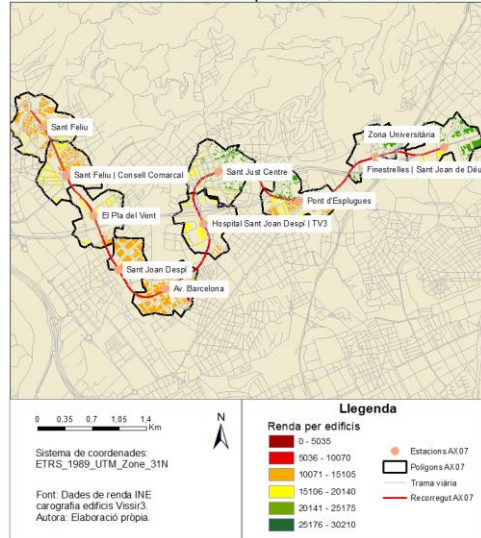
Renda mitjana de l'entorn edificat a 500 metres de les estacions previstes, AX03



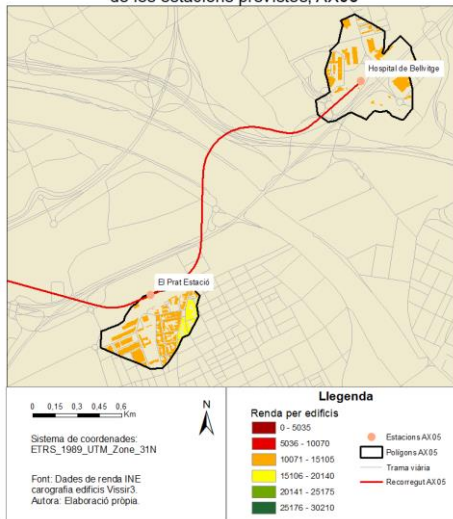
Renda mitjana de l'entorn edificat a 500 metres
de les estacions previstes, AX04



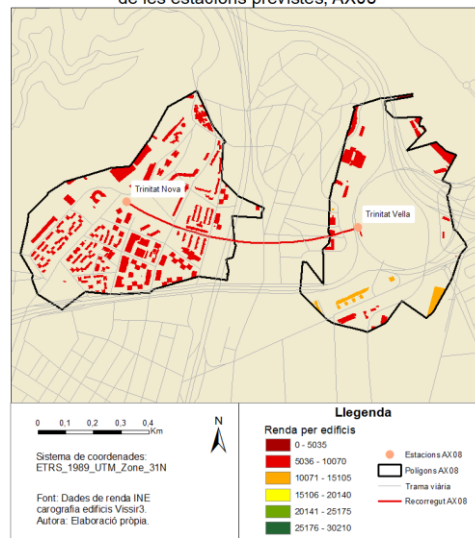
Renda mitjana de l'entorn edificat a 500 metres
de les estacions previstes, AX07



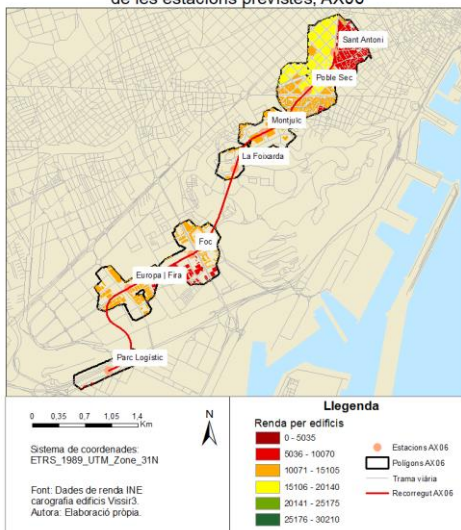
Renda mitjana de l'entorn edificat a 500 metres
de les estacions previstes, AX05



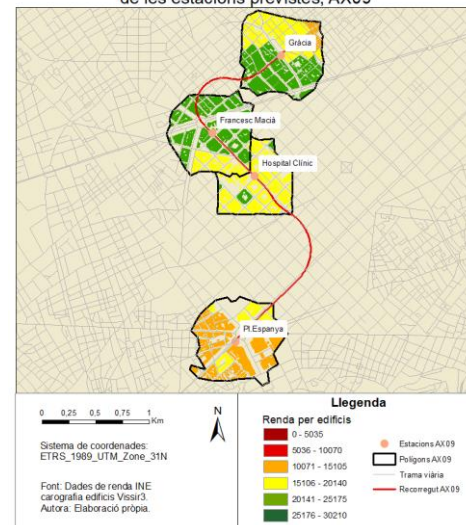
Renda mitjana de l'entorn edificat a 500 metres
de les estacions previstes, AX08



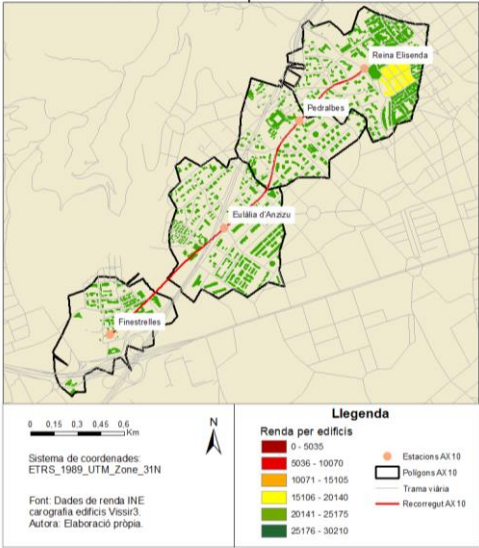
Renda mitjana de l'entorn edificat a 500 metres
de les estacions previstes, AX06



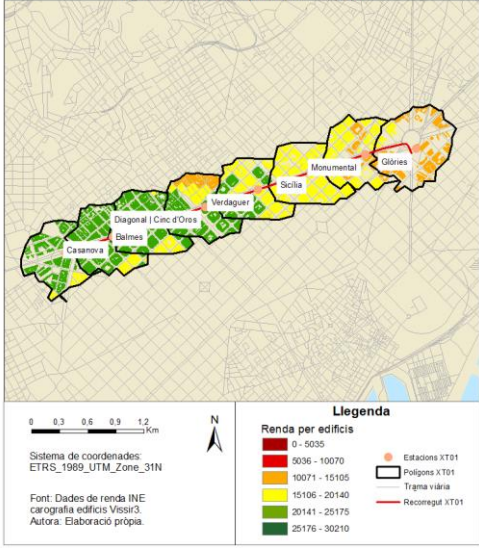
Renda mitjana de l'entorn edificat a 500 metres
de les estacions previstes, AX09



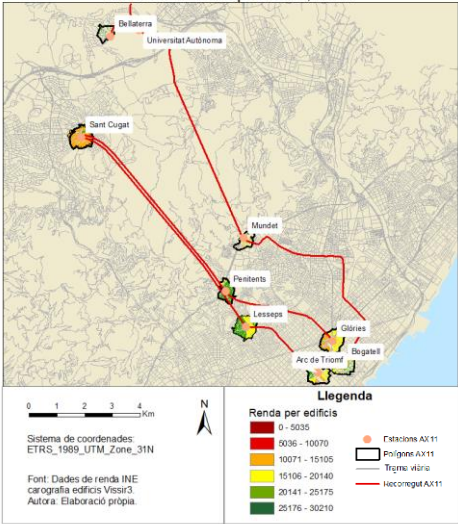
Renda mitjana de l'entorn edificat a 500 metres de les estacions previstes, AX10



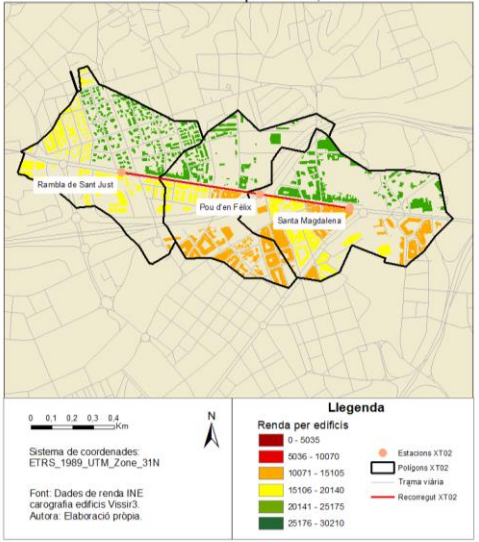
Renda mitjana de l'entorn edificat a 500 metres de les estacions previstes, XT01



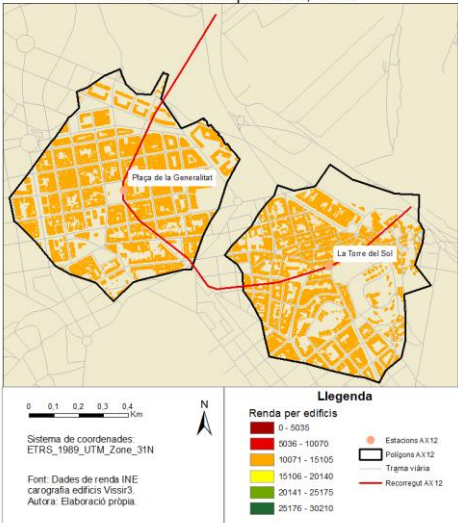
Renda mitjana de l'entorn edificat a 500 metres de les estacions previstes, AX11



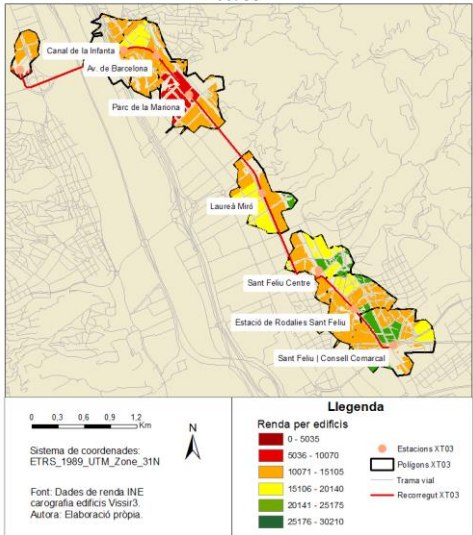
Renda mitjana de l'entorn edificat a 500 metres de les estacions previstes, XT02

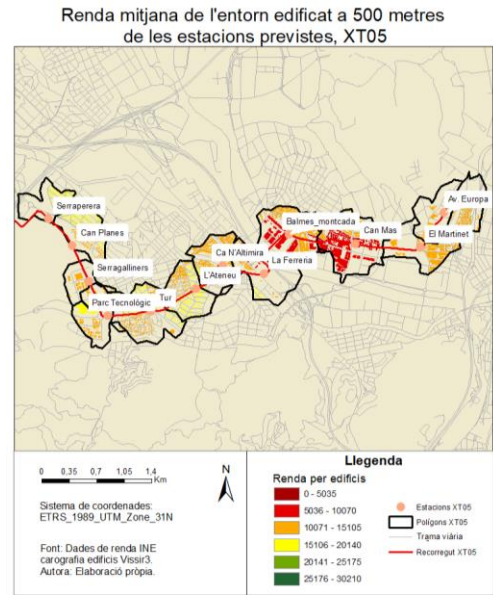
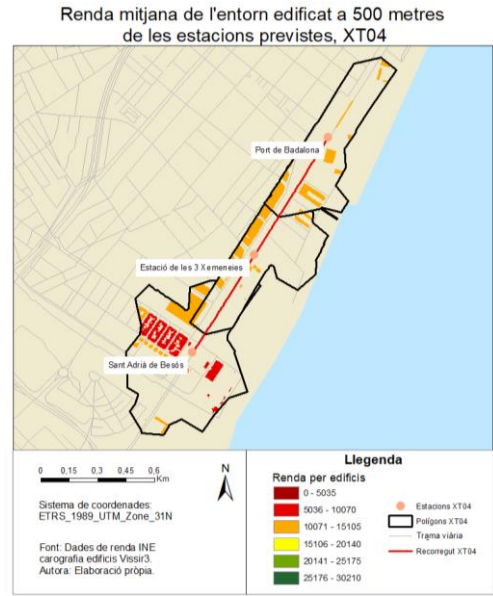


Renda mitjana de l'entorn edificat a 500 metres de les estacions previstes, AX12



Renda per edificis en l'entorn de 500 metres a l'estació XT03





A1. Relació de les taules

Actuacions	Suma Població	Renda Mitjana
AX01	99.476	12.718,89 €
AX02	98.309	13.543,41 €
AX03	188.633	11.607,79 €
AX04	294.675	19.688,98 €
AX05	4.295	14.006,12 €
AX06	111.513	12.709,46 €
AX07	26.058	16.820,35 €
AX08	11.869	9.390,59 €
AX09	109.818	19.313,65 €
AX10	20.938	25.219,20 €
AX11	64.116	17.555,79 €
AX12	43.860	12.382,66 €
XT01	171.320	20.313,82 €
XT02	23.315	19.125,32 €
XT03	46.379	14.718,87 €
XT04	4.839	10.339,06 €
XT05	60.315	13.367,23 €