



Escola Tècnica Superior d'Enginyers
de Camins, Canals i Ports de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

PROJECTE O TESINA D'ESPECIALITAT

Títol

**INFLUÈNCIA DEL MODEL D'EXPLOTACIÓ EN LA MAXIMITZACIÓ
DE LA CAPTACIÓ D'USUARIS DE TRANSPORT FERROVIARI
URBÀ I INTERURBÀ**

Autora

JÚLIA GILAVERT MARGALEF

Tutora

MARTA SÁNCHEZ BORRÀS

Tutor extern (Empresa)

**ÒSCAR CRIADO DOMÈNECH
(CENIT - CENTRE D'INNOVACIÓ DEL TRANSPORT)**

Departament

INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORT I DEL TERRITORI

Intensificació

TRANSPORT

Data

MAIG DE 2012

722-TES-CA-5552

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Autora: Júlia Gilavert

Tutora: Marta Sánchez

Tutor extern: Òscar Criado

RESUM

El transport de viatgers en àrees urbanes és una qüestió crítica en la societat actual. En els últims anys, s'ha demostrat empíricament que la construcció d'infraestructures viàries o l'ampliació de les vies existents no és una solució per aquest tema. No només això, sinó que resulta més efectiu l'increment de l'ús del transport públic i especialment dels ferrocarrils, ja que han esdevingut la principal alternativa per pal·liar els efectes concomitants que produeix l'operació del sistema de transport: congestió, accidents, contaminació, etc.

En aquest marc, té especial importància la planificació del transport, recolzada habitualment en models matemàtics de previsió de la demanda de transport. Es tracta d'eines que permeten obtenir descripcions macroscòpiques dels fluxos de mobilitat a partir d'hipòtesis de comportament dels usuaris del sistema de transport. A partir dels seus resultats es pot adequar l'oferta de transport públic a les exigències de la demanda i optimitzar l'aprofitament dels recursos disponibles.

No obstant, una de les objeccions més comunes a l'ús de models matemàtics en la planificació del transport és la seva complexitat. De fet, la utilització de models tradicionals de transport requereix una gran quantitat de recursos escassos, com és la informació necessària per calibrar-los i inclou també el temps necessari per a realitzar l'estudi. Addicionalment, si s'analitza l'evolució d'aquests models de transport es pot comprovar que generalment s'ha tendit a orientar-los cap a una complexitat creixent com a forma de millora del realisme dels mateixos. En contrast, són escassos els casos en que es tinguin en compte consideracions sobre si els costos d'utilitzar un model complex es compensen amb una major fiabilitat dels seus resultats.

Aquesta tesina explora la possibilitat de modelar, amb eines matemàtiques simples, una sèrie de situacions teòriques i esquemàtiques en representació de diverses realitats de demanda en corredors ferroviaris metropolitans europeus. Amb això es persegueix obtenir una alternativa capaç de descriure, amb cert nivell de fiabilitat, qualsevol sistema de transport ferroviari metropolità real amb un menor cost que les eines convencionals.

Per obtenir aquests resultats, s'ha realitzat una recerca tant de les eines existents això com de tota la informació necessària per generar el model; és a dir, s'ha buscat informació descriptiva sobre l'oferta (models d'exploració ferroviària) i la demanda de transport en l'àmbit europeu. En base a tot això, s'ha generat el model teòric de previsió de demanada que constitueix el resultat principal d'aquesta tesina i proporciona una estimació de la demanda captable de

cada model d'exploració en els diversos escenaris plantejats. Això ha permès extreure conclusions sobre el model d'exploració que maximitza la demanda en cada escenari.

Finalment, els resultats extrets s'han contrastat amb els d'un model aplicat a una nova línia de tramvia. En aquest cas s'ha comprovat la viabilitat de la solució escollida realitzat un anàlisi cost-benefici així com el càlcul de la capacitat del nou corredor ferroviari.

Influence of the operating model in maximization user uptake demand in urban and suburban rail

Author: Júlia Gilavert

Tutor: Marta Sánchez

External tutor: Òscar Criado

ABSTRACT

Passenger transport in urban areas is a critical issue in today's society. In recent years, it's been demonstrated that road infrastructure construction or expansion of existing roads is not a solution to this issue. Not only that, but it is more effective the incentive to use public transport, especially railways, as they have become the main alternative to alleviate the effects produced by the concurrent operation of the transport system: congestion, accidents, pollution, etc..

In this context, takes on special importance the transportation planning, usually supported on mathematical models for predicting the transport demand. These are tools that lead to macroscopic descriptions of mobility flows from assumptions of user behavior in the transport system. From the results, planners can adapt public transport to the requirements of demand and optimize the use of available resources.

However, one of the most common objections to the use of mathematical models in transportation planning is its complexity. In fact, the use of traditional modes of transport requires a lot of resources, as is the information necessary to calibrate them and also including the time required to perform the study. Additionally, as a result of analyzing the evolution of these transport models it can be concluded that the trend is to orient them towards increasing complexity as a way of improving its realism. In contrast, there are few cases in which considerations of costs of using a complex model are compensated with a higher reliability of results are taken into account.

This minor thesis explores the possibility of modeling with simple mathematical tools, several situations in a theoretical and schematic representation of multiple realities in European metropolitan rail corridors. This is intended to obtain an alternative able to describe, with some level of reliability, any real metropolitan rail transport system with lower cost than conventional tools.

For these results, information research is pointed to existing tools and all the information needed to generate the model, ie, descriptive information about the offer (models of railway operation) and transport demand in Europe. Based on all this, it's been generated a theoretical model for predicting demand which constitutes the main result of this study and provides estimate demand outcomes for each operating model in the different scenarios proposed. This has allowed conclusions on the operating model that maximizes the demand in each scenario.

Finally, the results have been compared with those extracted from a model applied to a new tram line. In this case, the feasibility of the chosen solution is based in a cost-benefit and capacity analysis of the new rail corridor.

ÍNDEX

1. Introducció	5
2. Objectius	7
3. Metodologia	11
4. Estat de l'art	15
4.1. Models de planificació de línies de ferrocarril metropolitanas	15
4.1.1. Introducció.....	15
4.1.2. Enfocaments existents.....	16
4.1.3. Conclusions	17
4.2. Models de previsió de demanda de viatgers en sistemes de ferrocarril metropolitanas	18
4.2.1. Estructura clàssica dels models de transport.....	18
4.2.2. Generació de viatges	19
4.2.3. Distribució de viatges	23
4.2.4. Repartiment modal	30
4.2.5. Assignació a la xarxa	36
4.2.6. Models de demanda induïda	39
4.3. Models d'exploració de línies ferroviàries.....	42
4.3.1. Introducció.....	42
4.3.2. Selecció dels sistemes ferroviaris a analitzar	42
4.3.3. Síntesi dels sistemes analitzats	43
5. Model teòric de previsió de la demanda en una xarxa ferroviària metropolitana	47
5.1. Escenaris	47
5.1.1. Introducció.....	47
5.1.2. Identificació dels casos d'anàlisi.....	47
5.1.3. Identificació de les variables	50
5.1.4. Definició d'escenaris.....	57
5.1.5. Síntesi	62
5.2. Avaluació de la demanda	63
5.2.1. Metodologia i hipòtesis de càlcul	63
5.2.2. Resultats	68
5.3. Comparació d'escenaris	71
5.3.1. Esquema espacial 1	72
5.3.2. Esquema espacial 2	74
5.3.3. Esquema espacial 3	76
5.3.4. Esquema espacial 4	77
5.4. Conclusions de l'anàlisi del model teòric	79

6.	Aplicació a un cas real.....	83
6.1.	Definició del cas aplicat.....	83
6.1.1.	Antecedents del projecte del TramBadia.....	83
6.1.2.	El projecte constructiu.....	84
6.2.	Identificació d'escenaris.....	89
6.2.1.	Esquema espacial de la demanda.....	89
6.2.2.	Funcionalitat econòmica del territori.....	91
6.2.3.	Resum.....	95
6.3.	Definició teòrica del model de predicció de la demanda captable pel tramvia.....	96
6.3.1.	Metodologia.....	96
6.3.2.	Model d'assignació.....	98
6.3.3.	Model LOGIT.....	102
6.3.4.	Model de demanda induïda.....	103
6.4.	Avaluació de la demanda: hipòtesis i valors utilitzats per al model teòric.....	104
6.4.1.	Introducció.....	104
6.4.2.	Zonificació.....	105
6.4.3.	Creació del graf dels models.....	106
6.4.4.	Captació del transport públic preexistent.....	110
6.4.5.	Captació del vehicle privat.....	115
6.4.6.	Demanda induïda.....	116
6.5.	Resultats.....	116
6.6.	Comparació dels resultats del cas aplicat amb els del model teòric.....	120
7.	Anàlisi de la viabilitat de la proposta en el cas aplicat.....	125
7.1.	Avaluació de la capacitat.....	125
7.1.1.	Enfocament.....	125
7.1.2.	Capacitat consumida.....	126
7.1.3.	Valors estàndard de capacitat consumida.....	129
7.1.4.	Resultats de capacitat.....	129
7.2.	Avaluació de la rendibilitat econòmica.....	131
7.2.1.	Enfocament.....	131
7.2.2.	Inversió.....	132
7.2.3.	Costos: Explotació.....	132
7.2.4.	Guanyos: Ingressos per la venda de títols de transport addicionals.....	134
7.2.5.	Càlcul del VAN i el TIR.....	136
7.2.6.	Rendibilitat.....	137
8.	Conclusions.....	139
	Bibliografia.....	143
	Annexos.....	147

Índex de taules

Taula 4.1. Relació del motiu de viatge amb els usos del sòl.....	23
Taula 4.2. Classificació dels models d'elecció discreta.	31
Taula 4.3. Components parametrizables del model de repartiment modal.	36
Taula 4.4. Classificació dels models d'assignació segons l'enfocament.	37
Taula 4.5. Síntesi de models d'exploració detectats en l'anàlisi.....	44
Taula 4.6. Síntesi d'esquemes espacials detectats en l'anàlisi.	45
Taula 5.1. Variables a parametrizar segons etapa.....	51
Taula 5.2. Síntesi de les característiques del perfil de la demanda.	59
Taula 5.3. Esquemes espacials considerats en la definició d'escenaris de demanda.	60
Taula 5.4. Esquemes espacials considerats en la definició d'escenaris d'oferta.	60
Taula 5.5. Detall dels models d'exploració en funció de l'esquema espacial.	61
Taula 5.6. Ratis de l'ITE escollits segons la funció econòmica.	64
Taula 5.7. Categories de pol de mobilitat en funció de la població associada.	64
Taula 5.8. Valors considerats en l'etapa de generació de viatges.	65
Taula 5.9. Hipòtesis dels valors del paràmetre β	66
Taula 5.10. Hipòtesis dels valors del VdT.	67
Taula 5.11. Hipòtesis sobre les característiques dels models d'exploració considerats.	67
Taula 5.12. Captació de viatgers segons els escenaris definits (Configuració espacial 1)	68
Taula 5.13. Captació de viatgers segons els escenaris definits (Configuració espacial 2)	69
Taula 5.14. Captació de viatgers segons els escenaris definits (Configuració espacial 3)	69
Taula 5.15. Captació de viatgers segons els escenaris definits (Configuració espacial 4)	70
Taula 5.16. Diferència en la captació de viatgers segons el tipus d'operació ferroviària considerat (Configuració espacial 1).....	72
Taula 5.17. Diferència en la captació de viatgers segons el tipus d'operació ferroviària considerat (Configuració espacial 2).....	74
Taula 5.18. Diferència en la captació de viatgers segons el tipus d'operació ferroviària considerat (Configuració espacial 3).....	76
Taula 5.19. Diferència en la captació de viatgers segons el tipus d'operació ferroviària considerat (Configuració espacial 4).....	78
Taula 6.1. Distribució percentual dels usos del sòl al corredor de la Platja de Palma.	92
Taula 6.2. Zones de mobilitat de l'àmbit d'estudi.	106
Taula 6.3. Zones de fora del municipi de Palma modelitzades.	109
Taula 6.4. Comparativa dels desplaçaments d'un dia tipus amb l'EMT.	111
Taula 6.5. Línies de l'EMT simulades amb TransCAD.	111
Taula 6.6. Capacitat dels vehicles de l'EMT.....	113
Taula 6.7. Capacitat diària de les línies de l'EMT.....	113
Taula 6.8. Captació del tramvia respecte el total de viatges realitzats amb mitjans motoritzats.	117
Taula 7.1. Temps d'ocupació elemental d'un cantó ferroviari.	128
Taula 7.2. Xifres de referència de capacitat consumida proposades per la UIC.....	129
Taula 7.3. Pla d'exploració FER_03 i FER_04 en temporada alta.....	130
Taula 7.4. Pla d'exploració FER_01 en temporada alta.....	130
Taula 7.5. Capacitat consumida dels models d'exploració amb més demanda.	131
Taula 7.6. Pla d'exploració DEL FER_03 i FER_04 en temporada alta.	133
Taula 7.7. Pla d'exploració DEL FER_01 en temporada alta.	133
Taula 7.8. Pla d'exploració FER_03 i FER_04 en temporada baixa.	133
Taula 7.9. Pla d'exploració FER_01 en temporada baixa.	133
Taula 7.10. Costos anuals d'exploració per consum energètic.....	134
Taula 7.11. Costos anuals d'exploració per manteniment.	134
Taula 7.12. Costos d'exploració anuals.....	134
Taula 7.13. Resum d'ingressos per la venda de Títols de Transport dels plans FER_03 i FER_04.	135
Taula 7.14. Resum d'ingressos per la venda de Títols de Transport dels plans FER_01.	136
Taula 7.14. Avaluació de la rendibilitat del projecte d'inversió.....	137

Índex de figures

Figura 4.1. Les quatre etapes del model clàssic de transports.....	18
Figura 4.2. Marc estructural platejat pels enfocaments de maximització de l'entropia.....	26
Figura 4.3. Distribució habitual de la duració de viatges en àrees urbanes.....	29
Figura 4.4. Gràfics de les funcions d'impedància segons els valors dels seus paràmetres.....	29
Figura 4.5. Núvol de punts regressió lineal en un model de resposta dicotòmica.....	32
Figura 4.6. Augment de l'oferta de transport en gràfic Oferta-Demanda.....	39
Figura 4.7. Demanda induïda per un augment de l'oferta de transport en gràfic Oferta-Demanda (cas I).....	40
Figura 4.8. Demanda induïda per un augment de l'oferta de transport en gràfic Oferta-Demanda (cas II).....	40
Figura 4.9. Simbologia per a la interpretació de les fitxes de l'Annex I.....	44
Figura 5.1. Tipologia de ciutats europees segons l'informe Estat de les ciutats europees. Font: Direcció General de Política Regional (CE).....	48
Figura 5.2. Relació entre funció i població de les ciutats europees. Font: Direcció General de Política Regional (CE).....	53
Figura 5.3. Resum d'escenaris.....	62
Figura 5.5. Simbologia per a la interpretació de les taules de comparació d'escenaris.....	71
Figura 5.6. Mitjana de demanda per pla d'explotació en l'esquema espacial 1.....	73
Figura 5.7. Mitjana de demanda per pla d'explotació en l'esquema espacial 2.....	75
Figura 5.8. Anàlisi de sensibilitat de la demanda a la tarifa d'accés.....	76
Figura 5.9. Mitjana de demanda per pla d'explotació en l'esquema espacial 3.....	77
Figura 5.10. Mitjana de demanda per pla d'explotació en l'esquema espacial 4.....	79
Figura 5.11. Diagrama de caixa dels resultats de captació de viatges obtinguts en la modelització per cada un dels plans d'explotació.....	80
Figura 6.1. Fases de desenvolupament del corredor Santa Ponça-Palma-S'Arenal/Aeroport proposades del PDSTIB.....	84
Figura 6.2. Fases constructives del projecte inicial del Trambadia.....	85
Figura 6.3. Traçat del Trambadia proposat en el projecte bàsic.....	84
Figura 6.4. Secció tipus a les "Avingudes".....	84
Figura 6.5. Secció del Passeig Marítim.....	84
Figura 6.6. Secció al carrer Ramonell Boix.....	85
Figura 6.7. Secció del carrer Bartomeu Riutort.....	85
Figura 6.8. Secció d'arribada a l'aeroport.....	87
Figura 6.10. Pols generadors de mobilitat sobre el corredor del tramvia.....	90
Figura 6.11. Identificació de l'esquema espacial de l'àmbit d'estudi.....	90
Figura 6.12. Llegenda d'usos del sòl en el corredor de la Platja de Palma.....	92
Figura 6.13. Caracterització dels usos del sòl en l'eix es Portitxol – es Molinar.....	93
Figura 6.14. Caracterització dels usos del sòl a Can Pastilla.....	94
Figura 6.15. Caracterització dels usos del sòl en el corredor de la Platja de Palma.....	94
Figura 6.9. Esquema del procés de modelització de la demanda captable pel tramvia.....	97
Figura 6.16. Graf del model de TransCAD.....	107
Figura 6.17. Detall dels centroides i connectors del model sobre la zonificació.....	109
Figura 6.18. Línies explotades per l'EMT en el corredor de la Platja de Palma i l'Aeroport.....	112
Figura 6.19. Captació del tramvia respecte la mobilitat motoritzada en l'escenari teòric i el cas aplicat segons el pla d'explotació.....	121
Figura 6.20. Diferència de captació en l'escenari teòric i el cas aplicat segons el pla d'explotació.....	122
Figura 7.1. Diagrames espai-temps que il·lustren l'efecte de la heterogeneïtat en la capacitat efectiva.....	126
Figura 7.2. Visualització de la capacitat consumida a partir d'un exemple d'horari definit.....	127
Figura 7.3. Principi de càlcul del solapament dels temps de bloqueig en un cantó.....	128

1. INTRODUCCIÓ

Al llarg de les últimes dècades, el creixement acusat de la mobilitat motoritzada a les ciutats europees ha originat un augment de la congestió a les principals àrees urbanes deteriorant les condicions de vida als centres de les ciutats. El transport públic és la solució per aturar els problemes urbans: consumeix menys energia, utilitza menys espai a la calçada i és menys perjudicial pel medi ambient urbà.

Així doncs, sorgeix la necessitat de realitzar un canvi modal del transport privat al públic però per fer-lo possible és necessari proporcionar alternatives al vehicle privat més atractives en termes d'infraestructures però també en serveis. L'assoliment d'alts nivells de confort, qualitat i velocitat per part del transport públic són alguns dels punts clau a considerar per satisfer les expectatives dels usuaris i així fomentar l'ús del transport públic.

En aquest context, cal tenir present que la congestió urbana afecta no només als viatges en vehicle privat, sinó també als viatges que es realitzen en autobús. Per això la transferència del cotxe particular a l'autobús moltes vegades no resulta del tot satisfactòria per a l'usuari que acaba no percebent cap reducció en el temps de viatge ja que els carrils bus, quan n'hi ha, amb freqüència estan ocupats per altres vehicles que obstaculitzen la circulació dels autobusos. Per tant, en aquest marc, el mode de transport ferroviari és el que pot proporcionar un transport més ràpid i fiable dins les ciutats.

El ferrocarril de caràcter principalment urbà ha tingut sempre un paper destacat en la mobilitat de les persones que viuen a les ciutats. En els últims anys, el creixement de la població urbana i la necessitat de mantenir una mobilitat urbana sostenible han conduït a un gran desenvolupament dels metros i els tramvies a tot el món. Aquests sistemes de ferrocarril proporcionen un transport ràpid, regular, segur, còmode, de gran capacitat i ecològic en regions densament poblades. A més, no comparteixen infraestructura amb el vehicle privat, de manera que no obstaculitzen el seu pas ni s'entorpeix la circulació de cotxes i vianants.

Per altra banda, també s'ha donat un canvi en la concepció del ferrocarril urbà ja que la funció de transport ha deixat de ser l'única per avaluar la seva eficàcia. De fet, les xarxes de transport ferroviàries urbanes i interurbanes han passat de ser simplement un sistema de transport a constituir un sistema urbà o metropolità en torn al qual es desenvolupen les ciutats i les seves funcions. Aquests beneficis fan que a l'actualitat es consideri el mode ferroviari com una de les millors solucions al continu col·lapse circulatori que pateixen la majoria de les ciutats per tal d'aconseguir una mobilitat sostenible.

Aquesta tesina explora la possibilitat de modelar, amb eines matemàtiques simples, una sèrie de situacions teòriques i esquemàtiques en representació de diverses realitats de demanda en corredors ferroviaris metropolitans europeus. Amb això es persegueix obtenir una alternativa capaç d'explicar, amb cert nivell de fiabilitat, qualsevol sistema de transport ferroviari metropolità real amb un menor cost que les eines convencionals. Cal no oblidar que l'exactitud

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

d'un model depèn tant de l'acceptabilitat de les hipòtesis requerides per a la seva generació com de la seva adequada interpretació. En certa mesura, es pot considerar que cap model està adaptat o és correcte en sí mateix sinó que pot ser més o menys apte per a tractar cert fenomen segons el coneixement que es tingui del problema, de les alternatives a provar, de les informacions disponibles o que aquestes puguin ser recollides a un cost justificable de temps i dels recursos que es puguin destinar als anàlisis pertinents.

2. OBJECTIUS

L'objectiu principal que persegueix aquesta tesina és determinar el model d'exploració en sistemes ferroviaris urbans, interurbans o metropolitans que optimitza la seva demanda.

Complementàriament a aquest objectiu s'han tingut en compte dues restriccions de caire transversal que, consegüentment, s'han aplicat en diverses fases d'aquesta tesina:

- *Tant la metodologia a seguir com els models que s'utilitzin han de tenir una aplicació senzilla: Cal no oblidar que els resultats obtinguts seran fruit d'un procés de simulació. Per tant, serà útil per obtenir una aproximació a la solució òptima però en cap cas pot emular o substituir completament la resposta de la pròpia realitat. Amb aquesta limitació es pretén evitar haver de recórrer a processos llargs i costosos per obtenir resultats que, en definitiva, no deixen de ser de caràcter aproximat.*
- *Les propostes que s'obtinguin com a resultat d'aquesta tesina han de ser viables: Aquest condicionant implica, per una banda, verificar la viabilitat física del sistema analitzat o el que és el mateix, comprovar que no se supera la seva capacitat. Així mateix, també comportarà l'anàlisi de la seva viabilitat econòmica.*

Per altra banda, per a l'assoliment de l'objectiu principal, i com a conseqüència del procés de realització de la tesina, es plantegen diversos objectius secundaris, que es poden agrupar en quatre grans subobjectius:

i. Anàlisi de corredors ferroviaris existents a l'àmbit europeu.

- Efectuar una recollida d'informació de les formes d'operació que es donen actualment en corredors ferroviaris europeus d'abast urbà, interurbà o metropolità. Per tal d'assolir aquest subobjectiu s'haurà d'extreure informació de diferents fonts, contrastar-la i organitzar-la.
- Paral·lelament al procés anterior s'analitzarà la relació de cada forma d'exploració amb el territori al que dona servei. Això es tradueix amb una caracterització de la distribució de la demografia en cada un dels corredors analitzats.

ii. Construcció d'una eina que permeti valorar la sensibilitat de la demanda d'un sistema ferroviari a certes condicions d'oferta.

- Recollir i sintetitzar la informació disponibles sobre models matemàtics d'ajuda a la planificació de sistemes de ferrocarril urbans i metropolitans.
- Escollir de forma justificada les eines que més s'adapten a les necessitats de d'aquesta tesina. Per tant, caldrà realitzar una comparació entre les diferents eines disponibles estudiant en quin context apareixen aquest tipus de models i quin és el

grau de dificultat d'aplicació. Aquest últim serà un dels condicionants que més influirà a l'hora d'escollir-los.

iii. Definició dels escenaris en els que s'ha d'analitzar la resposta del sistema.

- Identificar les variables dels models matemàtics escollits que permeten definir el perfil del sistema a analitzar en funció dels seus valors.
- Identificació dels casos teòrics a analitzar d'entre les possibilitats existents a nivell europeu.
- Definició dels escenaris mitjançant l'assignació de valors (dins els rangs possibles) a les variables identificades.

iv. Aplicació i valoració del model de previsió de demanda desenvolupat a nivell teòric.

- Aplicació del model matemàtic als diversos escenaris teòrics definits.
- Comparació dels resultats obtinguts. Aquest últim pas permetrà extreure unes primeres conclusions sobre quina és la forma d'operació que optimitza la demanda de l'escenari de demanda analitzat.

v. Comprovació de la validesa dels resultats obtinguts a nivell teòric mitjançant el contrast amb la modelització d'un cas concret.

- Definició del cas aplicat i de les seves característiques més rellevants.
- Identificar a quin dels escenaris plantejats a nivell teòric correspon el cas aplicat.
- Elecció i definició del model matemàtic de predicció de la demanda i les eines de suport més adequades per la modelització del cas aplicat.
- Realització d'una anàlisi comparativa dels resultats obtinguts en la modelització del cas aplicat amb els de l'escenari teòric corresponent.

vi. Verificació de la viabilitat dels models d'operació que optimitzen la demanda al cas aplicat

- Entre els resultats obtinguts en la modelització del cas aplicat es realitzarà una classificació dels diversos plans d'exploració segons els resultats de demanda captable obtinguts i en conseqüència, se'n podrà escollir l'òptim considerant aquest aspecte.
- Comprovació de la viabilitat física i econòmica dels resultats obtinguts del pla d'exploració òptim mitjançant càlculs de capacitat i cost-benefici.

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

- Discussió sobre la validesa de la metodologia proposada en aquesta tesina. En aquest cas s'haurà de valorar el grau de fiabilitat obtingut en els resultats així com la facilitat d'implementació de la metodologia plantejada.

3. METODOLOGIA

Per tal d'assolir l'objectiu de determinar el model d'exploració en sistemes ferroviaris urbans, interurbans o metropolitans que optimitza la demanda s'ha treballat seguint la metodologia que s'indica a continuació.

S'inicia el treball realitzant una recerca de models d'exploració ferroviària. Les tasques bàsiques d'aquesta fase consisteixen en efectuar una recollida d'informació de les formes d'operació que es donen actualment en corredors ferroviaris europeus d'abast urbà, interurbà o metropolità. La informació s'ha extret directament de les webs dels operadors i s'ha organitzat per poder-la utilitzar en fases posteriors. Paral·lelament al procés anterior s'ha analitzat la relació de cada forma d'exploració amb el territori al que dona servei. Això es tradueix amb una caracterització de la distribució de la demografia en cada un dels corredors analitzats.

Per altra banda, la construcció d'una eina que permeti valorar la sensibilitat de la demanda d'un sistema ferroviari a certes condicions d'oferta ha implicat inicialment, recollir i sintetitzar la informació disponibles sobre models matemàtics d'ajuda a la planificació de sistemes de ferrocarril urbans i metropolitans. Un cop realitzada la recerca, s'han escollit de forma justificada les eines que més s'adapten a les necessitats de d'aquesta tesina. Això ha requerit la realització d'una comparació entre les diferents eines disponibles estudiant en quin context apareixen aquest tipus de models i quin és el grau de dificultat d'aplicació.

En tercer lloc, es defineixen els escenaris en els que s'ha d'analitzar la resposta del sistema mitjançant l'assignació de valors (dins els rangs de valors possibles) a les variables dels models matemàtics escollits. Per assolir aquest objectiu, prèviament s'han identificat les variables i els casos teòrics a analitzar d'entre les possibilitats existents a nivell europeu.

Un cop definits els escenaris d'anàlisi s'ha aplicat el model matemàtic als diversos escenaris teòrics definits i s'han comparat els resultats obtinguts. Aquest últim pas ha permès extreure unes primeres conclusions sobre quin és la forma d'operació que optimitza la demanda de l'escenari de demanda analitzat.

Per tal de comprovar la validesa del model teòric, s'han contrastat els resultats obtinguts amb els de la modelització d'un cas real assimilable a un dels escenaris teòrics definits. Per tant, s'ha hagut d'identificar a quin dels escenaris plantejats a nivell teòric correspon el cas aplicat. Amb els resultats obtinguts s'ha realitzat una anàlisi comparativa entre la resposta obtinguda en la modelització del cas aplicat i la de l'escenari teòric corresponent.

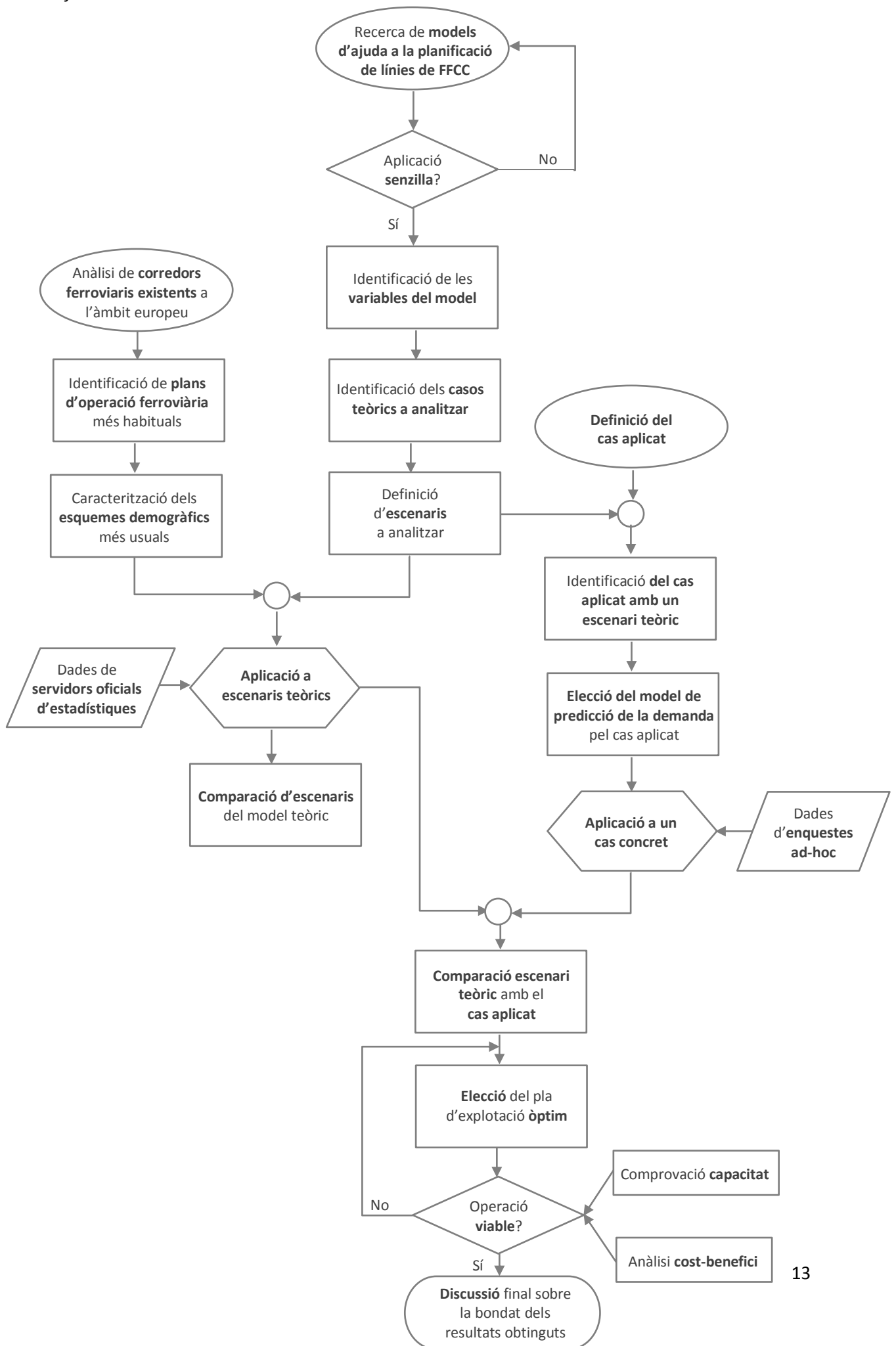
Finalment, entre els resultats obtinguts en la modelització del cas aplicat s'ha realitzat una classificació dels diversos plans d'exploració segons els resultats de demanda captable obtinguts i s'han escollit els tres plans d'exploració amb la captació més elevada. Per aquests

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

tres casos, s'ha comprovat de la viabilitat física i econòmica mitjançant càlculs de capacitat i cost-benefici.

El procés metodològic proposat es troba detallat a la pàgina següent mitjançant un diagrama de flux.

Influència del model d'operació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà



Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

4. ESTAT DE L'ART

En aquest apartat es fa un recorregut pels principals models matemàtics d'ajuda a la planificació de línies de ferrocarril reportats fins l'actualitat, així com també es fa un repàs als models d'exploració de ferrocarrils urbans i interurbans més habituals de l'àmbit europeu.

L'objectiu és presentar totes les eines disponibles per poder-ne escollir de forma raonada les més adequades (en el cas dels models matemàtics) o les més representatives (en el cas dels models d'exploració). De fet, com ja s'ha explicat a l'apartat de metodologia, les variables dels models matemàtics d'ajuda a la planificació i els models d'exploració escollits seran la base per construir els escenaris d'anàlisi d'aquesta tesina.

Així, l'apartat s'ha estructurat en tres punts:

- **Models de planificació de línies** de ferrocarril
- **Models de previsió de demanda** de viatgers en sistemes de ferrocarril
- **Models d'operació** de línies ferroviàries

Els dos primers punts recorren eines matemàtiques de suport en la planificació de sistemes de ferrocarril mitjançant dos enfocaments diferenciats: els models del primer punt proposen rutes i freqüències de línies ferroviàries a partir de condicions de demanda i els del segon proporcionen previsions de demanda captable en funció de les característiques de l'oferta ferroviària.

L'últim punt analitza els tipus d'operació de diversos sistemes ferroviaris urbans i interurbans de l'àmbit europeu. Paral·lelament, a aquest procés també s'ha realitzat una anàlisi de la distribució demogràfica entorn els corredors ferroviaris escollits.

4.1. Models de planificació de línies de ferrocarril metropolitanes

4.1.1. Introducció

En general, el procés de planificació del transport consisteix en la determinació de les rutes entre un origen i una destinació i l'assignació dels recursos necessaris en relació amb el futur. Així mateix, procés abasta els tres nivells en els que habitualment es divideix la planificació (Orro, 2006):

- **Nivell estratègic:** planificació amb un enfocament a llarg termini que busca atendre les demandes futures. Serà necessària per a la implantació del sistema, la construcció de noves línies i, en general, les inversions en infraestructures així com per a canvis importants en el sistema d'exploració. Està estretament relacionada amb la planificació territorial i urbanística, que és la que genera la mobilitat que el sistema de transports ha de gestionar.

- **Nivell tàctic:** s'orienta al mig termini i a l'ús dels recursos existents per a donar una resposta adequada a les demandes actuals. Serà necessària la gestió del material mòbil i la planificació del trànsit, establint les línies a explotar, els nivells de servei (velocitat comercial, freqüència, etc.) i la ubicació de les parades entre d'altres. Aquests estudis seran igualment necessaris en la fase de planificació estratègica per a obtenir unes previsions adequades tant dels costos de construcció, material mòbil i explotació com de les demandes que podran captar els serveis.
- **Nivell operatiu:** és el dia a dia de l'explotació d'una empresa ferroviària. És necessari assignar als serveis el material mòbil i el personal necessaris en cada moment, atenent a les variacions de la demanda amb els seus diferents cicles diaris, setmanals i anuals, així com donar resposta ràpida a les incidències que vagin sorgint i gestionar les tasques de manteniment.

Conseqüentment, l'anàlisi que es planteja en aquesta tesina es pot emmarcar en el l'etapa de planificació tàctica ja que el que es pretén és avaluar quin hauria de ser l'ús dels recursos existents per donar una resposta òptima a la demanda actual en certs sistemes definits de forma genèrica.

4.1.2. Enfocaments existents

Dins la planificació tàctica s'hi poden trobar dos enfocaments diferenciats.

- **Basats en l'experiència d'altres sistemes similars:** Aquest tipus d'enfocament es fonamenta en la recerca d'un sistema d'operació adequat entre solucions de referència prèviament aplicades i validades en altres àmbits.

Cal tenir en compte que, en aquest tipus de procés, la valoració de la demanda es fa un cop les modificacions ja s'han introduït al sistema. Per tant, si la solució escollida no satisfà els objectius de demanda, s'ha de tornar a començar amb el procés de recerca.

Aquest enfocament no es pot considerar modelització pròpiament sinó que es tracta més aviat d'un procediment del tipus *assaig i error*. És a dir, l'oferta ferroviària s'acaba ajustant a base de descartar opcions que no satisfan les expectatives de demanda del sistema.

Com a exemple d'aquest tipus de pràctica es troben els ferrocarrils de passatgers alemanys, suïssos i holandesos que típicament han basat la planificació de la seva operació en els *horaris cadenciats integrats* de ferrocarril (IPT de l'anglès Integrated Periodic Timetable). Es tracta d'un sistema on els trens són explotats mitjançant intervals regulars al llarg del dia a la vegada que s'aconsegueixen transferències consistentes a les estacions de transferència entre línies de diferents tipus de direcció (Lombardi, 2010).

- **Basats en models matemàtics:** Es tracta de models matemàtics que permeten obtenir com a resultat la configuració de la xarxa que optimitza la demanda abans de la pròpia implantació. Per tant, aquest tipus d'enfocament permet prendre decisions en base a dades de demanda estimades sobre el propi àmbit d'aplicació.

Els models de disseny de xarxes disponibles actualment ajuden a determinar les rutes i les freqüències de les línies que optimitzen els desplaçaments que es donen en l'àmbit d'estudi. Aquest tipus de models són coneguts com a Problema de Planificació de Línies (LPP de Line Planning Problem en anglès).

Així doncs, assumint que la demanda de passatgers i la xarxa ferroviària estan donades, l'LPP és un problema d'optimització i consisteix a trobar les línies viables (rutes i freqüències) que satisfan un conjunt de restriccions i l'optimització d'una funció objectiu. Per exemple, les restriccions han d'especificar que tots els viatgers siguin transportats, la càrrega de passatgers no excedeixi la capacitat del tren, i la capacitat del corredor no sigui superada.

Per altra banda, els objectius típics d'aquest tipus de problema són la maximització del nombre de viatges directes (o la minimització de les transferències), la minimització dels costos d'operació i el temps de viatge.

Tot i que el LPP ha seguit diverses línies de desenvolupament, totes les restriccions que ha de tenir en compte el converteixen en un problema d'optimització NP-complet. És a dir, des de punt de vista teòric, pertany a la classe de problemes d'optimització intractables (Goverde, 2005).

En definitiva, des dels primers articles sobre el problema d'optimització de línies, s'han introduït sobre el problema base un grup de procediments heurístics i algoritmes de tipus *branch-and-bound*¹ basats en la programació lineal entera que han permès obtenir solucions factibles. No obstant això, és essencial desenvolupar treballs de matemàtica creativa per aconseguir un rendiment acceptable, en termes de temps de còmput raonables, per als casos derivats de gran escala amb dades del món real (Shöbel, 2011).

4.1.3. Conclusions

La recerca de models i pràctiques habituals en la planificació de línies de ferrocarril porta a la conclusió que, tot i que actualment existeixen models matemàtics de planificació de línies,

¹ Branch-and-bound (BB o B & B) és un algorisme general per trobar solucions òptimes de problemes d'optimització diferents, especialment en l'optimització discreta i combinatòria. Es compon d'una enumeració sistemàtica de totes les solucions de candidats, en els grans subconjunts de candidats infructuosos s'eliminen en massa, mitjançant l'ús dels límits estimats superior i inferior de la quantitat que s'està optimitzant.

El mètode va ser proposat per primera vegada per AH Terra i Doig, A.G. el 1960 per a la programació discreta.

aquests tenen un cost computacional molt elevat. Aquest fet els ha relegat majoritàriament a l'àmbit teòric i, fins al moment, no han aconseguit tenir una repercussió generalitzada en l'aplicació a casos reals.

4.2. Models de previsió de demanda de viatgers en sistemes de ferrocarril metropolitans

4.2.1. Estructura clàssica dels models de transport

Els models de transport s'utilitzen des de fa aproximadament sis dècades com a eines d'anàlisi, predicció i suport general a la presa de decisions en la planificació del transport tant públic com privat.

En la construcció d'aquests models matemàtics es treballa a partir d'un enfocament provinent de l'econometria on la demanda és la necessitat de moviment de persones i/o càrrega des d'un cert origen fins a una destinació i l'oferta és la xarxa viària i el sistema de transport públic. Assumint que es poden quantificar tant l'oferta com la demanda es pot pensar que existeix un punt (o diversos) d'equilibri. Tanmateix, aquests punts d'equilibri estan canviant constantment, pel que la tasca de la planificació del transport consisteix en predir i administrar aquests punts d'equilibri a través del temps (Mautone, 2002).

L'estructura clàssica dels models de transport consisteix en una divisió en quatre etapes dels processos de demanda i oferta de transport (Ortúzar, 2000). Assumint que es compta amb una divisió zonal de l'àmbit d'estudi i una codificació amb cert nivell de detall de la xarxa (estructura de nodes i arcs), les quatre etapes són les que s'indiquen a la figura 4.1.

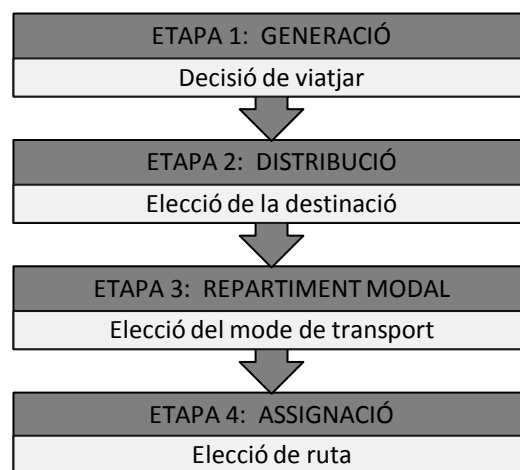


Figura 4.1. Les quatre etapes del model clàssic de transports. Font: elaboració pròpia.

En els següents capítols es fa una descripció de cada una de les etapes i dels corresponents models disponibles. Així mateix, per cada una de les etapes s'elegeix el model disponible més adequat pels objectius fixats en aquesta tesina i s'escullen, d'entre les variables que el componen, les que són susceptibles a ser parametritzades.

Cal explicar també que la identificació d'aquestes variables es fa per tal de facilitar la posterior modelització de la demanda ja que els escenaris a analitzar estaran definits dins els rangs de valors possibles de cada una de les variables parametritzades dels diferents models (veure apartat 5.1.Escenaris).

Finalment, i en addició al recorregut pels models cada una de les quatre etapes, s'ha inclòs també un apartat en el que s'ha revistat l'enfocament habitual dels models de demanda induïda.

4.2.2. Generació de viatges

a) Descripció

La fase de generació de viatges pretén modelar el comportament dels usuaris en relació amb la decisió de realitzar un viatge. És a dir, es tracta d'identificar els factors que motiven als usuaris del sistema de transport a sortir d'una zona (tenint com a destinació qualsevol altra zona) o a arribar a una zona en particular (tenint com a origen qualsevol de les zones).

Aquest procés es concreta mitjançant els models de generació de viatges, els quals permeten trobar la quantitat total de viatges produïts (O_i) i atrets (D_i) per cada zona en base a informació socioeconòmica de l'àmbit estudiat.

b) Models existents

En la construcció d'aquest tipus de model es troben dos enfocaments:

- **Agregats:** tenen com a unitat de treball la *zona*. Tracten de relacionar el total de viatges generats a cada zona amb les variables zonals (per exemple, població total a la zona, superfície de determinats usos de sòl, nivell econòmic, etc.).
- **Desagregats:** la seva unitat de treball són les *llars* o les *persones*. Tracten de trobar la relació entre els viatges generats als domicilis amb les característiques dels mateixos (quantitat de persones al domicili, quantitat de vehicles al domicili, ingressos, etc.).

Els models habitualment utilitzats en aquesta fase són:

- Model de la taxa de generació
- Factor de creixement
- Regressió lineal simple
- Classificació creuada o anàlisi per categories

Model de la taxa de generació

Aquest mètode es basa en la relació entre la generació de viatges, detectada mitjançant enquestes d'origen i destinació o comptatges i la informació obtinguda dels usos del sòl.

Per a cada una de les zones de l'àrea d'estudi es determinen les superfícies abastades d'acord amb el tipus d'ús del sòl i es quantifiquen els extrems de viatges que els corresponen (quantitat de viatges originats i destinats a cada zona). Per tant, la taxa de generació de viatges en cada tipus d'ús del sòl (TGV_k) es calcula segons la següent expressió:

$$TGV_k = \frac{N^{\circ} \text{ d' extrems de viatges en sòl tipus } k}{\text{Superfície de sòl tipus } k} \quad (1)$$

Cal notar que mitjançant aquest mètode es poden obtenir tant les taxes de producció com d'atracció i, per tant, abasta ambdós facetes del procés. Així mateix, permet estimar la generació futura d'un àmbit tan sols determinant-ne l'evolució de cada tipus d'ús del sòl.

La simplicitat d'aquest mètode fa que sigui fàcil d'aplicar però conseqüentment, en els processos on s'hagin de tenir en compte altres variables explicatives (com els ingressos i motorització de les llars) caldrà recórrer a altres models.

En el cas que no es disposi d'informació específica per calcular les taxes de la zona d'estudi, hi ha la possibilitat de recórrer a taxes genèriques. La principal referència en aquest aspecte és el treball desenvolupat per l'Institute of Transport Engineers (ITE,2008) al document Trip Generation No obstant, cal recordar que aquest model proporciona valors estimats per a la realitat nord-americana i d'algunes ciutats europees i per tant és recomanable contrastar-lo amb models que contemplin les condicions de l'àmbit d'estudi.

Factor de creixement

Aquesta tècnica s'aplica en els casos en els que es pretén predir la quantitat futura de viatges. La equació bàsica és:

$$T_i = F_i t_i \quad (2)$$

on T_i i t_i són respectivament la quantitat futura i actual de viatges a la zona i , mentre que F_i és el factor de creixement.

A la vegada, aquest factor es pot expressar com una funció de la quantitat d'habitants (P), el nivell econòmic (I) i la quantitat de vehicles per llar (C):

$$F_i = \frac{f(P_i^d, I_i^d, C_i^d)}{f(P_i^c, I_i^c, C_i^c)} \quad (3)$$

On d indica l'any de disseny i c l'actual.

El mètode és relativament simple però depèn fortament de la informació disponible per a construir la funció f , per tant, a la pràctica s'utilitza només per a predir els viatges futurs

externs a una àrea d'estudi ja que no acostumen a ser molts i no hi ha altra manera de preveure'ls.

Regressió lineal

Es basa en obtenir relacions lineals entre els atributs particulars d'una zona i la quantitat de viatges. Per obtenir aquestes relacions s'utilitza la regressió lineal.

Així, per una variable X que representa un atribut particular (per exemple, el nivell econòmic) i Y la quantitat de viatges a preveure. Es tracta de trobar la relació $Y = a + bX$ en base a la conjunció d'observacions (X_i, Y_i) . És a dir, s'assumeix que existeix una recta (línia de regressió) els coeficients de la qual s'han d'estimar.

Considerant \bar{X} i \bar{Y} les mitjanes dels valors X_i i Y_i respectivament i realitzant el canvi de variable $x_i = X_i - \bar{X}$, els estimadors de mínims quadrats (s'utilitzen per les seves adequades propietats estadístiques) en el sistema (x, Y) per a i b estan definits mitjançant les següents expressions:

$$\hat{a} = \bar{Y} \qquad \hat{b} = \frac{\sum_i (X_i - \bar{X}) Y_i}{\sum_i (X_i - \bar{X})^2} \qquad (4)$$

Un cop trobats els estimadors es poden realitzar els test d'hipòtesis apropiats, principalment sobre el signe de b . El coeficient d' a serà generalment zero.

Cal tenir en compte però, que habitualment hi ha més d'un factor que afecta a la generació de viatges a la vegada i per tant, en aquest cas és desitjable aconseguir una relació lineal de diverses variables. En aquest cas, s'haurà d'aplicar la regressió lineal múltiple:

$$O_i = \alpha_0 + \sum_{k=1}^p \alpha_k x_{jk} \qquad D_j = \beta_0 + \sum_{k=1}^{p'} \beta_k z_{jk} \qquad (5)$$

En les anteriors equacions x_{ik} i z_{jk} són k variables socioeconòmiques a l'origen i i j respectivament.

Classificació creuada o anàlisi per categories

La idea principal d'aquesta tècnica és identificar categories de llars en base als valors més freqüents dels seus atributs més importants (per exemple, per a 2 nivells econòmics i 3 de quantitat de vehicles, s'estaria treballant amb 6 categories).

El principal desavantatge del mètode és que els valors per a cada categoria es troben empíricament, motiu pel qual generalment es necessita una quantitat important d'informació.

El model es pot especificar de la següent forma:

$$t^p(h) = \frac{T^p(h)}{H(h)} \quad (6)$$

On $t^p(h)$ és la mitjana de viatges per propòsit p per llar de la categoria h , $T^p(h)$ la quantitat de viatges per propòsit p en llars de tipus i $H(h)$ el conjunt de llars del tipus h .

c) Model escollit

En el cas que ens ocupa l'objectiu és modelitzar la generació de viatges d'una sèrie de sistemes de demanda inexistents. Aquests es definiran genèricament mitjançant la parametrització de les seves principals característiques. És a dir, el perfil de cada un dels sistemes podrà ser ajustat al variar el valor dels paràmetres que el defineixen.

La primera conseqüència d'aquest plantejament és que el mètode escollit s'hauria de poder aplicar sense requeriments d'informació de partida rígids. Com ja s'ha comentat, no es treballarà a partir d'una mostra amb informació tancada sinó que s'utilitzaran rangs de valors de cada paràmetre per definir les característiques sociodemogràfiques del sistema.

La segona implicació és que es necessita un model que respongui a un enfocament agregat. És a dir, la seva unitat de treball no han de ser les persones sinó les zones que configuren l'àmbit d'estudi.

Un cop realitzades aquestes consideracions es discuteix per cada mètode la seva aplicabilitat al present cas d'estudi:

- Es pot descartar el mètode de *Classificació creuada o Anàlisi per categories* ja que es tracta d'un mètode d'enfocament desagregat.
- El mètode del *Factor de creixement* és d'habitual aplicació en aquells casos que requereixen l'estimació de la generació de viatges en un horitzó de futur i per tant, no s'ajusta a l'objectiu del cas que ocupa aquest estudi. Així mateix, encara que no es consideri aquesta premissa, es requereix molta informació de partida per a l'estimació del factor de creixement inherent al propi mètode i tampoc resultaria adequat.
- La *Regressió lineal* és un dels mètodes analitzats que més informació de partida requereix i conseqüentment, també es descarta.
- El mètode de la *Taxa de Generació de Viatges* també presenta importants requeriments d'informació de partida per tal d'obtenir les taxes de generació associades a cada tipus d'ús del sòl. No obstant, el mètode permet treballar amb taxes de referència publicades, sempre i quant provinguin de configuracions de la demanda amb característiques assimilables a les del estudi en qüestió.

Per tant, un model adequat per a la modelització plantejada en aquesta tesina, sempre i quant es tingui en compte la seva aplicabilitat a l'àmbit d'estudi, seria el mètode de la Taxa de Generació de Viatges.

d) Identificació de variables

El mètode de la TGV maneja bàsicament dos tipus d'informació: l'ús del sòl i la intensitat de l'ús del sòl. La combinació d'ambdues és el reflex de la capacitat de generar viatges de àmbit analitzat.

Adicionalment, s'ha de tenir en compte que la pràctica ha demostrat que els millors pronòstics dels viatges s'obtenen si aquests s'identifiquen segons el propòsit i es modelen per separat (Lavado, 2008). Les categories més comunes en les que se solen classificar els propòsits o motius dels viatges són: treball, estudis, compres, salut, social i recreatiu.

Cada un d'aquests motius de viatge es pot relacionar amb un ús del sòl i la seva mesura d'intensitat més habitual. A la taula 4.1 se'n fa una síntesi:

Motiu	Ús del sòl	Mesura de la intensitat de l'ús del sòl
-	Residencial	Nº de persones
Treball	Industrial	m ² / habitant
	Oficines	m ² / habitant
Estudi	Equipaments educatius	Nº d'estudiants
Compres	Superfícies comercials	m ² / habitant
Salut	Equipaments sanitaris	Nº de llits / habitant
Social i recreatiu	Hosteleria	Nº habitacions

Taula 4.1. Relació del motiu de viatge amb els usos del sòl.

Font: Elaboració pròpia a partir de la classificació proposada al document Trip Generation de l'ITE.

Com s'observa, a la taula anterior també s'hi ha inclòs el sòl *Residencial* que, tot i no tenir un motiu de viatge associat, és l'origen o final de la majoria de viatges generats dins un determinat àmbit d'estudi. Per tant, també es tracta d'un pol generador de viatges.

4.2.3. Distribució de viatges

a) Descripció

A l'etapa de distribució es parteix dels valors dels viatges produïts (O_i) i els atrets (D_j) per cada zona amb l'objectiu d'obtenir els valors T_{ij} per a tot parell i, j , que representen la quantitat de viatges des de l'origen i fins a la destinació j . El procés de distribució de viatges produeix una matriu denominada Origen-Destinació (en endavant OD).

Els valors T_{ij} han de complir el conjunt de restriccions:

$$\sum_j T_{ij} = O_i \qquad \sum_i T_{ij} = D_j \qquad (7)$$

b) Models existents

Els models habitualment utilitzats en aquesta fase són principalment dos:

- Mètodes de factor de creixement
- Models sintètics o de gravetat

No obstant, en l'explicació es fa de cada un d'ells a continuació també s'han dedicat unes línies a l'enfocament de maximització de l'entropia que, com es veurà és un marc teòric a partir del qual es poden desenvolupar altres models.

Mètodes de factor de creixement

Els mètodes de factor de creixement, de forma anàloga als mètodes homònims analitzats a la fase de generació de viatges, encaren problemes que pretenen obtenir nous T_{ij} a partir de t_{ij} disponibles.

$$T_{ij} = \tau t_{ij} \qquad (8)$$

Aquest mètode és apropiat únicament per a problemes simplement restringits, ja que una correcció efectuada, per exemple, per files (en base als O_i), no necessàriament respectarà les restriccions que involucren els valors D_j .

Per a problemes doblement restringits s'han de considerar dos factors de creixement (conjunts de factors) τ_i i Γ_j i per resoldre'l es compta amb un algoritme iteratiu bi-proporcional proposat per Furness. Aquest considera addicionalment factors de balanç A_i i B_j tals que:

$$T_{ij} = t_{ij} \tau_i \Gamma_j A_i B_j = t_{ij} a_i b_j \qquad (9)$$

Els principals avantatges d'aquest mètode són la simplicitat i que preserva les observacions anteriors (t_{ij}). Els desavantatges són que requereix d'una matriu anterior i que els errors d'aquesta matriu seran propagats. Arrel de l'expressió de la correcció multiplicativa, no és convenient que hi hagi $t_{ij}=0$ ja que anul·laran els nous valors en cas que existeixin.

Models sintètics o de gravetat

S'utilitzen per estimar T_{ij} sense utilitzar directament els t_{ij} anteriors. El més conegut d'aquests mètodes va ser generat a partir d'una analogia amb la llei gravitacional de Newton. La formulació més simple d'aquest model s'expressa de la següent forma:

$$T_{ij} = \alpha \frac{P_i P_j}{d_{ij}^2} \quad (10)$$

on P_i , P_j són la quantitat d'habitants de cada zona, d la distància interzonal i α un factor de proporcionalitat.

Les formulacions actuals d'aquest model suposen que el nombre de viatges entre una zona i i una destinació j és proporcional al nombre de viatges generats a la zona i i al nombre de viatges atrets per la zona j i a una funció d'impedància o de costos relativa a les zones. Aquesta funció de costos està relacionada amb variables tals com: el temps de viatge, la distància, el cost del viatge, etc. (Ortúzar, 2000).

$$T_{ij} = \alpha O_i D_j f(c_{ij}) \quad (11)$$

on f és la funció d'impedància, de dissuasió o de costos de viatge amb paràmetres a calibrar. Aquesta funció expressa la desincentivació a viatjar amb l'augment del cost del viatge i segons aquesta premissa, la funció ha de ser decreixent (Lavado, 2008). Les formulacions més utilitzades són:

Exponencial	$f(c_{ij}) = \exp(-\beta c_{ij})$
Potencial	$f(c_{ij}) = c_{ij}^{-n}$
Combinada	$f(c_{ij}) = c_{ij}^{-n} \exp(-\beta c_{ij})$

On c_{ij} són els costos de viatge (durada del viatge) i β i n són els paràmetres a parametritzar de la funció d'impedància f .

Per tal de satisfer les restriccions del problema doblement restringit, el model s'ha de canviar a:

$$T_{ij} = A_i O_i B_j D_j f(c_{ij}) = a_i b_j f(c_{ij}) \quad (12)$$

on els factors del balanç seran:

$$A_i = \frac{1}{\sum_j B_j D_j f(c_{ij})} \quad (13)$$

$$B_j = \frac{1}{\sum_i A_i O_i f(c_{ij})} \quad (14)$$

Enfocament de maximització de l'entropia

El concepte de maximització de l'entropia ha servit per generar un gran nombre de models, incloent el model gravitacional, els models de compra i els de localització. Es reconeix com una de les contribucions importants per a la millora del modelatge en el transport.

Per presentar aquest concepte de manera intuïtiva, cal considerar un sistema la descripció del qual requereix especificar completament els seus micro-estats, cadascun d'ells és diferent i separable. Hauria d'incloure la identificació de cada viatger, el seu origen, destinació, mode, temps de viatge, etc. No obstant, a la pràctica, podria ser suficient treballar en base a una especificació més agregada o meso-estat. Seguint l'exemple, un meso-estat pot ser l'especificació única del nombre de viatges entre cada origen i cada destinació. En general, hi haurà nombrosos i diferents micro-estats que produeixen el mateix meso-estat: dues persones vivint a la mateixa zona, poden intercanviar destinacions, generar diferents micro-estats i mantenir el mateix meso-estat tal i com s'observa a la figura 4.2.

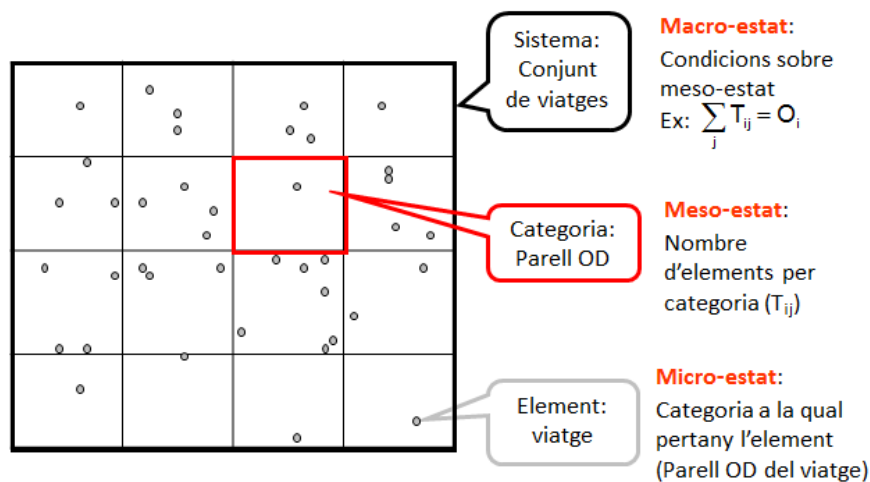


Figura 4.2. Marc estructural plantejat pels enfocaments de maximització de l'entropia. Font: Universidad Nacional de Ingeniería de Lima.

Hi ha un major nivell d'agregació, definit com macro-estat. Per exemple el nombre total de viatges en determinats arcs, o el nombre total de viatges generats i atrets a cada zona. Per obtenir mesures adequades de la realització de viatges, és més fàcil fer observacions a aquest nivell d'agregació. De fet, la majoria de la informació actual sobre un sistema, és precisament a nivell zonal. De manera similar, les estimacions sobre el futur estan restringides a descripcions de macro-estats a causa de les incerteses existents en el pronòstic a nivells més desagregades. Per exemple, és més fàcil pronosticar el nombre de població per zones, que el nombre de llars residents a cada zona, dins d'una determinada categoria.

La base del mètode és acceptar que, llevat que es tingui informació contrària, tots els micro-estats consistents amb la informació pròpia sobre els macro-estats, tenen la mateixa probabilitat d'ocórrer. Com estem interessats en les descripcions dels meso-estats del sistema,

ens agradaria identificar aquells meso-estats més probables, segons les nostres restriccions sobre els macro-estats.

Sota la hipòtesi de micro-estats equiprobables, es pot comprovar (Wilson, 1971) que el nombre de micro-estats $W\{t_{ij}\}$ associats amb el meso-estat T_{ij} està donat per:

$$W\{T_{ij}\} = \frac{T!}{\prod_{i,j} T_{ij}!} \quad (15)$$

Com se suposa que tots els micro-estats són igualment probables, el meso-estat més probable seria aquell que pugui estar generat d'un gran nombre de formes.

Per tant, el que es necessita és una tècnica per identificar els valors que maximitzen W , en la expressió anterior. Per conveniència, es buscarà maximitzar el logaritme de l'expressió anterior, és a dir, $\log W$, ja que és una funció monòtona de W i ambdues expressions arriben al màxim en el mateix punt. Per tant, si es compta amb informació dels t_{ij} anteriors la funció objectiu genèrica queda:

$$\text{Max } \log(W'') = -\sum_{ij} (T_{ij} \log \frac{T_{ij}}{t_{ij}} - T_{ij} + t_{ij}) \quad (16)$$

Si s'agafen les restriccions del problema doblement restringit, la solució al problema anterior es pot escriure com $T_{ij} = A_i O_i B_j D_j$ per W' i $T_{ij} = A_i O_i B_j D_j t_{ij}$ per a W'' . Afegint-hi la restricció:

$$\sum_{ij} T_{ij} c_{ij} = C \quad (17)$$

on intervenen els costos de viatge entre cada parell de zones ij i un valor C que representa la despesa total en viatges del sistema de transport, la nova solució serà $T_{ij} = A_i O_i B_j D_j \exp(-\beta c_{ij})$ que és el model gravitacional. Es pot observar també que utilitzant una restricció diferent per als costos de la forma:

$$\sum_{ij} T_{ij} \log c_{ij} = C' \quad (18)$$

S'obté el model de gravetat de la forma $T_{ij} = A_i O_i B_j D_j c_{ij}^{-\beta}$ on la funció de costos té la forma potencial.

c) Model escollit

Seguint la línia plantejada al model de generació de viatges, en aquesta etapa també hi ha restriccions en quant a la informació de partida. En aquest cas, només es disposa dels viatges O_i i D_j obtinguts en la primera etapa.

A continuació es discuteix l'aplicabilitat dels models de distribució de viatges que s'han descrit al punt b):

- Es descarta el *Mètode dels factors de creixement* per requerir una matriu de l'estat actual (t_{ij}) que s'utilitza com patró de la mobilitat futura.
- El *Model de gravetat* té una aplicació relativament senzilla però els paràmetres de la funció de costos requereixen ser calibrats.
- Quant a l'*enfocament de maximització de l'entropia*, s'ha pogut demostrar que no és un model en sí sinó que és un marc teòric a partir del qual també s'aconsegueix el model gravitacional. Ara bé, el fet que el model gravitacional pugui ser generat en un nombre de formes diferents, no el fa correcte. Que el model sigui apropiat depèn de l'acceptabilitat de les hipòtesis requerides per a la seva generació i la seva interpretació (García Lodos, 2006).

Conseqüentment, d'entre els mètodes habitualment utilitzats es decideix treballar amb el model gravitacional ja es pot construir només amb les matrius O_i i D_j i parametritzant els coeficients de la seva funció de costos.

d) Identificació de variables

Com es pot consultar a l'apartat b), les funcions d'impedància de tipus exponencial i potencial tenen un paràmetre per al calibratge, mentre que la de tipus funció combinada en té dos.

Aquests paràmetres s'estimen de manera que els resultats del model reproduïen, de la manera més aproximada possible, la distribució de la durada de viatges de les observacions. Com més gran sigui el nombre de paràmetres, més fàcil resulta obtenir un millor ajust a la distribució de la durada de viatges de la mostra.

A la pràctica s'ha observat que en àrees urbanes, com en el cas dels viatges de modes motoritzats, la distribució de la durada de viatges té una forma com la de la figura 4.3:

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

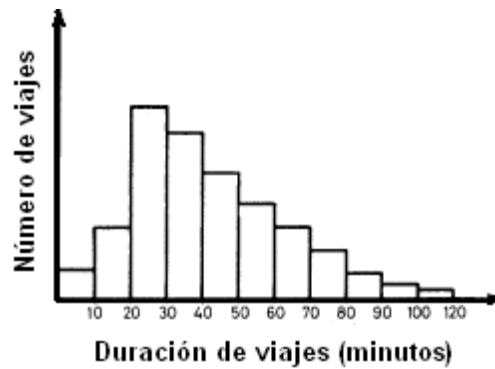


Figura 4.3. Distribució habitual de la duració de viatges en àrees urbanes. Universidad Nacional de Ingeniería de Lima

Això mostra que la quantitat de viatges de modes motoritzats amb una gran durada mitjana de viatge és petita. En augmentar la durada de viatge, disminueix el nombre de viatges. Les funcions de tipus exponencial negativa, potencial i combinada, reproduïxen raonablement bé la segona part de la corba tal.

Els gràfics de la figura 4.4, on c_{ij} són els costos de viatge (durada del viatge) i β i n són els paràmetres a parametritzar de la funció d'impedància f , il·lustren aquest comportament.

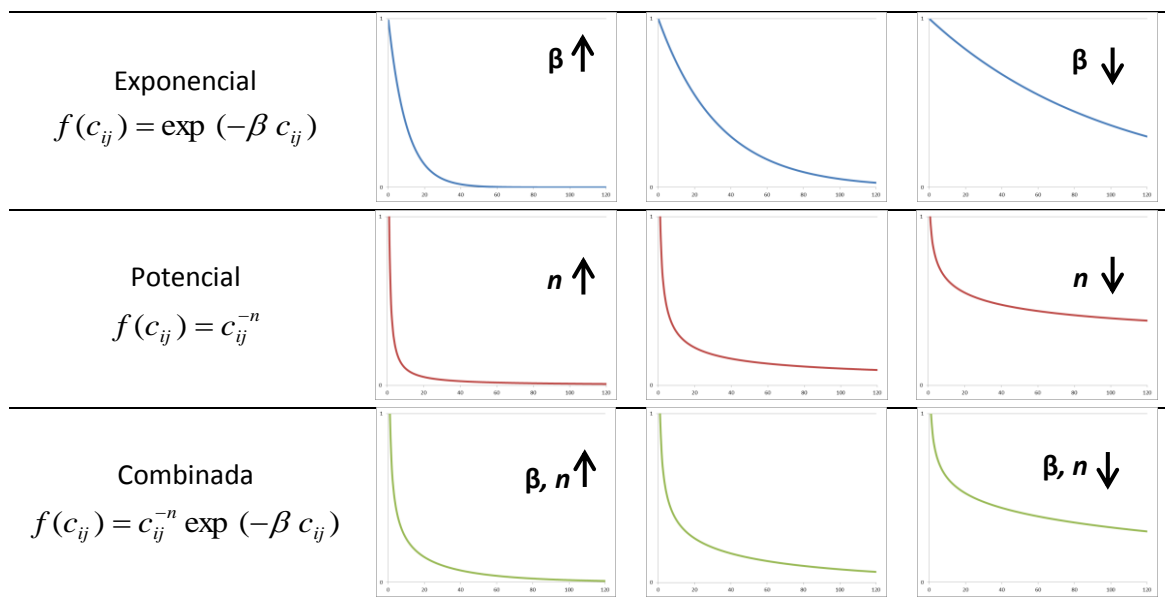


Figura 4.4. Gràfics de les funcions d'impedància segons els valors dels seus paràmetres. Font: Elaboració pròpia.

Seguint el criteri de simplicitat fixat inicialment, en aquest estudi es treballarà amb la funció exponencial ja que només tenen un paràmetre a ajustar cadascuna (β).

4.2.4. Repartiment modal

a) Descripció

En la fase de divisió modal s'obté per a cada T_{ij} el mode de transport a utilitzar, obtenint com a resultat els valors T_{ijm} . (matrius OD modals; típicament de transport públic i vehicle privat). És important comptar amb els models adequats de divisió modal que siguin sensibles als atributs del viatge que tenen major influència sobre les opcions individuals de cada mode.

b) Models existents

El repartiment modal és l'àmbit fonamental sobre el que pot incidir una línia o servei ferroviari motiu pel qual al següent apartat es fa una revisió dels diferents models disponibles i es valora la idoneïtat dels diversos mètodes en el cas que ocupa aquesta tesina.

Hi ha una gran diversitat de models, per als quals s'han establert nombroses classificacions:

- Models descriptius – models explicatius.
- Models deterministes – models probabilístics.
- Models analítics – models de simulació.
- Models estàtics – models dinàmics.
- Models agregats – models desagregats.
- Etc.

L'enfocament habitual és el d'utilitzar models explicatius o discrets, que consisteixen en la maximització de la utilitat aleatòria, en què es parteix del fet que l'individu tria sempre l'alternativa del conjunt disponible que li suposa una major utilitat. Des del punt de vista de l'analista aquesta utilitat U no és coneguda, i es divideix en una component determinista V , que pot ser observada, i una component estocàstica ε que recull tot allò que el modelador no és capaç d'observar però que influeix en la utilitat (McFadden, 1981).

Segons això, l'individu i seleccionarà l'alternativa j si aquesta té una utilitat màxima:

$$U_{ij} = V_{ij} + \varepsilon_{ij} \geq U_{il} = V_{il} + \varepsilon_{il} \quad \forall l \neq j \quad \rightarrow \quad V_{ij} - V_{il} \geq \varepsilon_{il} - \varepsilon_{ij} \quad \forall l \neq j \quad (19)$$

Per tant, la probabilitat de selecció de j està determinada per:

$$P_i(j) = P\left(V_{ij} + \varepsilon_{ij} \geq \max_{l \neq j} \{V_{il} + \varepsilon_{il}\}\right) \quad (20)$$

Tanmateix, entre els models d'elecció discreta existeix una àmplia tipologia de models. En concret, segons el nombre d'alternatives incloses en la variable endògena, es distingeixen els models de resposta dicotòmica enfront dels denominats models de resposta o elecció múltiple. Segons la funció utilitzada per l'estimació de la probabilitat hi ha el model de probabilitat lineal truncat, el model Logit i el model Probit. Segons que les alternatives de la

variable endògena siguin excloents o incorporin informació ordinal es distingeix entre els models amb dades no ordenats i els models amb dades ordenats. Dins dels primers, segons que els regressors facin referència a aspectes específics de la mostra o de les alternatives entre les quals s'ha de triar, es distingeix entre els models multinomials i els condicionals.

Tenint en compte tots els elements que influeixen en el procés d'especificació de els models d'elecció discreta, es pot establir una classificació general dels mateixos, que queda recollida en la taula 4.2 (medina, 2003):

Nº d'alternatives	Tipus d'alternatives	Tipus de funció	El regressor es refereix a:	
			Característiques (dels individus)	Atributs (de les alternatives)
Models de resposta dicotòmica (2 alternatives)	Complementàries	Lineal	Model de Probabilitat Lineal Truncat	
		Logística	Model Logit	
		Normal tipificada	Model Probit	
Models de resposta múltiple (més de 2 alternatives)	No ordenades	Logística	Logit Multinomial - Logit Jeràrquic - Logit Mixt	Logit Condicional - Logit Jeràrquic - Logit Mixt
		Normal tipificada	Probit Multinomial Probit Multivariant	Probit Condicional Probit Multivariant
	Ordenades	Logística	Logit Ordenat	
		Normal tipificada	Probit Ordenat	

Taula 4.2. Classificació dels models d'elecció discreta. Font: Universidad Autónoma de Madrid (2003).

En el cas que ocupa aquesta tesina, es pretén obtenir el repartiment modal en un sistema on només es tindran en compte dues alternatives de transport: el vehicle privat i el transport públic (aquest últim exclusivament representat pel ferrocarril). Per tant, es requerirà un model de resposta dicotòmica.

A continuació es fa una descripció dels models d'aquesta tipologia.

Model Lineal de Probabilitat (MLP)

La primera temptativa teòrica desenvolupada per estudiar models amb variables dicotòmiques es va plantejar com una mera extensió del Model Lineal General que ve expressat per:

$$Y_i = \alpha + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i \quad (21)$$

on:

- $Y_i =$ 1 si es dóna una alternativa
en cas contrari
- $X_{ki} =$ Variables explicatives
- $\varepsilon_i =$ Variable aleatòria de distribució Normal ($N(0, \sigma^2)$)
- $\alpha =$ Constant

En aquest tipus de models la distribució de la mostra es caracteritza per configurar un núvol de punts de tal manera que les observacions mostrals es divideixen en dos subgrups. Un d'ells està format per les observacions en les que va passar l'esdeveniment objecte d'estudi ($Y_i = 1$), i l'altre, pels punts mostrals en els que no va passar ($Y_i = 0$).

Una representació gràfica del núvol de punts per al cas d'una sola variable explicativa és la que apareix en el gràfic 4.5, en què la variable explicativa es representa en l'eix d'abscisses i la variable endògena en l'eix d'ordenades.

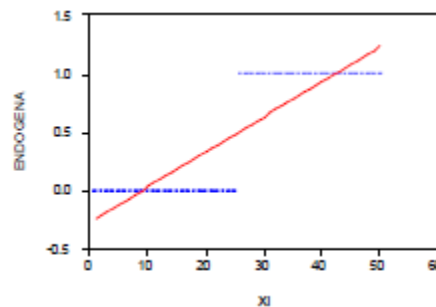


Figura 4.5. Núvol de punts regressió lineal en un model de resposta dicotòmica. Font: Universidad Autónoma de Madrid (2003).

L'elaboració del model lineal de probabilitat requereix l'ajust d'aquest núvol de punts a una funció lineal (recta de regressió) capaç d'explicar de la millor manera el comportament de la mostra.

No obstant, el model presenta importants limitacions, especialment quan la seva estimació es fa mitjançant Mínims Quadrats Ordinaris (MQO en endavant), que s'expliquen a continuació:

- **El valor estimat pot estar fora del rang (0-1):** L'estimació del Model Lineal de Probabilitat a través de MQO no garanteix que els valors estimats de Y_i estiguin entre 0 i 1, la qual cosa no té lògica al interpretar el valor estimat com una probabilitat. Aquest problema es soluciona truncant el rang de variació del valor estimat, donant lloc al model conegut amb el nom de Model Probabilístic Lineal Truncat, o restringint els valors de Y_i a 0 i 1. Aquesta última opció però, pot donar lloc a estimadors esbiaixats i inconsistents.
- **La pertorbació aleatòria pot no seguir una distribució Normal:** Donats els valors que pren la pertorbació aleatòria, no es pot assegurar que aquesta es distribueixi com una normal, ja que es tracta d'una distribució binària o dicotòmica. Si bé l'incompliment de la hipòtesi de normalitat no invalida l'estimació per MQO, l'absència de normalitat impossibilita l'ús dels estadístics habituals utilitzats per realitzar el contrast de hipòtesis com ara la t-Student, la F-Snedecor, etc., en basar-se aquests contrastos en la hipòtesi de normalitat de la pertorbació aleatòria.

- **Problemes d'heteroelasticitat:** Fins i tot el cas que es complissin les hipòtesis de mitjana i correlació nul·la en la pertorbació aleatòria ($E(\varepsilon_i) = 0$ i $E(\varepsilon_i \varepsilon_j) = 0$ per tot $i \neq j$) no es compleix la hipòtesi de variància constant, és a dir, la pertorbació aleatòria no és homocedàstica. Aquest problema es podria solucionar estimant el model a partir de Mínima Quadrats Generalitzats però requereix un procés molt més elaborat que amb MQO.
- **El coeficient de determinació de R^2 està subestimat:** La suma dels quadrats de els residus ($\sum e_i^2$) és més gran de l'habitual a causa de la forma específica en què es distribueix el núvol de punts d'una variable dicotòmica. Atès que el càlcul del coeficient de determinació² es veu afectat per aquests residus, l' R^2 calculat en la estimació per MQO és més petit del que realment hauria de ser.

Models de Probabilitat No Lineal (Logit i Probit)

Per solucionar els problemes que planteja el model lineal de probabilitat es realitza la modelització a través de l'ús de funcions no lineals que permetin delimitar el rang de l'estimació. Això s'aconsegueix a través de l'ús de qualsevol funció de distribució. Les funcions més comunament utilitzades han estat la funció logística, que ha donat lloc a la modelització Logit, i la funció de distribució de la normal tipificada, que ha donat lloc a la modelització Probit.

Com ja s'ha comentat, en el cas del model Logit la funció utilitzada és la logística motiu pel qual l'especificació d'aquest tipus de model queda tal i com es mostra a continuació:

$$Y_i = \frac{1}{1 + e^{-\alpha - \beta_k X_{ki}}} + \varepsilon_i = \frac{e^{\alpha + \beta_k X_{ki}}}{1 + e^{\alpha + \beta_k X_{ki}}} + \varepsilon_i \quad (22)$$

El model Logit és aplicable com a model de selecció d'alternatives discretes si (Montero, 2009):

- Les variacions individuals en els gustos estan representades en la component sistemàtica (observable) de la utilitat. Si les variacions de gustos són aleatoris (formen part de la utilitat no observable) llavors no es poden tractar mitjançant models lògic.
- El patró de substitució (efecte del canvi en alguna de les components d'una alternativa) és proporcional entre les alternatives.
- Si els factors no observables són independents del temps en situacions de selecció repetida d'alternatives. Si els factors no observables estan correlacionats en el temps no poden capturar-se mitjançant aquest model.

² El coeficient de determinació s'obté a través de la fórmula $R^2 = 1 - \frac{\sum e_i^2}{\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2}$

En el cas del model Probit, la funció utilitzada és la Normal tipificada, per la qual cosa el model queda especificat a través de la següent expressió:

$$Y_i = \int_{-\infty}^{\alpha + \beta X_i} \frac{1}{(2\pi)^{1/2}} e^{-\frac{s^2}{2}} ds + \varepsilon_i \quad (23)$$

on la variable s és una variable "muda" d'integració amb mitja zero i variància 1.

El model Probit permet superar les tres limitacions comentades per al model Logit:

- Pot representar variacions individuals aleatòries en els gustos.
- Pot representar qualsevol patró de substitució més general que el proporcional.
- Pot utilitzar-se en dades longitudinals (panells) per a modelar correlacions en la part no observada de la utilitat al llarg del temps.

El principal inconvenient d'aquest mètode es troba en què s'ha de recórrer a la integració numèrica o a la simulació perquè no hi ha una fórmula analítica tancada per la probabilitat d'elecció de les alternatives.

c) Model escollit

Entre els models considerats, s'ha constatat que:

- L'estimació i interpretació dels *Models Probabilístics Lineals* planteja una sèrie de problemes que han portat a la recerca d'altres models alternatius que permetin estimacions més fiables de les variables dicotòmiques. Per evitar que la variable endògena estimada pugui trobar-se fora del rang (0, 1), les alternatives disponibles són utilitzar models de probabilitat no lineals, on la funció d'especificació utilitzada garanteixi un resultat en l'estimació comprès en el rang 0-1.
- Les funcions de distribució compleixen aquest requisit, ja que són funcions contínues que prenen valors compresos entre 0 i 1. Tanmateix, la representació d'ambdues funcions, així com els resultats obtinguts amb la modelització dels seus corresponents models (*Logit i Probit*) són molt similars, especialment pel cas dicotòmic.

En conseqüència, per una major simplicitat en termes interpretatius i computacionals s'escull el model *Logit*.

d) Origen de les dades per a la construcció del model

Com s'ha pogut comprovar en l'apartat b), l'aplicació de qualsevol model d'elecció discreta per a obtenir el repartiment modal d'un conjunt de viatges T_{ij} requereix dades provinents d'observacions reals de la pròpia realitat a modelar.

No obstant, tal i com ja s'ha posat de manifest en el moment de l'elecció dels models de generació i distribució de viatges, en aquesta tesina es pretén fer una modelització de diversos escenaris teòrics i, conseqüentment, no es disposa d'observacions directament provinents de les situacions plantejades.

Per tant, per l'ajust del model no es podrà parametritzar cap aspecte dels seus aspectes i s'haurà de recórrer a una mostra d'observacions deterministes referents a una realitat concreta.

En aquest cas s'utilitzarà la informació provinent d'una enquesta de mobilitat realitzada el 2010 a la ciutat de Palma de Mallorca. L'univers de l'enquesta són les persones físiques, majors de 14 anys, empadronades i residents al seu terme municipal, és a dir, 324.701 habitants. La mostra s'ha basat en una estratificació per zones de mobilitat, realitzant més o menys enquestes en funció de la població objectiu, resultant un total de 5.129 entrevistes.

A les enquestes s'han determinat les dades personals i socioeconòmiques de la persona entrevistada i el nombre de viatges realitzats el dia feiner anterior a l'entrevista amb detall de l'origen i la destinació de cada viatge, el motiu del desplaçament, els modes de transport utilitzats, l'hora, títols de transport utilitzats, lloc d'aparcament, etc.

e) Identificació de variables

Amb el model Logit ajustat es podran fer previsions de repartiment modal en els escenaris teòrics que es defineixin. Ara bé, caldrà tenir en compte que la variable explicativa del model (en aquest cas la funció de costos generalitzats dels desplaçaments) ha de tenir la mateixa estructura que la que s'hagi utilitzat per ajustar el model.

Les expressions genèriques d'aquests costos utilitzades en l'ajust del model són les següents:

$$CG = \sum f + VdT * [\sum t_a + t_e + t_t + t_v] \quad (24)$$

on CG és el cost generalitzat d'efectuar el viatge, VdT el valor monetari del temps, t_a el temps d'accés, t_e el temps d'espera, t_t el temps de transbordament, t_v el temps de viatge a bord del vehicle i f és la suma dels costos *out of pocket* (la tarifa d'accés a la ruta en el cas del transport públic i el cost monetari del viatge el cas del privat).

Per tant, a partir d'aquesta expressió es pot deduir que les components que es poden parametritzar del model de repartiment modal són els recollits a la taula 4.3:

Component de la funció de costos	Parametrització mitjançant
f	Tarifa d'accés al transport públic
	Preu del carburant
VdT	Valor monetari del temps
t_a	Distància interparada
t_e	Interval de pas del transport públic
t_t	-
t_v	Velocitat comercial

Taula 4.3. Components parametritzaves del model de repartiment modal. Font: Elaboració pròpia.

4.2.5. Assignació a la xarxa

a) Definició

La darrera etapa consisteix en assignar els viatges T_{ijm} als diferents arcs de la xarxa, a través de camins raonables entre els extrems del viatge.

El procés d'assignació de ruta, que no és especialment rellevant per al mode ferroviari (excepte en xarxes molt denses), és important en el cas dels tramvies per la influència de les reserves de plataforma que requereix en detriment de l'espai viari abans destinat al trànsit de vehicles privats.

L'aplicació pràctica d'aquesta última etapa en xarxes relativament denses, generalment es porta a terme a través d'implementacions en programaris que permeten el processament de dades d'entrada i la visualització de resultats (Sistemes d'Informació Geogràfica).

b) Models existents

La idea bàsica en l'assignació és la suposició d'un viatger racional, és a dir, que l'individu triï la ruta que li proporcioni el menor cost individual percebut. Els factors estimats que influeixen en l'elecció de ruta quan es viatja entre dos punts inclouen: la durada de viatge, la distància, el cost monetari (combustible i altres), la congestió i les cues, el tipus requerit de maniobres, tipus de carretera (autopista, carretera principal, carretera secundària), l'escenari, les senyals de trànsit, els treballs a la carretera, la seguretat en el temps de viatge i els hàbits.

La creació d'una expressió de cost generalitzat que incorpori tots aquests elements és una tasca difícil. Encara més, no és pràctic intentar modelar tots aquests aspectes en un model d'assignació de trànsit i per tant, són inevitables les aproximacions. L'aproximació més comuna és considerar només dos factors en l'elecció de la ruta: el temps i el cost monetari. A més el cost monetari sol prendre proporcional a la distància de viatge.

La majoria dels programes d'assignació de trànsit permeten a l'usuari considerar pesos del temps de viatge i distància per representar les percepcions dels conductors sobre aquests dos factors. La suma ponderada d'aquests dos factors serà un cost generalitzat utilitzat per estimar

l'elecció de la ruta. Existeix evidència per suggerir que, si més no per trànsit urbà de vehicle particular, el temps és el factor dominant en l'elecció de la ruta (Garcia Lodos, 2006) Com la contribució d'altres factors en l'elecció de ruta és molt petita, la part no explicada s'ha d'atribuir a factors com diferències en la percepció, informació imperfecta, costos de rutes o errors simples.

Per a la distribució de viatges existeix una gran diversitat de models i enfocaments però els més habituals es recullen a la taula 4.4:

		Efectes estocàstics inclosos?	
		No	Sí
Inclou restriccions de capacitat?	No	Tot o Res / Camí més curt	Models estocàstics purs
	Sí	Equilibri de Wardrop	Equilibri estocàstic de l'Usuari

Taula 4.4. Classificació dels models d'assignació segons l'enfocament. Font: Universidad de Oviedo (2006).

A continuació es fa una descripció de cada un dels models:

Tot o Res

El mètode d'elecció de ruta més simple, és l'assignació de *Tot o Res*. Aquest mètode suposa que no hi ha efectes de congestió, que tots els conductors consideren els mateixos atributs per a l'elecció de ruta i que els perceben i ponderen de la mateixa manera.

L'absència d'efectes de congestió significa que els costos d'arc són fixos, la hipòtesi que tots els conductors perceben els mateixos costos significa que cada conductor de i a j ha de triar la mateixa ruta. Per tant, s'assignen tots els conductors a una mateixa ruta entre i i j no s'assigna cap conductor a altres rutes menys atractives. Aquestes hipòtesis són raonables per a xarxes petites i no congestionades, on hi ha poques rutes alternatives i són molt diferents en cost (RAMMING, 2002).

Mètodes estocàstics

Els mètodes estocàstics accentuen la variabilitat en les percepcions de costos i la mesura composta que busca minimitzar (distància, temps de viatge i costos generalitzats). Es donen dos enfocaments:

- *Mètodes estocàstics proporcionals*: utilitza les idees de la simulació estocàstica per introduir variabilitat en els costos percebuts.
- *Mètodes basats en simulació*: assigna els fluxos de rutes alternatives de proporcions calculades utilitzant expressions similars al lògit.

Equilibri de Wardrop

S'utilitzen en els casos que es poden ignorar els efectes estocàstics i l'anàlisi se centra en la restricció de capacitat com generador dels viatges en una xarxa.

Utilitzen funcions que relacionen el flux amb el cost (temps) de viatge en un arc. Tenen en compte que sota condicions d'equilibri, el trànsit es reordena per si mateix en xarxes congestionades de tal manera que cap individu que realitzi un viatge pugui reduir els seus costos de camí combinant les rutes (Wardrop, 1952).

Quan s'escull el temps de viatge congestionat com la variable objectiu, el problema es torna més complex, ja que el temps de viatge congestionat és una funció del volum de viatgers que utilitzen una camí. La fórmula que s'utilitza comunament en aplicacions de planificació de transport prové del *Traffic Assignment Manual* del Departament de Comerç dels EEUU (Bureau of Public Roads (BPR), 1964)

$$T_c = T_0 \left[1 + \alpha \left(\frac{V}{C} \right)^\beta \right] \quad (25)$$

on T_c és el temps de viatge congestionat del camí, T_0 el temps en condicions de velocitat lliure, V és el colom horari i C la capacitat horària pràctica. Per altra banda, α i β són els paràmetres a ajustar.

Equilibri Estocàstic de l'Usuari

Aquest tipus d'assignació va ser desenvolupada per relaxar els supòsits de tot o res (camí més curt).

L'objectiu és distribuir els fluxos entre parells ij als camins segons una expressió tipus $T_{ij,p} = f(C_{ij,p})$. On $T_{ij,p}$ són els viatges assignats a l'arc p i $C_{ij,p}$ és el cost generalitzat de recórrer el mateix arc de la xarxa. Per tant, aquests fluxos OD aniran canviant de camí fins que l'objectiu s'assoleixi.

El problema és que els costos depenen dels fluxos ja que aquest mètode té en compte la possible congestió de la xarxa. Així, una reassignació de fluxos canvia l'estructura de costos i ho fa també per tots els parells ij , no només per parell ij en qüestió.

Per exemple, amb expressions com $T_{ij,p} \propto e^{-\beta C_{ij,p}}$ es pot aconseguir que camins amb un cost molt petit tinguin una major proporció de flux ij que camins amb major cost. En aquest cas, β és un paràmetre per calibrar el model:

- Amb $\beta \rightarrow 0$ totes els camins obtenen la mateixa proporció de fluxos ij .
- Amb $\beta \rightarrow \infty$ només seran utilitzats el o els camins amb el cost més petit.

c) Model escollit

El marc teòric sobre el que es pretén construir el model de demanda només considera una ruta per a cada parell de punts ij i mode. És a dir, un cop realitzat el repartiment modal l'assignació a la xarxa serà directa ja que només hi haurà disponible una sola ruta per vehicle privat i una altre per al ferrocarril. Amb aquesta premissa doncs, no serà necessària la construcció d'un model per a l'etapa d'assignació a la xarxa.

En canvi, en l'aplicació del model al cas real de Palma de Mallorca sí que es treballarà sobre una xarxa amb alternatives de ruta per a cada parell de punts ij . No obstant, i considerant que l'aplicació pràctica de l'assignació a la xarxa s'implementarà mitjançant un programari comercial, es posposa l'elecció del model fins al capítol en què es defineixin la resta de característiques de la modelització corresponent.

4.2.6. Models de demanda induïda

a) Definició

S'anomena demanda induïda d'un servei de transport (nou o modificat) a la nova demanda generada per viatgers que realitzen desplaçaments, que prèviament no efectuaven, motivats a causa de la implantació del nou mitjà o de la seva modificació en l'àmbit d'estudi.

b) Models existents

La demanda induïda es pot explicar mitjançant la teoria del mercats. En general, pot ser interpretada com a desplaçaments de la corba de demanda causats per desplaçaments de la corba de l'oferta en resposta a alteracions a les condicions de l'oferta. És a dir, determinats canvis en l'oferta poden generar nous equilibris.

Per exemple, suposem que l'oferta de cert mode de transport augmenta de $S \rightarrow S'$. Si no hi ha demanda induïda:

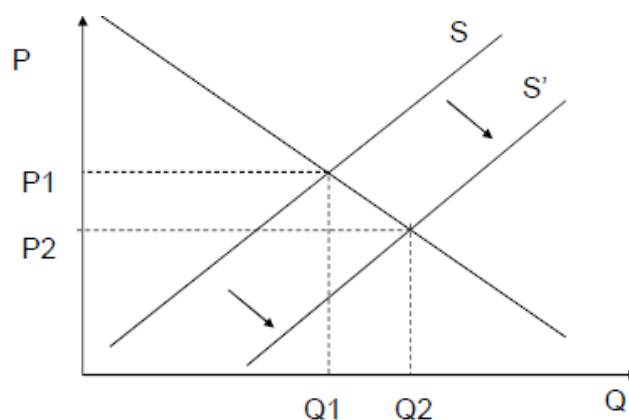


Figura 4.6. Augment de l'oferta de transport en gràfic Oferta-Demanda. Font: Transnova (2010).

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

- El preu de cert mode de transport cau ($P \downarrow$).
- La utilització augmenta ($Q \uparrow$).
- El nou punt d'equilibri al llarg de la corba de demanda és (P_2, Q_2).

En canvi, si hi ha demanda induïda la corba de demanda es desplaça i es poden donar dues situacions:

- Si la demanda es desplaça molt $D \rightarrow D_3$.

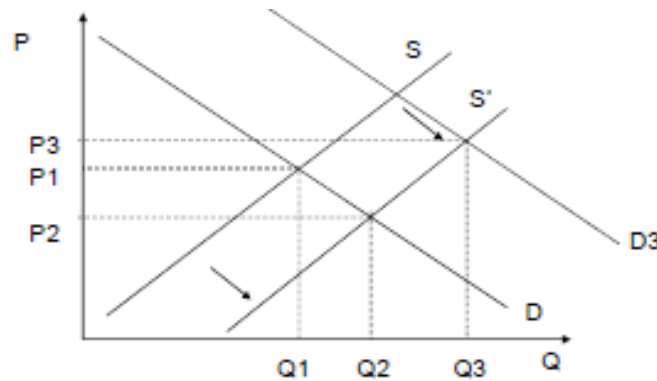


Figura 4.7. Demanda induïda per un augment de l'oferta de transport en gràfic Oferta-Demanda (cas I). Font: Transnova (2010).

$\uparrow P$ i $\uparrow Q$ pel qual es dona un nou equilibri a (Q_3, P_3). En aquest cas no hi ha dubte que es tracta de demanda induïda ja que no pot estar sobre la mateixa corba de demanda.

- Si la demanda es desplaça poc $D \rightarrow D_4$.

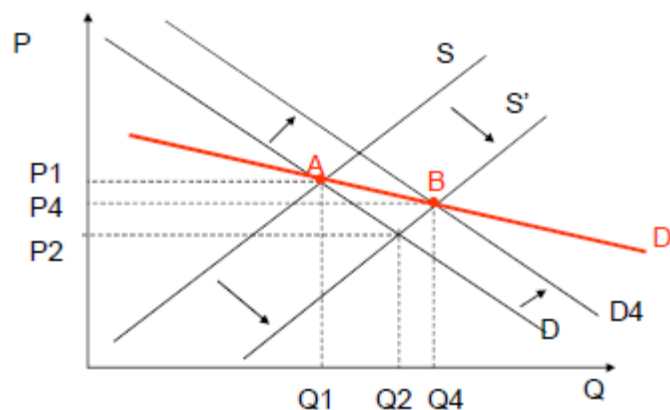


Figura 4.8. Demanda induïda per un augment de l'oferta de transport en gràfic Oferta-Demanda (cas II). Font: Transnova (2010).

$\downarrow P$ i $\uparrow Q$ pel qual també es dona un nou equilibri però a (Q_4, P_4). En aquest cas hi ha demanda induïda però les observacions no són diferenciables de la situació sense demanda induïda on la corba de demanda original sigui D' .

Tot i que el plantejament teòric estableix de forma clara quin és el comportament de la demanda induïda, el cert és que a nivell empíric es troben resultats contradictoris (González i Marrero, 2010).

Alguns autors argumenten que l'oferta i la demanda d'infraestructures de transport són dos variables autònomes i, per tant, la demanda ha de ser entesa com a demanda derivada del conjunt de l'activitat econòmica i de les tendències de la població. Altres no rebutgen l'existència de trànsit induït però el consideren estadísticament no significatiu.

No obstant, existeix un ampli nombre de treballs empírics que mostren que la implantació o ampliació de l'oferta de cert mode de transport origina un augment de viatges i dels quilòmetres recorreguts. Aquesta evidència ha portat a que alguns autors assenyalin que la discussió rellevant no és entorn de si existeix o no trànsit induït sinó sobre la seva rellevància, donades la seva magnitud i significació.

c) Procediments habituals d'estimació

El supòsit habitualment considerat per a l'estimació de la demanda induïda es basa en la disminució de costos d'utilització de transport que es donen amb una nova situació d'oferta.

Per tant, l'estimació d'aquesta demanda es realitza mitjançant l'aplicació de d'aquesta diferència a cada relació origen – destinació.

$$DI_{ij} = UTPU_{ij} * \frac{CPUA_{ij} - CPUF_{ij}}{CPUA_{ij}} \quad (26)$$

on,

DI_{ij} és la demanda induïda entre l'origen i i la destinació j,

$UTPU_{ij}$ és el nombre d'usuaris de transport públic actual entre l'origen i i la destinació j,

$CPUA_{ij}$ són els costos actuals de l'ús de transport públic actual entre l'origen i i la destinació j,

$CPUF_{ij}$ són els costos futurs de l'ús de transport públic entre l'origen i i la destinació j

4.3. Models d'exploració de línies ferroviàries

4.3.1. Introducció

Una xarxa de ferrocarril sol ser operada per tipus de trens que serveixen a mercats heterogenis i diferents, com és el cas de trens de llarga distància i trens regionals. Això condueix a una descomposició natural del sistema en subsistemes o xarxes de subministrament d'acord amb el tipus de tren.

Generalment, les diferents xarxes de subministrament utilitzen alhora les mateixes vies de tren, encara que algunes de les característiques determinants del tipus de tren poden descartar certes parts de la xarxa ferroviària. Per exemple, unitats elèctriques múltiples (EMUs de l'anglès electric multiple units) requereixen vies electrificades i les línies d'alta velocitat tenen restriccions en curvatura de la via.

Paral·lelament, cada subsistema s'articula mitjançant línies. És a dir, serveis caracteritzats per una ruta des de l'estació d'origen a una estació de destinació, les estacions intermèdies servides al llarg de la ruta i la freqüència del servei. Els serveis de passatgers més comuns a Europa són (Goverde, 2005):

- i. Trens d'Alta Velocitat (TAV): els serveis internacionals de passatgers per tren connecten les ciutats més importants a grans velocitats de més de 200 km/h.
- ii. Trens Inter-ciutat (IC): trens interurbans de passatgers que connecten només les estacions nacionals més importants.
- iii. Trens Interregionals (IR): trens de passatgers de distància intermèdia que connecten les principals i grans estacions.
- iv. Trens Aglo/Regionals (AR): trens locals de passatgers que serveixen totes o gairebé totes les estacions d'una ruta urbana o interurbana de petita escala.

D'entre els tipus de servei que s'acaben de comentar, l'àmbit d'aplicació dels trens del tipus AR és l'únic equiparable al que pretén analitzar aquesta tesina. Per aquest motiu, **la recerca de models d'operació de línies ferroviàries existents i els esquemes demogràfics associats se centrarà en sistemes ferroviaris explotats amb trens d'aquest tipus.**

4.3.2. Selecció dels sistemes ferroviaris a analitzar

El procés de selecció ha consistit en una recerca entre principals sistemes ferroviaris del tipus AR existents actualment a l'àmbit europeu que es caracteritzen per paràmetres com la configuració de línies, règim de parades, freqüència, etc.

En aquest cas, la principal premissa ha estat procurar que els sistemes escollits exemplifiquessin tantes realitats d'operació de línies reals i diferents com fos possible. Per aquest motiu s'han analitzat:

- **Tramvies:** trens lleugers de superfície que circulen per àrees generalment urbanes, pels propis carrers sense separació de la resta de la via o amb separacions de petita alçada.
- **Trens-tramvia:** sistema de tren lleuger de transport públic, on els tramvies poden funcionar tant en una xarxa de tramvia urbà com en la línia principal de ferrocarril combinant la flexibilitat del tramvia i la disponibilitat i major velocitat del tren convencional
- **Ferrocarrils suburbans:** sistema de tren que posa en comunicació una ciutat amb les zones pròximes que hi són estretament relacionades

En representació d'aquests sistemes s'han estudiat els casos de Karlsruhe, Kassel, Ginebra, Randstat, Bordeus, Manchester, Mulhouse, Barcelona, Alacant i Graz.

Paral·lelament a aquest procés també s'ha realitzat una anàlisi de la distribució demogràfica entorn els corredors ferroviaris escollits.

4.3.3. Síntesi dels sistemes analitzats

Tal i com ja s'ha comentat anteriorment, de l'anàlisi dels sistemes ferroviaris seleccionats se n'extreu informació en dos plans diferenciats:

- a) Per una banda, s'obté informació sobre l'oferta dels serveis (model d'exploració) a través dels horaris i els plànols esquemàtics de les línies que els operadors acostumen a oferir com a informació als usuaris.
- b) Per l'altra, s'aconsegueix informació relacionada amb la demanda (esquema espacial de la demografia) s'ha obtingut identificant els nuclis urbans de cada sistema ferroviari i caracteritzant-los a partir del seu nombre d'habitants.

Tanmateix, i sobretot pel que fa pel que fa a l'oferta dels serveis, la informació és poc compacta i heterogènia (sobretot els horaris), fet que no facilita la comparativa entre els diferents sistemes analitzats. Conseqüentment, per tal d'evitar aquest inconvenient s'han elaborat fitxes de síntesi de cada un dels casos analitzats que es poden consultar a l'Annex .

L'estructura de les fitxes és la següent:

- Un primer bloc en el que es descriuen de forma genèrica alguns atributs bàsics del sistema. A la vegada, s'inclou un plànol general de la xarxa on generalment es pot identificar el recorregut de les línies així com les seves parades.
- Un segon bloc en el que es resumeixen gràficament el tipus d'operació de les línies del sistema analitzat. Sobre aquest mateix bloc gràfic també es s'indica el nombre d'habitants de cada un dels nuclis urbans servits així com també les distàncies relatives entre ells.

La simbologia utilitzada per representar el tipus d'operació de cada línia és la següent:






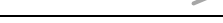
Simbologia	Descripció
	Servei que realitza totes les parades possibles del recorregut
	Servei de ferrocarril suburbà amb poques parades a cada nucli urbà
	Servei tipus directe amb arades només als nuclis indicats amb un punt
	Servei només ofert només als vespres
	Servei de reforç en hora punta
	Servei només en la direcció indicada

Figura 4.9. Simbologia per a la interpretació de les fitxes de l'Annex I. Font: Elaboració pròpia.

A partir de les fitxes s'ha elaborat una síntesi dels models d'exploració (oferta) i dels esquemes demogràfics (demanda) identificats en els 10 sistemes ferroviaris analitzats:

a) Oferta

La taula 4.5 presenta els **15 tipus de models d'exploració** identificats.

Categoria	Nº	Descripció del model d'exploració ³
Tramvia convencional	1	Realitza totes les parades del recorregut
	2	Servei sense recorregut central pel pol principal
Recorreguts parcials	3	Servei únicament amb recorregut central pel pol principal
	4	Connexió dels pols mitjans i petits amb els pols més destacats
	5	Serveis amb recorreguts amb un extrem fixe però de longitud gradual
Semidirectes	6	Serveis amb poques parades a cada nucli
	7	Serveis direccionals amb poques parades al tram final del recorregut
	8	Amb servei exprés l'entrada/sortida d'un pol de certa magnitud
	9	Servei sense parades al tram central
	10	Servei sense parades al tram final i inicial
Directes	11	Amb parada només a l'origen i final del trajecte
	12	Amb una parada a cada pol destacat del recorregut
	13	Servei amb parades als pols més importants i als extrems
Facultatiu	14	Amb recorreguts reduïts les últimes expedicions de la jornada
	15	Amb recorreguts direccionals les últimes expedicions de la jornada










Taula 4.5. Síntesi de models d'exploració detectats en l'anàlisi. Font: Elaboració pròpia.

b) Demanda

Els esquemes espacials de la demografia entorn els corredors ferroviaris analitzats poden ser resumits en els **9 casos** de la taula 4.6.

³ Tots els models d'exploració menys el número 1, 4, 5, 14 i 15 s'ofereixen, com a mínim, en combinació amb serveis tipus tramvia convencionals (amb aturada a totes les parades del corredor).

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Nº	Representació gràfica	Descripció de l'esquema espacial
1		Un nucli urbà predominant i un altre molt més petit situats cadascun a un extrem del corredor ferroviari.
2		Un nucli urbà predominant situat a un extrem del sistema i d'altres de menor dimensió situats al llarg del corredor ferroviari.
3		Dos nuclis urbans predominants situats cadascun a un extrem del corredor ferroviari.
4		Dos nuclis urbans predominants situats cadascun a un extrem sistema i d'altres més petits situats entre ells al llarg del corredor ferroviari.
5		Un nucli urbà predominant situat al centre del sistema i d'altres de menor dimensió situats al llarg del corredor ferroviari.
6		Dos nuclis urbans predominants situats un al centre i l'altre a un extrem del sistema i d'altres de menor dimensió al llarg del corredor ferroviari.
7		Un nucli urbà predominant a un extrem del sistema i dos altres intermedis a l'altre extrem separats de tal manera que, per donar-hi servei, la xarxa ferroviària es bifurca.
8		Un nucli urbà predominant al centre del sistema, un nucli intermedi a un extrem i nuclis petits a l'altre extrem separats de tal manera que, per donar-hi servei, la xarxa ferroviària es bifurca.
9		Un nucli urbà predominant a al centre del sistema i dos altres intermedis a cada extrem separats de tal manera que, per donar-hi servei, la xarxa ferroviària es bifurca.

Taula 4.6. Síntesi d'esquemes espacials detectats en l'anàlisi. Font: Elaboració pròpia.

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

5. MODEL TEÒRIC DE PREVISIÓ DE LA DEMANDA EN UNA XARXA FERROVIÀRIA METROPOLITANA

5.1. Escenaris

5.1.1. Introducció

L'objectiu d'aquest apartat és definir els escenaris en els que es durà a terme l'anàlisi plantejat en aquesta tesina.

Per a la construcció d'aquests escenaris és necessari detectar quines són les variables que caracteritzen el sistema i, dins el seu rang de valors possibles, assignar-los aquells que descriuen les diverses situacions que interessa analitzar. Per tant, cal seguir el següent procés:

- i. **Identificació dels casos** a analitzar d'entre les possibilitats existents a nivell europeu.
- ii. **Identificar les variables** que descriuen aquests casos.
- iii. **Definició dels escenaris** mitjançant l'assignació de valors a les variables que permetin caracteritzar cada una dels casos a analitzar escollits.

Els següents apartats tracta cada un d'aquests aspectes.

5.1.2. Identificació dels casos d'anàlisi

Com s'ha dit anteriorment, el primer pas a seguir a l'hora de definir els escenaris és escollir les situacions que es vol analitzar.

En aquest cas, el que es pretén és analitzar el comportament de la demanda de sistemes ferroviaris urbans i metropolitans de perfils variats. Per tant, es tracta de definir una sèrie de sistemes urbans o metropolitans genèrics que representin cert ventall de realitats. A la vegada, i seguint la línia iniciada en la recerca de referències d'exploració, es definiran escenaris que responguin a realitats europees.

Genèricament, els assentaments urbans actuals europeus estan conformats per pols amb les corresponents funcions econòmiques associades i relacionats entre ells . De fet, les grans ciutats densament poblades acostumen a generar en torn a elles una important regió urbana integrada per nuclis de població i pols de mobilitat.

No obstant, la diversitat urbana europea no és menyspreable i complica la definició d'escenaris suficientment genèrics com per poder ser representatius de tots els tipus de ciutats que s'hi poden trobar. Així i tot, s'ha considerat com una bona eina per identificar aquestes tipologies d'assentaments urbans l'informe *Estat de les ciutats europees* (Direcció General de Política Regional , 2007) que ofereix una base per a la classificació i la comparació entre ciutats del seu propi territori.

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Els criteris considerats per incloure les ciutats a aquesta auditoria urbana van ser principalment la mida i l'estructura econòmica (veure ciutats considerades a la figura 5.1).

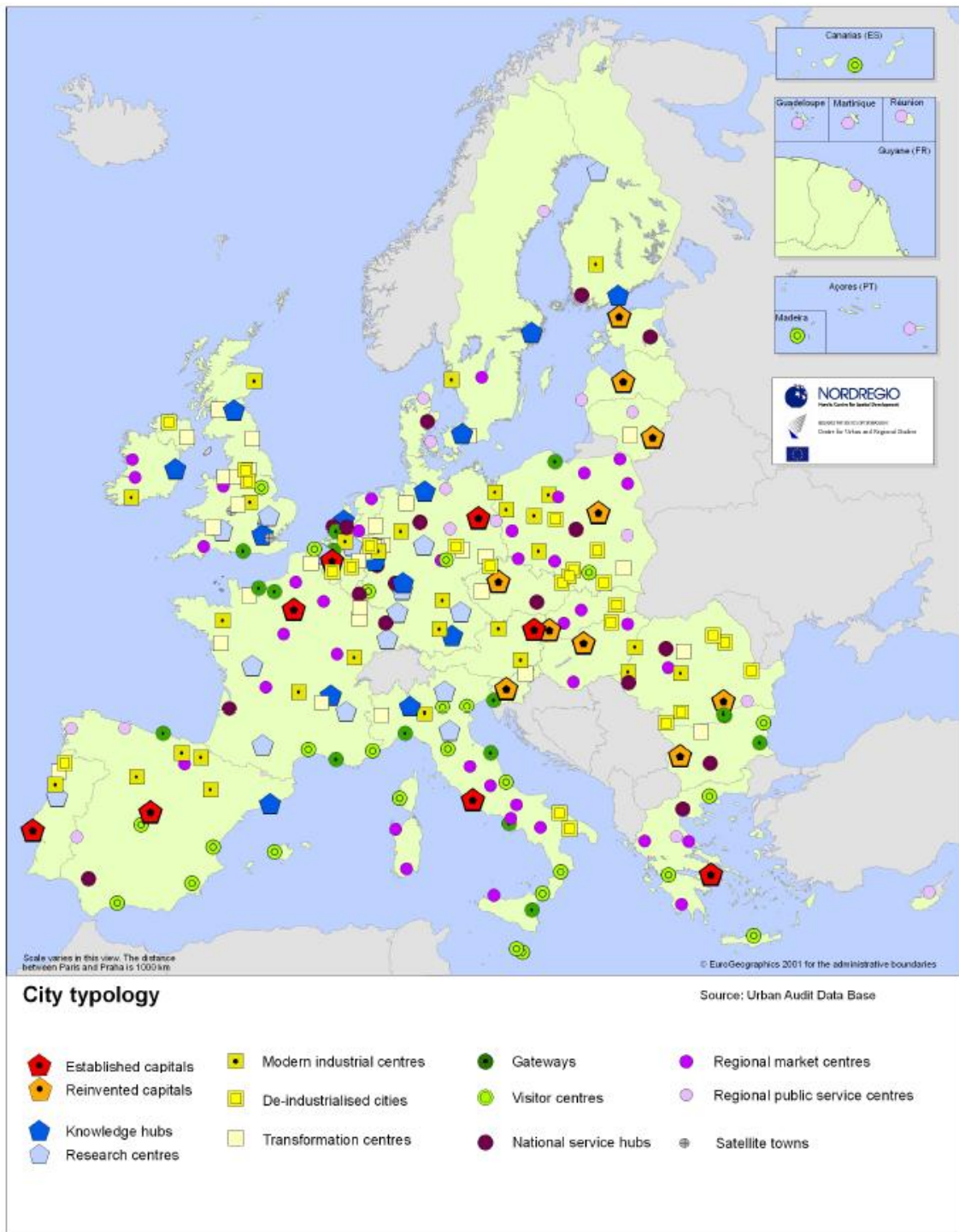


Figura 5.1. Tipologia de ciutats europees segons l'informe Estat de les ciutats europees. Font: Direcció General de Política Regional (CE).

De la mateixa manera que s'ha fet en la recerca de models d'operació, aquest estudi es basarà, en la mesura del possible, en referències europees i, per tant, s'agafarà la classificació de les funcions econòmiques de la ciutat d'aquest informe com a referència (veure taula 5.1):

Nivell	Tipus de ciutat	Principals característiques
PRIMER	<i>Nuclis de coneixement</i>	Actors clau de l'economia global, es troben per sobre de la jerarquia nacional urbana i en l'avantguarda de la indústria, els negocis i els serveis financers internacionals gràcies a l'elevat nivell de talent de què disposen i als seus excel·lents connexions amb la resta del món.
	<i>Capitals establertes</i>	Ferment arrelades al cim de les jerarquies urbanes, caracteritzades per la seva base econòmica diversificada i per la concentració de riquesa.
	<i>Capitals reinventades</i>	Líders de la transició, motors d'activitat econòmica per als nous Estats membres.
SEGON	<i>Nuclis nacionals de serveis</i>	Tenen un paper essencial en la jerarquia nacional urbana; exerceixen funcions nacionals clau i, sovint, algunes funcions de capital del sector dels serveis (públics).
	<i>Pols de transformació</i>	Amb un fort passat industrial però en vies de reinventar-se a si mateixes, gestionant el canvi i desenvolupant noves activitats econòmiques.
	<i>Portes d'entrada</i>	Grans ciutats amb infraestructures dedicades (portuàries) que manegen grans fluxos de mercaderies i passatgers internacionals.
	<i>Centres industrials moderns</i>	Plataformes d'activitats multinacionals, així com d'empreses locals que exporten a l'exterior, es caracteritzen pel seu elevat nivell de innovació tecnològica.
	<i>Centres de recerca</i>	Centres de recerca i educació superior, incloses les activitats de les empreses relacionades amb la ciència i la tecnologia; aquests centres estan ben connectats a les xarxes internacionals.
	<i>Centres de visitants</i>	Manegen grans fluxos de persones d'origen nacional o internacional i compten amb un sector de serveis orientat cap al turisme.
TERCER	<i>Ciutats desindustrialitzades</i>	Amb una forta base industrial (pesada), que està en declivi o en recessió.
	<i>Centres regionals de mercat</i>	Compleixen una funció fonamental en la seva regió, sobretot en termes de serveis personals, de negocis i financers, inclosos els hotels, els comerços i els restaurants.
	<i>Centres regionals de serveis públics</i>	Tenen un paper fonamental en la seva regió, sobretot des del punt de vista administratiu, sanitari i educatiu.
	<i>Ciutats satèl·lit</i>	Són petites ciutats que tenen un paper específic en aglomeracions de major dimensió.

Taula 5.1. Tipologia de ciutats europees segons l'informe Estat de les ciutats europees. Font: Direcció General de Política Regional (CE).

Entre aquests tipus de ciutats, destaquen en un primer nivell els nuclis internacionals d'Europa, o centres internacionals amb influència paneuropea o fins i tot global. En segon lloc, es pot observar una àmplia sèrie d'urbs especialitzades. Aquestes exerceixen (en potència) un paper internacional important en, almenys, determinats aspectes de l'economia urbana. En tercer lloc, poden distingir nombroses polaritats regionals que en molts sentits poden considerar els pilars de les economies regionals europees del passat, el present i el futur.

Per l'anàlisi, s'han reduït les 13 tipologies de ciutat proposades per l'informe de la CE a 5 mitjançant l'agrupació d'aquelles amb característiques afins a efectes de la modelització; és a dir, **s'han agrupat sota un mateix tipus de ciutat aquelles amb iguals funcions econòmiques principals.**

La classificació plantejada en aquest estudi doncs, es basarà en els cinc tipus de ciutat següents:

- 1) Nuclis nacionals: ciutats que estan al capdamunt de la jerarquia nacional urbana. Tenen una **base econòmica diversificada** i assumeixen funcions de capital **polític-administrativa**.
- 2) Nuclis de coneixement i recerca: es troben a l'avantguarda de la **recerca i l'educació** i de les activitats empresarials que se'n deriven; és a dir **indústria, negocis i finances**.
- 3) Nuclis industrials: destaquen per la seva forta **industrialització** i les infraestructures dedicades.
- 4) Centres de visitants: amb fluxos de persones d'origen nacional o internacional i compten amb un sector de serveis orientat cap al **turisme**.
- 5) Centres regionals: compleixen papers fonamentals a la seva regió on ofereixen serveis **administratius, sanitaris, educatius, de lleure, de negocis i financers**.

5.1.3. Identificació de les variables

Com ja s'ha vist a l'apartat 0, entre les eines de suport a la planificació de línies ferroviàries s'ha considerat que les que s'adeqüen més a les necessitats d'aquest estudi són els models de previsió de demanda de viatgers. Aquests models presenten l'estructura clàssica de quatre etapes i per tant cada una d'elles requereix un model matemàtic per a la seva implementació.

De fet, al punt 4.2 es fa un repàs pels models matemàtics més habituals en cada una de les etapes i se'n escull raonadament el més apropiat per als propòsits d'aquest estudi. De forma sintètica, models escollits en cada etapa i la seva justificació (consultar el detall a l'apartat 4.2) han estat:

- Etapa de **Generació de viatges**: el model escollit és la **Taxa de Generació de Viatges (TGV)** ja que tot i que presenta importants requeriments d'informació de partida permet treballar amb taxes proporcionades per publicacions de referència.
- Etapa de **Distribució de viatges**: el model escollit és el **Gravitacional** ja es pot construir només amb les matrius O_i i D_j i parametritzant els coeficients de la seva funció de costos que, en aquest cas serà del tipus exponencial.
- Etapa de **Repartiment modal de viatges**: el model escollit és el **Logit** per una major simplicitat en termes interpretatius i computacionals enfront el model Probit, l'alternativa disponible per a models de resposta dicotòmica.
- Etapa d'**Assignació a la xarxa**: **No serà necessària la construcció d'un model** per a l'etapa d'assignació a la xarxa. El marc teòric sobre el que es pretén construir el model de demanda només considera una ruta per a cada parell de punts ij i mode. És a dir, un cop realitzat el repartiment modal l'assignació a la xarxa serà directa i només hi haurà disponible una sola ruta per vehicle privat i una altre per al ferrocarril.

Cada un dels models escollits pot ser ajustat mitjançant algunes de les seves variables definitòries permeten caracteritzar diferents escenaris en funció del valor assumit per cada una d'elles. La taula 5.2 és una síntesi d'aquestes variables segons l'etapa del model teòric al que pertanyen:

Etapa	Model escollit	Variable a parametritzar	Variable que caracteritza:	
			Oferta	Demanda
Generació	TGV	Tipus i Intensitat dels usos del sòl		X
Distribució	Gravitacional	Paràmetre β de la funció exponencial		X
Repartiment modal	Logit	Costos out-of-pocket	X	
		Valor monetari del temps		X
		Distància interparada	X	
		Interval de pas del servei	X	
		Velocitat comercial	X	

Taula 5.2. Variables a parametritzar segons etapa.

A les dues últimes columnes de la taula anterior es pot veure si la variable està relacionada amb l'oferta o bé es tracta d'una variable que defineix el perfil de la demanda.

En els següents apartats es fa una valoració de cada una d'elles tenint en compte aquesta darrera classificació.

a) Perfil de la demanda:

La demanda de transport es mesura en la necessitat que tenen els individus de realitzar activitats que impliquen desplaçaments; per exemple, anar a la feina, portar els nens a l'escola, anar al teatre, al metge, etc.

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

En general, aquesta demanda té certa relació amb la població del propi àmbit d'estudi però no depèn exclusivament d'aquest aspecte. Per il·lustrar aquesta afirmació es posarà l'exemple d'un aeroport on, l'activitat del mateix genera certs viatges vinculats directament a la demografia de l'àmbit on es troba, però molts altres relacionats més aviat amb les activitats econòmiques que es desenvolupen en els seu àmbit d'influència, per exemple l'activitat turística. Així doncs, es pot dir que la demanda de transport està relacionada amb la capacitat que té el propi àmbit per generar mobilitat.

En conseqüència, el més adient es treballar a partir de la definició de **pols generadors de mobilitat** ja que és un concepte més complet que també permet tenir en compte la mobilitat generada per la pròpia activitat econòmica de l'àmbit d'estudi.

Assumint les consideracions anteriors, es podrà definir el perfil de demanda dels àmbits d'anàlisi a partir de les variables de la Taula 5.2. És a dir, es definirà:

- la seva **funció econòmica** a partir **del tipus i intensitat dels usos del sòl**,
- la **distribució de la durada dels viatges** que s'hi generen a partir de del **paràmetre β** de la funció exponencial i
- el **valor monetari del temps** associat als viatges.

A continuació es fa un revisió de cada una dels aspectes comentats.

Funció econòmica

La funció d'un pol generador de mobilitat és l'activitat principal que es realitza en ell, de la qual depèn la seva economia i, conseqüentment, serveix per relacionar-lo amb el territori circumdant. Les funcions més habituals i significatives són:

- **Comercial:** es dediquen al comerç per a l'abastament i subministrament de la població que hi resideix. L'elevat preu del sòl urbà i la recerca d'estacionament per als usuaris fa que els hipermercats i grans superfícies comercials se situïn a les afores de les ciutats. En canvi, les botigues especialitzades en productes concrets i de major valor s'acostumen a col·locar a llocs centrals.
- **Industrial:** aquesta activitat econòmica segueix tenint un pes específic important a les ciutats mitjanes i petites. Actualment se situa a les afores de les ciutats, habitualment en polígons industrials perifèrics a la mateixa.
- **Polític-administrativa:** es dona en nuclis de nivell regional o nacional. La superfície destinada a aquesta funció estarà relacionada a la categoria de la ciutat i a les seves necessitats.
- **Educativa:** pròpia de les ciutats universitàries on es dediquen a estudis i serveis interns la qual cosa també inclou funcions turístiques, culturals i administratives.
- **Turística:** es caracteritzen per oferir serveis turístics i per la component de població flotant vinculada a l'estacionalitat de la pròpia l'activitat.

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

- **Hospitalària:** les seves activitats giren al voltant de les persones que arriben a ella a la recerca de salut. La seva ubicació depèn del rang del servei que ofereixen i de l'espai que es necessiti per oferir-lo.

Distribució de la durada dels viatges

Com ja s'ha explicat a l'apartat 4.2.3, la distribució de la durada de viatges en modes motoritzats en àrees urbanes té una forma recurrent que en aquest estudi s'ajustarà mitjançant els paràmetres β de la funció exponencial utilitzada.

Aquesta distribució també està fortament vinculada a altres aspectes com són:

- **Rang de població i extensió** del propi sistema (urbà o metropolità) analitzat.
- La **disponibilitat i qualitat de les infraestructures** necessàries per realitzar els desplaçaments.
- **L'autocontenció** de les zones que configuren el sistema.

A la vegada, aquests aspectes tenen molt a veure amb el tipus de sistema urbà que s'analitza. En aquest sentit, tal i com s'observa a la figura 5.2, l'informe *Estat de les ciutats europees* (Direcció General de Política Regional, 2007) també arriba a una conclusió sobre el llaç entre la tipologia de ciutat i el seu rang de població usual:

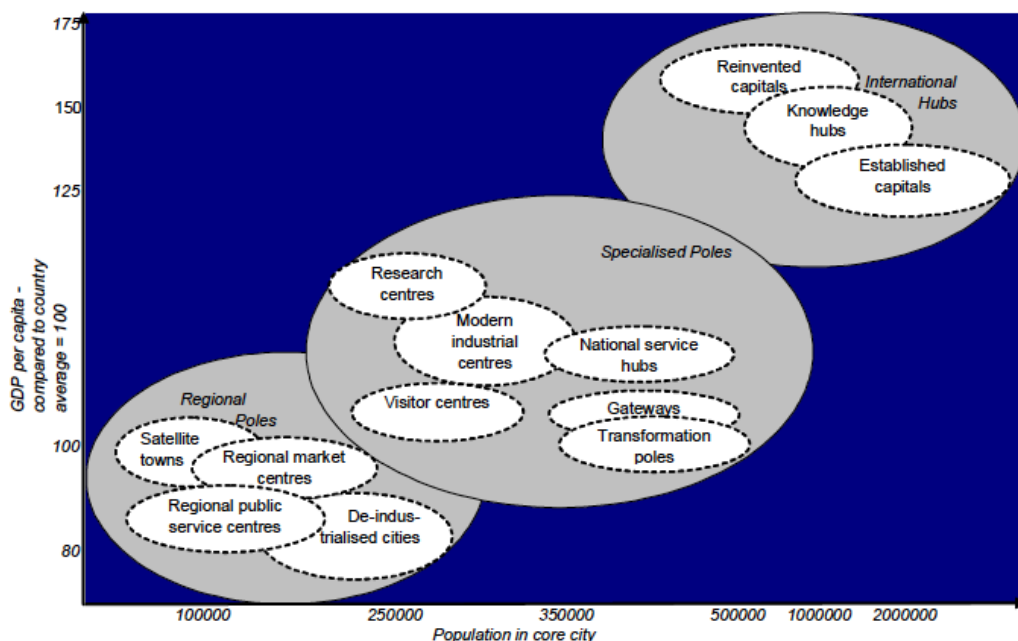


Figura 5.2. Relació entre funció i població de les ciutats europees. Font: Direcció General de Política Regional (CE).

Per altra banda, l'informe també distingeix entre les ciutats amb activitats econòmiques centrifugades a la perifèria de la ciutat i amb infraestructures adequades per accedir-hi i les ciutats que concentren la seva funció econòmica predominant al "centre" i que presenten un

incipient desenvolupament d'infraestructures. Per tant, es pren aquesta línia divisòria per diferenciar entre les ciutats amb disponibilitat i qualitat d'infraestructures i les que no.

Per acabar, a l'informe també es troben algunes referències de caràcter qualitatiu al fet que les ciutats que presenten nivells més alts d'autocontenció solen ser les que tenen com a funció econòmica predominant la industrial.

Per tant, en base a les diverses classificacions presentades a l'informe de la Direcció General de Política General, es proposen tres possibles valors per la variable β de la funció exponencial:

- **Alt:** Nuclis urbans amb rang de població i extensió baixos + Funció econòmica principal al centre de la ciutat + Infraestructures incipients.
- **Mitjà:** Nuclis urbans amb rang de població i extensió intermedis + Funció econòmica principal al centre de la ciutat + Infraestructures relativament desenvolupades.
- **Baix:** Nuclis urbans amb rang de població i extensió elevada + Funció econòmica principal total o parcialment a la perifèria + Infraestructures desenvolupades.

Segons la classificació anterior, s'ha considerat que els Nuclis nacionals i els Nuclis de coneixement tindran valors de β baixos degut a que habitualment aquestes ciutats presenten les majors dimensions de l'àmbit europeu i, conseqüentment, la durada dels viatges elevada. Pels Nuclis industrials també s'ha considerat un valor baix de β ja que, tot i que aquestes ciutats presenten dimensions variades, l'activitat econòmica se sol concentrar a les afores implicant desplaçaments de certa durada. Quant als Centres de visitants, s'ha considerat que es dona una important quantitat de viatges de curta durada relacionats amb la mobilitat no obligada estacional i per tant, valors alts de β . Finalment, pels Centres regionals s'ha tingut en compte un valor mig de β condicionat per la mida intermèdia habitual d'aquest tipus de ciutat.

En conclusió doncs, la distribució de la durada dels viatges que es generin en l'àmbit a analitzar es pot relacionar amb la tipologia de sistema urbà de la següent manera:

Ciutat	Valors de β	Distribució dels viatges
Nuclis nacional	Baix	Nuclis grans que gaudeixen d'una àmplia i de qualitat xarxa de transports.
Nuclis de coneixement	Baix	També són grans nuclis grans amb una àmplia xarxa de transports.
Nuclis industrials	Baix	Les zones industrials es troben a la perifèria del nucli principal i per tant impliquen desplaçaments de certa durada.
Centres de visitants	Alt	Demanda estacional i amb desplaçaments relativament curts.
Centres regionals	Mitjà	Nuclis mitjans i petits però amb demanda de la seva regió.

Valor monetari del temps

En l'economia del transport, el valor del temps és el cost d'oportunitat del temps que un viatger passa en el seu viatge. En essència, això fa que sigui la quantitat que un viatger estaria disposat a pagar per estalviar temps, o la quantitat que acceptarien com a compensació pel temps perdut.

Aquests valors s'utilitzen per calcular els costos no monetaris incorreguts com a part d'un viatge, de manera que el cost generalitzat del viatge es pugui calcular com una combinació dels costos monetaris i no monetaris.

El valor del temps (VdT) varia considerablement de persona a persona depenent de factors com ara **l'ingrés de el viatger individual** i la **finalitat del viatge**. Per una banda doncs, el seu valor acostuma a estar relacionat amb la renda mitjana del país o regió en els que s'avalua aquesta variable. Per l'altra, el VdT és més elevat quan el viatge es fa per motius de treball que si es fa amb propòsits purament de lleure. Per tant, tenint en compte els valors que consten a l'informe *Estat de les ciutats europees* (Direcció General de Política Regional , 2007) per aquests aspectes s'han definit tres possibles valors per la variable VdT:

- **Alt:** Nuclis urbans amb ingressos mitjos per habitant elevats + Proporció de viatges per motius de treball enfront viatges per motiu de lleure elevada.
- **Mitjà:** Nuclis urbans amb ingressos mitjos per habitant intermedis o baixos + Proporció de viatges per motius de treball enfront viatges per motiu de lleure elevada.
- **Baix:** Nuclis urbans amb ingressos mitjos per habitant intermedis o baixos + Proporció de viatges per motius de treball enfront viatges per motiu de lleure baixa.

Seguint la classificació anterior, s'ha considerat que els Nuclis nacionals i els Nuclis de coneixement tindran valors del VdT elevats degut a que les rendes associades a aquest tipus de ciutat són elevades i una gran majoria dels desplaçaments que s'hi generen es fan per motius laborals. Pels Nuclis industrials i els Centres regionals s'ha considerat un valor mig de VdT ja que aquestes ciutats presenten rendes entre mitjanes i baixes i la motivació dels desplaçaments que s'hi generen és diversa . Quant als Centres de visitants, s'ha considerat un VdT baix ja que, independentment de la renda associada al tipus de ciutat, s'hi realitzen molts més desplaçaments de lleure que en els altres tipus de ciutat.

Així, la distribució de la durada dels viatges que es generin en l'àmbit a analitzar es relacionarà amb la tipologia de sistema urbà de la següent manera:

Ciutat	Valors del VdT	Renda Mitjana i Finalitat del Viatge
Nuclis nacional	Alt	Nuclis amb una renda mitjana elevada i amb molts desplaçaments relacionats amb l'activitat laboral.
Nuclis de coneixement	Alt	Nuclis també amb una renda mitjana alta i amb una important quota de desplaçaments laborals.
Nuclis industrials	Mig	Es realitzen desplaçaments relacionats amb la pròpia activitat però la renda mitjana d'aquests nuclis no és tan elevat com la de les ciutats de rang superior.
Centres de visitants	Baix	Es fan molts desplaçaments per motius recreatius
Centres regionals	Mitjà	La renda mitjana d'aquests àmbits és intermèdia i les motivacions dels viatges que s'hi generen són diversos.

b) Perfil de l'oferta

L'oferta d'una xarxa de transport públic en general, es pot caracteritzar a partir de diversos atributs com poden ser la seva longitud total, el nombre de línies i parades, la cobertura o el tipus de servei entre molts altres.

Per tant, es podran definir diversos perfils d'oferta en els àmbits d'anàlisi a partir de les variables de la Taula 5.2. És a dir, es definirà:

- **l'interval de pas, la distància interparada i la velocitat comercial** de cada servei a partir del **model d'exploració** i
- els costos **out-of-pocket** caracteritzats per la **tarifa d'accés** al servei.

A continuació es fa una revisió dels aspectes comentats.

Interval de pas, Distància interparada i Velocitat comercial

La *distància interparada* i la *velocitat comercial* són aspectes de l'oferta de transport que queden implícitament especificats a través del model d'exploració (veure síntesi de models d'operació de ferrocarrils d'àmbit metropolità existents actualment de l'apartat 4.3). Pel que fa a l'*interval de pas*, s'ha fixat el màxim possible de cada tipus de servei tenint en compte, de forma aproximada, la capacitat del corredor analitzat.

Costos out-of-pocket

Els costos *out-of-pocket* són despeses directes procedents de fons propis generalment efectuades en efectiu, és a dir, desemborsaments. Es tenen en compte en la definició dels costos generalitzats de cada viatge que s'efectua dins el sistema analitzat i són diferents segons el mode de transport al que fan referència.

En el cas del transport públic, aquest cost s'associa directament amb la tarifa d'accés a la xarxa, considerada com la tarifa mitjana ponderada del conjunt de viatges que es realitzen dins un sistema. Pels viatges en vehicle privat s'han considerat les despeses percebudes en el moment de la realització del viatge, és a dir, despeses de carburant i, en el cas de donar-se, altres com el tiquets d'aparcament, etc. Com es veurà més endavant al capítol 5.2.1, el fet de considerar només les despeses percebudes es deu a que com a variable explicativa del model de distribució modal es tindrà en compte la relació (C_{pu}/C_{pr}); és a dir, els costos generalitzats de cada possible viatge amb ferrocarril respecte als costos de realització del mateix viatge en vehicle privat. Per tant, la variable explicativa no són els costos en sí sinó la relació que entre ells.

D'aquestes dues facetes, el cost del carburant se suposarà independent del tipus d'escenari ja que el seu cost ve fixat per factors macroeconòmics. Tanmateix, la tarifa d'accés al sistema dependrà de factors de diversa índole com, per exemple, les polítiques en matèria de transports i el nivell de vida de l'àmbit analitzat, entre altres. Per tant, cada tipus de forma d'operació es pot analitzar en un subescenari en el que la tarifa d'accés sigui elevada i un altre en el que sigui baixa.

Es proposa analitzar la resposta del sistema per dos valors extrems d'aquesta variable *de desemborsament (tarifa d'accés)*:

- **Alt:** Corresponent a la tarifa més elevada dels sistemes analitzats
- **Baix:** Corresponent a la tarifa més baixa dels sistemes analitzats.

Per obtenir els resultats dins d'un **rang de valors possibles**.

5.1.4. Definició d'escenaris

En aquest punt es defineixen els escenaris en els que es vol analitzar la resposta del sistema. Per aconseguir-ho s'escolliran els valors més probables de les variables clau analitzades tant per l'oferta com per la demanda i es faran certes hipòtesis complementàries sobre el seu comportament.

a) Escenaris de demanda

Per començar, la base dels escenaris de demanda la constitueixen els cinc àmbits de demanda identificats al punt 5.1.2 d'aquest mateix capítol. Per tant, a la taula 5.3 es fa una síntesi de les característiques de cada un d'ells i que ja han estat justificades al llarg de l'apartat 5.1.3

TIPUS D'ÀMBIT	VALORS DE LES VARIABLES	HIPÒTESIS COMPLEMENTÀRIES
<i>Nuclis nacionals</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Funció político-administrativa + base diversificada. - $\beta \rightarrow$ Baix - VdT \rightarrow Alt 	<ul style="list-style-type: none"> - Tenen una base econòmica diversificada i assumeixen funcions de capital político-administrativa. - Nuclis grans que gaudeixen d'una àmplia i de qualitat xarxa de transports que permet realitzar desplaçaments de certa durada. - La renda mitjana en aquests nuclis és molt elevada i s'hi realitzen molts desplaçaments relacionats amb l'activitat laboral.
<i>Nuclis de coneixement i recerca</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Funció educativa, industrial, sanitària, negocis i finances. - $\beta \rightarrow$ Baix - VdT \rightarrow Alt 	<ul style="list-style-type: none"> - Es troben a l'avantguarda de la recerca i l'educació i de les activitats empresarials que se'n deriven; és a dir indústria, sanitat, negocis i finances. - També tenen una xarxa de transports que permet realitzar desplaçaments de certa durada. - El nivell econòmic d'aquests nuclis és elevat i s'hi realitzen molts desplaçaments relacionats amb l'activitat laboral.
<i>Nuclis industrials</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Funció industrial. - $\beta \rightarrow$ Baix - VdT \rightarrow Mitjà 	<ul style="list-style-type: none"> - Destaquen per la seva forta industrialització i les infraestructures dedicades. - Tenen una xarxa de transports que permet realitzar desplaçaments de certa durada i les zones industrials es troben a la perifèria del nucli principal. - Es realitzen desplaçaments relacionats amb la pròpia activitat però la renda mitjana d'aquests nuclis és mitjana.





TIPUS D'ÀMBIT	VALORS DE LES VARIABLES	HIPÒTESIS COMPLEMENTÀRIES
<i>Centres de visitants</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Funció turística. - $\beta \rightarrow$ Alt - VdT \rightarrow Baix 	<ul style="list-style-type: none"> - Presenten fluxos de persones d'origen nacional o internacional i compten amb un sector de serveis orientat cap al turisme. - Tenen una xarxa de transports que permet realitzar desplaçaments de certa durada però té un marcat perfil estacional i els desplaçaments que s'hi fan són relativament curts. - Es fan molts desplaçaments per motius recreatius i per tant, la capacitat econòmica del propi àmbit té menys importància relativa que en altres àmbits.
<i>Centres regionals</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Funció administrativa, sanitària, educativa i de lleure. - $\beta \rightarrow$ Mitjà - VdT \rightarrow Mitjà 	<ul style="list-style-type: none"> - Ofereixen a la seva regió serveis administratius, sanitaris, educatius i de lleure. - La xarxa de transports no és equiparable a la dels nuclis anteriors i està especialment desenvolupada en l'àmbit estrictament urbà. - La renda mitjana d'aquests àmbits és intermèdia i es pot considerar que s'hi generen desplaçaments en proporcions equiparables tant per motius de feina com d'altre tipus.

Taula 5.3. Síntesi de les característiques del perfil de la demanda. Font: Elaboració pròpia.

On β és la variable de la funció de costos del model de generació de viatges i VdT és el valor monetari del temps associat als desplaçaments realitzats en el sistema de transport.

Aquests àmbits de demanda necessàriament s'apliquen a esquemes espacials concrets. És a dir, a configuracions en l'espai físic dels pols generadors de la demanda definides a partir de les distàncies relatives físiques entre ells. Per tant, cada un dels àmbits s'haurà de valorar sobre una disposició espacial dels pols de demanda concreta.

En aquest cas s'han escollit els quatre esquemes espacials de demanda entorn sistemes de ferrocarril metropolitans més comuns dels nou casos identificats al punt 4.3:

Nº	Representació gràfica	Descripció de l'esquema espacial
1		Un nucli urbà predominant situat a un extrem del sistema i d'altres de menor dimensió situats al llarg del corredor ferroviari.
2		Dos nuclis urbans predominants situats cadascun a un extrem sistema i d'altres més petits situats entre ells al llarg del corredor ferroviari.
3		Un nucli urbà predominant situat al centre del sistema i d'altres de menor dimensió situats al llarg del corredor ferroviari.
4		Un nucli urbà predominant a un extrem del sistema i dos altres intermedis a l'altre extrem separats de tal manera que, per donar-hi servei, la xarxa ferroviària es bifurca.

Taula 5.4. Esquemes espacials considerats en la definició d'escenaris de demanda. Font: Elaboració pròpia.

b) Escenaris d'oferta

Els escenaris d'oferta estaran determinats per característiques del servei ferroviari com la velocitat comercial, la distància interparada i l'interval de pas. Tanmateix, tal i com s'ha justificat en l'apartat 5.1.3 aquestes característiques queden implícitament definides amb el model d'exploració del servei. Per tant, s'ha fet una selecció dels 12 models d'exploració més habituals en l'àmbit europeu d'entre un total de 15:

Categoria	Codi	Descripció del model d'exploració ⁴
Tramvia convencional	FER_01	Realitza totes les parades del recorregut
Recorreguts parcials	FER_02	Servei sense recorregut central pel pol principal
	FER_03	Connexió dels pols mitjans i petits amb els pols més destacats
	FER_04	Serveis amb recorreguts amb un extrem fixe però de longitud gradual
Semidirectes	FER_05	Serveis amb poques parades a cada nucli
	FER_06	Serveis direccionals amb poques parades al tram final del recorregut
	FER_07	Amb servei exprés l'entrada/sortida d'un pol de certa magnitud
	FER_08	Servei sense parades al tram central
Directes	FER_09	Amb parada només a l'origen i final del trajecte
	FER_10	Amb una parada a cada pol destacat del recorregut
	FER_11	Servei amb parades als pols més importants i als extrems
Facultatiu	FER_12	Amb recorreguts reduïts les últimes expedicions de la jornada

Taula 5.5. Esquemes espacials considerats en la definició d'escenaris d'oferta. Font: Elaboració pròpia.

⁴ Tots els models d'exploració menys el FER_01, FER_03, FER_04 i FER_12 s'ofereixen, com a mínim, en combinació amb serveis tipus tramvia convencionals (amb aturada a totes les parades del corredor).

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Per altra banda, cal tenir en compte que cada un dels models d'exploració considerats s'implementa de forma diferent segons l'esquema espacial sobre el que s'analitza. A la taula 5.7 es pot consultar el detall de dels 12 models d'exploració seleccionats en cada un dels quatre esquemes espacials de la demanda. La llegenda per a la seva interpretació és la que es mostra a la taula

Simbologia	Descripció
	Servei que realitza totes les parades possibles del recorregut
	Servei de ferrocarril suburbà amb poques parades a cada nucli urbà
	Servei de ferrocarril suburbà només en la direcció indicada
	Servei tipus directe amb arades només als nuclis indicats amb un punt

Taula 5.6. Llegenda per a la interpretació de la taula 5.7.

		Esquema espacial			
Tipologia	Codi				
Tramvia convencional	FER_01				
Recorreguts parcials	FER_02				
	FER_03				
	FER_04				
Semidirectes	FER_05				
	FER_06				
	FER_07				
	FER_08				
Directes	FER_09				
	FER_10				
	FER_11				
Facultatiu	FER_12				

Taula 5.7. Detall dels models d'exploració en funció de l'esquema espacial. Font: Elaboració pròpia.

Complementàriament, aquests escenaris d'oferta de base s'han acabat de matisar amb la variable de costos out-of-pocket que, com ja s'ha vist anteriorment, fa referència a la tarifa d'accés al servei.

5.1.5. Síntesi

En resum, els escenaris a analitzar són els que es mostren a la figura 5.3:

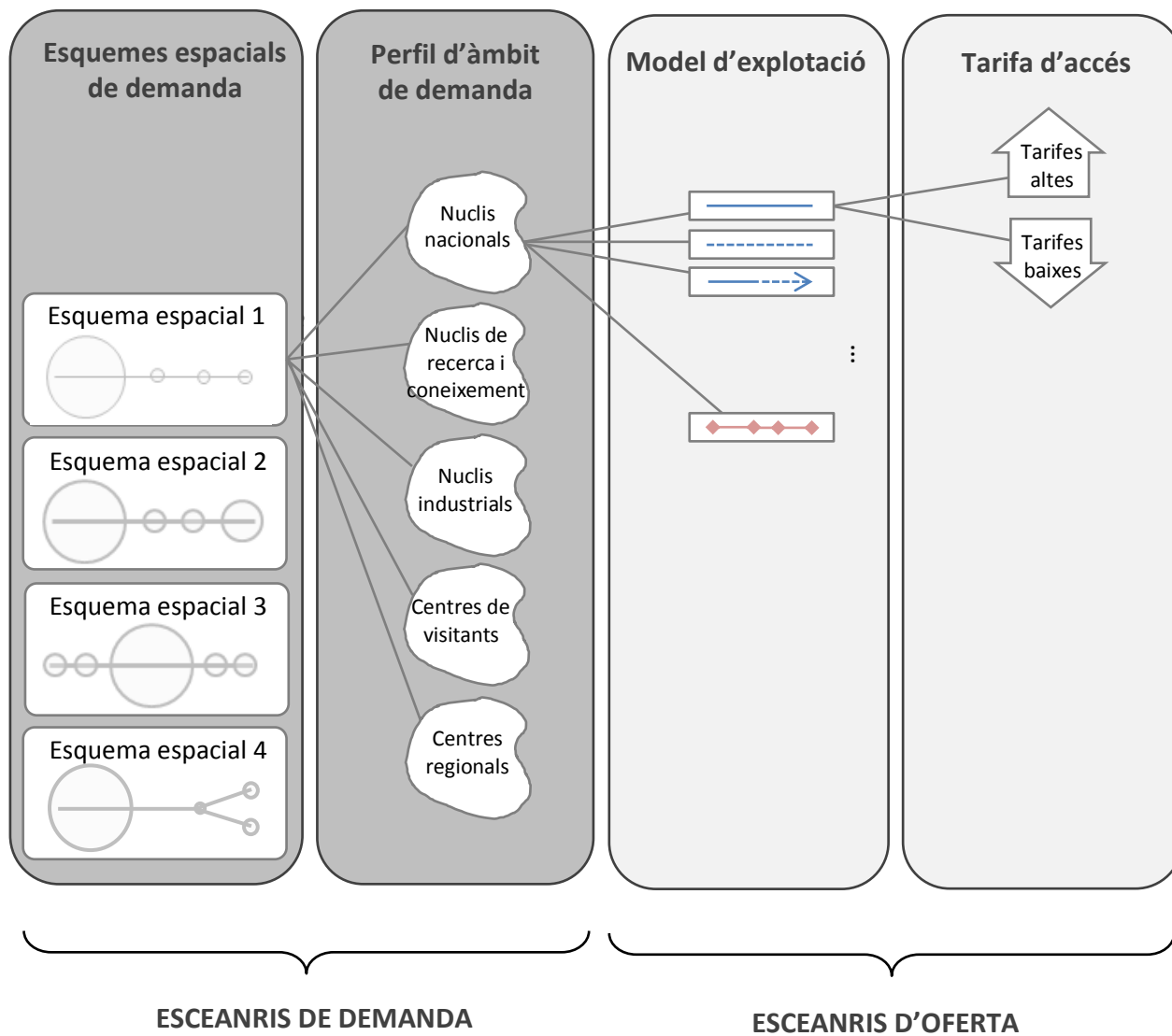


Figura 5.3. Resum d'escenaris. Font: Elaboració pròpia.

En total s'han definit:

- 4 esquemes espacials de la demanda
- 5 àmbits generadors de mobilitat
- 12 models d'exploració de ferrocarril
- els 2 extrems del preu de la tarifa d'accés al sistema

Per tant, es plantegen 20 escenaris de demanda i 12 escenaris d'oferta. Això suposa un total **240 escenaris** d'anàlisi on addicionalment, els resultats obtinguts per cada un d'ells es podran acotar dins d'un rang de valors possibles mitjançant els 2 valors extrems de tarifa d'accés definits.

5.2. Avaluació de la demanda

5.2.1. Metodologia i hipòtesis de càlcul

En el cas que ocupa aquesta tesina, l'objecte a modelitzar és la captació de viatgers per part del mode ferroviari respecte la mobilitat total. Com que es considera un sistema bimodal (ferrocarril i vehicle privat) la mobilitat total estarà constituïda pels viatges realitzats en ferrocarril i els viatges realitzats en vehicle privat.

El model de previsió de la demanda seleccionat, tal i com ja ha estat explicat a l'apartat 4.2 correspon al model clàssic de transports i s'estructura en 4 etapes per cada una de les quals s'ha escollit un model matemàtic:

- **Generació de viatges** → Mètode de la Taxa de Generació de Viatges
- **Distribució de viatges** → Model Gravitacional
- **Repartiment modal** → Model Logit
- **Assignació a la xarxa** → En aquest cas no es requereix model.

El seu procés d'aplicació consisteix en l'aplicació seqüencial de cada una de les etapes en el mateix ordre en el que s'acaben d'enumerar de manera que el resultat obtingut en cada etapa és l'input de la següent. Per aquest motiu, a continuació s'explica fase a fase les dades de partida necessàries, les hipòtesis addicionals formulades i el resultat obtingut.

Etapa de Generació de Viatges

Les prediccions de viatges produïts i atrets s'han fet a partir dels ratis de generació publicats per l'Institute of Transportation Engineers (ITE, 2008) al document "Trip Generation". Per tant, en primer lloc s'han escollit els ratis del catàleg de l'ITE que representen les diferents funcions econòmiques de les ciutats definides en l'apartat 5.1.2. A la taula 5.8 es pot veure aquesta correspondència així com les unitats de cada un dels ratis considerats.

Funció econòmica	Codi ITE	Descripció	Unitats del rati
Residencial	210	Llars unifamiliars	1/Nº persones
	220	Apartaments	1/Nº persones
Educativa	520	Educació infantil/primària	1/Nº estudiants
	522	Educació primària	1/Nº estudiants
	530	Educació secundària	1/Nº estudiants
	550	Educació universitària	1/Nº estudiants
Industrial	130	Polígon industrial	1/Superfície dedicada
	140	Fabricació	1/Superfície dedicada
Polític-administrativa	710	Oficines	1/Superfície dedicada
Turística	310	Hotels	1/Nº habitacions
Comercial	820	Centres comercials	1/Superfície dedicada
Hospitalària	610	Hospitals	1/Nº llits

Taula 5.8. Ratis de l'ITE escollits segons la funció econòmica. Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITE.

Degut a que el nombre de viatges produïts i atrets s'obté a partir del producte entre el rati ITE per la corresponent quantitat d'un ús del sòl (en representació de la funció econòmica) el següent pas a seguir és quantificar aquest últim.

Paral·lelament, i com que la majoria d'estadístiques disponibles sobre la funció econòmica venen donades per l'ús del sòl associat en relació a la població total de l'àmbit al que estan referides, per poder concretar-les cal fer hipòtesis en relació a la població associada a cada un dels escenaris i en concret als esquemes espacials considerats:

- Es tenen en compte **tres categories de pol** generador de mobilitat atenent al seu perfil demogràfic:

Categoria del pol	A	B	C
Rang de població	< 50.000 hab.	50.000-250.000 hab.	> 250.000 hab.

Taula 5.9. Categories de pol de mobilitat en funció de la població associada. Font: Elaboració pròpia.

- Els **usuaris potencials** (considerant només la població de l'àmbit d'influència del ferrocarril) de cada un dels quatre esquemes espacials considerats **són 1.000.000 de viatgers**.

Per tant, els valors considerats en la quantificació de la funció econòmica en escenaris considerats es resumeix a la taula 5.10:

Funció econòmica	Unitats	Rang de valors considerat	Font
Residencial	% habitatges unifamiliars	21% - 47%	(1)
Industrial	ha de sòl industrial / 1.000 hab.	0,8 – 3,2	(1)
Polític-Administrativa	ha d'oficina / 1.000 hab.	0,1 – 0,4	(1)
Comercial	ha de sòl comercial / 1.000 hab.	0,2 – 0,3	(1)
Educativa	Estudiants / 1.000 habitants	26,7 - 29,5 (Infantil)	(2)
		55,2 -57,8 (Primària)	(2)
		81,2 -83,4 (Secundària)	(2)
		36,9 -37,9 (Universitària)	(2)
Turística	Habitacions / 1.000 habitants	21,5 – 31,8	(1)
Hospitalària	Llits / 1.000 habitants	5,4 – 5,8	(2)

⁽¹⁾ Informe de estado de las ciudades europeas (CE, 2008).

⁽²⁾ EUROSTAT (2010)

Taula 5.10. Valors considerats en l'etapa de generació de viatges. Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'Eurostat i la CE.

Com a resultat d'aquesta primera fase, per cada escenari s'han obtingut els viatges produïts i els viatges atrets en cada una de les seves zones.

Etapa de Distribució de Viatges

Per fer els previsions de distribució dels viatges s'ha optat pel model gravitacional ja que el model es pot construir sense calibrar encara que només es disposi de dades de viatges generats provinents del model de la primera fase.

Les dades d'entrada del model, com ja s'ha comentat, són els viatges produïts i atrets per cada una de les zones considerades però també les distàncies entre cada que caracteritzen cada un dels viatges i la seva durada. Per tant, les hipòtesis necessàries en aquesta etapa tenen a veure la longitud i la durada dels viatges que es realitzen dins cada àmbit d'anàlisi són:

- **La distància entre els extrems** dels corredors ferroviaris considerats és de **15 quilòmetres** ja que es tracta d'una distància característica dels sistemes proposats.
- **Els pols de mobilitat** se suposen **repartits homogèniament** al llarg del corredor ferroviari de manera que la distància entre dos pols contigus és igual en un mateix escenari.
- **El paràmetre β** de la funció d'impedància que caracteritza la distribució de la durada dels viatges en cada escenari s'ha ajustat de tal manera que el seu valor més baix limita la durada del 95% dels viatges a 5 minuts i amb el valor més alt només el 50% dels viatges duren menys de 5 minuts. Aquests són valors habituals en la calibració de models de distribució geogràfica de viatges basats en pes relatiu dels atractors (Cárdenas, 2003). Els valors per cada cas es poden trobar a la taula 5.11

Ciutat	Valor qualitatiu	Valor
Nuclis nacional	Baix	0,05
Nuclis de coneixement	Baix	0,05
Nuclis industrials	Baix	0,05
Centres de visitants	Alt	0,5
Centres regionals	Mitjà	0,1

Taula 5.11. Hipòtesis dels valors del paràmetre β . Font: Elaboració pròpia.

Com a resultat d'aquesta fase s'obtenen les matrius OD de mobilitat total.

Etapa de Repartiment Modal

Les previsions de la distribució modal s'han fet mitjançant el model Logit de resposta binària ja que s'està considerant un sistema bimodal.

Les dades d'entrada per la construcció del model han de ser necessàriament observacions reals. Per aquest motiu s'ha treballat amb dades provinents d'estadístiques reals sobre el cas concret del municipi de Palma de Mallorca. L'ajust de la corba Logit s'ha realitzat mitjançant el paquet estadístic R.

En aquest cas la variable explicada és dicotòmica segons el mode utilitzat, pel que resulta adient determinar un model basat en les corbes de tipus *logit*:

$$P(Y=1|X) = F(\alpha + \beta * X) = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \beta * X)}} \quad (27)$$

On α i β són paràmetres a que s'han calibrat i X és la variable explicativa del model.

A l'opció de que el viatger triï el ferrocarril se li dóna valor 1, i 0 a l'alternativa amb vehicle privat. La probabilitat de que aquest sigui el mode considerat depèn de la seva relació amb les variables explicatives (definides com a X) a través d'aquesta corba. La variable explicativa considerada per determinar la captació és la relació entre els costos d'ús del transport públic i del privat (C_{pu}/C_{pr}).

A partir del càlcul dels paràmetres α i β (en aquest cas 1,6 i -0,7) s'obté la probabilitat d'agafar el tramvia o el vehicle privat en funció de les explicatives, probabilitat que aplicada al total de viatgers que hi ha per les diferents relacions d'origen i destinació permetrà determinar quants d'ells seran usuaris del servei ferroviari.

Les hipòtesis necessàries en aquesta etapa són:

- Com a **Valor monetari del Temps (VdT)** s'ha considerat el **salari mitjà** (en €/minut) de les ciutats considerades en l'anàlisi amb un matís: en les ciutats amb un alt percentatge de mobilitat no obligada s'ha aplicat una reducció del 10% en el VdT.




Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Ciutat	Valor qualitatiu	Valor (€/min)
Nuclis nacional	Alt	0,3
Nuclis de coneixement	Alt	0,3
Nuclis industrials	Baix	0,1
Centres de visitants	Baix	0,1
Centres regionals	Mitjà	0,2

Taula 5.12. Hipòtesis dels valors del VdT. Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'Eurostat.

- Com a **tarifa d'accés al servei s'han considerat les dels mateixos sistemes europeus consultats** en aquesta tesina. No obstant, davant la impossibilitat d'accedir a les tarifes mitjanes ponderades de cada un d'ells s'ha treballat amb el cost del bitllet senzill o la tarifa unitària per viatge en el cas de només disposar de títols multiviatge.
 - Tarifa alta: 3€/viatge
 - Tarifa baixa: 0,75€/viatge

Un cop construït el model, la quantitat de viatges de cada escenari que es realitzen en ferrocarril s'obté a partir dels seus costos generalitzats. Les hipòtesis complementàries necessàries per caracteritzar els costos de viatge en els escenaris plantejats són.

	Servei que s'atura a totes les parades possibles del recorregut	Servei suburbà amb poques parades a cada nucli urbà	Servei directe amb arades només als nuclis indicats amb un punt
			
Velocitat comercial	18 km/h	40 km/h	60 km/h
Radi d'accés a la parada ⁵	250 m-500 m	500 m-1000 m	1000 m-2000 m

Taula 5.13. Hipòtesis sobre les característiques dels models d'exploració considerats. Font: Elaboració pròpia a partir de dades dels sistemes ferroviaris analitzats.


⁵ Depenent de la dimensió del pol de mobilitat considerat.

5.2.2. Resultats

L'objectiu principal que persegueix aquesta tesina és detectar quin és el tipus d'operació ferroviària capaç d'atreure més viatgers donades certes condicions de demanda. Això significa que, per assolir aquesta meta, els resultats obtinguts necessàriament hauran de sotmetre's a un procés de comparació.

Per tant, la forma més natural de presentar els resultats és mitjançant percentatges. En aquest cas, el percentatge de demanda total captada pels diferents tipus d'operació ferroviària considerats respecte el total de viatges realitzats amb mitjans motoritzats.


A continuació, es presenten aquests resultats per a l'esquema espacial 1 (figura 5.13, per a l'esquema espacial 2 (figura 5.14), per a l'esquema espacial 3 (figura 5.15) i per a l'esquema espacial 4 (figura 5.16). En negreta, es ressalten els valors màxims per a cada tipus de ciutat i per a cada rang de tarifes.

Esquema espacial 1 → 

Pla d'exploració	Nuclis Nacionals		Nuclis de Coneixement i Recerca		Nuclis Industrials		Centres de Visitants		Centres Regionals	
	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes
FER_01	37,8%	51,6%	37,8%	51,6%	29,5%	49,2%	20,6%	45,4%	29,3%	49,1%
FER_02	30,7%	43,8%	30,7%	43,8%	23,4%	41,5%	15,9%	38,0%	23,3%	41,4%
FER_03	40,3%	54,3%	40,3%	54,3%	31,7%	51,9%	22,5%	48,2%	31,6%	51,9%
FER_04	40,3%	54,3%	40,3%	54,3%	31,7%	51,9%	22,5%	48,2%	31,6%	51,9%
FER_05	33,9%	47,4%	33,9%	47,4%	26,2%	45,0%	17,6%	40,6%	26,0%	44,9%
FER_06	31,5%	44,6%	31,5%	44,6%	24,1%	42,3%	16,1%	38,0%	23,9%	42,1%
FER_07	35,5%	49,1%	35,5%	49,1%	27,5%	46,8%	19,0%	42,7%	27,4%	46,6%
FER_08	34,7%	48,3%	34,7%	48,3%	26,8%	45,9%	18,3%	42,1%	26,6%	45,8%
FER_09	34,3%	47,9%	34,3%	47,9%	26,5%	45,5%	18,1%	41,5%	26,3%	45,4%
FER_10	34,3%	47,8%	34,3%	47,8%	26,5%	45,4%	18,1%	41,4%	26,3%	45,3%
FER_11	34,3%	47,9%	34,3%	47,9%	26,5%	45,5%	18,1%	41,5%	26,3%	45,4%
FER_12	34,2%	47,7%	34,2%	47,7%	26,5%	45,4%	17,9%	41,1%	26,2%	45,2%


Taula 5.14. Captació de viatgers segons els escenaris definits (Esquema espacial 1). Font: Elaboració pròpia.

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 2 → 

Pla d'exploració	Nuclis Nacionals		Nuclis de Coneixement i Recerca		Nuclis Industrials		Centres de Visitants		Centres Regionals	
	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes
FER_01	38,0%	50,0%	38,0%	49,9%	31,2%	47,8%	17,0%	40,2%	28,6%	46,3%
FER_02	32,6%	44,1%	32,6%	44,1%	26,4%	42,0%	13,3%	34,5%	23,9%	40,5%
FER_03	36,1%	47,6%	36,1%	47,5%	29,4%	45,5%	16,7%	38,7%	27,3%	44,2%
FER_04	38,4%	49,7%	38,4%	49,7%	31,6%	47,7%	18,2%	40,4%	29,4%	46,2%
FER_05	36,4%	47,5%	36,4%	47,5%	30,2%	45,5%	14,4%	34,9%	26,9%	43,0%
FER_06	34,8%	46,0%	34,8%	46,0%	28,6%	44,0%	14,0%	34,5%	25,7%	41,8%
FER_07	37,6%	49,3%	37,6%	49,3%	31,1%	47,2%	15,8%	37,9%	28,0%	45,1%
FER_08	35,6%	47,1%	35,6%	47,1%	29,2%	45,1%	15,0%	36,6%	26,5%	43,2%
FER_09	36,6%	48,0%	36,6%	48,0%	30,2%	46,0%	14,9%	36,3%	27,1%	43,7%
FER_10	36,3%	47,8%	36,3%	47,8%	30,0%	45,7%	14,9%	36,2%	26,9%	43,6%
FER_11	36,6%	48,0%	36,6%	48,0%	30,2%	46,0%	14,9%	36,3%	27,1%	43,7%
FER_12	34,5%	45,3%	34,5%	45,3%	28,6%	43,3%	13,1%	32,5%	25,2%	40,7%


Taula 5.15. Captació de viatgers segons els escenaris definits (Esquema espacial 2). Font: Elaboració pròpia.

Esquema espacial 3 → 

Pla d'exploració	Nuclis Nacionals		Nuclis de Coneixement i Recerca		Nuclis Industrials		Centres de Visitants		Centres Regionals	
	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes
FER_01	52,4%	57,4%	52,4%	57,4%	49,0%	56,5%	45,4%	54,5%	49,1%	56,5%
FER_02	48,2%	53,2%	48,2%	53,2%	45,0%	52,3%	41,5%	50,5%	45,0%	52,3%
FER_03	62,6%	67,0%	62,6%	67,0%	59,5%	66,2%	57,1%	65,1%	59,6%	66,3%
FER_04	54,9%	59,8%	54,9%	59,8%	51,6%	58,9%	48,5%	57,4%	51,7%	58,9%
FER_05	61,4%	66,1%	61,4%	66,0%	58,3%	65,2%	55,0%	63,4%	58,3%	65,2%
FER_06	54,9%	59,6%	54,9%	59,5%	51,8%	58,7%	49,0%	57,3%	51,9%	58,7%
FER_07	56,7%	61,5%	56,7%	61,5%	53,5%	60,7%	50,2%	59,0%	53,5%	60,7%
FER_08	55,3%	60,2%	55,3%	60,2%	52,1%	59,3%	48,7%	57,5%	52,1%	59,3%
FER_09	51,3%	56,3%	51,3%	56,3%	48,0%	55,4%	44,5%	53,4%	48,0%	55,3%
FER_10	57,0%	61,8%	57,0%	61,8%	53,8%	61,0%	50,3%	59,1%	53,8%	60,9%
FER_11	56,5%	61,4%	56,5%	61,3%	53,3%	60,5%	50,0%	58,8%	53,3%	60,5%
FER_12	53,1%	57,9%	53,1%	57,9%	49,9%	57,0%	46,7%	55,4%	50,0%	57,0%

Taula 5.16. Captació de viatgers segons els escenaris definits (Esquema espacial 3). Font: Elaboració pròpia.

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 4 → 

Pla d'exploració	Nuclis Nacionals		Nuclis de Coneixement i Recerca		Nuclis Industrials		Centres de Visitants		Centres Regionals	
	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes
FER_01	40,1%	52,6%	40,1%	52,6%	32,7%	50,5%	19,5%	43,0%	31,8%	49,9%
FER_02	34,4%	46,3%	34,4%	46,3%	27,8%	44,2%	15,3%	36,4%	26,9%	43,5%
FER_03	41,5%	54,2%	41,5%	54,2%	33,8%	52,0%	20,5%	45,3%	33,0%	51,5%
FER_04	41,5%	54,2%	41,5%	54,2%	33,8%	52,0%	20,5%	45,3%	33,0%	51,5%
FER_05	36,7%	48,7%	36,7%	48,7%	29,8%	46,6%	16,5%	38,0%	28,8%	45,8%
FER_06	34,5%	46,4%	34,5%	46,4%	27,9%	44,3%	15,3%	36,3%	27,0%	43,6%
FER_07	33,9%	45,6%	33,9%	45,6%	27,4%	43,6%	14,6%	35,5%	26,5%	42,8%
FER_08	33,8%	45,5%	33,8%	45,5%	27,3%	43,4%	14,7%	35,3%	26,3%	42,7%
FER_09	33,8%	45,6%	33,8%	45,6%	27,3%	43,5%	14,7%	35,5%	26,4%	42,8%
FER_10	33,8%	45,6%	33,8%	45,6%	27,3%	43,5%	14,8%	35,6%	26,4%	42,8%
FER_11	33,8%	45,6%	33,8%	45,6%	27,3%	43,5%	14,8%	35,6%	26,4%	42,8%
FER_12	34,2%	46,0%	34,2%	46,0%	27,6%	43,9%	15,0%	35,9%	26,7%	43,2%

Taula 5.17. Captació de viatgers segons els escenaris definits (Esquema espacial 4). Font: Elaboració pròpia.

5.3. Comparació d'escenaris

L'avaluació de la demanda es realitza sobre cada un dels escenaris definits i consisteix en veure els efectes que provoca la variació de certes variables com les tarifes del transport públic, les característiques del servei o altres condicionants de l'entorn estudiat. Això permet veure fins a quin punt afecten a l'operador ferroviari les decisions sobre certes variables i conèixer els límits dins dels quals es poden moure per obtenir resultats similars.

En aquest cas, en primer lloc s'ha analitzat la **diferència de captació de viatges (en punts percentuals) de cada model d'exploració respecte el que maximitza la demanda**. No obstant, degut a la dimensió del problema i per tal de facilitar-ne la comparativa, els resultats s'han organitzat en quatre taules diferents, una per cada esquema espacial considerat.

Adicionalment, les taules que es presenten a continuació incorporen una simbologia monocromàtica mitjançant la qual es poden identificar els escenaris amb major captació de viatges directament amb els que presenten un to més intens.

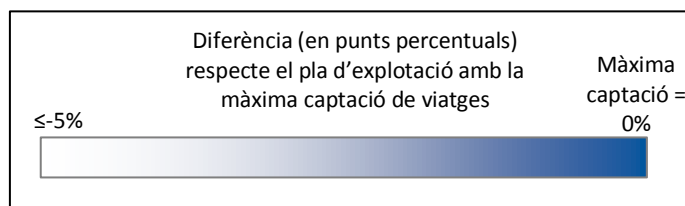



Figura 5.4. Simbologia per a la interpretació de les taules de comparació d'escenaris. Font: Elaboració pròpia.

5.3.1. Esquema espacial 1

A la taula 5.18 es resumeixen els resultats de comparació per l'esquema espacial 1.



Pla d'exploració	Nuclis Nacionals		Nuclis de Coneixement i Recerca		Nuclis Industrials		Centres de Visitants		Centres Regionals	
	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes
FER_01	-2,6%	-2,7%	-2,6%	-2,7%	-2,3%	-2,7%	-1,9%	-2,8%	-2,3%	-2,7%
FER_02	-9,6%	-10,5%	-9,6%	-10,5%	-8,3%	-10,4%	-6,6%	-10,2%	-8,3%	-10,4%
FER_03	Màx	Màx	Màx	Màx	Màx	Màx	Màx	Màx	Màx	Màx
FER_04	Màx	Màx	Màx	Màx	Màx	Màx	Màx	Màx	Màx	Màx
FER_05	-6,4%	-6,9%	-6,4%	-6,9%	-5,5%	-6,9%	-4,9%	-7,6%	-5,5%	-7,0%
FER_06	-8,8%	-9,7%	-8,8%	-9,7%	-7,6%	-9,7%	-6,4%	-10,2%	-7,6%	-9,7%
FER_07	-4,8%	-5,2%	-4,8%	-5,2%	-4,2%	-5,2%	-3,4%	-5,5%	-4,2%	-5,2%
FER_08	-5,7%	-6,0%	-5,7%	-6,0%	-4,9%	-6,0%	-4,2%	-6,1%	-5,0%	-6,1%
FER_09	-6,0%	-6,4%	-6,0%	-6,4%	-5,2%	-6,4%	-4,3%	-6,7%	-5,2%	-6,5%
FER_10	-6,1%	-6,5%	-6,1%	-6,5%	-5,3%	-6,5%	-4,4%	-6,8%	-5,3%	-6,6%
FER_11	-5,8%	-6,3%	-5,8%	-6,3%	-5,1%	-6,3%	-4,3%	-6,7%	-5,1%	-6,3%
FER_12	-6,1%	-6,6%	-6,1%	-6,6%	-5,3%	-6,6%	-4,6%	-7,1%	-5,3%	-6,6%

Taula 5.18. Diferència en la captació de viatgers segons el tipus d'operació ferroviària considerat (Configuració espacial 1). Font: Elaboració pròpia.

Per l'esquema espacial 1 es pot arribar a la conclusió que, en tots els escenaris plantejats, els plans d'exploració que optimitzarien la demanda són, en la mateixa mesura, els FER_03 i FER_04. Per tant, aquests dos plans fixen el màxim de demanda que es pot obtenir en cada escenari.

El fet que els dos plans d'exploració anteriors coincideixin en la xifra de demanda captable és degut a que la seva implementació sobre esquemes espacials del tipus 1 és idèntica en tots els aspectes possibles (veure apartat 5.1.4). Aquests dos models d'exploració consisteixen en la connexió dels pols petits i mitjans del sistema amb el pol més destacat mitjançant serveis amb recorreguts de longitud gradual.

També es pot observar que, el pla d'exploració tipus FER_01 també obtindria unes xifres de demanda força elevades. De fet, segons la modelització, aquest servei només es quedaria a l'entorn de 2,5 punts percentuals de la demanda màxima assolida pels serveis FER_03 i FER_04.

En canvi, la resta de plans d'exploració obtenen uns resultats força més discrets. A la Taula 5.18 es pot comprovar que set dels plans d'exploració restants obtindrien 5 punts percentuals menys de demanda respecte els plans FER_03 i FER_04 en pràcticament tots els escenaris. Complementàriament, si es fa una valoració de la mitjana de cada pla d'exploració en aquest esquema espacial, es comprova que fins a vuit plans d'exploració dels modelitzats obtindrien

menys de 5 punts percentuals de captació que el cas òptim (veure barres rosades de la figura 5.6).

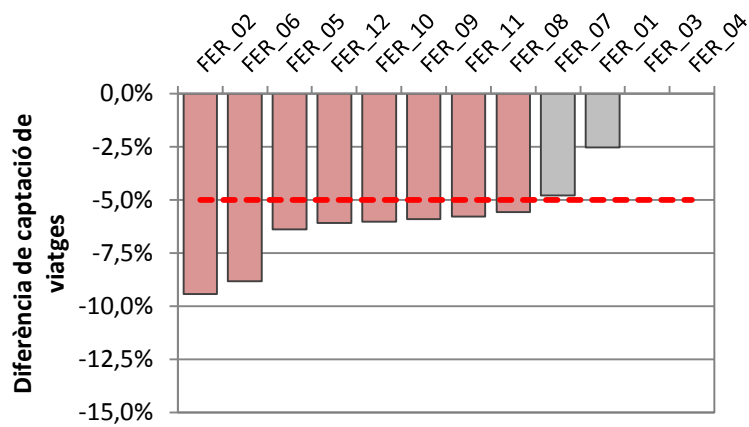


Figura 5.5. Mitjana de demanda per pla d'exploració en l'esquema espacial 1. Font: Elaboració pròpia.

A la figura anterior també es detecta que hi ha dos plans d'exploració amb una demanda especialment baixa. Es tracta dels serveis tipus FER_02 i FER_06 que respectivament captarien 8,5 i 9,1 punts percentuals menys de viatges que els models d'exploració òptims (FER_03 i FER_04) en l'esquema espacial 1.

Això implica que la demanda captable pels sistemes ferroviaris implantats en esquemes espacials d'aquest tipus són força sensible al pla d'exploració. En aquest cas, el rang de variació en la majoria dels escenaris plantejats és proper als 10 punts percentuals.

L'únic cas en el que això no es compleix, és en els centres de visitants quan s'apliquen tarifes altes d'accés al servei. En aquest cas la demanda només oscil·la 4 punts percentuals i per tant, es podria treure la conclusió que aquest escenari en concret el pla d'exploració no té tanta rellevància com en la resta de casos.

Aquest comportament diferencial en el cas dels Centres de Visitants és degut a que és l'únic dels escenaris analitzats en els que s'ha considerat un VdT (Valor monetari del Temps) petit. Si es recupera l'expressió dels costos generalitzats de realització d'un viatge (veure pàgina 35):

$$CG = \sum f + VdT * [\sum t_a + t_e + t_t + t_v] \quad (28)$$

es troba que:


$$Si f \uparrow \uparrow i VdT \downarrow \downarrow \Rightarrow CG \rightarrow CG(f) \quad (29)$$

Queda justificat doncs, que per VdT prou baixos, les variables de temps t_a, t_e, t_t, t_v (el pla d'exploració té a veure amb totes elles) perden importància relativa en els costos generalitzats de realització d'un viatge i la variable més influent serà la tarifa. Per tant, com que s'ha aplicat

la mateixa tarifa a tots els desplaçaments, les diferències entre plans d'exploració aplicats a escenaris amb VdT baixos i tarifes altes necessàriament seran mínimes.

5.3.2. Esquema espacial 2

A la taula 5.19 es resumeixen els resultats de comparació per l'esquema espacial 2.



Pla d'exploració	Nuclis Nacionals		Nuclis de Coneixement i Recerca		Nuclis Industrials		Centres de Visitants		Centres Regionals	
	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes
FER_01	-0,4%	Màx	-0,4%	Màx	-0,4%	Màx	-1,3%	-0,1%	-0,7%	Màx
FER_02	-5,8%	-5,8%	-5,8%	-5,8%	-5,2%	-5,8%	-5,0%	-5,8%	-5,4%	-5,8%
FER_03	-2,3%	-2,4%	-2,3%	-2,4%	-2,2%	-2,3%	-1,5%	-1,6%	-2,0%	-2,1%
FER_04	Màx	-0,2%	Màx	-0,2%	Màx	-0,1%	Màx	Màx	Màx	-0,1%
FER_05	-2,0%	-2,4%	-2,0%	-2,4%	-1,5%	-2,3%	-3,9%	-5,5%	-2,5%	-3,4%
FER_06	-3,6%	-4,0%	-3,6%	-4,0%	-3,0%	-3,9%	-4,2%	-5,8%	-3,7%	-4,5%
FER_07	-0,8%	-0,7%	-0,8%	-0,7%	-0,6%	-0,6%	-2,5%	-2,5%	-1,3%	-1,2%
FER_08	-2,8%	-2,8%	-2,8%	-2,8%	-2,4%	-2,8%	-3,2%	-3,8%	-2,9%	-3,1%
FER_09	-1,8%	-1,9%	-1,8%	-1,9%	-1,4%	-1,8%	-3,3%	-4,1%	-2,3%	-2,6%
FER_10	-2,1%	-2,2%	-2,0%	-2,2%	-1,7%	-2,1%	-3,4%	-4,1%	-2,4%	-2,8%
FER_11	-5,8%	-6,9%	-5,8%	-6,9%	-4,6%	-6,7%	-6,4%	-10,3%	-5,7%	-7,9%
FER_12	-3,9%	-4,7%	-3,9%	-4,7%	-3,0%	-4,5%	-5,1%	-7,9%	-4,1%	-5,7%

Taula 5.19. Diferència en la captació de viatgers segons el tipus d'operació ferroviària considerat (Configuració espacial 2). Font: Elaboració pròpia.

En una avaluació general es pot arribar a la conclusió que, a l'esquema espacial 2, les diferències de demanda entre els diferents plans d'exploració és moderada. En concret, tots els plans d'exploració menys el FER_02 i FER_11 obtenen resultats que no disten més d'un 5% respecte la demanda òptima (veure Taula 5.18). Addicionalment, si es fa una valoració de la mitjana de cada pla d'exploració en aquest esquema espacial, es comprova que només dos dels plans d'exploració obtindrien resultats de demanda 5 punts percentuals menors que els del pla òptim (veure barres rosades de la Figura 5.6).

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

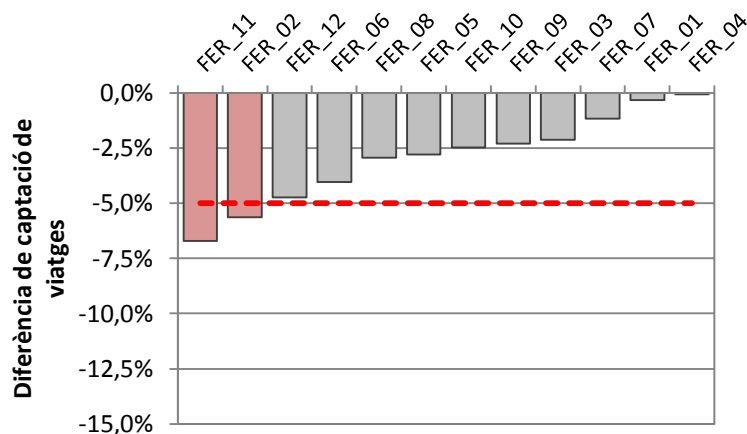
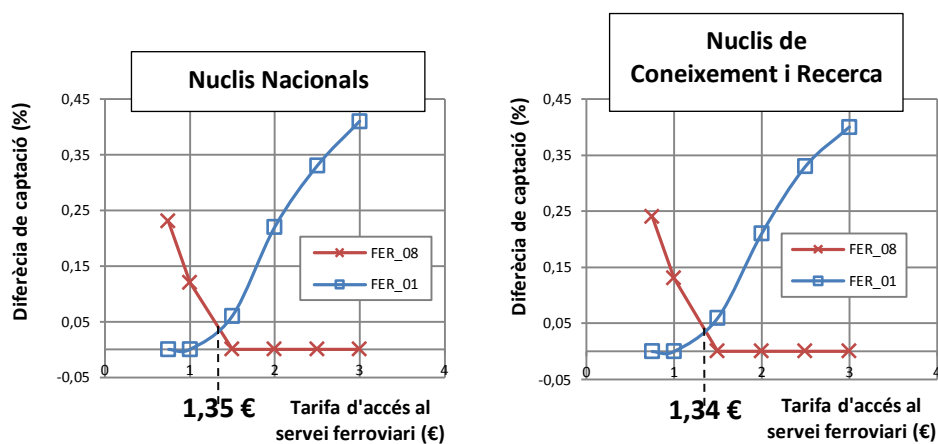


Figura 5.6. Mitjana de demanda per pla d'exploració en l'esquema espacial 2. Font: Elaboració pròpia.

Per altra banda, a la Taula 5.19 també es pot observar que en tots els escenaris en els que s'apliquen tarifes de transport públic elevades, el pla d'exploració que maximitza la demanda és el FER_04, que consisteix en serveis amb recorreguts amb un extrem fixe però de longitud gradual.

En canvi, els escenaris amb tarifes baixes, el pla òptim passa a ser el FER_01, que consisteix en un únic servei que s'atura a totes les parades possibles del recorregut. De fet, l'afirmació anterior només deixa de ser certa en els Centres de Visitants. En aquests casos el pla d'exploració amb més demanda és el mateix per qualsevol tipus de tarifació.

Donada la diferent resposta de la demanda segons la variació de la tarifa s'ha considerat convenient realitzar un anàlisi de sensibilitat a aquesta variable (veure 5.8). Amb aquesta finalitat s'han analitzat els escenaris on es dóna aquest fenomen: Nuclis Nacionals, Nuclis de Coneixement i Recerca, Centres de Visitants i Centre Regionals. En els quatre casos s'han aplicat variacions en valor de la tarifa d'entre 0,75€ (tarifa baixa) i 3€(tarifa alta):



Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

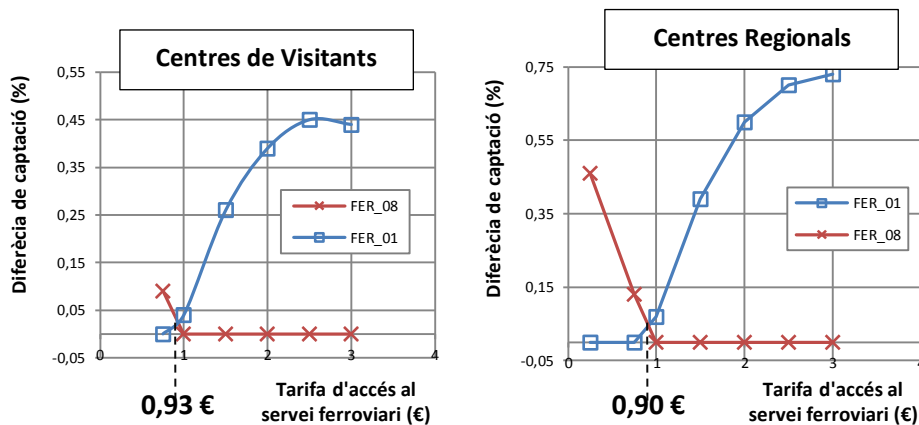


Figura 5.7. Anàlisi de sensibilitat de la demanda a la tarifa d'accés. Font: Elaboració pròpia.

S'observa que el punt en el que el pla d'explotació FER_04 deixa de ser el més demandat per passar-ho a ser el FER_01 varia segons l'escenari però està acotat dins el rang [0,90€ - 1,35€].

Finalment, cal notar que, igual que passava als esquemes espacials tipus 1, en l'escenari de Centres de Visitants amb tarifes elevades la demanda captable també és poc sensible al pla d'explotació pels mateixos motius que ja s'han explicat a la pàgina 74.

5.3.3. Esquema espacial 3

A la taula 5.20 es resumeixen els resultats de comparació per l'esquema espacial 3.

Pla d'explotació	Nuclis Nacionals		Nuclis de Coneixement i Recerca		Nuclis Industrials		Centres de Visitants		Centres Regionals	
	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes
FER_01	-10,2%	-9,7%	-10,2%	-9,6%	-10,5%	-9,7%	-11,6%	-10,6%	-10,6%	-9,8%
FER_02	-14,4%	-13,9%	-14,3%	-13,8%	-14,5%	-13,9%	-15,5%	-14,7%	-14,7%	-14,0%
FER_03	Màx	Màx	Màx	Màx	Màx	Màx	Màx	Màx	Màx	Màx
FER_04	-7,7%	-7,2%	-7,7%	-7,2%	-7,9%	-7,3%	-8,6%	-7,7%	-8,0%	-7,4%
FER_05	-1,1%	-1,0%	-1,1%	-1,0%	-1,2%	-1,0%	-2,1%	-1,7%	-1,3%	-1,1%
FER_06	-7,7%	-7,5%	-7,7%	-7,5%	-7,7%	-7,5%	-8,1%	-7,8%	-7,7%	-7,5%
FER_07	-5,9%	-5,5%	-5,9%	-5,5%	-6,0%	-5,5%	-6,9%	-6,2%	-6,1%	-5,6%
FER_08	-7,2%	-6,8%	-7,2%	-6,8%	-7,4%	-6,9%	-8,3%	-7,6%	-7,5%	-7,0%
FER_09	-11,3%	-10,8%	-11,3%	-10,8%	-11,5%	-10,8%	-12,6%	-11,7%	-11,7%	-10,9%
FER_10	-5,6%	-5,2%	-5,6%	-5,2%	-5,7%	-5,3%	-6,7%	-6,0%	-5,9%	-5,4%
FER_11	-6,1%	-5,7%	-6,0%	-5,7%	-6,2%	-5,7%	-7,1%	-6,4%	-6,3%	-5,8%
FER_12	-9,5%	-9,1%	-9,5%	-9,1%	-9,6%	-9,2%	-10,3%	-9,7%	-9,7%	-9,2%

Taula 5.20. Diferència en la captació de viatgers segons el tipus d'operació ferroviària considerat (Configuració espacial 3). Font: Elaboració pròpia.

En el cas dels esquemes espacials 3, per tots els escenaris plantejats es pot pronosticar que el pla d'explotació FER_03, que consisteix en la connexió dels pols mitjans i petits del sistema amb el pol central, obté el màxim de demanda captable en tots els escenaris. En un segon lloc,

es troba el pla tipus FER_05, consistent en un servei tipus suburbà amb poques parades a cada pol, que només diferiria de la màxima demanda captable entre 1 i 2 punts percentuals (Taula 5.20).

En canvi, la resta de plans d'exploració obtenen uns resultats força més allunyats dels màxims en tots els escenaris. I encara més, la diferència de demanda entre el servei més demandat i el que menys demanda hi ha gairebé 15 punts percentuals de diferència en la captació de viatges de mitjana (veure Figura 5.8).

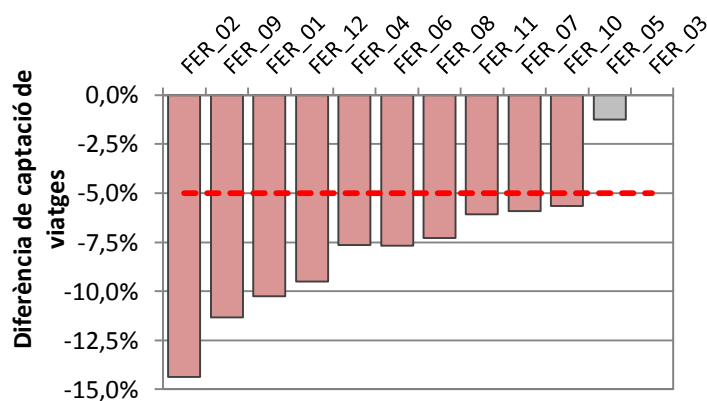



Figura 5.8. Mitjana de demanda per pla d'exploració en l'esquema espacial 3. Font: Elaboració pròpia.

Per tant, es tracta d'una configuració espacial que accentua les diferències entre els diferents plans d'exploració i en aquest cas, els resultats de previsió de demanda en són el reflex.

5.3.4. Esquema espacial 4

A la taula 5.21 es resumeixen els resultats de comparació per l'esquema espacial 4.

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà



Pla d'exploració	Nuclis Nacionals		Nuclis de Coneixement i Recerca		Nuclis Industrials		Centres de Visitants		Centres Regionals	
	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes	Tarifes altes	Tarifes baixes
FER_01	-1,3%	-1,5%	-1,3%	-1,5%	-1,2%	-1,5%	-1,0%	-2,4%	-1,2%	-1,6%
FER_02	-7,0%	-7,8%	-7,0%	-7,8%	-6,0%	-7,8%	-5,2%	-8,9%	-6,1%	-7,9%
FER_03	Màx	Màx	Màx	Màx	Màx	Màx	Màx	Màx	Màx	Màx
FER_04	Màx	Màx	Màx	Màx	Màx	Màx	Màx	Màx	Màx	Màx
FER_05	-4,8%	-5,4%	-4,8%	-5,4%	-4,1%	-5,4%	-4,1%	-7,3%	-4,2%	-5,6%
FER_06	-7,0%	-7,8%	-7,0%	-7,8%	-6,0%	-7,7%	-5,2%	-9,0%	-6,0%	-7,9%
FER_07	-7,6%	-8,5%	-7,6%	-8,5%	-6,4%	-8,4%	-5,9%	-9,8%	-6,5%	-8,6%
FER_08	-7,7%	-8,7%	-7,7%	-8,7%	-6,6%	-8,6%	-5,8%	-10,0%	-6,7%	-8,8%
FER_09	-7,7%	-8,6%	-7,7%	-8,6%	-6,5%	-8,5%	-5,8%	-9,8%	-6,6%	-8,7%
FER_10	-7,7%	-8,6%	-7,7%	-8,6%	-6,6%	-8,5%	-5,7%	-9,7%	-6,7%	-8,7%
FER_11	-7,7%	-8,6%	-7,7%	-8,6%	-6,5%	-8,5%	-5,8%	-9,8%	-6,6%	-8,7%
FER_12	-7,3%	-8,2%	-7,3%	-8,2%	-6,2%	-8,1%	-5,5%	-9,4%	-6,3%	-8,3%

Taula 5.21. Diferència en la captació de viatgers segons el tipus d'operació ferroviària considerat (Configuració espacial 4). Font: Elaboració pròpia.

En tots els escenaris plantejats per l'*esquema espacial 4*, els plans d'exploració que optimitzarien la demanda són, en la mateixa mesura, els FER_03 i FER_04. El fet que els dos plans d'exploració anteriors coincideixin en la xifra de demanda captable és degut a que la seva implementació sobre esquemes espacials del tipus 4 és idèntica en tots els aspectes possibles (veure apartat 5.1.4). Aquests dos models d'exploració consisteixen en la connexió dels pols petits i mitjans del sistema amb el pol més destacat mitjançant serveis amb recorreguts de longitud gradual.

També es pot observar que, el pla d'exploració tipus FER_01 també obtindria unes xifres de demanda força elevades. De fet, segons la modelització, aquest servei només es quedaria entorn 1,5 punts percentuals de la demanda màxima assolida pels serveis FER_03 i FER_04.

Si es valora la mitjana de cada pla d'exploració en aquest esquema espacial, es comprova que fins a vuit plans d'exploració obtindrien menys de 5 punts percentuals de demanda que en el cas òptim (veure barres rosades de la figura 5.10).

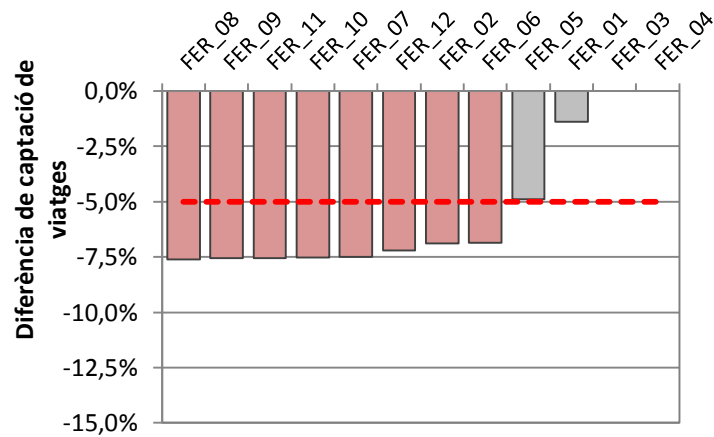


Figura 5.9. Mitjana de demanda per pla d'exploració en l'esquema espacial 4.

Finalment, s'observa que tot i que la diferència de demanda entre aquests vuit plans és molt petita i els situa a tots a 7,5 punts percentuals de viatgers captats del màxim captable.

5.4. Conclusions de l'anàlisi del model teòric

En resum, els principals resultats obtinguts en cada un dels quatre esquemes espacials considerats són els que mostra la taula 5.22.

		Esquema espacial 1	Esquema espacial 2	Esquema espacial 3	Esquema espacial 4
Model d'exploració òptim ⁶	Tarifes altes	FER_03 i FER_04	FER_04	FER_03	FER_03 i FER_04
	Tarifes baixes	FER_03 i FER_04	FER_01	FER_03	FER_03 i FER_04
Variabilitat dels resultats ⁷		10,5%	10,3%	15,5%	10,0%

Taula 5.22. Síntesi dels resultats segons esquema espacial.

A l'esquema espacial 1 els plans operacionals òptims són els tipus FER_03 i FER_04 independentment del valor de la tarifa d'accés al sistema ferroviari. Aquests dos models d'operació aconseguixen els mateixos resultats de demanda ja que la seva implementació sobre aquest esquema espacial és idèntica. Per altra banda, la variabilitat dels resultats obtinguts de 10,5 punts percentuals.

⁶ Model d'exploració que maximitza la demanda, aquesta última entesa com la captació de viatgers del mode ferroviari respecte la mobilitat total motoritzada de l'àmbit analitzat.

⁷ Diferència en punts percentuals entre la captació respecte la mobilitat total del model d'exploració òptim i el que n'obté el resultat més baix.

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

A l'esquema espacial 2 el model d'exploració òptim en el cas d'aplicar tarifes d'accés altes és el FER_04. En canvi, si les tarifes d'accés considerades són baixes el model òptim és el tipus FER_01. En aquest esquema la variabilitat és de 10,3 punts percentuals.

A l'esquema espacial 3 el pla d'operació òptim és el FER_03 tant si es consideren tarifes altes com baixes. Per altra banda, en aquest esquema espacial es dona la variabilitat de la demanda en funció del model d'operació més gran dels quatre esquemes considerats (15,5 punts percentuals).

A l'esquema espacial 4 els plans operacionals òptims són els tipus FER_03 i FER_04 independentment del valor de la tarifa d'accés al sistema ferroviari. La coincidència en els resultats d'aquests dos models d'exploració es deu, igual que en l'esquema espacial 1 a causa de la seva idèntica implementació sobre aquest tipus d'esquema espacial. Altrament, la variabilitat és la menor d'entre tots els esquemes considerats als ser només de 10,0 punts percentuals.

Per altra banda, a partir d'una anàlisi transversal dels resultats obtinguts dels quatre esquemes espacials considerats es poden treure conclusions de caire global. Amb aquest propòsit, es creuaran tots els resultats recollits en les taules d'apartats anteriors.

Adicionalment també es consideraran estimadors estadístics bàsics per complementar l'anàlisi. Alguns d'ells se sintetitzen al gràfic 5.11 de tipus diagrama de caixa:

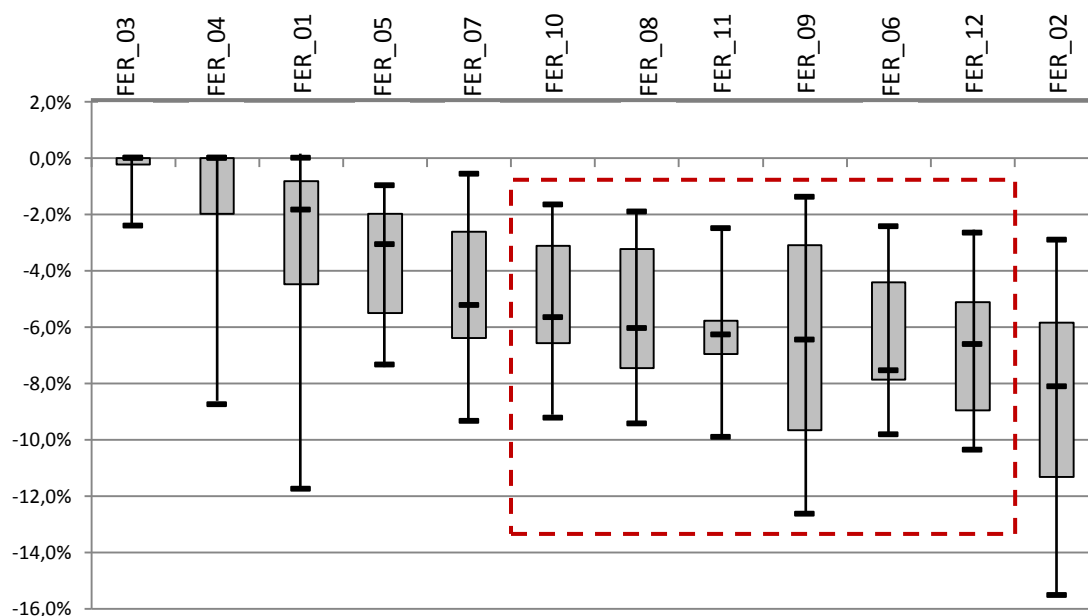


Figura 5.10. Diagrama de caixa dels resultats de captació de viatges obtinguts en la modelització per cada un dels plans d'exploració.

Tenint en compte aquestes consideracions prèvies, les principals conclusions a nivell global són:

- El model d'operació influeix en la captació del ferrocarril fet que es constata amb la variabilitat dels resultats.
- El pla d'exploració FER_03 és el que obté els millors resultats de demanda en un 75% dels escenaris teòrics formulats. En paral·lel, també s'observa que els resultats de captació d'aquest pla són poc variables i, de fet, presenten el rang de variació més petit de tots els plans d'exploració (2,4 punts percentuals). Per aquest motiu, es tracta d'un pla d'exploració molt competitiu ja que no només és la solució òptima en la majoria d'escenaris sinó que en els casos en els que no ho és també aconseguix bons resultats de demanda.
- El pla d'exploració FER_04, que en dos dels quatre esquemes espacials equival exactament al l'exploració tipus FER_03, aconseguix els segons millors resultats de captació a l'optimitzar la demanda en un 65% dels casos modelats. No obstant, la variabilitat en els casos en els que no resulta ser l'opció amb més demanda és relativament elevada i es queda lluny de ser una pla competitiu en aquest aspecte.
- En general, també es pot detectar que el tercer pla d'exploració amb més demanda és el tipus FER_01. Tan és així que, en quatre dels escenaris analitzats a l'esquema espacial tipus 2, resulta ser la opció capaç de captar més demanda. Tanmateix, es pot comprovar que aquest tipus de servei aplicat a esquemes espacials tipus 3, obté resultats molt allunyats de la demanda òptima. De fet, això es veu reflectit a la figura 5.10 on s'observa un rang de variació d'11,8 punts percentuals en aquest tipus de pla.
- Els serveis tipus FER_05 i FER_07 obtenen resultats de demanda intermedis ja que la majoria d'observacions no disten més de 5 punts percentuals de la captació de viatges òptima. Tanmateix, és destacable la competitivitat del pla FER_05 en esquemes espacials 3 on assoleix els segons millors resultats de demanda en tots els escenaris possibles a només 1,5 punts percentuals de la captació màxima.
- Com a antítesi als plans d'exploració comentats fins al moment es troba el FER_02. Es tracta d'un servei que en el 50% dels escenaris analitzats resulta ser el menys competitiu de tots considerats i en alguns casos obté resultats de demanda allunyats més de 15 punts percentuals de la solució òptima.
- La resta de plans d'exploració (veure requadre vermell de la Figura 5.10), presenten resultats de demanda modestos i generalment, allunyats entre 5 i 10 punts percentuals de la solució òptima. Ara bé, aquesta última afirmació requereix cert matís en el cas dels plans tipus FER_11 i FER_09. En el primer cas, es tracta d'un servei amb resultats de demanda robustos; és a dir, el servei assoleix resultats de demanda similars amb independència de l'escenari i l'esquema espacial en el que s'implanta. En canvi, en el segon cas, la resposta és justament la menys robusta de tots els serveis analitzats ja que resulta altament sensible a l'esquema espacial en el que s'implanta.

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

6. APLICACIÓ A UN CAS REAL

Per tal de comprovar la validesa del model teòric de l'apartat 5, es contrastaran els resultats obtinguts amb els de la modelització d'un cas real assimilable a un dels escenaris teòrics definits.

Amb aquest objectiu, s'ha escollit el cas del tramvia de la Badia de Palma i la metodologia a seguir per assolir-lo estarà constituïda pels següents punts:

- Definició del cas aplicat
- Identificació del cas aplicat amb un escenari teòric
- Definició del model de predicció de demanda usat
- Avaluació de la demanda del cas aplicat

En els següents apartats es fa una revisió a cada un d'ells.

6.1. Definició del cas aplicat

6.1.1. Antecedents del projecte del TramBadia

El tramvia de la Badia de Palma (de nom comercial TramBadia) és un projecte que es va començar a gestar durant els anys 90 tot i que no va ser fins a principis del segle XXI en què es varen començar a redactar projectes encaminats a instaurar aquest mitjà de transport

Es tracta d'una de les infraestructures contemplades pel Pla Director Sectorial de Transports de les Illes Balears (2005-2012). El Pla destaca que les potencialitats reals d'una infraestructura ferroviària d'aquest tipus al corredor Santa Ponça-Palma-S'Arenal/Aeroport es troben fortament supeditades al fet que el traçat assoleixi un elevat grau d'inserció urbana. Tanmateix en destaca com a punts forts:

- Possibilitat de captació de grans fluxos de demanda turística en temporada alta: Santa Ponça, Magaluf, Palmanova, Platja de Palma, etc.
- La proximitat dels nuclis d'aquest àmbit territorial amb la ciutat de Palma és la causant de la intensa relació de mobilitat obligada entre aquests nuclis i la capital.
- La nova estació intermodal del centre de Palma ha de permetre la connexió de l'aeroport amb altres destinacions de l'illa.

La figura 6.1 mostra el recorregut previst pel Pla director sectorial del transport de les Illes Balears (PDSTIB).



Figura 6.1. Fases de desenvolupament del corredor Santa Ponça-Palma-S'Arenal/Aeroport Font: Govern de les Illes Balears (PDSTIB, 2006).

Respecte a l'enllaç ferroviari amb l'aeroport, l'inclou com a prolongació de la línia tramviària Santa Ponça-Palma-S'Arenal a causa del seu favorable cost d'oportunitat.

Durant el període 2007-2011, aquesta infraestructura va gaudir d'un important suport institucional tant per part del govern autonòmic balear com del propi consistori de Palma de Mallorca. No obstant, des del 2011, amb el canvi polític en totes dues institucions, s'ha deixat de considerar aquesta infraestructura com a prioritària.

6.1.2. El projecte constructiu

El *Projecte bàsic del tramvia de la Badia de Palma. Fase I: Palma – Aeroport* realitzat per Ineco a principis de 2010, projecta només la primera fase constructiva de les tres que constitueixen el projecte del Trambadia (veure figura 6.2):

- Fase 1: Plaça d'Espanya – Aeroport → 10,8 km
- Fase 2: Tancament de l'anella d'Avingudes → 3,6 km
- Fase 3: Ramal de la Platja de Palma → 4,7 km



Figura 6.2. Fases constructives del projecte inicial del Trambadía. Font: Elaboració pròpia.

Per tant, la descripció que es fa a continuació de cada una de les tres fases constructives s'ha basat en el projecte bàsic (en el cas de la fase 1) i en l'*Estudi de la demanda captable del tramvia de la Badia de Palma el 2010* (per les altres dues fases).

Fase 1. Plaça d'Espanya – Aeroport

El traçat discorre des del creuament entre els carrers General Riera i Via Alemanya fins a l'aeroport de Son Sant Joan a la terminal de sortides.

A les avingudes de Palma el traçat s'ha projectat a la calçada interior, és a dir, en sentit horari dels vehicles. A dins d'aquesta calçada, la plataforma tramviària s'ubica, principalment, sobre els dos carrils més propers a la mitjana, envaint-la en alguns punts (veure figura 6.3)



Figura 6.3. Secció tipus a les "Avingudes". Font: Govern de les Illes Balears.

A final de l'avinguda Gabriel Alomar i Villalonga, la traça s'incorpora al costat mar del Passeig Marítim i es dirigeix cap al Portitxol (veure figura 6.4).

Influència del model d'operació en la màximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

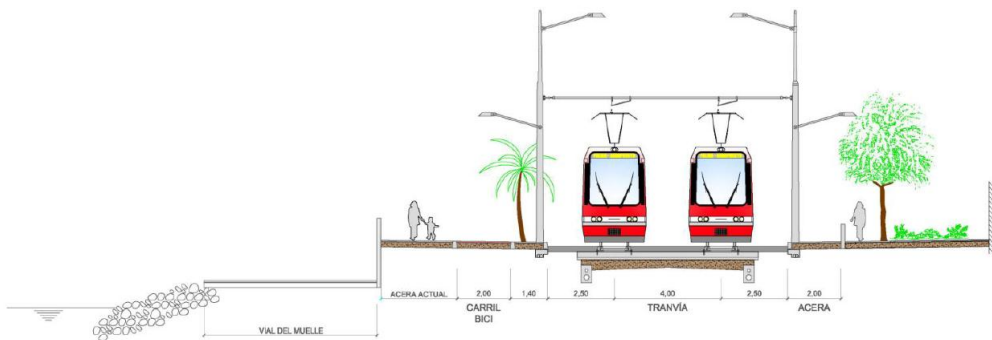


Figura 6.4. Secció del Passeig Marítim.

Els carrers principal del Portitxol i el Coll (Ramonell Boix i Cardenal Rossell) es vianalitzaran i només hi podrà circular el tramvia. Tot i això, es permetrà l'accés a garatges existents en aquests carrers mitjançant regulació semafòrica (veure figura 6.5).

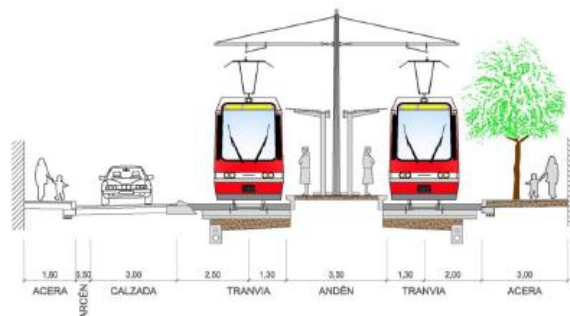


Figura 6.5. Secció al carrer Ramonell Boix.

A la confluència dels carrers Cardenal Rossell i camí de Can Pastilla existeix una corba de molt feble radi que obligarà a expropiar un habitatge que ocupa el gàlib de la via. Després, el tramvia circula a la dreta del camí de Can Pastilla fins arribar al nucli de Can Pastilla. En aquesta zona el tramvia circula de bell nou en zona a vianalitzar pel carrer Bartomeu Riutort fins arribar a la Gran Via de Can Pastilla amb un gir de 90°. És precisament en aquesta estació on es vol ubicar un punt d'intercanvi modal entre els busos de l'EMT i el tramvia.

Un cop passada aquesta estació, les vies s'elevan per sobre l'autovia de Llevant dirigint-se cap a l'aeroport. Els darrers metres són en viaducte arribant de forma elevada a la terminal de sortides de l'aeroport de Son Sant Joan.

Un cop passada aquesta estació, les vies s'elevan per sobre l'autovia de Llevant dirigint-se cap a l'aeroport. Els darrers metres són en viaducte arribant de forma elevada a la terminal de sortides de l'aeroport de Son Sant Joan (veure figura 6.6).

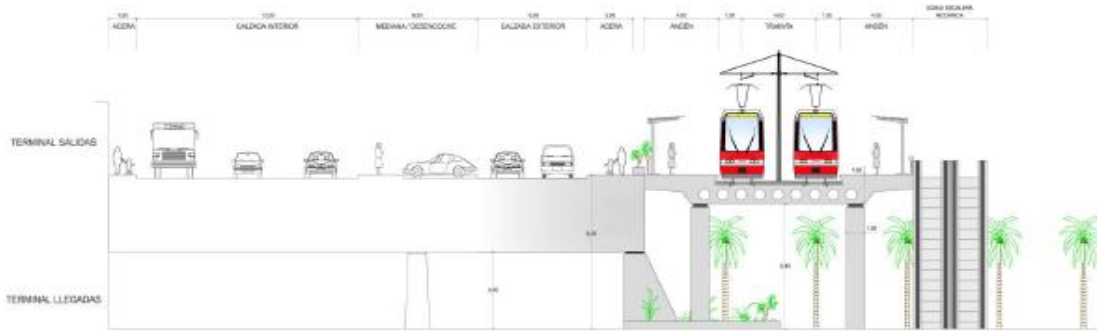


Figura 6.6. Secció d'arribada a l'aeroport.

Fase 2: Tancament de l'anella d'Avingudes

Per fer la descripció d'aquest tram es considera el traçat proposat a l'estudi de demanda captable del 2010. Tot i això s'ha modificat el traçat al tram del Passeig Marítim per tal d'adaptar-lo al projecte de 2009.

Aquest corredor comença a la confluència de la via Alemanya i l'avinguda Comte de Sallent amb el carrer General Riera que és on acaba la fase 1. Les vies continuen per via Alemanya i via Portugal fins a arribar al Passeig Mallorca. En aquest punt, la via exterior segueix per Ramon y Cajal i l'avinguda Argentina, fins a arribar al Passeig Marítim. L'altra via continua pel Passeig Mallorca i el parc de sa Feixina, on les vies es tornen a unir. Posteriorment les dues vies se situen en el costat mar del Passeig Marítim fins a entroncar amb les vies de la Fase 1 al final de l'avinguda de Gabriel Alomar i Villalonga.

Fase 3: Ramal de la Platja de Palma

Per fer la descripció d'aquest tram es considera el traçat proposat a l'estudi de demanda captable del 2010.

Les dues vies entroncarien amb la línia existent a la Gran Via de Can Pastilla. Després seguirien pel carrer Manuela de los Herreros i Sora fins a passar a primera línia aprofitant els terrenys adjacents a l'Hotel Fontanella. Així, els darrers 3,5 quilòmetres segueixen el recorregut del Passeig Marítim de la Platja de Palma en el seu costat mar fins al final del recorregut aprofitant l'actual plataforma de trànsit restringit.

En conclusió, les característiques més destacables de la infraestructura ferroviària proposada són:

- El traçat té una longitud d'uns **15 kilòmetres**.
- **Enllaça el centre** de Palma de Mallorca **amb l'aeroport** Son Sant Joan i amb s'Arenal

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

- El **recorregut connecta** les **concentracions urbanes** d'Es Portixol, Es Molinar, Coll d'en Rabassa, Can Pastilla i la urbanització de la Platja de Palma.
- Tot el recorregut és **en via doble**.
- En alguns dels trams **l'espai reservat per la plataforma ferroviària s'aconsegueix en detriment** de l'espai per al trànsit **de vehicles privats**.

6.2. Identificació d'escenaris

Per poder identificar a quin dels escenaris teòrics formulats a l'apartat 5.1.4. Definició d'escenaris correspon el cas del tramvia de Palma, s'ha fet una valoració de l'àmbit d'influència de la infraestructura ferroviària a dos escales deferents:

- **Funcionalitat econòmica del territori.**
- **Esquema espacial de la demanda.**

Les conclusions extretes per a totes dues facetes descriuen ens els següents apartats.

6.2.1. Esquema espacial de la demanda

L'anàlisi d'aquest apartat es basa en la localitzar sobre l'àmbit d'estudi els principals pols generadors de fluxos de mobilitat que s'hi poden trobar.

El conjunt d'infraestructures i equipaments disponibles a un territori tenen la capacitat de generar fluxos de mobilitat recurrents, sobretot aquells de major magnitud com ara poden ser equipaments sanitaris o educatius.

Al llarg de l'àmbit d'influència s'hi assenten tot un conjunt de pols de mobilitat que condicionen en certa manera l'orientació i volums dels desplaçaments zonals. Aquest apartat presenta aquells pols que s'han considerat bàsics pel seu poder generador de mobilitat, identificant equipaments de diferent naturalesa: administratius, socials, sanitaris, educatius, esportius, terminals de transport, etc.

Entre ells destaquen principalment l'aeroport de Palma i l'estació Intermodal, com centres neuràlgics de la mobilitat, generant importants fluxos de desplaçaments.

No obstant, apart d'aquests pols de mobilitat "macrozonals", s'han de considerar aquells que s'hi ubiquen a l'interior del mateix corredor, per tal d'entendre la seva distribució i, per tant, els fluxos potencials que poden motivar (veure figura 6.7).

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

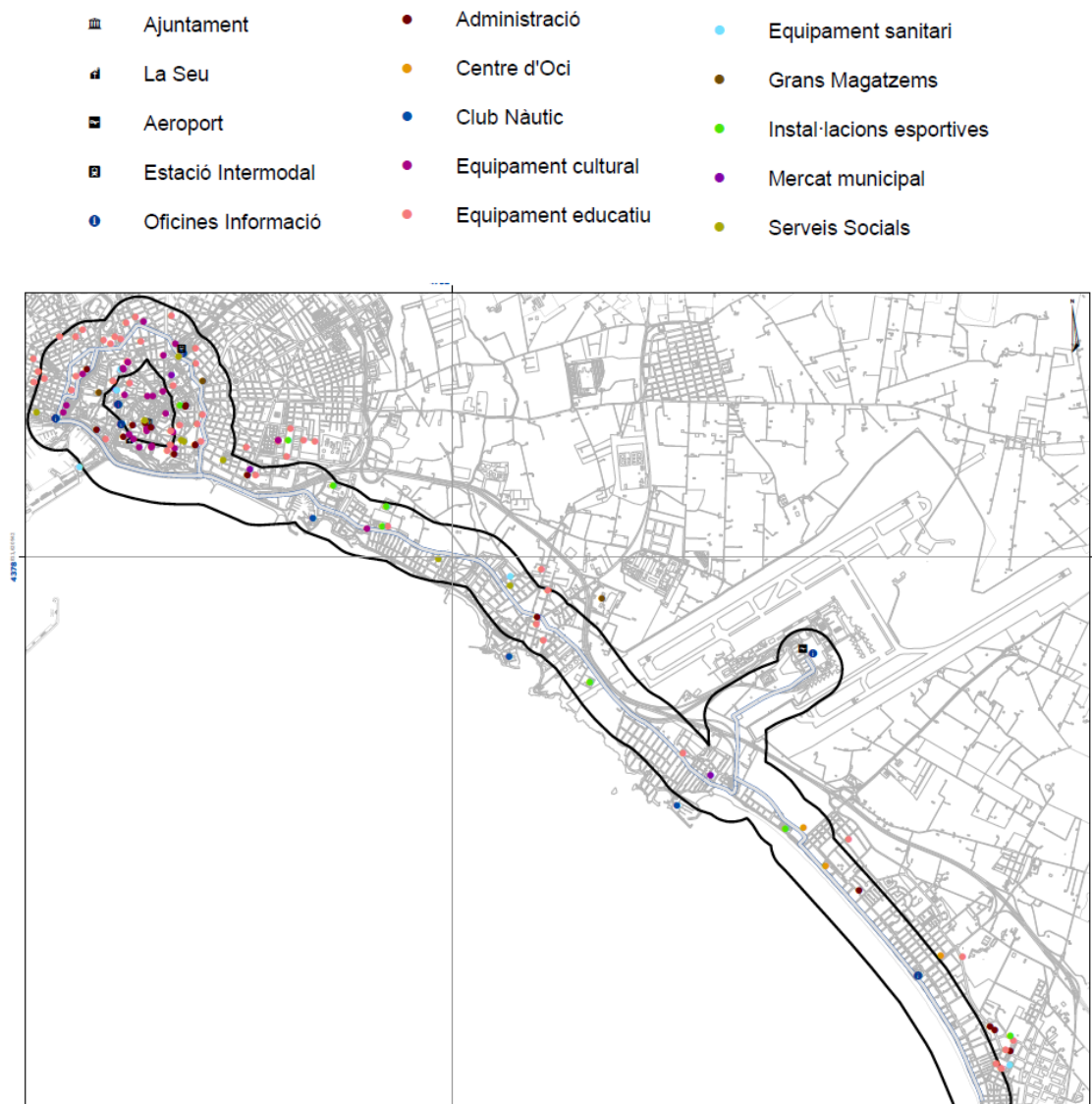


Figura 6.7. Pols generadors de mobilitat sobre el corredor del tramvia. Font: Elaboració pròpia.

En termes generals, s'hi observen diferències en funció de la zona de mobilitat analitzada. Així, als casos del Polígon de Llevant i es Coll d'en Rabassa, hi ha una major presència de serveis "urbans", com per exemple els administratius, socials o educatius. Per altra banda, a zones de major vocació turística, com ara Sometime – Les Meravelles i Les Cadenes, hi ha més presència de centres d'oci. Una vegada superada l'aglomeració que integra la Platja de Palma pròpiament dita (juxtaposició de les zones de mobilitat 94 i 96), s'accedeix al nucli de s'Arenal, de funcionalitat urbana més equilibrada entre els usos turístics i residencials. Aquí, la disponibilitat de serveis és més semblant als nuclis perifèrics del Polígon de Llevant o es Coll d'en Rabassa, amb una important presència de serveis educatius i administratius. Finalment, destaca l'Aeroport de Son Sant Joan que se situa a un dels extrems del servei ferroviari.

De fet, es pot considerar que el corredor té tres extrems:

- El més occidental coincideix amb el **nucli principal de Palma de Mallorca**.

- A l'extrem oriental la infraestructura ferroviària ha d'arribar fins a **s'Arenal**.
- En un punt intermedi del recorregut hi ha una desviació per que permet la connexió amb l'**aeroport**, que és la terminal d'aquesta branca del servei ferroviari.

Per tant, aquesta disposició de la demanda ens permet associar l'àmbit d'estudi amb l'esquema **espacial 4** de la següent forma:

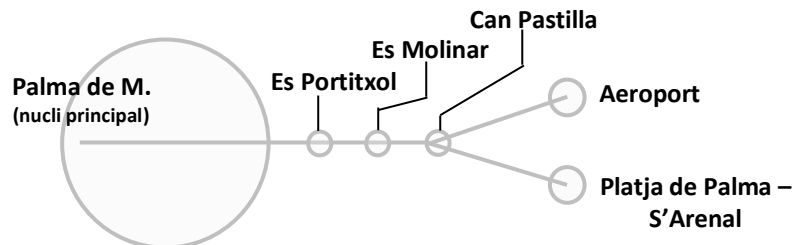


Figura 6.8. Identificació de l'esquema espacial de l'àmbit d'estudi. Font: Elaboració pròpia.

6.2.2. Funcionalitat econòmica del territori

Cada un dels nuclis del corredor ferroviari es caracteritza per posseir unes particularitats funcionals específiques, havent espais urbans amb diferents graus d'especialització territorial: residencial, turística o mixta.

S'ha comptabilitzat la funcionalitat i usos del sòl dels polígons que constitueixen el sòl urbà consolidat dels nuclis del corredor. D'aquesta manera, juntament amb l'exploració estadística i cartogràfica de la informació (tècniques de digitalització i SIG), s'han extret una sèrie de mapes d'usos del sòl. L'àmbit analitzat és el sòl consolidat urbà dintre de l'àrea d'influència del que serà la línia tramviària, definida per l'espai geomètric dels punts que es troben a una determinada distància dels punts que connecten el traçat del tramvia, és a dir, les parades. S'ha adoptat una distància de 300 metres, la qual pot ser recorreguda en menys de 5 minuts a peu en condicions normals. Dintre d'aquesta àrea delimitada per cercles amb un radi de 300 metres, se situa la major part de les àrees urbanes consolidades de cada una de les entitats estudiades. La llegenda d'usos del sòl elaborada es troba a la figura 6.9:

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

C Comercial	Pm Plurifamiliar intensitat mitjana
E Equipaments	Pb Plurifamiliar intensitat baixa
I Industrial	T Turístic
Ma Mixt intensitat alta	Tc Turístic i comercial
Mm Mixt intensitat mitjana	U Unifamiliar
Mb Mixt intensitat baixa	V Sòl vacant
Pa Plurifamiliar intensitat alta	ZV Zona verda

Figura 6.9. Llegenda d'usos del sòl en el corredor de la Platja de Palma. Font: Elaboració pròpia.

En base al treball anterior, s'ha categoritzat cada un dels espais urbans que conformen el corredor. Les dades obtingudes són molt importants atès que ens indiquen l'especialització territorial i funcional de les poblacions. En concret, informen dels espais amb major pressió residencial, les àrees més extensives, la ubicació dels punts amb major vocació turística i comercial. Tota aquesta informació, resumida a la taula 6.1 de síntesi, dóna una idea global de l'especialització de l'àmbit del tramvia.

Distribució percentual dels usos del sòl al corredor de la Platja de Palma							
Ús del sòl	es Portitxol	es Molinar	es Coll	Can Pastilla	Sometimes	Platja de Palma	CORREDOR
Pa	15,0%	3,6%	3,8%	4,4%	9,5%	1,1%	6,2%
Pm	34,5%	44,8%	7,9%	3,9%	3,6%	3,4%	16,3%
Pb	18,4%	22,6%	18,3%	18,0%	9,7%	0,0%	14,5%
Ma	0,0%	0,0%	0,8%	7,5%	0,0%	17,8%	4,4%
Mm	6,5%	11,3%	34,6%	12,4%	17,9%	12,2%	18,0%
Mb	0,0%	7,3%	2,6%	10,5%	0,0%	2,2%	3,8%
T	4,3%	0,0%	1,0%	13,0%	19,5%	18,3%	9,4%
C	8,0%	4,7%	6,4%	5,5%	7,7%	15,8%	8,0%
TC	0,0%	0,0%	0,0%	1,7%	10,1%	15,7%	4,6%
V	0,0%	0,0%	3,5%	2,8%	6,9%	6,6%	3,0%
ZV	7,9%	2,3%	1,9%	0,9%	2,4%	0,9%	2,7%
U	0,0%	0,0%	6,9%	18,0%	5,6%	3,8%	5,9%
E	5,3%	3,4%	4,5%	7,0%	7,1%	2,1%	3,8%
I	0,0%	0,0%	7,9%	0,0%	0,0%	0,0%	1,3%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Taula 6.1. Distribució percentual dels usos del sòl al corredor de la Platja de Palma. Font: Elaboració pròpia.

Les dades agregades per al conjunt de l'àrea d'estudi indiquen una major destinació del sòl a usos plurifamiliars d'intensitat mitjana (16,3%) i baixa (14,5%). Tot i que el caràcter residencial del corredor és més que evident, s'han d'analitzar les diferències internes, ja que en funció del nucli els tipus de sòl varia. En termes generals, els usos turístics i comercials representen aproximadament un elevat 22% sobre el total. A continuació, es fa una breu anàlisi de cadascuna de les entitats poblacionals.

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

La primera secció de la badia es fonamenta principalment en l'eix d'es Portitxol – es Molinar – es Coll (veure figura 6.10). Es tracta de nuclis amb un marcat caràcter residencial i d'usos del sòl mixtes. La primera línia de platja presenta uns usos fonamentalment turístics i comercials. Segons els càlculs realitzats, es Portitxol i es Molinar destinen una major part del seu sòl urbà a usos plurifamiliars d'intensitat mitjana (34,5% i 44,8% respectivament), mentre que es Coll es caracteritza per un predomini d'usos mixtes d'intensitat mitjana (34,6%) i plurifamiliars "extensius" (18,3%).

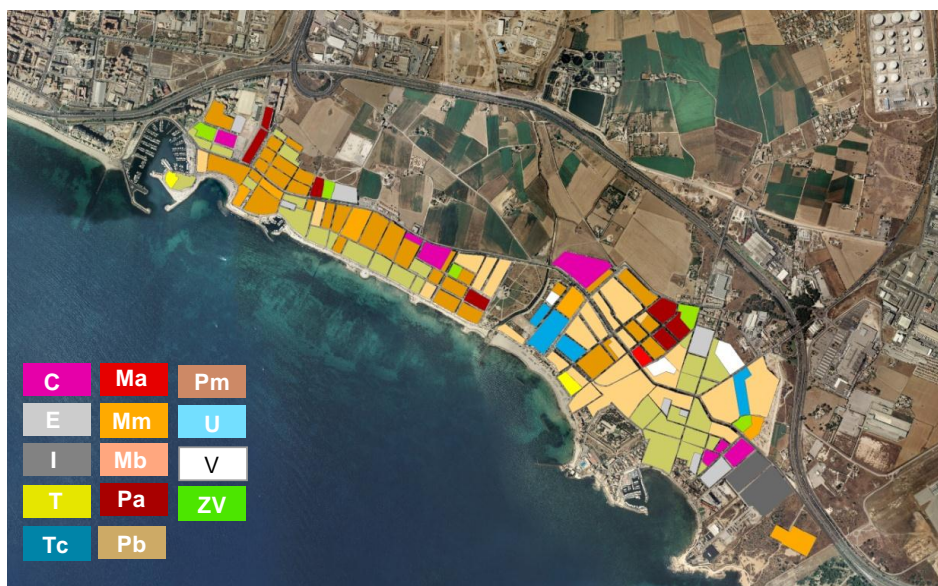


Figura 6.10. Caracterització dels usos del sòl en l'eix es Portitxol – es Molinar. Font: Elaboració pròpia.

Després del primer grup de nuclis, de característiques molt homogènies, s'arriba al nucli de Can Pastilla (veure figura 6.11). Aquest, es tracta d'un espai amb una gran varietat d'usos urbans, sense existir una clara vocació o especialització funcional del seu territori. No obstant, destaquen els usos residencials, on el sòl destinat als plurifamiliars representen el 26% del total. A més, també hi ha una presència important de sectors urbans unifamiliars, amb una morfologia i tipologia més extensiva, amb densitats demogràfiques més baixes, ubicats fonamentalment a zones més pròximes a la costa.

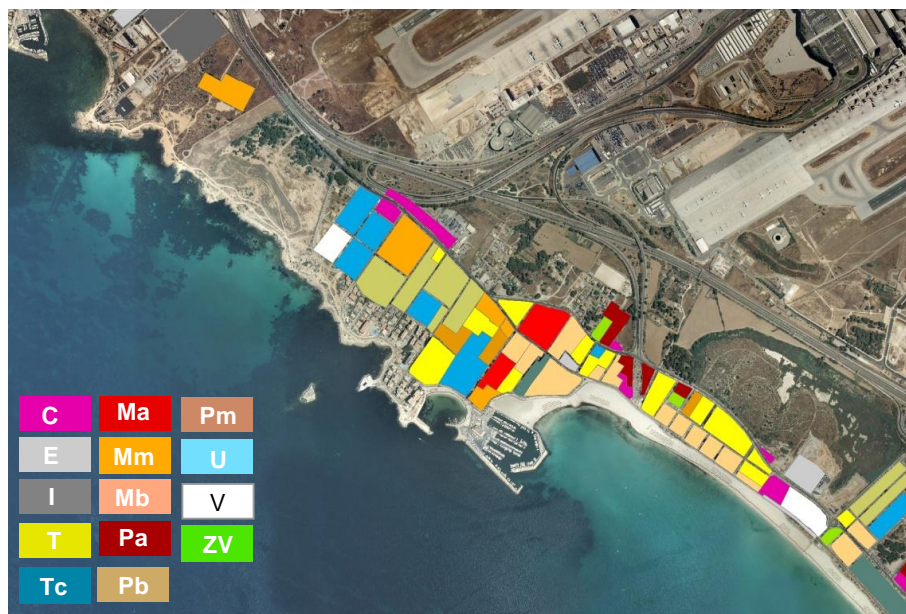


Figura 6.11. Caracterització dels usos del sòl a Can Pastilla. Font: Elaboració pròpia.

Una vegada s'ha superat Can Pastilla, s'accedeix a la zona més coneguda com a Platja de Palma, de característiques més diferents (veure figura 6.12). Aquesta darrera franja del corredor està integrada per un complex urbà que engloba els sectors de Sometimes, Les Meravelles, Les Cadenes i s'Arenal. La situació d'aquest àmbit és la d'una major dedicació d'usos a activitats turístiques i comercials. Així, els usos turístics representen un 18,3%, els comercials un 15,8% i els turístic-comercials un 15,7%. En conjunt, aquells usos destinats a aquestes dues activitats acumulen pràcticament el 50% del total de l'espai. La presència de plurifamiliars, a l'igual que d'unifamiliars, és molt escassa. Per altra banda, cal remarcar els volums de sòl vacant, és a dir, sòl urbà no consolidat, on el percentatge arriba fins al 6,6% del conjunt de la sub-zona.

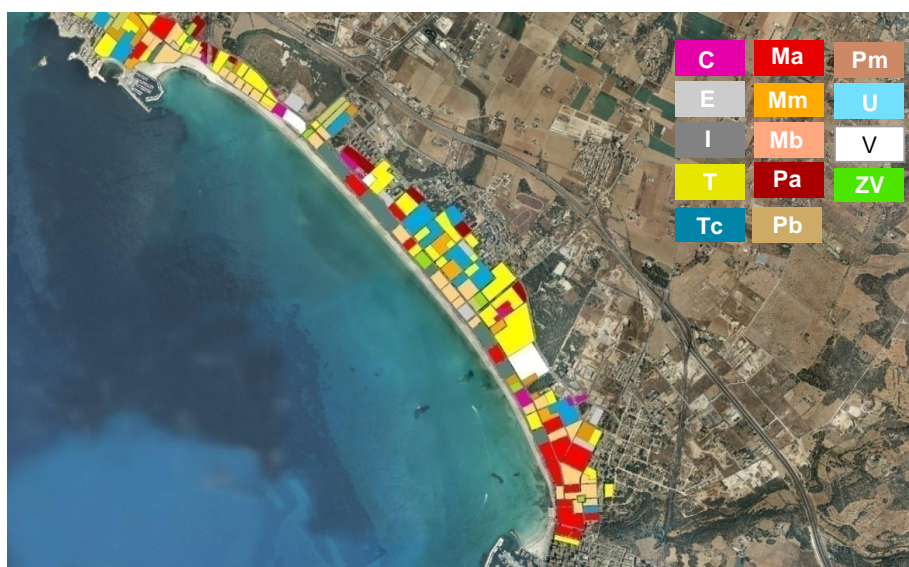


Figura 6.12. Caracterització dels usos del sòl en el corredor de la Platja de Palma. Font: Elaboració pròpia.

Així doncs, la conclusió és que l'àmbit d'estudi té un marcat caràcter turístic que condiciona l'activitat econòmica de l'àmbit d'estudi i, consegüentment la seva mobilitat. Per tant, d'entre els escenaris de demanda plantejats a l'apartat 5.2 resulta apropiat identificar aquest àmbit d'estudi amb els **Centres de Visitants**.

6.2.3. Resum

Com a conclusió, l'àmbit d'implantació del tramvia de Palma de Mallorca presenta el següent perfil:



És a dir, es tracta d'un escenari on es donen importants fluxos de persones d'origen nacional o internacional i compten amb un sector de serveis orientat cap al turisme. Té una xarxa de transports que permet realitzar desplaçaments de certa durada però té un marcat perfil estacional i els desplaçaments que s'hi fan són relativament curts. Addicionalment, molts dels desplaçaments de l'àmbit es realitzen per motius recreatius.

Finalment, l'àmbit al que la nova infraestructura ha de donar servei consta principalment d'un gran pol de mobilitat a un extrem, com és el nucli principal de Palma de Mallorca, i de dos pols intermedis a l'altre. La peculiaritat de l'esquema rau en què la infraestructura es bifurca per arribar a aquests dos pols intermedis.

6.3. Definició teòrica del model de predicció de la demanda captable pel tramvia

En aquest apartat es presenta la definició teòrica del model de predicció, les hipòtesis base i els valors utilitzats del qual es presenten a l'apartat 6.3.

6.3.1. Metodologia

L'objectiu de l'anàlisi de la demanda és conèixer el nombre de viatgers que transportaria la futura línia de tramvia de la Badia de Palma, fet que pot influir en les decisions sobre el seu traçat, l'exploració (parades, velocitat comercial, freqüències, tarifes, etc.) així com les possibles repercussions a la resta de modes.

El tramvia de Palma serà implantat en un corredor amb un elevat grau de consolidació urbanística. Només algunes de les zones amb influència directa de la nova infraestructura tenen actualment cert marge de creixement. Així mateix, no hi ha sòl comercial i d'equipaments vacant suficient com per generar un volum crític d'activitats econòmiques que puguin canviar substancialment la situació actual.

En aquest cas doncs, cal esperar que la demanda de la nova infraestructura no provingui de viatges generats a conseqüència de canvis urbanístics o en les activitats de l'àmbit d'estudi sinó que serà captada dels models de transport que actualment donen servei al corredor.

Per altra banda, també s'ha de tenir en compte que la introducció del tramvia en el sistema de mobilitat de palma pot induir nous desplaçaments que no es feien sense el nou sistema de transport.

Per tots els motius explicats, en la prognosi del nou sistema tramviari s'ha considerat adequat dur a terme la modelització mitjançant un procés que és resultat de la suma de diferents procediments que estan sintetitzats en l'esquema de metodologia de treball que s'adjunta i que es descriuen a continuació:

- **Modelització de la xarxa de transport públic**, mitjançant el programa de TransCAD, que integra en una única plataforma funcions geogràfiques i de modelització de transport amb l'objectiu d'aconseguir dos tipus d'informació bàsica:
 - Captació per part del sistema tramviari de viatges que actualment es duen a terme amb altres mitjans de transport públic. Amb el model se simula, en primer lloc, el funcionament actual de la xarxa de transport públic en l'àmbit d'estudi, per, un cop calibrada la situació actual, poder interpretar com es comportarà la demanda amb l'entrada en funcionament d'un nou mode de transport públic com és el tramvia, considerant diversos escenaris de traçat i temporals.

- Costos generalitzats de la xarxa de transport públic que ha de servir com a base per al càlcul de la captació de demanda del vehicle privat i de la demanda induïda.
- **Modelització de la captació del vehicle privat**, mitjançant el programa TransCAD, a partir de la qual es poden obtenir els costos generalitzats de la xarxa de transport privat. Amb la distribució públic/privat de la situació actual i dels costos generalitzats d'ambdós modes de transport es pot ajustar un model de repartiment modal de resposta binària (en aquest cas s'ha escollit un model Logit). En funció de la variació dels costos generalitzats que implica la implantació del tramvia s'obté la variació de la distribució modal i la captació del vehicle privat.
- **Obtenció de la mobilitat induïda**, a partir de la variació dels costos generalitzats en l'escenari actual i en el de l'ampliació del tramvia, s'estimen els nous desplaçaments que es poden generar amb l'existència d'un nou mode de transport.

La figura 6.13 resumeix el procés de construcció del model de previsió de la demanda captable pel tramvia de la Badia de Palma.

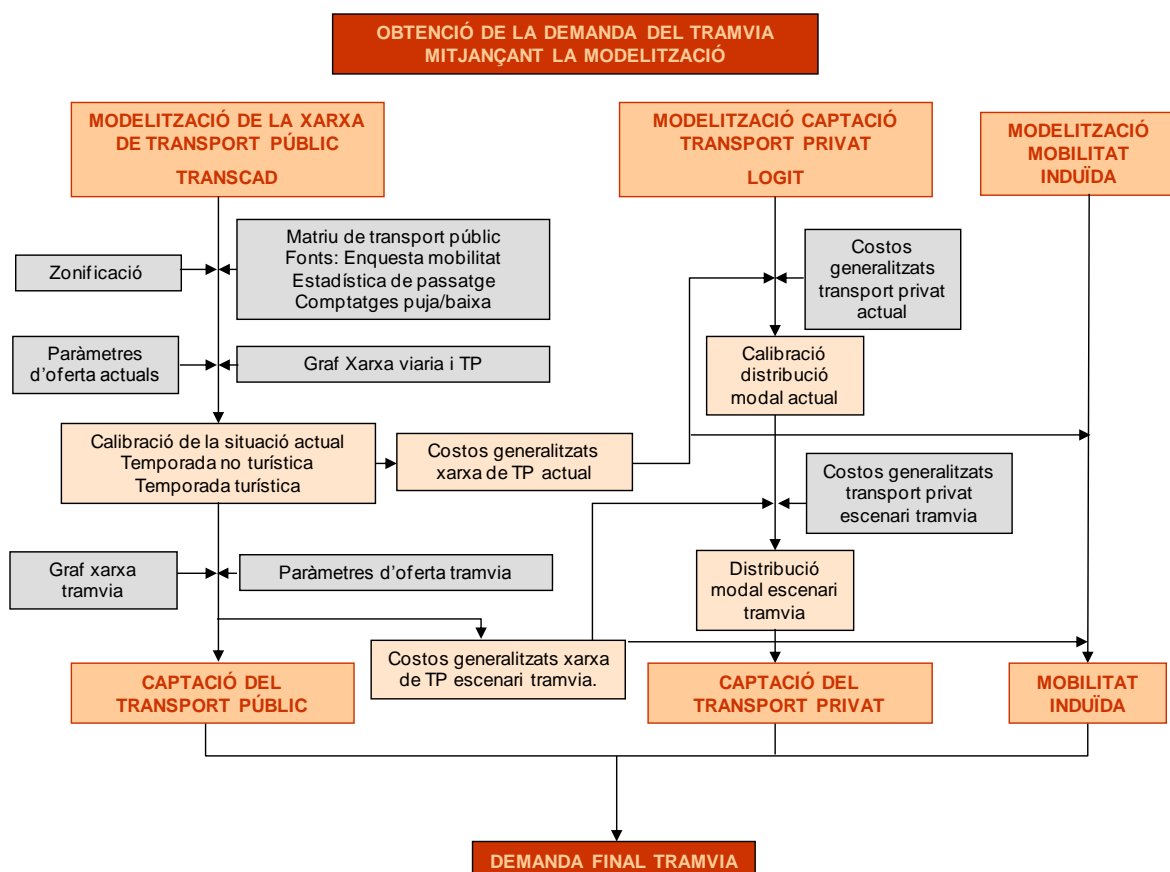


Figura 6.13. Esquema del procés de modelització de la demanda captable pel tramvia. . Font: Elaboració pròpia.

Per altra banda, com es pot observar a l'esquema anterior, les dues primeres etapes dels models de transport convencionals (generació i distribució de viatges) necessàries per construir la matriu de mobilitat no són necessàries. En aquest cas, són substituïdes directament per enquestes, comptatges i aforaments dissenyats ad-hoc. Totes elles provenen de *l'Estudi de la demanda captable del tramvia de la Badia de Palma el 2010*.

Tanmateix, la tercera etapa (model de distribució modal) i la quarta (assignació a la xarxa) seran la base de la modelització. Tots dos, s'expliquen als apartats següents:

6.3.2. Model d'assignació

A continuació es descriu la modelització de la xarxa de transport públic en l'àrea d'influència del tramvia.

Les fases que s'han seguit són les següents:

a) Incorporació de la base cartogràfica

Incorporació de la base cartogràfica degudament georeferenciada, sobre la qual es crearà el graf.

b) Creació del graf

Digitalització de la base navegable, representació en detall de la informació de la xarxa viària i de transport públic que afecti a l'estudi, la qual formarà part del graf.

Mentre es digitalitzen, s'introdueixen les característiques dels arcs i, en particular, les velocitats i capacitats, distingint entre les corresponents al mode a peu i la resta de modes en funció del tipus de via (nombre de carrils, amplària dels carrils i les voravies, prioritat en interseccions, velocitats permeses, etc.).

Un resultat directe de l'aplicació de les velocitats en cada arc és el temps de recorregut pels mateixos, ja sigui caminant o en mode mecànic. Això constitueix una dada fonamental de la base navegable, ja que per a realitzar l'assignació dels desplaçaments es tendeix a minimitzar el temps de recorregut.

c) Zonificació del model

Delimitació de la zonificació de l'àmbit d'estudi d'acord amb la matriu origen/destinació. Cada mode (públic i privat) disposa de la seva matriu pròpia. Posteriorment, es creen els centroides, que representen el nucli des del qual es generen els viatges des de cada zona i els arcs que uneixen els centroides amb la xarxa viària.

Una vegada digitalitzats tots els elements, es procedeix a donar identitat a la xarxa, és a dir, a connectar els diferents punts de la mateixa i a testar aquesta connexió, doncs resulta

fonamental per garantir que les assignacions es realitzen adequadament. Per a les xarxes de vehicle privat, a partir d'aquest punt ja es pot passar a l'assignació de la matriu i al calibratge del model.

d) Digitalització de les línies de transport urbà

Representació de les diferents línies de transport públic, urbà i interurbà. Paral·lelament al dibuix de les línies s'introdueixen les variables relacionades amb l'exploració dels serveis representats:

- Freqüència o interval de pas
- Temps màxim i mínim d'espera
- Capacitat de la línia (places ofertes / dia)
- Tarifa mitjana ponderada
- Tarifa de transbordament

La representació de la xarxa sobre una base cartogràfica que inclou característiques socioeconòmiques i demogràfiques, permetrà conèixer les zones d'influència reals de les estacions, la població existent en ella i la cobertura de la xarxa, així com altres variables d'interès:

- Població i superfície servida en un radi determinat entorn a les estacions
- Població servida pels diferents serveis i línies
- Població servida/habitants totals per àmbit
- Parades d'autobús situades en un radi determinat de les terminals de transport (ports, aeroports, grans intercanviadors, etc.)
- Representació cartogràfica dels línies de desig que compleixen determinades característiques, línies per àmbits territorials, per nivell d'oferta, per tipologia de servei, etc.
- Representació cartogràfica dels radis de cobertura de les estacions

e) Creació de la xarxa de transport públic

Es procedeix a dotar de connectivitat a la xarxa de transport públic tal com s'havia realitzat prèviament amb la xarxa viària.

En aquesta etapa, el programa interrelaciona la informació de la xarxa viària amb la xarxa de transports. En paral·lel, es defineixen alguns dels paràmetres que intervindran en la fórmula de costos generalitzats del mètode d'assignació escollit:

- Paràmetre escollit en la realització de camins mínims
- Nombre màxim de transbordaments permès
- Valor monetari del temps
- Pes atorgat a diferents factors que intervenen en la formulació dels costos generalitzats: temps a bord del vehicle, temps d'espera, temps de transbordament, temps a peu i temps de puja-baixa
- Dades genèriques relacionades amb l'interval de pas, temps màxim d'espera, penalitzacions de temps segons la línia, etc.

f) Procés d'assignació

Assignació de les matrius de demanda actual sobre els grafs creats anteriorment. Per poder assignar les matrius als grafs, cal referenciar-les segons la zona d'origen i de destinació dels centroides del model.

Per portar a terme l'assignació de la matriu, en primer lloc s'escull el mètode d'assignació. L'Stochastic User Equilibrium (SUE) o equilibri estocàstic de l'usuari, és l'utilitzat habitualment, tant per simular el comportament de la demanda de transport públic com la de vehicle privat.

De forma genèrica, els mètodes d'equilibri utilitzen restriccions de capacitat i necessiten la definició de paràmetres de congestió (relació volum - capacitat) de les rutes i vies de circulació. A partir d'un procés iteratiu es calculen les càrregues de les línies de transport públic i de la xarxa viària.

El mètode de l'equilibri estocàstic de l'usuari parteix de la hipòtesi que no tots els usuaris coneixen el camí òptim per realitzar el seu desplaçament, sinó que aquests desplaçaments es reparteixen de forma proporcional als costos derivats de cada opció de viatge entre dos punts.

La funció dels costos del mètode SUE és la següent:

$$CG = \sum f + VdT \left[\sum \left(w_1 t_1 + w_2 t_2 + w_3 t_3 + w_4 t_4 \left(1 + \alpha \frac{V}{C} \right)^\beta + w_5 t_5 \right) \right] \quad (29)$$

on,

CG: cost generalitzat d'efectuar el desplaçament

f : tarifa d'accés a la ruta

VdT: valor monetari del temps

w_1 : pes del temps de transbordament

t_1 : temps de transbordaments

w_2 : pes del temps d'espera

t_2 : temps d'espera

w_3 : pes del temps d'accés al vehicle

t_3 : temps d'accés al vehicle en funció de les pujades i baixades en la parada/estació

w_4 : pes del temps de recorregut en vehicle

t_4 : temps de recorregut en vehicle

α, β : paràmetres de calibració en funció de la congestió

V/C: relació entre el volum de viatges i la seva capacitat

w_5 : pes del temps d'accés a la parada/estació

t_5 : temps d'accés a la parada/estació

En el cas d'assignacions de vehicle privat, molts dels termes són nuls, quedant la quarta component de la funció de costos anterior, que és la que té en compte la relació entre el volum de viatges i la capacitat de les vies (congestió).

En el cas d'assignacions de transport públic, segons el nombre màxim de transbordaments permesos i els costos de cada opció, el programa transforma els desplaçaments en cadenes d'etapes o viatges que, al seu torn, es corresponen amb els usuaris de les diferents línies de transport públic.

Al realitzar la primera assignació, s'obté un primer resultat de càrrega, que permet comparar-lo amb els aforaments reals de les línies i de les vies de circulació.

g) Calibració del model

Procés iteratiu d'assignacions en el qual es comparen els resultats obtinguts mitjançant el model amb les dades reals (obtinguts mitjançant els aforaments), fins que s'aconsegueixen marges d'error acceptables i no superiors al 10-15%. Normalment el marge d'error en les assignacions de vehicle privat és una mica superior al de les assignacions de transport públic degut al major nombre de possibilitats per realitzar un viatge i al comportament més imprevisible dels conductors.

Així, per aproximar els resultats de l'assignació a la realitat, es procedeix a variar els valors de certs paràmetres que el model disposa per a aquesta finalitat, com per exemple:

- Nombre de transbordaments permesos
- Temps màxim d'espera

- Valor del temps
- Pesos de la funció de costos (w_i) els quals també es poden variar per línies i per trams de via
- Així mateix, es varien també els paràmetres de la funció de congestió: alpha i beta
- En el cas de models amb vehicle privat, la matriu assignada s'acostuma a depurar de forma iterativa en base als aforaments de trànsit i a criteris relacionats amb la naturalesa de les zones d'origen i destinació (població, punts especials de generació de mobilitat, etc.)

Aquest ajustament d'elements es realitza amb dues finalitats:

- Assignar tots els desplaçaments
- Reproduir el volum de demanda de les línies de transport públic i de les vies de circulació

h) Obtenció de resultats

Finalment, s'ha assignat la matriu de transport públic en els diferents escenaris de construcció del tramvia: fases constructives i horitzons temporals establerts.

L'assignació ha donat com a resultat les dades de passatge de la línia del tramvia, demanda per trams i puja/baixa per estacions.

L'assignació de la matriu de viatgers en la situació actual i en l'escenari tramvia, ha permès l'obtenció d'una matriu origen/destinació de costos generalitzats del transport públic, que ha estat utilitzada en el model logit de repartiment modal, per avaluar la captació d'usuaris del transport privat.

Per fer-ho, i aprofitant també el graf, s'ha dut a terme una modelització del transport privat, amb la finalitat d'obtenir la matriu de costos generalitzats d'aquest mode de transport.

6.3.3. Model LOGIT

a) Model d'elecció modal per a la captació del vehicle privat

El model d'elecció modal planteja com a objectiu principal la definició d'una metodologia que permeti analitzar i avaluar les diferents polítiques de transport susceptibles de modificar la participació del tramvia en el total de viatges del sistema de transport.

b) Formulació del model

Per determinar la demanda captada del mode vehicle privat s'estima un model de repartiment modal a partir d'elements que determinin la probabilitat que un usuari faci servir un transport públic o privat. En aquest cas la variable explicada és dicotòmica segons el mode utilitzat, pel que resulta adient determinar un model basat en les corbes de tipus *logit*:

$$P(Y=1 | X) = F(\alpha + \beta * X) = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \beta * X)}} \quad (31)$$

On α i β són paràmetres a calibrar i X és la variable explicativa del model. A l'opció de que el viatger triï transport públic se li dona valor 1, i 0 a l'alternativa. La probabilitat de que aquest sigui el mode considerat depèn de la seva relació amb les variables explicatives (definides com a X) a través d'aquesta corba. La variable explicativa considerada per determinar la captació és la relació entre els costos d'ús del transport públic i del privat (C_{pu}/C_{pr}).

A partir del càlcul dels paràmetres α i β s'obté la probabilitat d'agafar transport públic o privat en funció de les explicatives, probabilitat que aplicada al total de viatgers que hi ha per les diferents relacions d'origen i destinació permetrà determinar quants d'ells seran usuaris de públic davant de la nova situació.

6.3.4. Model de demanda induïda

La demanda induïda és la generada per la introducció del tramvia en el sistema de mobilitat a Palma que fa que una persona que abans no feia un desplaçament ara el faci per la implantació d'aquest nou mitjà.

El supòsit considerat per a l'estimació d'aquesta demanda es basa en la disminució de costos d'utilització de transport públic que es donarà amb la nova situació. Per a cada relació origen - destinació s'aplica aquesta diferència als usuaris de transport públic:

$$DI_{ij} = UTPU_{ij} * \frac{CPUA_{ij} - CUF_{ij}}{CPUA_{ij}} \quad (32)$$

on,

DI_{ij} és la demanda induïda entre l'origen i i la destinació j ,

$UTPU_{ij}$ és el nombre d'usuaris de transport públic actual entre l'origen i i la destinació j ,

$CPUA_{ij}$ són els costos actuals de l'ús de transport públic actual entre l'origen i i la destinació j ,

CUF_{ij} són els costos futurs de l'ús de transport públic actual entre l'origen i i la destinació j

6.4. Avaluació de la demanda: hipòtesis i valors utilitzats per al model teòric

6.4.1. Introducció

Al llarg del present capítol s'exposen els resultats de les previsions de demanda captable pel tramvia en cadascun dels escenaris plantejats, tot detallant el procés que s'ha seguit per arribar-hi.

La modelització s'ha enfocat de cara a reproduir la demanda diària de transport, tant de públic com de privat. Aquest és el procediment més habitual en aquest tipus d'estudi atès que l'escala diària és la més útil de cara a estudiar el transvasament de viatgers en la reestructuració de xarxes de transport.

Els models s'han calibrat a partir dels treballs de camp realitzats, que també s'han enfocat per definir la demanda de transport d'un dia feiner tipus. Posteriorment, els resultats s'han expandit a totals anuals a partir dels factors d'estacionalitat més fiables per a aquest estudi, que són els de la demanda de l'EMT (tant de tota la xarxa com només de les línies del corredor de la Platja de Palma).

- En primer lloc s'explica com s'ha creat el graf i la zonificació dels models, que és comuna per al model de transport públic i el de vehicle privat.
- En segon lloc es descriu la font principal de viatgers de la futura línia de tramvia, que no és altra que el transvasament de la demanda del transport públic en aquest corredor. Aquesta demanda s'obté directament amb el programa de simulació TransCAD a partir de la calibració de la situació actual i la posterior introducció de canvis a la xarxa de transport públic.

S'ha considerat que aquesta demanda prové únicament de les línies operades per l'EMT de Palma atès que les línies interurbanes operades per altres empreses tenen prohibicions de trànsit en el corredor afectat pel tramvia i, per tant, no transporten viatgers dins d'aquest àmbit geogràfic.

L'única excepció a aquest fet és la concessió IB-33, doncs està autoritzada a transportar viatgers entre Palma i s'Arenal de Lluçmajor. No obstant, les línies d'aquesta concessió (501, 502 i 520) circulen per l'autopista Ma-19 i, per tant, no ofereixen un servei comparable al del tramvia, que transcorre per zona urbana. A més, la demanda transportada per aquestes 3 línies entre Palma i s'Arenal de Lluçmajor és molt inferior a la demanda que transporta l'EMT, doncs l'any 2008 es va situar entorn els 8.693 viatgers (poc més de l'1% del total transportat per aquestes línies, i molt lluny dels més de 10 milions anuals transportats per l'EMT en el mateix corredor). Amb tot, és del tot coherent no incloure la demanda de la concessió IB-33 en el procediment d'estimació de la captació del transport públic.

- En tercer lloc s'explica com s'han elaborat les estimacions de captació de la demanda provinent del vehicle privat. Aquesta demanda s'estima en base a la distribució modal públic/privat de la situació actual i dels costos generalitzats dels viatges realitzats en transport públic i en vehicle privat, obtinguts gràcies als 2 models independents elaborats amb el programa de simulació TransCAD.

Amb aquestes dades s'ha ajustat una corba logit que, en funció de la variació dels costos generalitzats que comporta la implantació del tramvia i la reordenació de la xarxa viària, permet obtenir la variació de la distribució modal públic/privat i, en conseqüència, la captació del vehicle privat.

- En quart lloc es descriu com s'obté la demanda induïda, que és aquella provinent dels nous desplaçaments que pot arribar a generar la implantació d'un nou mode de transport. Aquestes estimacions d'inducció s'han contrastat amb altres experiències d'implantació tramviària a d'altres ciutats espanyoles.

Finalment, s'exposa la prognosi realitzada per tal de preveure com evolucionarà la demanda captada pel tramvia al llarg dels anys. Les hipòtesis de creixement adoptades han estat descrites en detall al capítol 4.

6.4.2. Zonificació

Per tal d'obtenir una correcta caracterització de la mobilitat en l'àmbit d'estudi, així com també modelitzar el sistema per calibrar la demanda potencial del projecte tramviari, s'ha dividit el terme municipal de Palma en diferents "zones de mobilitat" tal i com es pot observar a la taula 6.2.

Zona	Nom	Zona	Nom	Zona	Nom	Zona	Nom
1	Catedral	26	Son Dureta	51	Pol. de Llevant	76	Son Cladera
2	Passeig Mallorca	27	Son Dameto	52	Gènova	77	Es Rafal
3	Jaume III	28	Son Espanyolet	53	Son Rapinya	78	Es Viver
4	Born	29	Es Fortí	54	Son Xigala	79	Verge de Lluc
5	Es Jonquet	30	Son Cotoner	55	Son Moix	80	Marratxí
6	Son Armadams	31	Cementiri	56	Son Vida	81	Es Rafal Nou
7	Sta. Catalina	32	General Riera S	57	Son Serra	82	AMADIP
8	Instituts	33	Gral. Riera Cent	58	Son Roca	83	Son Malferit
9	Av. Alemanya	34	Camp Redó	59	Can Valero	84	Son Llätzer
10	Plaça Espanya	35	Gral. Riera Nord	60	Secar de la Real	85	Son Ferriol
11	Porta St. Antoni	36	Cas Capiscol	61	Establiments	86	S'Hostalot
12	Porta des Camp	37	Conservatori	62	Son Espases	87	Sant Jordi
13	Dic de l'Oest	38	S'Escorxador	63	Son Espanyol	88	Manacor
14	Portopí	39	Bons Aires	64	Parc BIT	89	Portitxol
15	Cala Major	40	Amanecer	65	UIB	90	Es Coll d'en Rab
16	Cas Català	41	Plaça Toros	66	Valldemossa	91	Son Riera
17	Illetes	42	Parc Estacions	67	Sóller	92	Can Pastilla
18	Calvià	43	Son Oliva	68	Sa Garriga	93	Aeroport
19	Sant Agustí	44	Hostalets	69	Son Sardina	94	Ses Fontanelles
20	Joan Saridakis	45	Can Capes	70	Son Pacs	95	Es Pil·larí
21	La Bonanova	46	Pere Garau	71	Son Castelló S	96	S'Aranjassa
22	Moll de Paraires	47	Son Gotleu N	72	Son Castelló N	97	Platja de Palma
23	Can Barbarà	48	Ctra. Manacor	73	Son Llompart	98	S'Arenal
24	El Terreno	49	Son Gotleu S	74	Sa Indioteria	99	Cala Blava
25	Sa Teulera	50	La Soledat	75	Inca	100	Llucmajor

Taula 6.2. Zones de mobilitat de l'àmbit d'estudi. Font elaboració pròpia.

En total, s'han definit 100 zones de mobilitat, les quals han considerat com a unitat de referència la secció censal i barris de la ciutat, que s'han modificat en base a criteris de mobilitat. Aquestes zones també s'han dissenyat en funció de la localització de centres generadors o receptors de mobilitat, així com l'ús de grans eixos d'infraestructures com a línies divisòries entre diferents zones.

6.4.3. Creació del graf dels models

A l'apartat 6.3.1 de la present memòria, es descriu la metodologia seguida per realitzar la modelització. A continuació es detalla la creació dels models que s'ha dut a terme.

En el graf creat hi ha 1.505 nodes situats al centre de les parcel·les urbanístiques de l'àmbit dels quals 100 són centroides de les corresponents zones de mobilitat definides. Per altra banda hi ha 2.014 arcs o vies que formen la xarxa de mobilitat, dels quals 147 són connectors que connecten cadascun dels centroides amb aquesta xarxa. El graf creat incorpora les vies principals de la ciutat i també totes les vies per on circulen serveis de transport públic. A més, cal destacar que en el graf s'han introduït les futures infraestructures que intervindran en el model, com ara els nous vials de circulació i la línia del tramvia. A la següent figura es pot observar el graf elaborat (veure figura 6.14).

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà



Figura 6.14. Graf del model de TransCAD. Font: Elaboració pròpia.

A mesura que es grafien els arcs es van introduint les propietats d'aquests: sentit, tipus de via, velocitat caminant, velocitat en bus, velocitat a peu, velocitat en vehicle privat, capacitat diària del trànsit de vehicles privats. A la taula 6.3 es resumeixen les propietats de la xarxa en funció de la tipologia dels carrers.

Tipus arc	Capacitat carril vp (vehicles/hora)	Velocitat vp (km/h)	Velocitat TP (km/h)	Velocitat persones (km/h)	Xarxa caminar	Xarxa vehicles
Autopista	2.100	90	77	4	No	Si
Carretera	1.800	65	35	4	Si	Si
Carretera urbana	1.500	35	20	4	Si	Si
Carrers principals	1.000	25	15	4	Si	Si
Carrers secundaris	600	15	10	4	Si	Si
Enllaços	1.500	35	20	4	No	Si
Avingudes	1.200	30	17,5	4	Si	Si
Rotonda	1.000	15	10	4	Si	Si
Metro	-	-	39,23	-	No	No
A peu	-	-	-	4	Si	No
Tram	-	-	Funció del model d'exploració	-	No	No

Taula 6.3. Característiques dels arcs del model. Font: Elaboració pròpia.

Atès que cadascun dels arcs du associada una longitud, a partir de les velocitats definides és senzill calcular el temps necessari per recórrer cada arc en cadascun dels modes definits (a peu, en vehicle privat, en bus o en tramvia). En les assignacions el temps és la magnitud més

important a l'hora de triar el camí òptim per realitzar un viatge, que sempre ve definit per una relació origen/destinació.

En el cas del model de transport públic, el temps necessari per accedir a la parada a peu i el temps a bord dels vehicles són dues de les variables decisives de la funció dels costos generalitzats del mètode d'assignació emprat (mètode de l'equilibri estocàstic de l'usuari, o SUE). En aquest cas, s'han considerat que cadascun dels centroides està connectat a la xarxa a través d'uns arcs anomenats connectors, tots ells amb un temps de recorregut fix de 7,5 minuts (independent de la longitud del connector). També és important el temps d'espera, que depèn de l'interval de pas de cada línia. En aquest cas s'ha considerat que, en hora punta de la temporada alta, les línies que es dirigeixen a l'aeroport han d'oferir una sortida cada 15 minuts i les que es dirigeixen a s'Arenal una cada 8 minuts.

En el cas del model de vehicle privat, el temps de recorregut en vehicle i la relació entre el volum de vehicles i la capacitat de les vies (congestió) són les variables decisives de la funció dels costos generalitzats del mètode d'assignació emprat (també el mètode de l'equilibri estocàstic de l'usuari, o SUE). Aquest darrer paràmetre es calibra en un procés iteratiu dl programari utilitzat.

La definició de la zonificació del model és un pas clau per poder obtenir un model fiable. El criteri base per fer la zonificació és seguir les zonificacions censals de Palma, tot i que s'han modificat evitant que els límits de zona quedessin a carrers principals per on circulen línies de transport públic. Aquest criteri s'aplica per dues raons:

1. Que les zones puguin assimilar-se a les àrees d'influència de les parades i a les vies principals dels sistema de transport,
2. i que les parades d'anada i tornada d'una mateixa línia de transport públic quedin en sempre en una mateixa zona.

El model de la ciutat de Palma realitzat consta de 100 zones i, per tant, s'han creat 100 centroides. Aquests centroides són els orígens i les destinacions de tots els viatges realitzats a la xarxa. Per aquest motiu, les matrius assignades als models són de 100 files i 100 columnes (100x100), tant en el cas del transport públic com en el del vehicle privat.

Aquestes 100 zones inclouen 9 zones que no són del municipi i representen els principals corredors d'accés a la xarxa de transport de Palma. Algunes d'aquestes zones incorporen viatges a la matriu de transport públic, tot i que la majoria no en tenen atès que la xarxa de l'EMT de Palma no hi circula (i cal recordar que no s'han modelitzat línies operades per altres empreses per la pràcticament nul·la repercussió sobre la demanda captable pel tramvia). En canvi, aquestes zones són una font de viatges en vehicle privat i per aquest motiu és important incloure-les en el model.

Corredors d'accés a la xarxa de transport de Palma			
Zona	Corredor	Transport públic	Transport privat
17	Illetes	Si (L3)	Si
18	Ponent (Ma-1)	No	Si
66	Valldemossa-Esporles	No	Si
67	Sóller	No	Si
75	Raiguer (Ma-13)	No	Si
80	Marratxí (Ma-13A i Ma-30)	Si (L3)	Si
88	Manacor (Ma-15)	No	Si
99	Cala Blava	Si (L23)	Si
100	Migjorn (Ma-19)	No	Si

Taula 6.4. Zones de fora del municipi de Palma modelitzades. . Font: Elaboració pròpia.

Cadascun dels centroides està connectat a la xarxa a través de connectors amb un temps de recorregut fix de 7,5 minuts. Els connectors s'han unit a la xarxa en punts situats a les vies de circulació principals, normalment a prop d'alguna parada de bus. El temps fix s'estableix per garantir la igualtat de condicions per accedir a la xarxa principal des de qualsevol zona, i simula el temps de recorregut per carrers secundaris a peu o en vehicle privat.

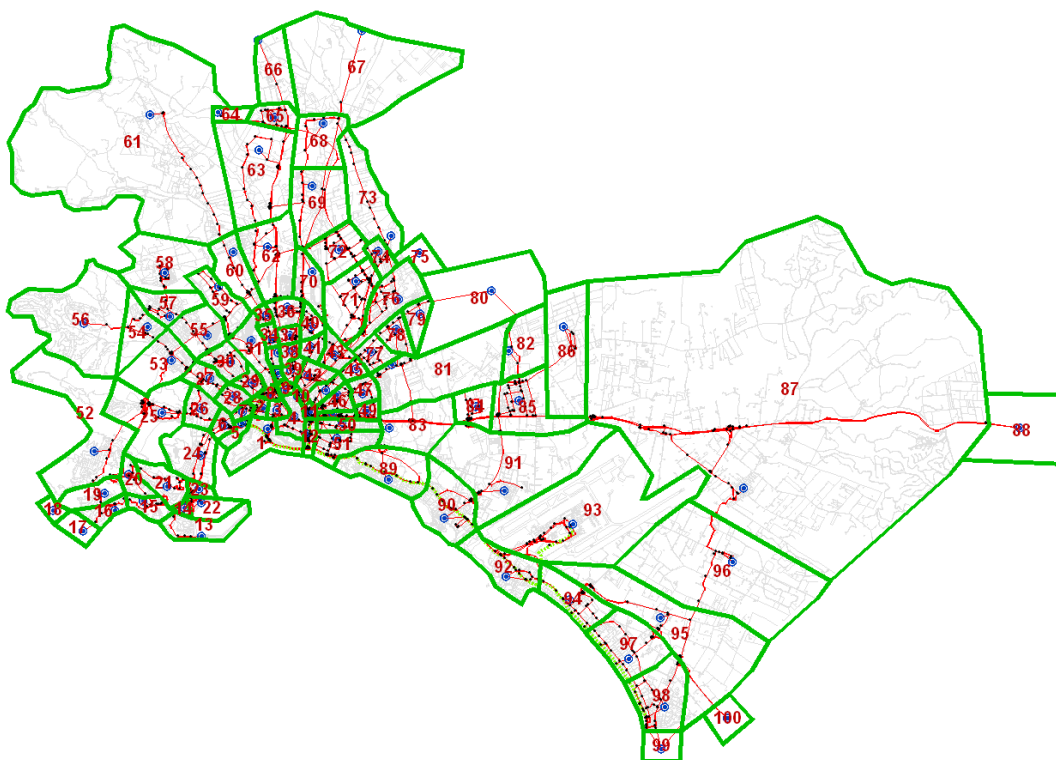


Figura 6.15. Detall dels centroides i connectors del model sobre la zonificació. Font: Elaboració pròpia.

Una vegada digitalitzats tots els elements, s'ha donat identitat a la xarxa, és a dir, s'han connectat els diferents punts de la mateixa i s'ha testat aquesta connexió, doncs resulta fonamental per garantir que les assignacions es realitzen adequadament.

6.4.4. Captació del transport públic preexistent

Matriu d'assignació

La matriu emprada per realitzar l'assignació dels viatges en transport públic és una matriu origen/destinació de 100x100 atès que, com ja s'ha explicat, la zonificació del model contempla 100 zones.

Per a les relacions amb origen/destinació dins el propi corredor, els valors de la matriu s'han obtingut a partir de les dades expandides de les línies aforades en el corredor tramviari (L1, L15, L21, L23, L25 i L30). Sens dubte, aquesta és la font més fiable de la qual es disposa atès que incorpora viatges reals realitzats per usuaris que poden o no ser residents a Palma. D'aquesta manera s'evita el biaix que l'enquesta telefònica podria tenir al no tenir en compte els viatges realitzats pels no residents a Palma.

Per a la resta de relacions origen/destinació s'han emprat els valors expandits de l'enquesta telefònica als residents de Palma i de les enquestes a l'estació intermodal, descomponent les cadenes modals en transport públic en etapes realitzades en cada línia gràcies a les dades dels puja/baixa aportades per l'EMT de Palma.

Aquest procediment implica que els viatges amb transbordament queden separats en etapes realitzades en cada línia, amb origen i destinació a les parades on s'efectuen els transbordaments. D'aquesta manera no ha resultat necessari modelitzar les línies interurbanes de tren i d'autobús, ni tampoc el metro, atès que només s'han inclòs els viatges que realment s'han realitzat en les línies de l'EMT.

Lògicament, les relacions amb origen/destinació no servides per cap línia de forma directa resulten zeros a la matriu, doncs el viatge queda descompost en les seves diferents etapes corresponents a cada línia. Dit d'una altra manera, no hi poden haver viatges entre relacions que no estan servides per una mateixa línia.

Amb tot, la matriu resultant contempla 145.996 desplaçaments diaris realitzats en les línies de l'EMT. Aquest valor resulta totalment coherent amb les dades del passatge aportades per aquesta empresa, que són substancialment superiors a les obtingudes amb l'enquesta telefònica (que només contempla els viatges realitzats pels residents al municipi). La taula 6.4 evidencia aquesta coherència:

Comparativa del total de desplaçaments diaris a l'EMT		
Font	Valor	Variació respecte al real
Mitjana dels desplaçaments realitzats a la xarxa de l'EMT un dia tipus de maig de 2010	145.367	-
Desplaçaments totals de la matriu assignada al model	145.996	0,43%
Desplaçaments realitzats a la xarxa de l'EMT obtinguts per mitja d'una enquesta a residents realitzada el mateix any	110.340	-24,10%

Taula 6.5. Comparativa dels desplaçaments d'un dia tipus amb l'EMT. Font: Elaboració pròpia.

D'aquesta comparativa es pot deduir que durant el mes de maig, prop del 76% de la demanda de l'EMT prové dels residents a Palma, mentre que el 24% restant ho fa dels no residents a ciutat (turistes i residents a altres municipis de Mallorca).

Construcció i calibració del model

Per construir el model de transport públic s'ha representat la major part de la xarxa de l'EMT, amb un total de 23 línies i 836 parades físiques.

Per la seva escassa demanda i poca relació amb la futura línia de tramvia, no s'han considerat ni la línia 18 (Son Riera) ni la línia 41 (Bus de nit).

Tampoc s'han modelitzat noves línies de la xarxa que queden fora del corredor del tramvia perquè la seva recent incorporació no ha permès consolidar-ne la demanda i, a més, hi ha una important mancança de dades de distribució del seu passatge quant a orígens i destinacions. Aquest és el cas de la línia 6 (Polígon de Llevant – Can Valero), la línia 13 (Son Llompart – Sa Indioteria), la línia 20 (Porto Pi – UIB – Parc Bit) i la línia 24 (Son Llätzer – Son Hugo).

Línies simulades			
Línia	nom	Línia	nom
1	Aeroport - Ciutat - Port	15	Platja de Palma - Plaça de la Reina
2	Circumval·lació Centre Històric	16	Establiments
3	Es Pont d'Inca - Illetes	19	Universitat
5	Es Rafal Nou - Son Dureta	21	S'Arenal - Aeroport
7	Son Rapinya - Son Gotleu	23	S'Arenal
8	Son Roca	25	Platja de Palma per autopista
9	Son Espanyol	27	Sa Garriga
10	Son Cladera	28	Son Llätzer circular
11	Sa Indioteria	29	Ronda Urbana
12	Son Sardina - Polígon de Llevant	30	Sant Joan de Déu
14	Son Ferriol	31	S'Aranjassa

Taula 6.6. Línies de l'EMT simulades amb TransCAD. Font: Elaboració pròpia.

A la figura 6.16 es presenten les línies urbanes que afecten directament al corredor. S'ha afegit la línia 23, que és interurbana (concessió IB-29), però també explotada per l'EMT, és a dir, tot i ser a nivell formal una línia diferent, a efectes pràctics es comporta de manera similar a la resta de serveis urbans.



Figura 6.16. Línies explotades per l'EMT en el corredor de la Platja de Palma i l'Aeroport

Cadascuna de les línies simulades s'ha dividit en dues línies, una per a cadascun dels sentits de circulació. Les excepcions a aquesta tòcnica són la línia 2, que és circular amb només un sentit de circulació, i les línies 7 i 14, que tenen dos ramals en els extrems (Son Xigala i Son Vida per part de la línia 7, Sant Jordi i s'Hostalot per part de la línia 14).

Per tant, les 23 línies simulades sumen un total de 49 línies representades ($20 \times 2 + 1 + 2 \times 4 = 49$). A cada línia representada se li ha associat un nom (o nombre) i un sentit.

En aquesta fase de la construcció del model també s'han representat les línies de tramvia i les línies resultants de les diferents reestructuracions de la xarxa futura de l'EMT, que es descriuen en detall al següent apartat. Amb la incorporació de les futures línies en cadascun dels escenaris, s'ha passat de les 49 línies de bus actuals a un total de 79 línies de bus i 18 línies de tramvia.

Paral·lelament al dibuix de les línies s'han introduït les variables relacionades amb l'exploració dels serveis representats:

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

- Freqüència o interval de pas: en minuts i basant-se en l'exploració diürna en dia feiner (veure taula 6.8).
- Temps màxim d'espera: en minuts i igual a l'interval de pas, doncs es considera que les freqüències establertes es compleixen.
- Temps mínim d'espera: que és zero.
- Capacitat de la línia: places ofertes per dia a cada línia, en base al tipus de vehicles assignats habitualment per l'EMT i al nombre total d'expedicions diàries.

Capacitat dels vehicles	
Longitud (m)	Capacitat
9	25
10,5	65
12	75
18	120
Tramvia	200

Taula 6.7. Capacitat dels vehicles de l'EMT. . Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'EMT.

Línia	Interval	Capacitat/dia
1	15	5.213
2	12	4.615
3	7	14.760
5	9	8.063
7 Son Xigala	10	7.188
7 Son Vida	60	1.438
8	7	10.013
9	60	363
10	14	5.250
11	30	2.250
12	24	2.725
14 Sant Jordi	30	2.450
14 S'Hostalot	60	1.225

Línia	Interval	Capacitat/dia
15	10	13.380
16	15	4.538
19	20	8.606
21	30	2.700
23	25	3.113
25	13	4.670
27	60	363
28	60	910
29	20	3.278
30	15	4.380
31	70	813
46	20	3.600

Taula 6.8. Capacitat diària de les línies de l'EMT. Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'EMT.

Pel que fa al sistema de tarifes de la xarxa modelitzada, s'ha establert un sistema monozonal. Aquesta no distinció divergeix amb l'estat actual de les tarifes, doncs el preu dels trajectes a l'aeroport és més elevat que no pas el de la resta de trajectes oferts per l'EMT, sigui quina sigui la tipologia del títol de transport. No obstant es decideix modelitzar l'àmbit amb una sola tarifa ja que es tracta d'una situació molt comú en xarxes d'aquesta longitud en l'àmbit europeu.

La tarifa mitjana ponderada (TMP) de l'EMT de Palma s'ha estimat en 0,69 €, segons dades oficials del 2011. No s'ha aplicat cap tarifa de transbordament a causa que l'EMT permet el

transbordament gratuït amb targeta ciutadana entre línies urbanes diferents i fins a 90 minuts després de la 1^a cancel·lació.

Tant bon punt la xarxa actual ha estat construïda, s'ha procedit a dotar-la de connectivitat tal com s'havia realitzat prèviament amb la xarxa viària. En aquesta etapa, el programa interrelaciona la informació de la xarxa viària amb la xarxa de transports. En paral·lel, s'han definit els paràmetres que intervenen en la funció de costos generalitzats del mètode d'assignació de l'equilibri estocàstic de l'usuari (veure apartat 6.3.2), que amb l'eliminació dels transbordaments finalment ha quedat així:

- Paràmetre a optimitzar en la realització de camins mínims: cost generalitzat dels viatges (CG).
- Nombre màxim de transbordaments permès: s'ha limitat a zero transbordaments atès que la matriu només incorpora les etapes dels viatges.
- Valor monetari del temps (VdT): s'ha suposat que el cost del temps dels usuaris del transport públic és de 0,15 €/minut (9 €/hora), el mateix valor que s'ha agafat en els escenaris teòrics tipus Centres de isitants.
- Pes del temps d'accés a la parada/estació (w_5): aquest pes s'ha fixat en 15, un valor molt elevat per tal d'evitar que els viatges que s'han de realitzar en transport públic es facin caminant.
- Temps màxim de caminada cap a/des d'una parada: s'ha limitat en 11 minuts per tal d'evitar que els viatges que s'han de realitzar en transport públic es facin caminant.

La funció de costos generalitzats del mètode d'assignació finalment ha quedat així:

$$CG = \sum f + 0,2 \left[\sum \left(w_2 t_2 + w_3 t_3 + w_4 t_4 \left(1 + \alpha \frac{V}{C} \right)^\beta + 15 \cdot t_5 \right) \right] \quad (33)$$

on,

CG: cost generalitzat d'efectuar el desplaçament

f: tarifa d'accés a la ruta

w_2 : pes del temps d'espera

t_2 : temps d'espera

w_3 : pes del temps d'accés al vehicle

t_3 : temps d'accés al vehicle en funció de les pujades i baixades en la parada/estació

w_4 : pes del temps de recorregut en vehicle

t_4 : temps de recorregut en vehicle

α, β : paràmetres de calibració en funció de la congestió

V/C : relació entre el volum de viatges i la seva capacitat

t_5 : temps d'accés a la parada/estació

En el temps d'accés al vehicle (t_3), que depèn del nombre de persones que pugen i baixen en cada parada, s'ha distingit entre les línies que van a l'aeroport i la resta, donant valors més baixos a la velocitat de pujada/baixada dels vehicles a aquestes dues línies per tal de reproduir la major lentitud que comporten les parades d'aquestes línies a causa que la major part dels viatgers porten maletes.

En aquest punt s'ha fet la primera assignació de la matriu sobre el model, obtenint-se els resultats de càrrega diària per línia. Aquests es comparen amb els valors reals de passatge diari a cada línia de l'EMT i si no se situen dins dels marges d'error definits, es canvien els paràmetres (w_2, w_3, w_4, α i β) de les línies per tal de tornar a assignar la matriu i obtenir els resultats esperats.

Aquest procés iteratiu en el que es van canviant els diferents paràmetres per a cada línia ha requerit 52 iteracions per arribar a un resultat amb errors dintre de la tolerància desitjada. Cal dir que només el 0,1% dels viatges de la matriu s'han deixat d'assignar, la qual cosa és una garantia de que el model funciona correctament.

Els resultats presenten un errors relatius molt baixos en les principals línies que poden resultar afectades pel tramvia. Per tant, s'ha donat per vàlida aquesta calibració del model i s'ha passat a simular la situació futura de la xarxa de transport públic amb la introducció del tramvia.

6.4.5. Captació del vehicle privat

El model de vehicle privat s'ha construït damunt el mateix graf que el de públic. A partir de la matriu origen/destinació extreta de l'enquesta telefònica a residents i afegint un 1 a les relacions amb les zones externes al municipi, s'ha realitzat el següent procés:

- Assignar la matriu
- En base a les diferències entre el repartiment dels fluxos i els valors reals de IMD en els punts de control, el programa genera una nova matriu que manté el pes inicial de cada zona però n'expandeix els valors
- Aquest procés s'ha realitzat 3 vegades per tal d'assolir una calibració ajustada als valors reals del trànsit

Amb el model calibrat, s'han obtingut els costos generalitzats derivats de cada relació origen/destinació en vehicle privat, que es comparen amb els costos generalitzats del desplaçaments en transport públic relació per relació.

S'han modelitzat un únic escenari de reordenació del trànsit mantenint els dos sentits de circulació pels vehicles privats a les avingudes (però amb la reducció de capacitat que es deriva del tramvia).

L'expressió de l'equació del model de repartiment modal estimada és:

$$P(Y=1 | Cpu/Cpr) = \frac{1}{1 + e^{-(1,7041 - 0,8289 * (\frac{Cpu}{Cpr}))}} \quad (34)$$

On Cpu són els costos generalitzats de realitzar un viatge amb transport públic i Cpr són els costos generalitzats de realitzar el mateix viatge amb vehicle privat.

Només s'han tingut en compte els valors d'aquells usuaris que fan desplaçaments entre les zones per on passarà el tramvia, considerant que els que es troben més enllà difícilment es veuran afectats.

Aplicant la relació de costos extrets del model a partir de la implantació del tramvia entre els diferents orígens i destinacions s'obtenen els valors de captació respecte al vehicle privat.

6.4.6. Demanda induïda

La demanda induïda només s'ha calculat per a les relacions que es donen entre les zones per on passarà el tramvia, ja que difícilment la resta es podran veure influïdes.

6.5. Resultats

Per tal de fer possible la comparació entre la modelització del tramvia de Palma i el seu escenari teòric equivalent s'ha donat especial importància a tractar els resultats obtinguts de la mateixa manera, és a dir, els resultats de demanda del tramvia de Palma es presenten com a percentatge de demanda total captada pels diferents tipus d'operació ferroviària considerats respecte el total de viatges realitzats amb mitjans motoritzats.

Els resultats agregats per cada model d'exploració són els que mostra la taula 6.8.

Pla d'exploració	Captació
FER_01	31,8%
FER_02	27,8%
FER_03	32,2%
FER_04	32,2%
FER_05	29,4%
FER_06	27,7%
FER_07	26,7%
FER_08	26,5%
FER_09	27,3%
FER_10	27,8%
FER_11	27,3%
FER_12	26,8%






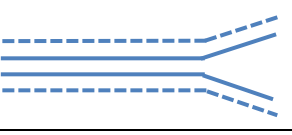

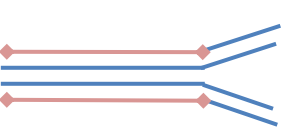
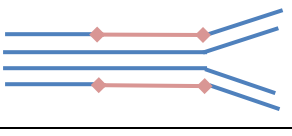
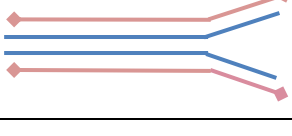
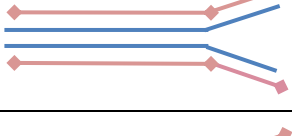


Taula 6.9. Captació del tramvia respecte el total de viatges realitzats amb mitjans motoritzats. Font: Elaboració pròpia.

En el model aplicat a un cas real **els plans d'exploració que optimitzarien la demanda són els FER_03 i FER_04** en la mateixa mesura ja que la seva implementació coincideix. No obstant, també es pot observar que, el pla d'exploració tipus FER_01 també obtindria unes xifres de demanda força elevades. De fet, segons la modelització, aquest servei només es quedaria a 0,5 punts percentuals de la demanda màxima assolida pels serveis FER_03 i FER_04.

Per altra banda, els models d'exploració que obtindrien uns resultats de captació més discrets es corresponen amb els tipus FER_07, FER_08 i FER_12. En aquest cas, cap dels tres obtindria més d'un 27% de captació respecte a la resta de mitjans motoritzats.

En quant a la distribució de la demanda en les diferents línies que componen cada model d'exploració, els resultats es poden consultar a la taula 6.10:

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Model d'exploració		Línia	Captació ⁸
FER_01		L1	14,9 %
		L2	16,9 %
FER_02		L1	1,9 %
		L2	9,7 %
		L3	13,3 %
		L4	2,8 %
FER_03		L1	9,7 %
		L2	8,1 %
		L3	14,5 %
FER_04		L1	9,7 %
		L2	8,1 %
		L3	14,5 %
FER_05		L1	2,9%
		L2	8,8%
		L3	13,2%
		L4	4,4%
FER_06		L1	1,4%
		L2	8,9%
		L3	14,1%
		L4	3,3%
FER_07		L1	4,0%
		L2	8,0%
		L3	11,5%
		L4	3,2%
FER_08		L1	5,8%
		L2	5,3%
		L3	13,0%
		L4	2,4%
FER_09		L1	2,5%
		L2	10,6%
		L3	12,3%
		L4	1,9%
FER_10		L1	2,8%
		L2	10,8%
		L3	12,5%
		L4	1,7%
FER_11		L1	2,7%
		L2	10,6%
		L3	12,3%
		L4	1,6%
FER_12		L1	11,5%
		L2	1,9%
		L3	13,4%

Taula 6.10.
Captació per línies.
Font: Elaboració pròpia.

⁸ Demanda de la línia respecte el total de viatges motritzats de l'àmbit analitzat (en %)

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Com a característica global, s'observa que aquells models que tenen línies amb aturades a totes les parades tendeixen a repartir la demanda entre els diferents serveis el componen i aconsegueixen millors resultats de demanda total (tenint en compte totes les línies del pla d'exploració).

En contra, els models d'exploració amb línies de caràcter directe acostumen a obtenir valors de demanda total menors i tendeixen a sobrecarregar les línies que efectuen totes les parades del recorregut.

6.6. Comparació dels resultats del cas aplicat amb els del model teòric.

La comparativa que es presenta en aquest apartat parteix de la identificació del cas aplicat amb un dels escenaris de demanda definits en el marc teòric. Com ja s'ha vist a l'apartat 6.2.3, l'àmbit d'influència del tramvia de Palma de Mallorca té un caràcter marcadament turístic i la infraestructura proposada té un layout en forma d'Y.

Tot plegat porta a identificar aquest àmbit amb l'escenari teòric **Centre de Visitants + Esquema espacial 4**. En conseqüència, la contraposició dels resultats recollits a l'apartat 6.5 amb els obtinguts amb el corresponent escenari teòric (veure Centres de Visitants a l'apartat 5.3.4) permetrà fer una primera comprovació de la validesa del model teòric.

No obstant, per contextualitzar aquesta comparativa, en primer lloc s'exposen les divergències en les hipòtesis fetes per formular aquests dos models:

- El **model teòric s'aplica a un sistema bimodal** on els viatges es realitzen o en vehicle privat o en ferrocarril. En canvi, **el model del cas aplicat considera un sistema trimodal** en què els viatges es poden efectuar en vehicle privat, en ferrocarril i en bus.
- Els resultats de captació obtinguts mitjançant **el model teòric són la demanda captada pel ferrocarril respecte els viatges motoritzats, és a dir, dels viatges en vehicle privat**. En canvi, la captació obtinguda mitjançant **el model aplicat**, que també s'ha expressat com la demanda captada pel ferrocarril respecte el total de viatges motoritzats, s'ha de matisar: en aquest cas, els viatges motoritzats es poden realitzar en vehicle privat, en ferrocarril i també en bus i per tant, **la captació del ferrocarril pot ser tant del vehicle privat com del bus**.
- El **model teòric ha estat generat a partir de dades de caràcter macroscòpic** en escenaris extremadament simplificats. Oposadament, **el cas aplicat ha estat definit i calibrat amb dades més desagregades**.
- En **el model teòric, la xarxa de transport considerada simplifica** les alternatives de recorregut entre dos punts a un camí possible en cada mode de transport. En contra, **el model aplicat considera tots els camins possibles** entre dos punts del sistema i en l'assignació dels viatges també té en compte la seva congestió.
- En **el model teòric s'han hagut de construir totes les etapes del model de transports**, (generació, distribució, repartiment modal i assignació de viatges) mentre que en **el cas aplicat se substitueixen les dues primeres etapes del model clàssic de transports per matrius OD** provinents d'enquestes i aforaments de l'àmbit d'estudi.
- Només **el cas aplicat té en compte la demanda induïda** que generarà la nova infraestructura.
- Únicament **el cas aplicat considera l'estacionalitat** de la demanda mitjançant dades reals, concretes i desagregades d'aquest aspecte.

Sense oblidar aquestes divergències doncs, s'analitzaran valors de captació del ferrocarril respecte la mobilitat motoritzada total de tots dos models.

A la figura 6.17 es mostra la captació del tramvia respecte la mobilitat motoritzada (vehicle privat i bus) del cas aplicat segons el pla d'exploració:

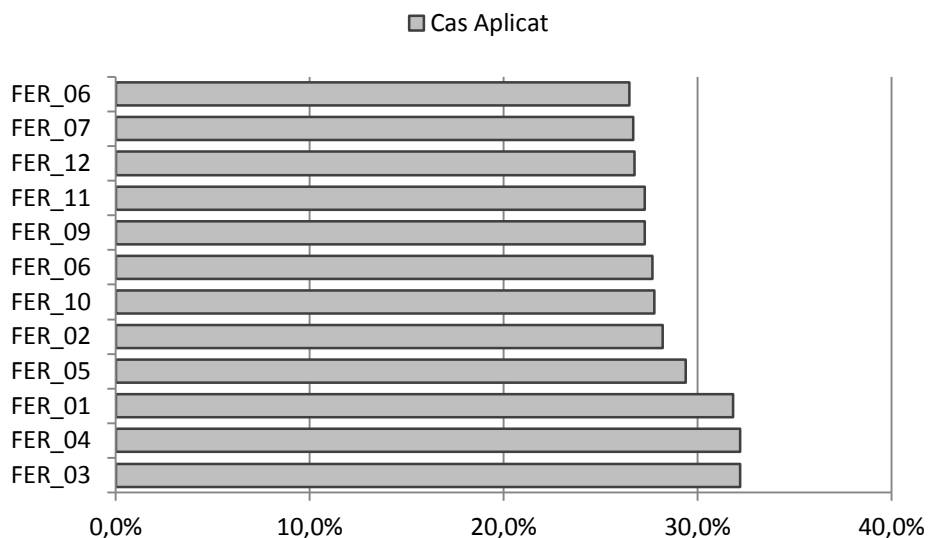


Figura 6.17. Captació del tramvia respecte la mobilitat motoritzada el cas aplicat segons el pla d'exploració. Font: Elaboració pròpia.

En canvi, la figura 6.18 presenta la captació del tramvia respecte la mobilitat motoritzada que, en aquest cas, només és respecte el vehicle privat. Aquests valors són els corresponents a l'escenari de Centres de Visitants + Esquema espacial 4 del model teòric:

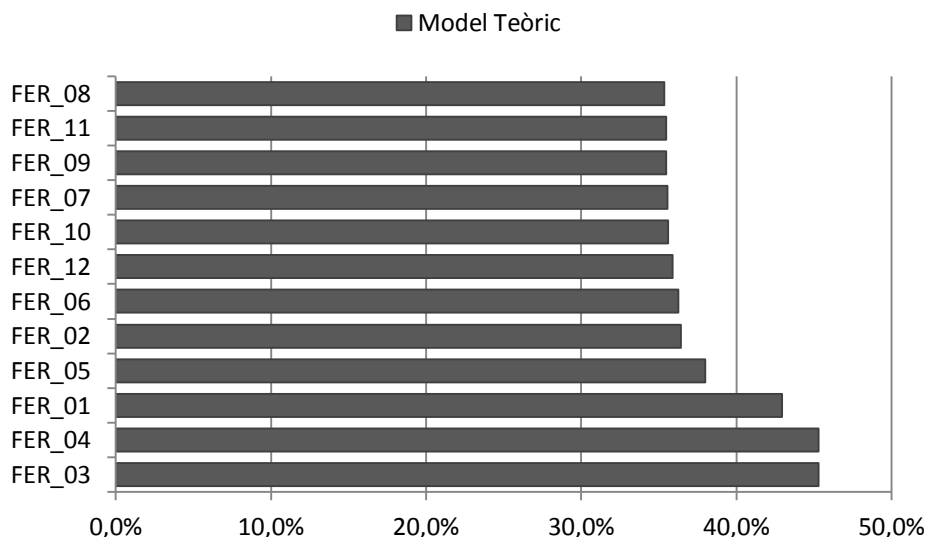


Figura 6.18. Captació del tramvia respecte la mobilitat motoritzada en l'escenari teòric segons el pla d'exploració. Escenari Centres de Visitants + Esquema espacial 4. Font: Elaboració pròpia.

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

S'observa que tant en el model teòric com en el cas aplicat, els plans operatius que maximitzen la demanda són els tipus FER_03 i FER_04. Altrament, s'observen diferències en la variabilitat dels resultats de cada un dels models: en el model teòric la captació pot variar fins a 10 punts percentuals en funció del model d'exploració, en canvi, al cas aplicat aquesta variabilitat es redueix a només 5,7 punts.

Mitjançant la contraposició dels dos gràfics anteriors s'observa que, en general, la diferència de captació entre l'escenari teòric i el cas aplicat és d'entorn els 9 punts percentuals. Els casos extrems són els plans d'exploració FER_03 i FER_04 en els que la divergència en els resultats és de fins a 13 punts percentuals i el FER_10 on és mínima amb només un 7% de diferència.

Com ja s'ha vist a l'inici d'aquest mateix apartat, hi ha diversos aspectes que poden influir en aquesta diferència. L'aspecte fonamental però és el fet que en el cas aplicat la captació de viatges del ferrocarril és respecte el vehicle privat i el bus (aquest últim no considerat en el model teòric).

Per tant, per tal d'aprofundir en la comparativa, s'agafarà com a referència el pla d'exploració que obté els millors resultats de captació i la resta es compararan amb aquest. És a dir, es tindrà en compte la diferència de captació de cada pla d'exploració respecte la captació màxima. La gràfica 6.19 reflecteix aquest plantejament.

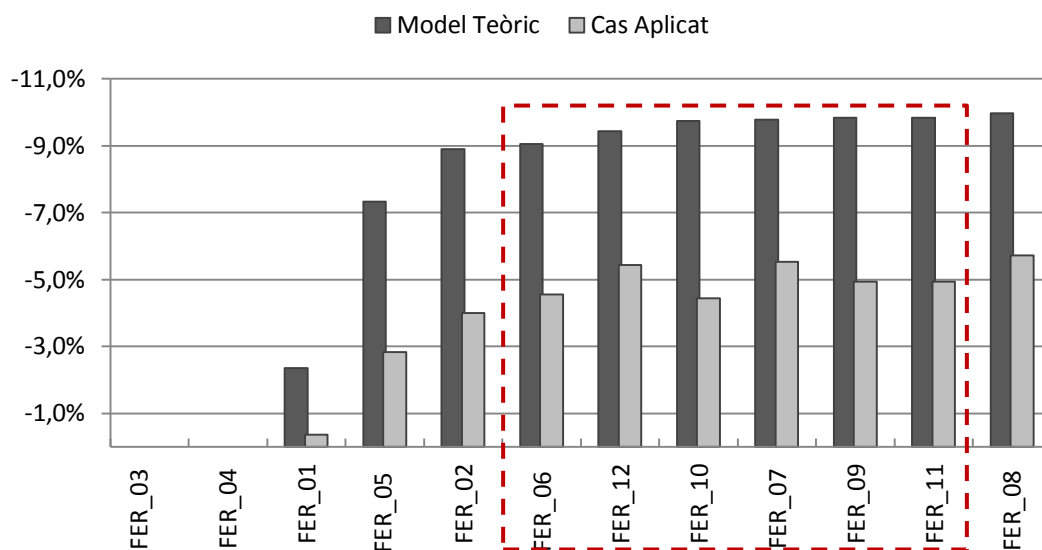


Figura 6.19. Diferència de captació en l'escenari teòric i el cas aplicat segons el pla d'exploració. Font: Elaboració pròpia.

A partir de l'anàlisi de la gràfica anterior es poden destacar els següents aspectes:

- Tots dos models coincideixen en la proposta dels cinc plans d'exploració amb més demanda: FER_03, FER_04, FER_01, FER_05 i FER_02 en aquest mateix ordre de major a menor demanda. També coincideixen amb el que n'obtidria menys que, en aquest cas, seria el FER_06.

- La característica més visible de l'anterior gràfica comparativa és la diferència en la variabilitat dels resultats dels dos models: al model teòric el rang de variació és de 10 punts percentuals mentre que en el cas aplicat la diferència és sensiblement més moderada i se situa entorn el 5%. S'observa que això és així per tots els plans d'exploració i en concret, s'observa que el model teòric tendeix a amplificar els resultats de captació en cada un d'ells.
- En canvi, els models no coincideixen en la classificació de 6 dels 7 plans d'exploració restants (veure requadre vermell a la figura 6.19). No obstant, aquesta discrepància és relativitzable ja que els resultats de captació d'aquests plans, tant en el model teòric com en el cas pràctic, són mínimes. Precisament es pot comprovar que els resultats de demanda de tots dos models varien un màxim de 1,1 punts percentuals.

Tenint en compte totes les valoracions que s'han fet en aquest apartat, es poden treure unes conclusions genèriques sobre l'equivalència entre el model teòric i l'utilitzat en el cas aplicat.

La conclusió principal és que si només es tenen en compte els plans d'exploració amb millors resultats de demanda, com poden ser els de tipus FER_01, FER_02, FER_05 i FER_03/04, el model teòric funciona com una eina orientativa a l'hora d'escollir-ne un. De fet, s'ha vist que tant el model teòric com amb el del cas aplicat no coincideixen només en la previsió del model d'exploració òptim sinó que també en els cinc primers llocs de la classificació dels plans d'exploració.

Finalment, en el cas de perseguir previsions de captació amb cert grau exactitud i tenint en compte les discrepàncies de les hipòtesis preses per als dos models, s'haurà de recórrer directament a models aplicats més elaborats, construïts amb dades més ajustades i desagregades, considerant d'altres modes de transport, etc.

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

7. ANÀLISI DE LA VIABILITAT DE LA PROPOSTA EN EL CAS APLICAT

L'objectiu d'aquest apartat és **determinar si les propostes que obtenen els tres millors resultats de demanda** en el cas aplicat de l'apartat 6 són **viabls** a nivell de capacitat i econòmic. Per fer-ho es farà:

- Una avaluació de la capacitat
- Una avaluació de la rendibilitat econòmica

Aquests dos aspectes es detallen en els següents apartats.

7.1. Avaluació de la capacitat

7.1.1. Enfocament

La capacitat teòrica de les línies ferroviàries i les estacions es defineix com el nombre màxim de trens per unitat de temps que hi poden circular, és a dir, la inversa de la mitjana de l'interval mínim entre trens. La capacitat teòrica està determinada tant per la infraestructura com per les característiques del material rodant.

Per una banda, la infraestructura influeix pel seu propi disseny (de via única, doble via, desviaments, creuaments, nombre de vies de la plataforma), límits de velocitat (en funció de les corbes, pendents, canvis d'agulles, etc.), i el sistema de senyalització (longituds de bloc, el nombre d'aspectes senyalitzats, sistema de protecció del tren). Per l'altra, les característiques del material rodant d'interès són, per exemple, la frenada i capacitat d'acceleració i la velocitat màxima entre d'altres.

La capacitat també depèn de com el trànsit s'organitza en l'horari. La capacitat efectiva de la infraestructura ferroviària tant, es defineix com el nombre màxim de trens per unitat de temps que poden ser operats donat el patró de trànsit, característiques de funcionament o l'estructura del calendari.

Per tant, la capacitat efectiva depèn de la combinació dels serveis ferroviaris amb diferents característiques (velocitat, patró de parada, freqüència), les seqüències de trens, i les connexions a les estacions. La capacitat efectiva de la ruta està determinada principalment per la barreja i l'ordre dels serveis ferroviaris (l'heterogeneïtat de trànsit) i les rutes dels trens en les cruïlles conflictives. Des d'una perspectiva purament operativa l'ús més eficient de la capacitat es produeix quan els trens tenen les característiques de rendiment similars (homogènies), com ara els sistemes de metro (veure figura 7.1). En canvi, la capacitat de les estacions està determinada principalment per les rutes del tren en conflicte i pels temps de permanència a la plataforma, que també depenen de les connexions de trens programats (transferències, connexions del material mòbil) (Goverde, 2005).

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

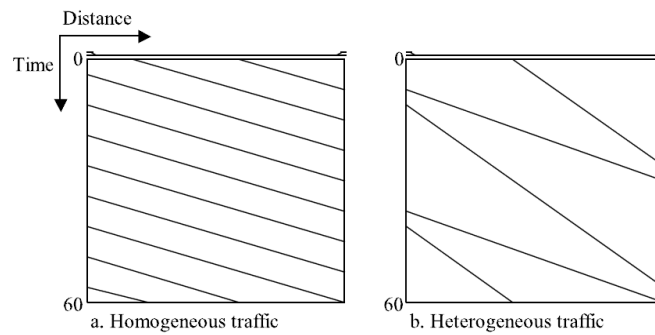


Figura 7.1. Diagrames espai-temps que il·lustren l'efecte de la heterogeneïtat en la capacitat efectiva. Font: The Netherlands TRAIL (2005).

A la pràctica, part de la capacitat de la infraestructura també ha de ser reservada pel control del trànsit a fi de gestionar les interrupcions. El percentatge de capacitat (efectiva) per unitat de temps es denomina capacitat consumida. En horaris periòdics la capacitat consumida es mesura com la relació de temps acumulat de bloqueig i el temps de cicle de programat (en general una hora).

7.1.2. Capacitat consumida

La capacitat consumida es descriu a partir d'una taxa d'exploració com, per exemple, el percentatge d'ús d'un període de temps determinat. Aquesta taxa, en una línia conformada per diversos cantons (trams entre senyals), és el total dels intervals mínims entre trens en un determinat període dividit per la durada total del mateix període. Així, quan els horaris d'exploració de la línia estan definits, aquest concepte pot ser visualitzat desplaçant les trajectòries dels trens en el diagrama espai-temps tan juntes com sigui possible sense deixar buffers de temps tal i com s'exemplifica a la figura 7.2 (Pachl, 2009).

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

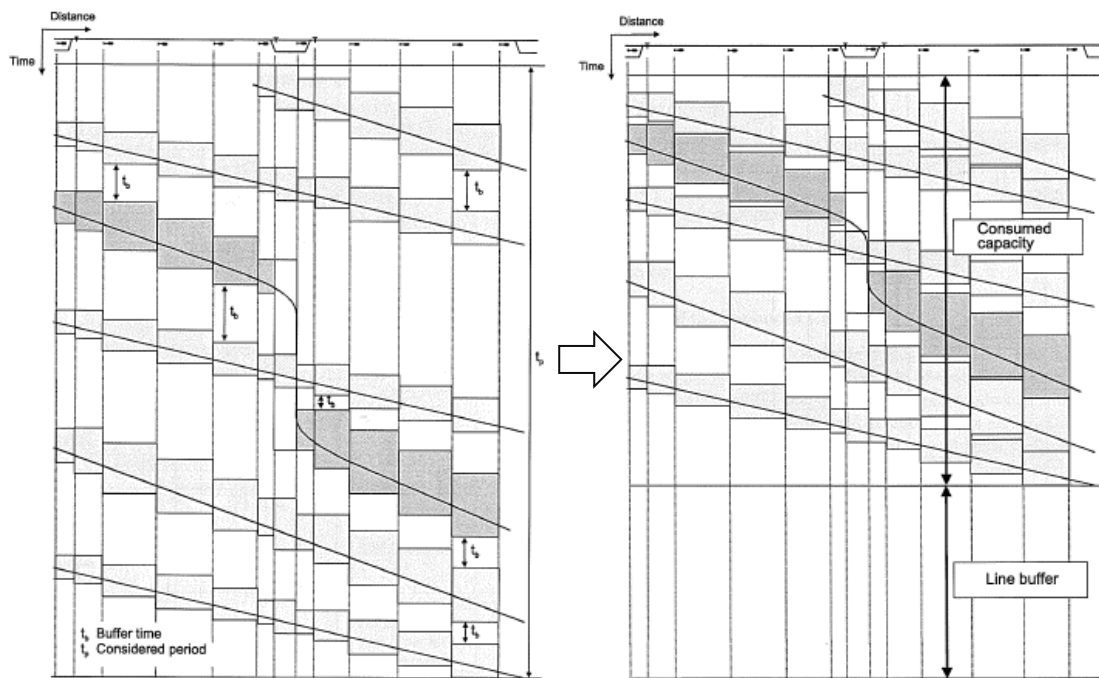


Figura 7.2. Visualització de la capacitat consumida a partir d'un exemple d'horari definit. Font: Pachl, 2009.

La capacitat consumida pot ser determinada buscant la cadena crítica de temps de buffer o, el que és el mateix, la secció del diagrama amb la mínima suma de temps de buffer. Tanmateix, a la pràctica, identificar la cadena crítica de temps de buffer pot resultar una tasca complexa. Per tant, en molts casos, una manera més apropiada de determinar la capacitat consumida és calcular-la mitjançant la següent equació:

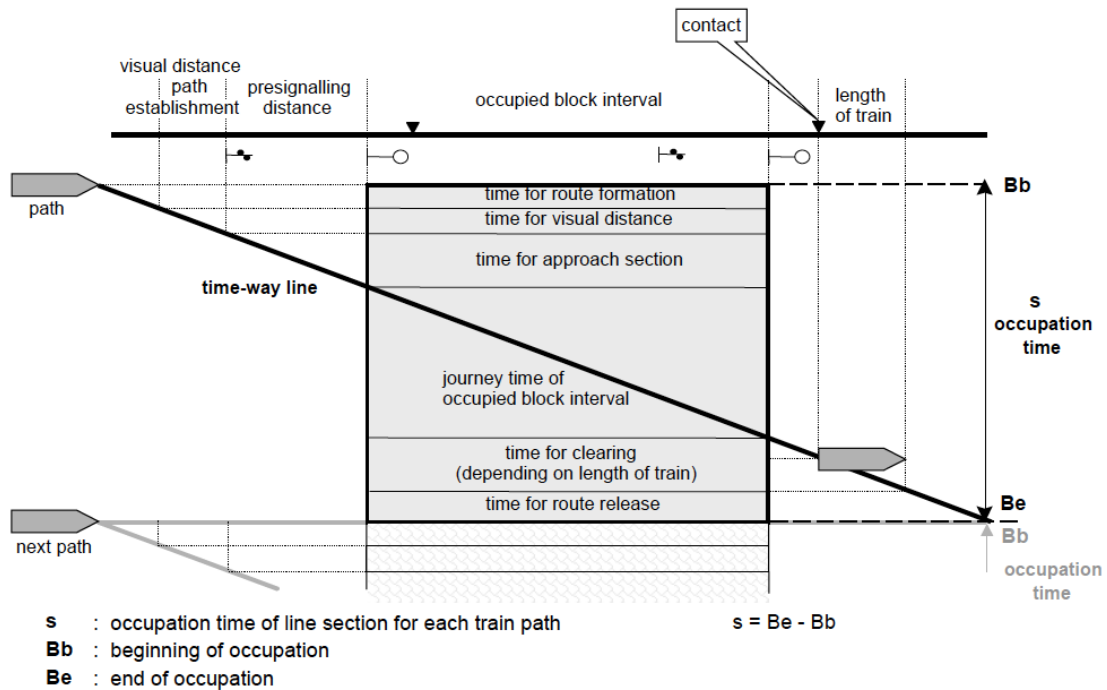
$$\eta = n \cdot \frac{t_h}{t_p} \quad (35)$$

on,

- η taxa de capacitat consumida
- n nombre de trens
- t_h total dels intervals mínims entre trens
- t_p temps d'operació de la línia

Cal tenir en compte que l'interval mínim entre trens és el temps mínim pel que dos trens successius poden entrar en un cantó sense que se solapin els seus temps de bloqueig. Es calcula considerant que mentre un tren ocupa un cantó ferroviari l'immediatament anterior (o anteriors, segons sistema de senyalització) s'han de mantenir lliures per motius de seguretat. Conseqüentment, aquest interval mínim estarà determinat pel cantó que impliqui un major temps d'ocupació.

Aquest temps d'ocupació és la base pel càlcul de l'interval mínim entre trens i depèn en bona mesura dels sistemes de bloqueig, els sistemes de senyalització i la tecnologia de seguretat. De forma esquemàtica, el seu càlcul es basa en la figura 7.1:



Taula 7.1. Temps d'ocupació elemental d'un cantó ferroviari. Font: UIC (2004).

Per tant, l'interval mínim entre dos trens consecutius es calcularà tenint els seus temps d'ocupació. El gràfic 7.3 sintetitza el principi de càlcul de l'interval mínim entre dos trens que, prèviament passa pel càlcul del solapament dels temps de bloqueig dels trens considerats.

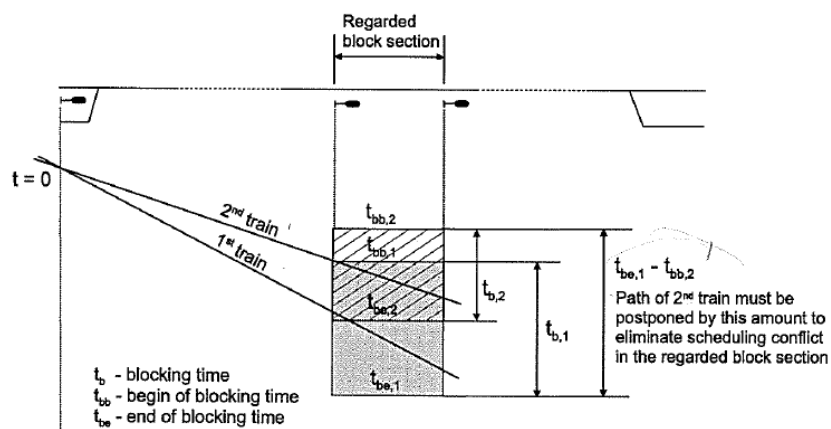


Figura 7.3. Principi de càlcul del solapament dels temps de bloqueig en un cantó. Font: Pachi, 2009.

Es tracta de posar les trajectòries dels dos trens (amb els temps de bloqueig associats) l'un a sobre de l'altre, de manera que el solapament dels temps de bloqueig en qualsevol cantó es pot calcular com:

$$th_{i,j}(k) = t_{be,i}(k) - t_{bb,j}(k) \quad (36)$$

on,

$th_{i,j}(k)$ temps de solapament entre el tren i (primer tren) i el tren j (segon tren)

$t_{be,i}(k)$ temps d'alliberament de tram del primer tren

$t_{bb,j}(k)$ temps de formació de ruta del segon tren

El mínim interval entre temps entre trens es correspon amb el màxim el temps de bloqueig en tots els cantons considerats.

7.1.3. Valors estàndard de capacitat consumida

Al 2004, la UIC (Union Internationale des Chemins de Fer) (Union Internationale des Chemins de Fer (UIC), 2004) publicava un codi amb recomanacions sobre els límits de capacitat consumida sobre la base de les actuals pràctiques entre els operadors de diverses infraestructures europees. Les xifres de referència proposades són les següents:

Tipus de línia	Hora punta	Període diari	Comentaris
Infraestructura dedicada al trànsit de viatgers suburbà.	85%	70%	La possibilitat de cancel·lar alguns serveis permet altes utilitzacions de la capacitat
Infraestructura dedicada al trànsit de viatgers en alta velocitat.	75%	60%	
Trànsit mixt	75%	60%	Pot ser més alta quan el nombre de trens és baix (més petita de 5 per hora) amb una forta heterogeneïtat

Taula 7.2. Xifres de referència de capacitat consumida proposades per la UIC. Font: UIC

En conseqüència, la capacitat consumida calculada pel cas aplicat a l'apartat anterior compliria les recomanacions i es pot considerar el model d'exploració proposat viable en termes de capacitat.

7.1.4. Resultats de capacitat

La capacitat es calcula pels models d'exploració que han obtingut millors resultats de demanda pel cas aplicat: és a dir, el FER_03, FER_04 i FER_01.

Pel cas del ferrocarril de Palma de Mallorca, el model d'exploració proposat en temporada alta, és el més crític a l'hora calcular la seva capacitat. Així, els plans d'exploració en temporada alta per cada un dels models es detalla a les taules 7.2 i 7.3.

FER_03 i FER_04 Temporada alta	Línia	Comentaris	Longitud (km)	Velocitat comercial (km/h)	Temps de recorregut (min)	Sortides/h		Expedicions/dia
						HP	HV	
	L1	Centre de Palma - Aeroport	10	19	32	4	4	46
	L2	Centre de Palma - Can Pastilla	8,5	19	27	4	4	46
	L3	Centre de Palma - S'Arenal	15	19	47	8	4	56
Total						16	12	148

*Només anada

Taula 7.3. Pla d'exploració FER_03 i FER_04 en temporada alta. Font: Elaboració pròpia.

FER_01 Temporada alta	Línia	Comentaris	Longitud (km)	Velocitat comercial (km/h)	Temps de recorregut (min)	Sortides/h		Expedicions/dia
						HP	HV	
	L1	Centre de Palma - Aeroport	10	19	32	6	6	69
	L2	Centre de Palma - S'Arenal	15	19	47	12	6	87
Total						18	12	156

*Només anada

Taula 7.4. Pla d'exploració FER_01 en temporada alta. Font: Elaboració pròpia.

Si es tenen en compte els trams amb circulacions homogènies de trens, s'observa que el que presenta un major trànsit és el que va del centre de Palma a Can Pastilla en tots els models d'exploració, mentre que als altres dos trams només hi circulen una o dos línies. Per tant, previsiblement els problemes de capacitat es donaran entre el centre i Can Pastilla i el càlcul de capacitat es realitzarà sobre aquest tram.

Per al càlcul també s'han fet les següents hipòtesis:

- Es consideren cantons de longitud igual a la distància interparada mitjana. En el cas del ferrocarril de palma aquesta distància és de 400 metres.
- El temps de formació de ruta (tbb1) es considera de 3,5 segons.
- El temps d'alliberament del tram (tbb2) es considera de 3,5 segons.
- La distància visual (dv) i la distància de presenyalització (dps) es consideren de valor igual a la longitud del cantó.
- El temps de buffer (tB) s'agafa de 30 segons.

- No es considera cap temps suplementari per a manteniment (tsm) ja que el càlcul de capacitat es fa per hora punta.

Els resultats de capacitat consumida per cada un dels models d'exploració són:

Model d'exploració	Capacitat consumida
FER_03	70,9%
FER_04	70,9%
FER_01	74,8%

Taula 7.5. Capacitat consumida dels models d'exploració amb més demanda. Font: Elaboració pròpia.

On la capacitat consumida pels tres models d'exploració és inferior al límit recomanat per la UIC en hora punta, per a serveis en infraestructures dedicades al trànsit de viatgers suburbà, és del 85%.

Per tant, previsiblement la infraestructura no estarà congestionada i evitarà així els conseqüents problemes derivats com són els grans retards en els serveis oferts. No només això, sinó que el fet que la capacitat consumida sigui relativament menor que la màxima capacitat teòrica del corredor, deixa la porta oberta a futures ampliacions de l'oferta ferroviària.

Finalment, donats aquests resultats de capacitat consumida, es pot considerar que els models d'exploració òptims obtinguts amb tots dos models són tècnicament viables.

7.2. Avaluació de la rendibilitat econòmica

7.2.1. Enfocament

En un projecte és molt important analitzar la possible rendibilitat del mateix i sobretot si és viable o no. Això es deu a que s'ha d'invertir un capital i s'espera obtenir una rendibilitat al llarg dels anys.

Dos paràmetres molt usats a l'hora de calcular la viabilitat d'un projecte són el VAN (Valor Actual Net) i el TIR (Taxa Interna de Retorn). Ambdós conceptes es basen en el mateix, i és l'estimació dels fluxos de caixa que tingui el projecte (simplificant, ingressos menys despeses netes).

Per tant aquest apartat tractarà amb detall l'avaluació de la rendibilitat del projecte mitjançant una avaluació exhaustiva de la inversió, guanys i costos, així com del càlcul del Valor Actual Net (VAN) i la Taxa Interna de Retorn (TIR) per la proposta d'operació que s'ha estimat òptima a l'apartat 6.5.

7.2.2. Inversió

El projecte bàsic del Tram I del tramvia de Palma, que va ser redactat el 2010, tenia un pressupost estimat de 170 milions d'euros. Aquests costos només contemplaven la construcció de la infraestructura ferroviària entre el centre de la ciutat i l'aeroport, la senyalització corresponent i el material mòbil necessari. Si es té en compte que aquest tram té una longitud de 10 quilòmetres, i la infraestructura completa té una longitud de 15 quilòmetres, amb una simple extrapolació es pot obtenir el cost total en relació a l'any en què va ser projectada.

Per altra banda, el cost del projecte fa referència a preus del 2010 i per tal d'actualitzar-los a l'any base s'ha utilitzat la següent expressió:

$$I^{Any\ base} = (1 + r)^n \cdot I^{Any\ amb\ dades\ disponibles} \quad (37)$$

on,

$I^{Any\ base}$ (€) = Inversió en euros corrents de l'any que es pren com a base de càlcul.

$I^{Any\ amb\ dades\ disponibles}$ (€) = Inversió en euros corrents d'una altra infraestructura implementada en un determinat any.

r (%) = Coeficient associat a la inflació interanual.

n (anys) = Diferència d'anys entre l'any base de càlcul i l'any del que es tenen dades de costos disponibles.

Per tant, suposant com a any base el 2013, **el cost total** de construcció i senyalització de la infraestructura ferroviària i l'adquisició del material mòbil necessari per a l'exploració **seria de 259 milions d'euros**.

7.2.3. Costos: Exploració

Els costos d'exploració s'han calculat tenint en compte que el període diari de funcionament del tramvia ha de ser d'11,5 hores, 3 de les quals el servei funcionarà amb les característiques d'exploració d'hora punta. Al mateix temps, s'ha distingit entre l'exploració durant la temporada alta i la temporada baixa ja que al tractar-se d'un escenari turístic l'oferta es modifica per adaptar-se a la demanda.

Per tant, en temporada alta els quilòmetres recorreguts per les diverses línies del servei de tramvia segons el model d'exploració seran els detallats a les taules 7.6 i 7.7.

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

FER_03 i FER_04 Temporada alta	Línia	Comentaris	Longitud (km)	Temps de recorregut (min)	Interval de pas		km/dia	km/temporada alta
					HP	HV		
					L1	Centre de Palma - Aeroport		
L2	Centre de Palma - Can Pastilla	8,5	27	15	15	391	48.523	
L3	Centre de Palma - S'Arenal	15	47	8	15	848	105.175	
Total			-	-	-	-	1.699	210.784

*Només anada

Taula 7.6. Pla d'exploració DEL FER_03 i FER_04 en temporada alta. Font: Elaboració pròpia.

FER_01 Temporada alta	Línia	Comentaris	Longitud (km)	Temps de recorregut (min)	Interval de pas		km/dia	km/temporada alta
					HP	HV		
					L1	Centre de Palma - Aeroport		
L2	Centre de Palma - S'Arenal	15	47	8	15	1.305	161.951	
Total			-	-	-	-	1.995	247.580

*Només anada

Taula 7.7. Pla d'exploració DEL FER_01 en temporada alta. Font: Elaboració pròpia.

En canvi, en temporada baixa el pla d'exploració estarà definit pels valors de les taules 7.8 i 7.9:

FER_03 i FER_04 Temporada baixa	Línia	Comentaris	Longitud (km)	Temps de recorregut (només anada)	Interval de pas		km/dia	km/temporada baixa
					HP	HV		
					L1	Centre de Palma - Aeroport		
L2	Centre de Palma - Can Pastilla	8,5	27	20	20	293	36.392	
L3	Centre de Palma - S'Arenal	15	47	20	20	518	64.222	
Total			-	-	-	-	1.186	147.152

*Només anada

Taula 7.8. Pla d'exploració FER_03 i FER_04 en temporada baixa. Font: Elaboració pròpia.

FER_01 Temporada baixa	Línia	Comentaris	Longitud (km)	Temps de recorregut (només anada)	Interval de pas		km/dia	km/temporada baixa
					HP	HV		
					L1	Centre de Palma - Aeroport		
L2	Centre de Palma - S'Arenal	15	47	10	15	780	96.798	
Total			-	-	-	-	1.186	161.330

*Només anada

Taula 7.9. Pla d'exploració FER_01 en temporada baixa. Font: Elaboració pròpia.

Si s'assumeix per als costos d'exploració que el consum del vehicle de tracció elèctrica és de 4,1 kWh/km (Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, 1995) aproximadament i el cost del kWh actualitzat per l'any 2013 de 0,14 € (Guzman, 2007). En termes mitjans d'un servei de metro lleuger o tren-tramvia el consum del servei proposat és el següent:

Model d'exploració	km anuals	Consum (kWh/any)	Cost (€/any)
FER_03 i FER_04	357.935	1.467.535	205.455
FER_01	408.910	1.676.529	234.714

Taula 7.10. Costos anuals d'exploració per consum energètic. Font: Elaboració pròpia.

També s'han considerat les despeses anuals de manteniment dels vehicles, que depèn de la longitud recorreguda en un any. El cost de mantenir les unitats elèctriques es xifra en 0,53 €/km (Guzman, 2007).

Model d'exploració	km anuals	Cost (€/any)
FER_03 i FER_04	357.935	189.706
FER_01	408.910	216.722

Taula 7.11. Costos anuals d'exploració per manteniment. Font: Elaboració pròpia.

Altrament, assumint una mitjana de 29 torns laborals diaris pels FER_03 i FER_04 i 32 torns pel FER_1 (amb un salari de 24.000€, els costos d'exploració deguts a **despeses salarials** serà de **685.828 €** i **775.105 €** respectivament.

En definitiva, els **costos d'exploració anuals** deguts al consum energètic, el manteniment de la infraestructura i els salaris seran:

Model d'exploració	Cost (€/any)
FER_03 i FER_04	1.081.989
FER_01	1.229.541

Taula 7.12. Costos d'exploració anuals. Font: Elaboració pròpia.

7.2.4. Guanys: Ingressos per la venda de títols de transport addicionals

La implantació de la nova infraestructura tramviària juntament amb el tipus d'operació escollida pretén, entre d'altres coses, cobrir la demanda no satisfeta pel transport públic actual. Aquestes millores suposen una millora en l'accessibilitat de la població al transport públic les quals, òbviament, impliquen un augment de l'ús d'aquest que té el seu reflex en la venda de bitllets de transport.

La venda addicional de bitllets de transport la provoquen principalment els ciutadans que:

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

- Deixen de realitzar desplaçaments en vehicle privat o a peu per tal de fer ús del tramvia.
- Passen a formar part de la demanda induïda pel tramvia.

Aquests dos grups de ciutadans són els que suposadament compraran bitllets de transport. Tenint en compte que es tracta d'un servei públic, aquests ingressos addicionals hauran de cobrir part de l'amortització de la forta inversió econòmica realitzada per a dur a terme la implantació de la infraestructura.

El càlcul del benefici per la venda addicional de bitllets de transport consisteix simplement en el producte del preu del bitllet de transport a l'any base i l'estimació del nombre de viatges generats pels dos grups de ciutadans que s'acaben d'esmentar.

$$ITT = P_{Anybase} (NDI + \Delta S^{VP}) \quad (38)$$

on,

ITT (€/dia) = Ingressos per la venda de títols de transport addicionals.

$P_{Anybase}$ (€/viatge) = 0,73. Preu del bitllet de transport a l'any base de càlcul.

NDI = Nova demanda induïda del tramvia.

ΔS^{VP+TP} = Viatges transvasats al tramvia des d'altres modes de transport (vehicle privat i altres transports públics).

Pels plans d'exploració FER_03 i FER_04 els resultats es resumeixen a la taula 7.13:

	Demanda del tramvia		Ingressos per la venda de Títols de Transport addicionals (ITT)	
	[viatges/dia]	[viatgers/any]	[€/dia]	[€/any]
ΔS^{VP+TP}	46.500	11.541.300	33.945	8.425.149
NDI	3.750	930.750	2.738	679.448
TOTAL	50.250	12.472.050	36.683	9.104.597

Taula 7.13. Resum d'ingressos per la venda de Títols de Transport dels plans FER_03 i FER_04. Font: Elaboració pròpia.

Ple pla d'exploració FER_01 és:

	Demanda del tramvia		Ingressos per la venda de Títols de Transport addicionals (ITT)	
	[viatges/dia]	[viatgers/any]	[€/dia]	[€/any]
ΔS^{VP+TP}	44.175	10.964.235	32.248	8.003.892
<i>NDI</i>	3.675	912.135	2.683	665.859
TOTAL	47.850	11.876.370	34.931	8.669.750

Taula 7.14. Resum d'ingressos per la venda de Títols de Transport dels plans FER_01. Font: Elaboració pròpia.

7.2.5. Càlcul del VAN i el TIR

A l'hora d'estudiar els fluxos monetaris anuals, s'ha de tenir en compte l'horitzó temporal sobre el qual es realitza aquest projecte d'inversió. S'estima que una línia ferroviària d'aquestes característiques té una vida útil d'aproximadament 30 anys que serà l'horitzó que es prendrà. Així doncs, suposant com a primer any d'exploració de les noves línies correspon a l'any 2013, es realitzarà l'estudi fins a l'any 2042.

El càlcul del Valor Actual Net s'ha realitzat d'acord amb l'expressió següent:

$$VAN = -I + (G - CE) \cdot \sum_{k=0}^n \frac{1}{(1+i)^k} \quad (39)$$

on,

VAN (€) = Valor Actual Net en euros corrents de l'any base.

I (€) = Inversió en el perllongament en euros corrents de l'any base.

G (€/any) = Guanys anuals, en euros corrents del 2013, que suposa la construcció de la infraestructura..

CE (€/any) Costos d'exploració anuals del perllongament, en euros corrents de l'any base.

k = Índex que representa l'any d'exploració.

n (anys) = Horitzó anual d'exploració.

i = Taxa d'interès anual.

Per realitzar el càlcul del VAN s'ha estimat una taxa d'interès anual constant i igual al 5 %.

L'expressió per calcular la Taxa Interna de Retorn (TIR) es pot veure a continuació :

$$-I + (G - CE) \cdot \sum_{k=0}^n \frac{1}{(1+TIR)^k} = 0 \quad (40)$$

on,

TIR= Taxa Interna de Retorn

A la taula 7.15 figuren els paràmetres econòmics explicats a anteriorment. El VAN s'ha calculat suposant una taxa d'interès constant del 5 % anual i la moneda està referida en euros de l'any 2013.

Adicionalment, en el càlcul s'ha considerat un increment del 2% anual pels guanys i costos . responent a la hipòtesi de consolidació i creixement de la demanda de la nova infraestructura ferroviària a través de la millora de l'oferta de servei.

Model d'exploració	Inversió [€ 2013]	Guanys anuals [€ 2013/any]	Costos anuals [€ 2013/any]	Beneficis anuals [€ 2013/any]	VAN [€ 2013]	TIR
FER_03 i 04	258.845.000	9.105.000	1.080.000	9.105.000	-98.575.000	1,4%
FER_01	258.845.000	8.670.000	1.230.000	8.670.000	-109.315.000	0,9%

Taula 7.15. Avaluació de la rendibilitat del projecte d'inversió. Font: Elaboració pròpia.

Les conclusions sobre la viabilitat econòmica del tramvia de Palma s'han extret després d'avaluar l'estudi de la inversió, costos i beneficis generats prenent un horitzó de 30 anys. Per una banda, la inversió necessària és de 259 M€ en tots els casos considerats.

Pels plans d'exploració FER_03 i FER_04, els costos d'exploració són d'1,1 M€/any i el benefici es quantifica en 9,1 M€/any. Avaluant aquests resultats i considerant una taxa d'interès del 3 % anual, resulta un VAN de -99 M€ i una TIR de l'1,4%.

Pel pla d'exploració FER_01, els costos d'exploració són d'1,2 M€/any i el benefici es quantifica en 8,6 M€/any. Avaluant aquests resultats i considerant una taxa d'interès del 3% anual, resulta un VAN de -109 M€ i una TIR del 0,9%.

7.2.6. Rendibilitat

Els resultats obtinguts mostren que el projecte no és rendible amb les condicions plantejades per cap dels models d'exploració analitzats. No obstant, s'amortitzaria la inversió en l'horitzó fixat pel cas que la Taxa Interna de Retorn fos de l'1,4% en el cas dels models FER_03 i FER_04 i del 0,9% en el cas del FER_01.

No obstant, en aquests càlculs no s'ha tingut en compte el benefici social i per tant, no s'han quantificat factors com l'estalvi econòmic i de temps del conjunt d'usuaris que es decanten per l'ús del tramvia. Cal tenir en compte que el fet d'incloure'ls en aquesta valoració de la rendibilitat milloraria els resultats del VAN i moderaria el valor de la TIR necessària per aconseguir l'amortització del projecte.

Així doncs, ambdós perllongaments, tot i millorar la participació del transport públic col·lectiu i fer disminuir la quantitat de vehicles que circulen per les vies, podria no generar un benefici social suficient per compensar la forta inversió necessària per a la seva construcció.

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

8. CONCLUSIONS

Els models de previsió de la demanda de transport són una destacada eina d'ajuda a la planificació sistemes de ferrocarril metropolitans. No obstant, és cert que es basen en hipòtesis poques vegades creïbles, són cars i complexes i, per la pròpia naturalesa de les eleccions dels viatgers que tracten de reflectir, són necessàriament imprecisos.

Com a alternativa a aquesta línia de treball, la present tesina ha plantejat la possibilitat de modelar escenaris teòrics mitjançant eines d'implementació senzilla i de baix cost que generin resultats assimilables a situacions reals. En primera instància doncs, l'assoliment d'aquest objectiu ha requerit l'elaboració d'un model teòric a partir del qual poder fer les previsions i anàlisis requerides. En segon lloc, s'ha elaborat un model aplicat al cas del ferrocarril de la Badia de Palma, els resultats del qual s'han contrastat amb els del model teòric per tal de verificar la validesa del primer. Per tant, donat que és el centre de l'anàlisi plantejada en aquesta tesina, abans d'abordar qualsevol altre aspecte, es considera interessant fer diverses reflexions sobre el procés de construcció del model teòric.

Per una banda, cal destacar que, tot i haver treballat amb models matemàtics d'aplicació senzilla no s'ha pogut evitar el desavantatge més freqüent en els processos de modelització: **l'escassa disponibilitat d'informació fiable i actualitzada** per construir i calibrar el model. En el cas que ens ocupa però, s'hi ha afegit una dificultat addicional ja que com a condicionat s'ha tingut en compte que la informació necessària ha de reflectir alguns aspectes de la realitat de l'àmbit d'estudi que no es troben publicats de forma agregada. És el cas, per exemple, de la intensitat de determinats usos del sòl en les ciutats europees, com el d'oficines o comercial que, al no trobar-se dades en cap portal d'estadístiques oficials, s'ha hagut de recórrer a altres tipus de publicacions i complementar-les amb hipòtesis.

Per altra banda, també és interessant remarcar que, per tal d'obtenir resultats representatius, les previsions de demanda del model teòric han estat valorades sobre un ampli conjunt de situacions d'anàlisi. En concret, s'han considerat **240 escenaris** els resultats en cada un dels quals ha estat acotat dins d'un rang de valors possibles. Els límits d'aquests rang s'han establert en funció de la tarifa d'accés al sistema ferroviari: el límit superior correspon a la captació d'usuaris quan s'aplica la tarifa més baixa i l'inferior a la captació quan s'aplica la tarifa més alta.

En relació als resultats del **model teòric**, la principal conclusió que permeten extreure és que **el model d'operació influeix clarament en la captació d'usuaris** del ferrocarril respecte a altres modes motoritzats. A més, els principals resultats obtinguts a un nivell més concret són els que es resumeixen a continuació:

- El pla d'exploració que inclou la connexió dels pols menors amb el pol principal del sistema mitjançant línies de diversa longitud (FER_03 segons la notació del present treball), és el que maximitza la captació d'usuaris del transport ferroviari en un 75%

dels escenaris teòrics. Es tracta d'un pla d'exploració molt competitiu ja que no només és la solució que maximitza la captació en la majoria d'escenaris sinó que en els casos en els que no ho és també aconseguix resultats propers a l'òptim.

- El pla d'exploració consistent en serveis amb recorreguts amb un extrem fixe però de longitud gradual (FER_04 segons la notació del present treball), aconseguix els segons millors resultats de captació a l'optimitzar la demanda en un 65% dels escenaris modelats. No obstant, la variabilitat dels seus resultats és relativament elevada.
- El tercer pla d'exploració amb més captació és el que integra en un únic servei totes les parades possibles del recorregut. Tan és així que, en quatre dels escenaris teòrics resulta ser l'opció òptima. Tanmateix, es pot comprovar que aquest tipus de servei aplicat determinats escenaris obté resultats de captació d'usuaris allunyats fins a 11,8 punts percentuals de l'òptim.

Per la seva part, **el model aplicat** al cas del tramvia de la Badia de Palma, **proposa com a plans d'exploració ferroviaris òptims els que connecten els pols menors amb el pol principal del sistema mitjançant línies de longitud gradual** (FER_03 i FER_04 segons la notació d'aquesta tesina). Addicionalment, s'ha constatat una variabilitat moderada en els resultats obtinguts, sent només de 5,7 punts percentuals entre la captació del model d'exploració òptim i la del que menys n'obté.

En definitiva, s'observa que tant al model teòric com al cas aplicat, coincideixen en el pla operatiu que maximitza la captació d'usuaris. Però no només això, sinó que el model teòric i l'aplicat també estan d'acord en la previsió dels cinc plans d'exploració amb més demanda. Això implica que **el model teòric** proposat en aquesta tesina ha resultat una **eina fiable per obtenir el model d'operació òptim**. Tanmateix, cal no oblidar que també s'han observat diferències en la variabilitat i els propis valors de captació d'usuaris dels dos models. Per tant, per calcular amb exactitud el valor de la captació d'usuaris cal recórrer a un model concret.

En relació a la viabilitat dels models d'exploració aplicats al cas de Palma, les corresponents anàlisis de capacitat i rendibilitat econòmica dels tres models d'exploració amb millors resultats de captació permeten extreure diverses conclusions. Per una banda, en termes de capacitat, tots tres models d'exploració analitzats són viables tècnicament ja que presenten uns valors de capacitat consumida en hora punta (70,9%-74,8%) inferiors al valor del 85% recomanat per la Union Internationale des Chemins de Fer (UIC) en infraestructures exclusivament dedicades al transport urbà i interurbà de viatgers. En canvi, en termes econòmics, la viabilitat queda restringida a valors molt baixos de la taxa interna de retorn (entorn l'1%). Per tant, aquests càlculs confirmen que, **les propostes amb més demanda, són viables físicament però presenten certes limitacions a nivell econòmic per poder ser viables**.

En efecte, **una de les aplicacions** més interessants de la metodologia proposada es pot dirigir al suport en **la planificació inicial d'infraestructures ferroviàries metropolitanas**. De fet, pot ser especialment útil en estudis previs o informatius on no acostuma a ser factible tenir en

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

compte les alternatives d'explotació en les previsions de demanda ja que el traçat encara es troba en procés de definició.

Finalment es considera oportú destacar la metodologia plantejada en aquest estudi és una primera aproximació que serveix per establir un pas previ per a determinar el model d'explotació més òptim. Per aquest motiu, es proposa fer una comprovació molt més exhaustiva per completar l'anàlisi iniciada en aquesta tesina.

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

BIBLIOGRAFIA

- Bureau of Public Roads (BPR). (1964). *Traffic Assignment Manual*. Washington: U.S. Dept. of Commerce, Urban Planning Division.
- CÁRDENAS, D. C. (2003). *Modelo de distribución geográfica de viajes*. Memorias VI Simposio de Ingeniería de Tránsito. Popayán, Colòmbia.
- Direcció General de Política Regional . (2007). *Estado de las ciudades europeas*. Comissió Europea.
- GARCIA LODOS, E. (2006). *Modelización del Transporte Público de Viajeros*. Gijón: Universidad de Oviedo - Escuela Universitaria Jovellanos de Gijón.
- GONZALEZ, R. M., & MARRERO, G. (2010). *La demanda inducida de transporte en regiones españolas: un análisis con modelos de panel dinámicos*. Transnova. Madrid.
- GOVERDE, R. M. (2005). *Punctuality of Railway Operations and*. Delft, Holanda: The Netherlands TRAIL.
- GOVERDE, R. M. (2005). *Punctuality of Railway Operations and Timetable Stability Analysis*. Delft, Holanda: The Netherlands TRAIL.
- GUZMAN, W. (2007). *Trenes de carga y de pasajeros interurbanos*. El reportero ferroviario(714), 15-27.
- INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS. (2008). *Trip Generation, 8th Edition*. Washington: ITE.
- LAVADO, J. (2008). *Estimación de tasa de generación de viajes para actividades comerciales*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería (Lima, Perú).
- LOMBARDI, R. (2010). *El horario cadenciado integrado. Teoría, casos de aplicación, ventajas, inconvenientes y reflexiones sobre su posible aplicación en España*. Madrid: Via libre - Investigación tècnica ferroviaria.
- MAUTTONE, A. (2002). *Modelos de Demanda de Transporte*. Montevideo: Universidad de la República - Uruguay.
- MCFADDEN, D. (1981). *Econometric Modles of Probabilistic Choice*. En *Structural Analysis of Discrete Data with Econometric Applications* (págs. 199-272). Cambridge: MIT Press.
- MEDINA, E. (2003). *Modelos de elección discreta*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. (1995). *Metro Ligero: Nuevos Tranvías en la ciudad*. Madrid.

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

- MONTERO, L. (2009). *Models avançats de demanda de transport*. Barcelona: Apunts del departament d'estadística i investigació operativa, UPC.
- ORRO ARCAÏ, A. (2006). *Planificación de sistemas ferroviarios metropolitanos*. Ingeniería y Territorio. Revista del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos(76), 18-23.
- ORTÚZAR, J. (2000). *Modelos de Demanda de Transporte*. Mèxic: Ediciones Universidad Ctòlica de Chile. Alfaomega.
- PACHL, J. (2009). *Railway operation and control*. VTD Rail Publishing.
- RAMMING, M. S. (2002). *Network Knowledge and Route Choice*. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology.
- SCHÖBEL, A. (2011). *Line planning in public transportation: models and methods*. Göttingen: Georg-August Universität Göttingen.
- Union Internationale des Chemins de Fer (UIC). (2004). *UIC CODE 406*. UIC.
- WARDROP, J. C. (1952). Some theoretical aspects of road traffic research. *Proceedings Institution of Civil Engineers, II*, 325-378.
- WILSON, A. G. (1971). A family of spatial interaction models and associated developments. *Pion Ltd - Environment and Planning A*, 3(1), 1-31.

Webs d'operadors ferroviaris:

- KARLSRUHE VERKEHRSVERBUND (KVV), [En línia]. Disponible a: <http://www.kvv.de>. [Últim accés: 11 Novembre 2011].
- KASSELER VERKEHRS-GESELLSCHAFT AKTIENGESELLSCHAFT (KVG), [En línia]. Disponible a: <http://www.kvg.de>. [Últim accés: 11 Novembre 2011].
- TRANSPORTS PUBLICS GENEVOIS (TPG), [En línia]. Disponible a: <http://www.tpg.ch>. [Últim accés: 11 Novembre 2011].
- ROTTERDAMSE ELEKTRISCHE TRAM (RET), [En línia]. Disponible a: <http://www.ret.nl>. [Últim accés: 11 Novembre 2011].
- HAAGSCHE TRAMWEG MAATSCHAPPIJ PERSONENVERVOER NV (HTM), [En línia]. Disponible a: <http://www.htm.net>. [Últim accés: 11 Novembre 2011].
- TRAM ET BUS DE LA COMMUNAUTÉ URBAINE DE BORDEAUX (TBC), [En línia]. Disponible a: <http://www.infotbc.com>. [Últim accés: 11 Novembre 2011].

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

TRANSPORT FOR GREATER MANCHESTER, [En línea]. Disponible a:
<http://www.metrolink.co.uk>. [Últim accés: 11 Novembre 2011].

TRANSPORTS EN COMMUN DE MULHOUSE (TCM), [En línea]. Disponible a:
<http://www.solea.info>. [Últim accés: 11 Novembre 2011].

FERROCARRILS DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA (FGC), [En línea]. Disponible a:
<http://www.fgc.es>. [Últim accés: 11 Novembre 2011].

FERROCARRILS DE LA GENERALITAT VALENCIANA (FGV), [En línea]. Disponible a:
<http://www.tramalicante.es>. [Últim accés: 11 Novembre 2011].

HOLDING GRAZ, [En línea]. Disponible a: <http://www.holding-graz.at>. [Últim accés: 11 Novembre 2011].

Webs d'estadístiques oficials:

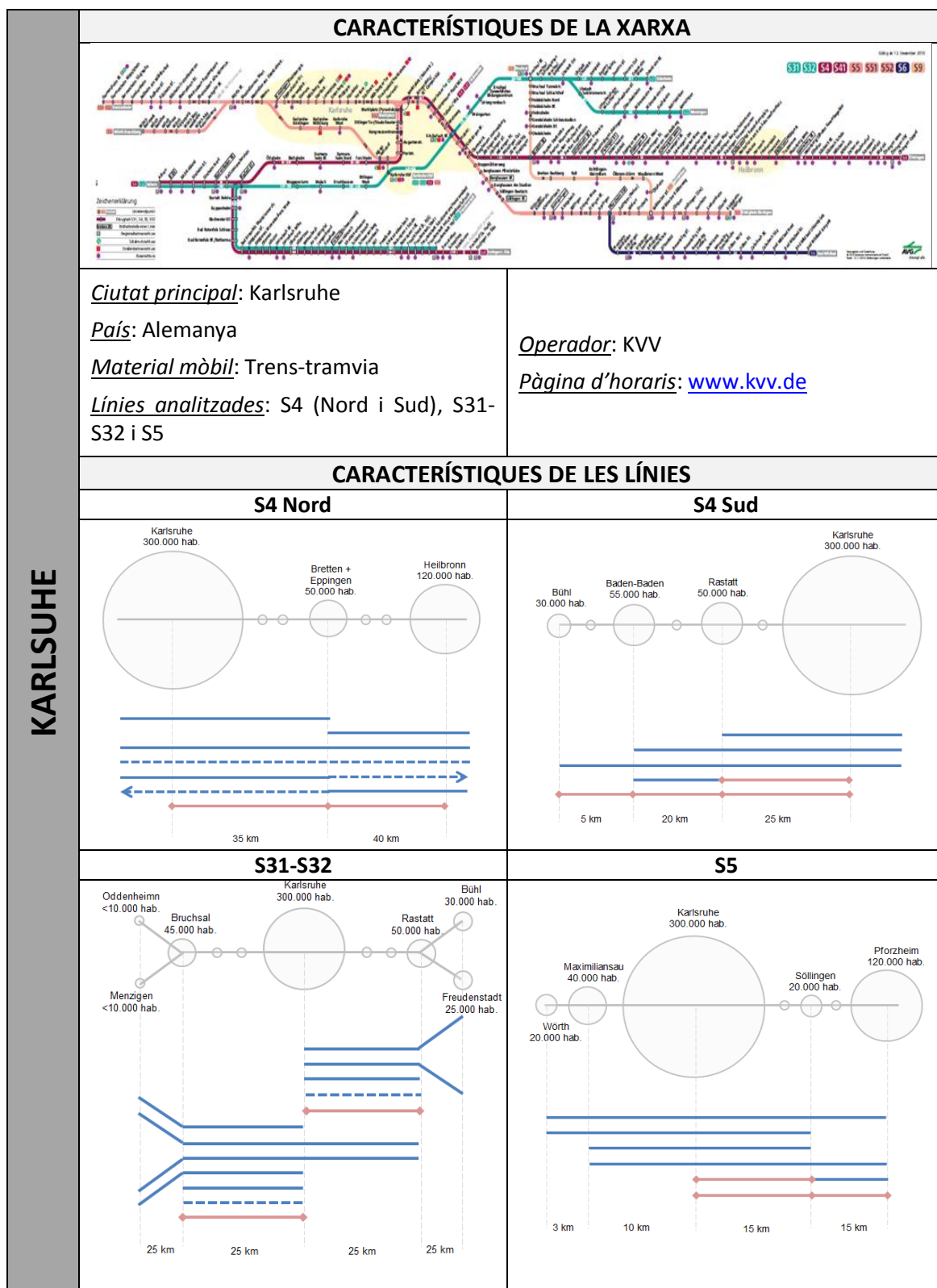
INSTITUT D'ESTADÍSTICA DE CATALUNYA (IDESCAT), [En línea]. Disponible a:
<http://www.idescat.cat>. [Últim accés: 18 Febrer 2012].

OFICINA EUROPEA D'ESTADÍSTICA (EUROSTAT), [En línea]. Disponible a:
<http://epp.eurostat.ec.europa.eu>. [Últim accés: 18 Febrer 2012].

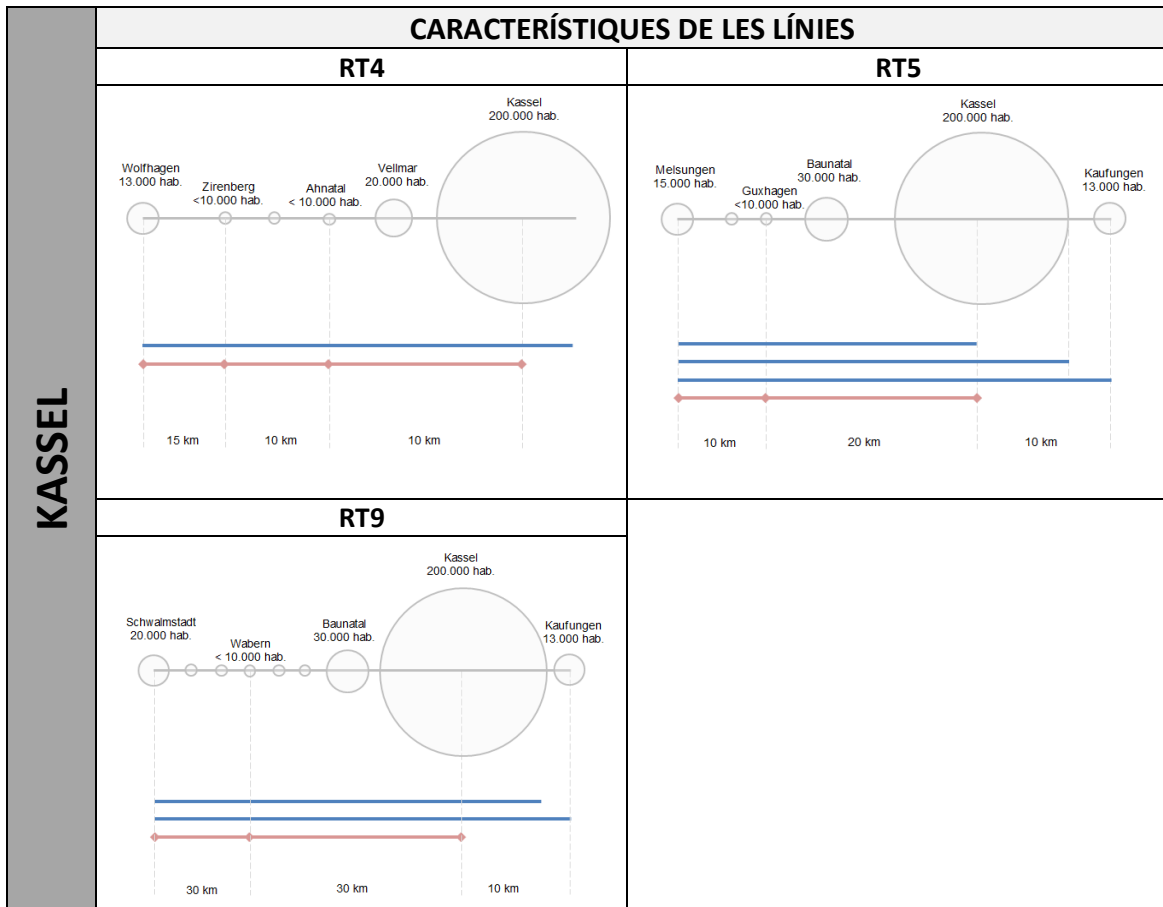
GAOVERN DE LES ILLES BALEARS [En línea]. Disponible a: <http://www.caib.es>. [Últim accés: 1 Març 2011].

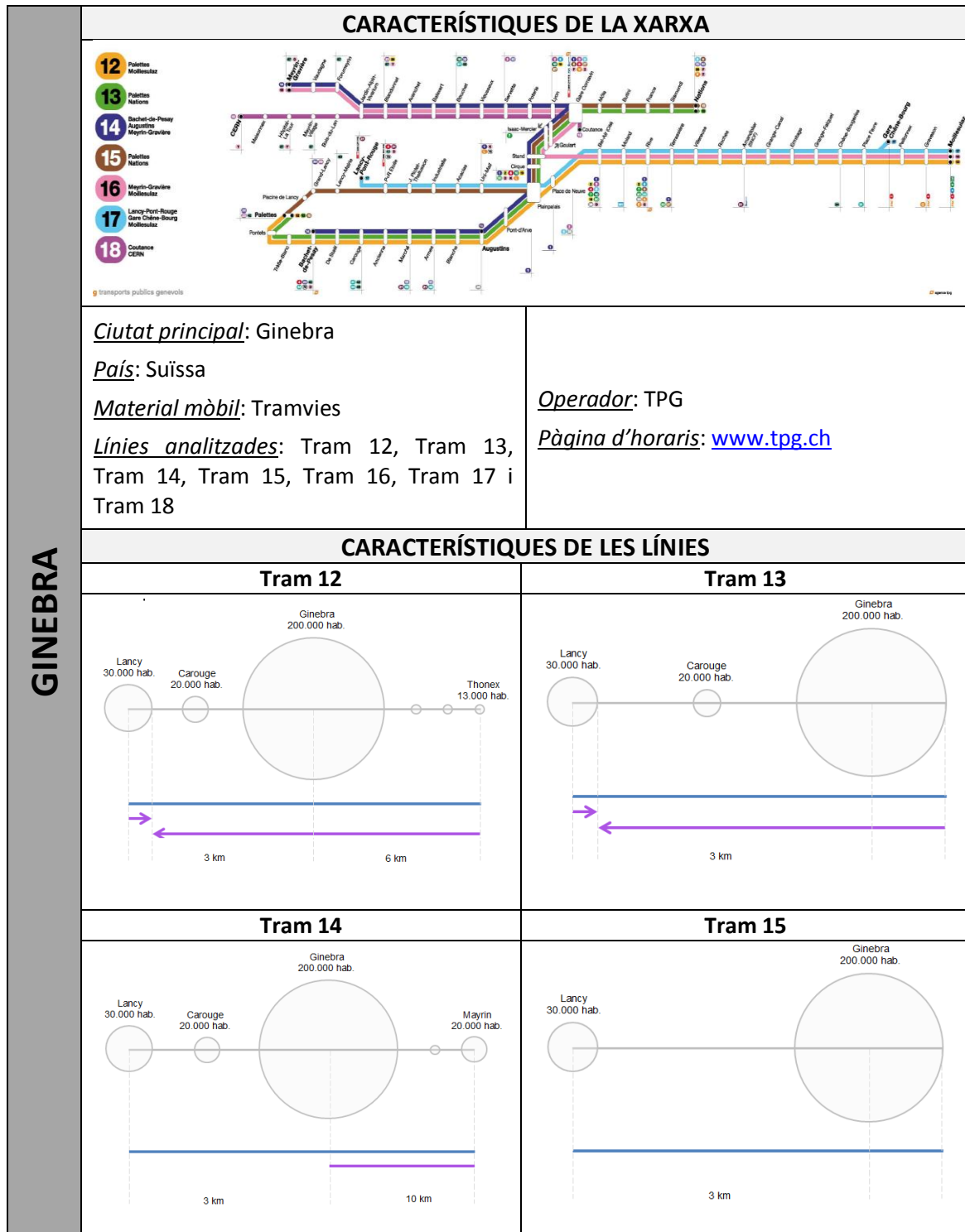
Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

ANNEX I. FITXES DELS CORREDORS FERROVIARIS ANALITZATS



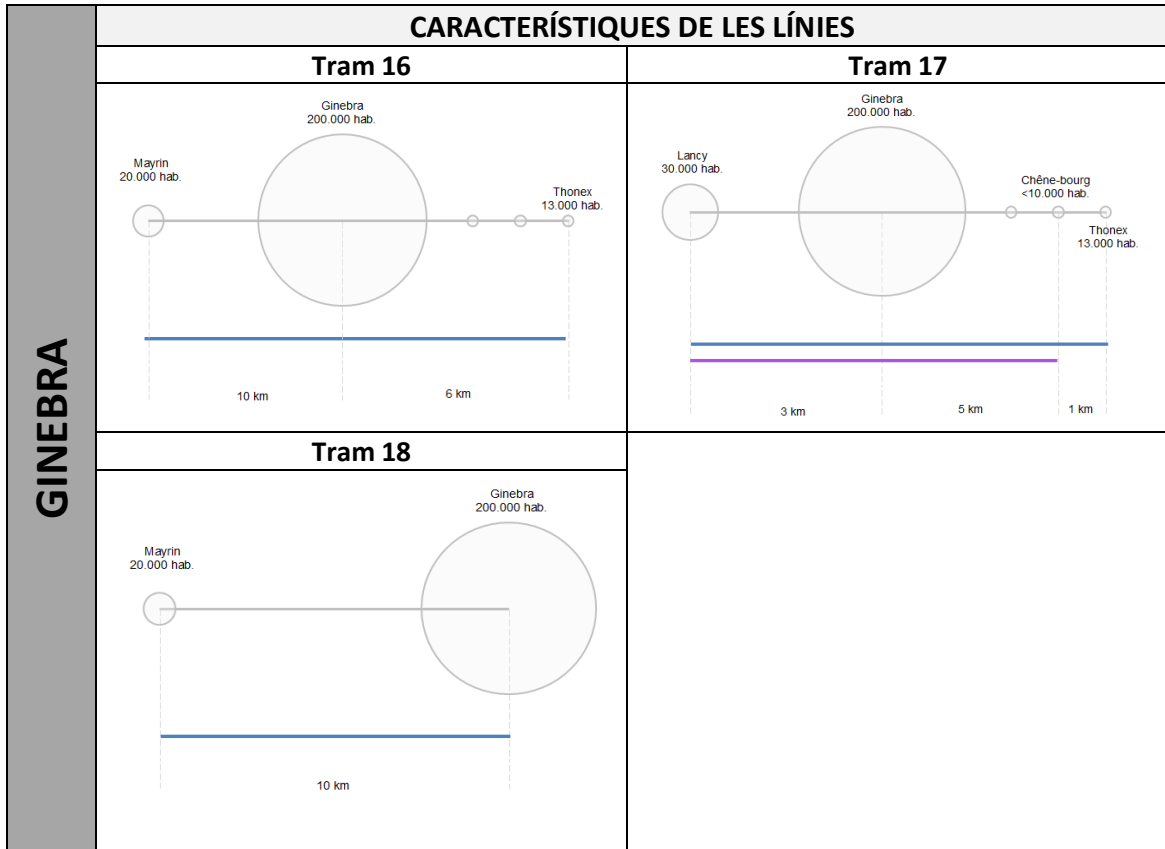
KARLSUHE

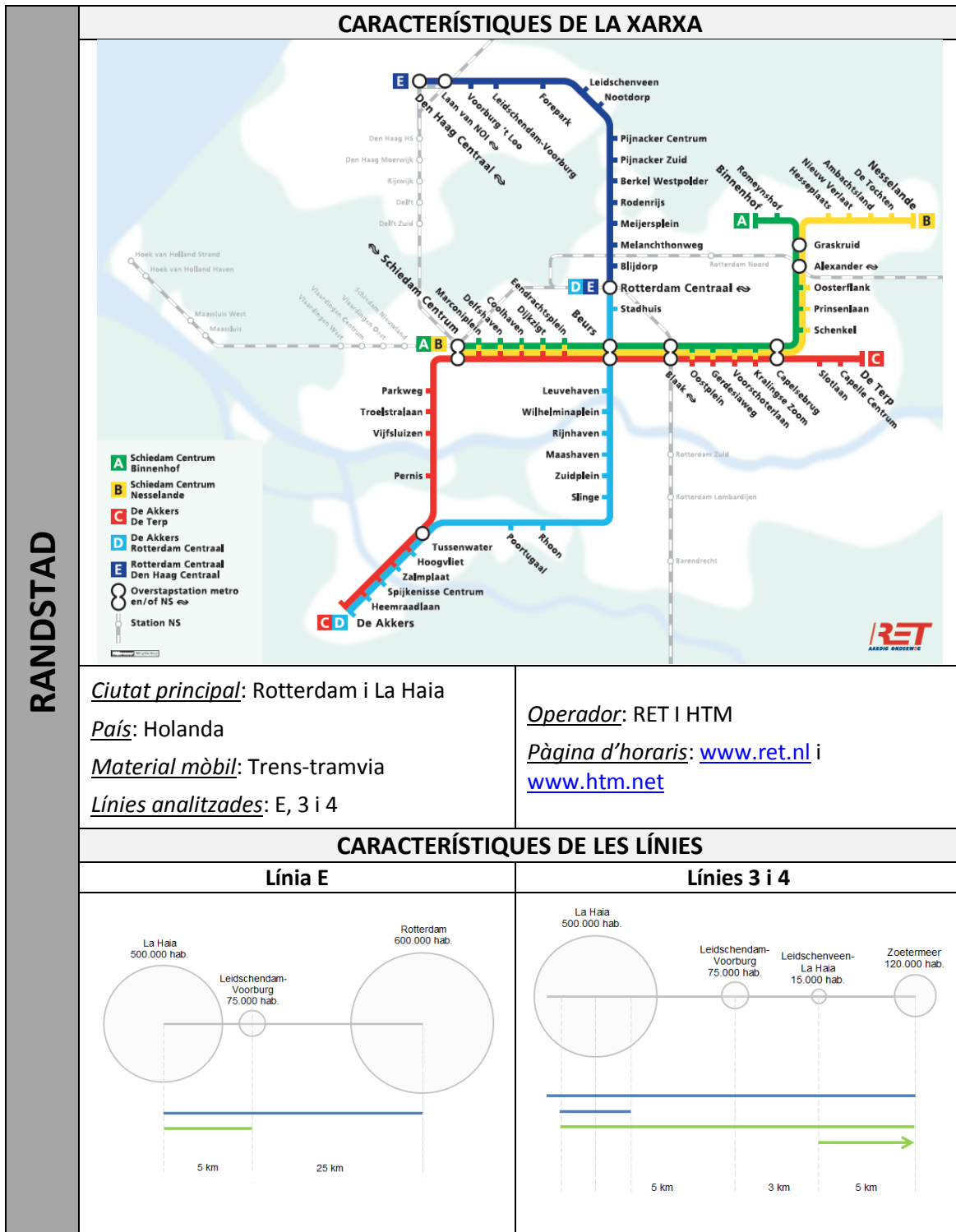




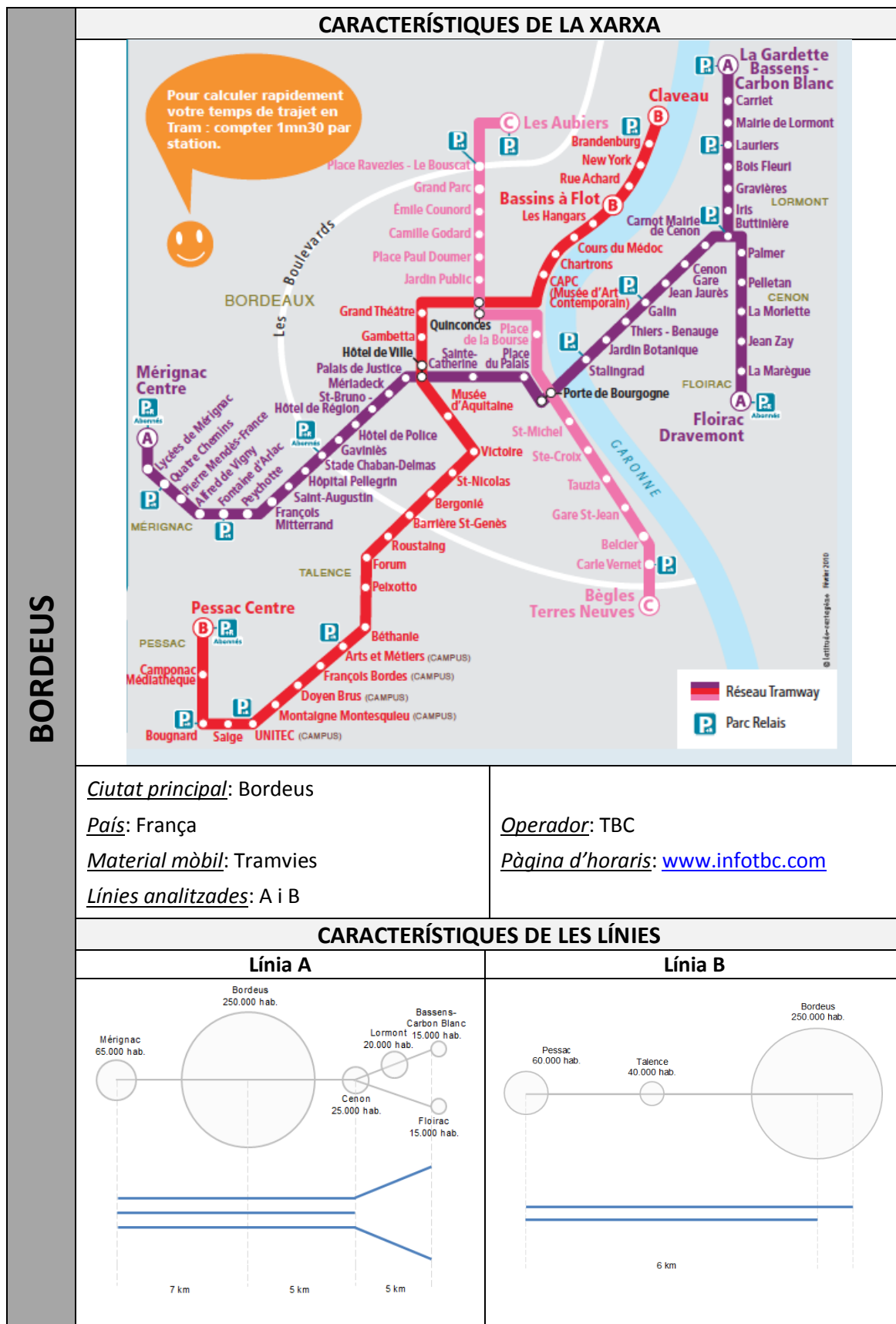
GINEBRA

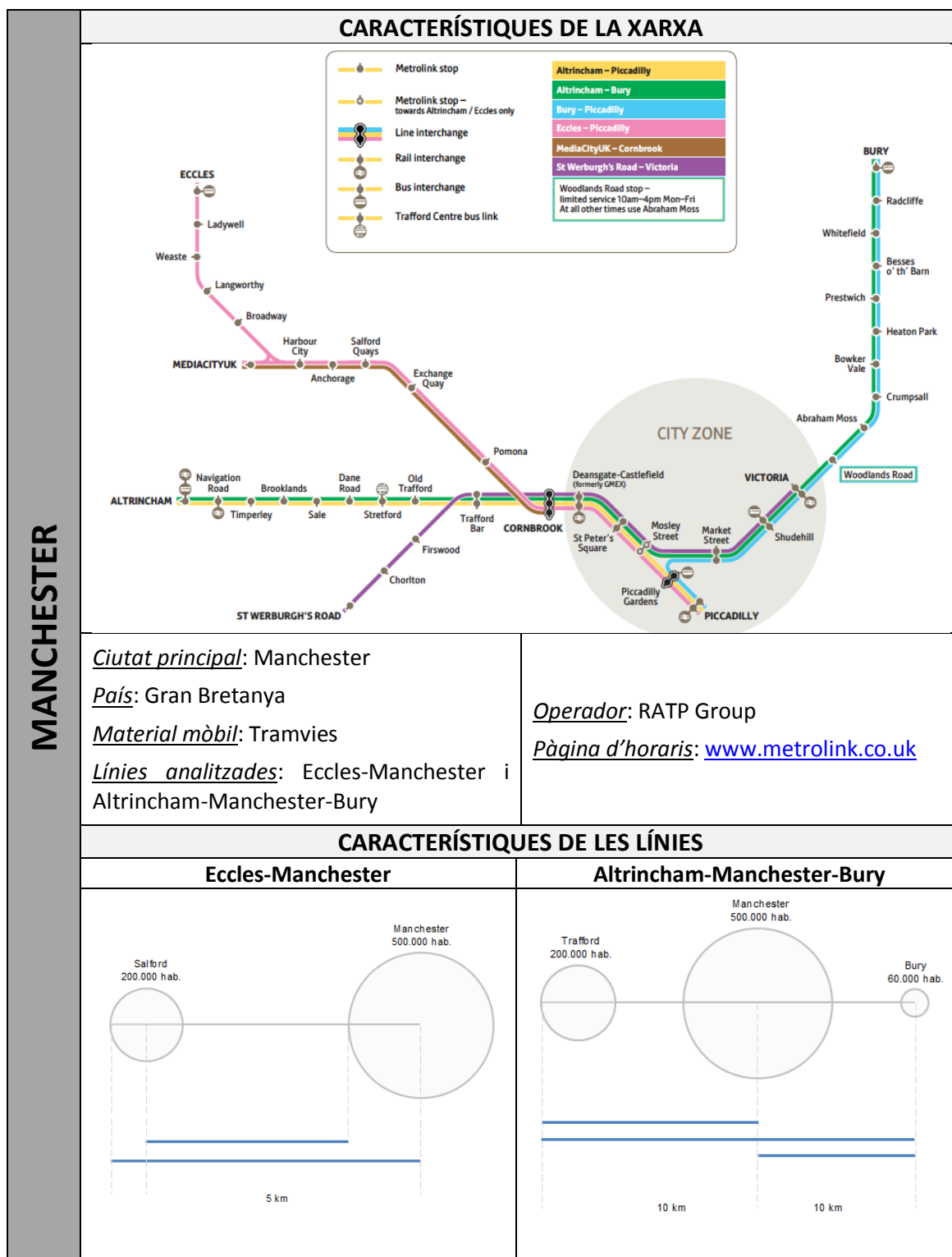
Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

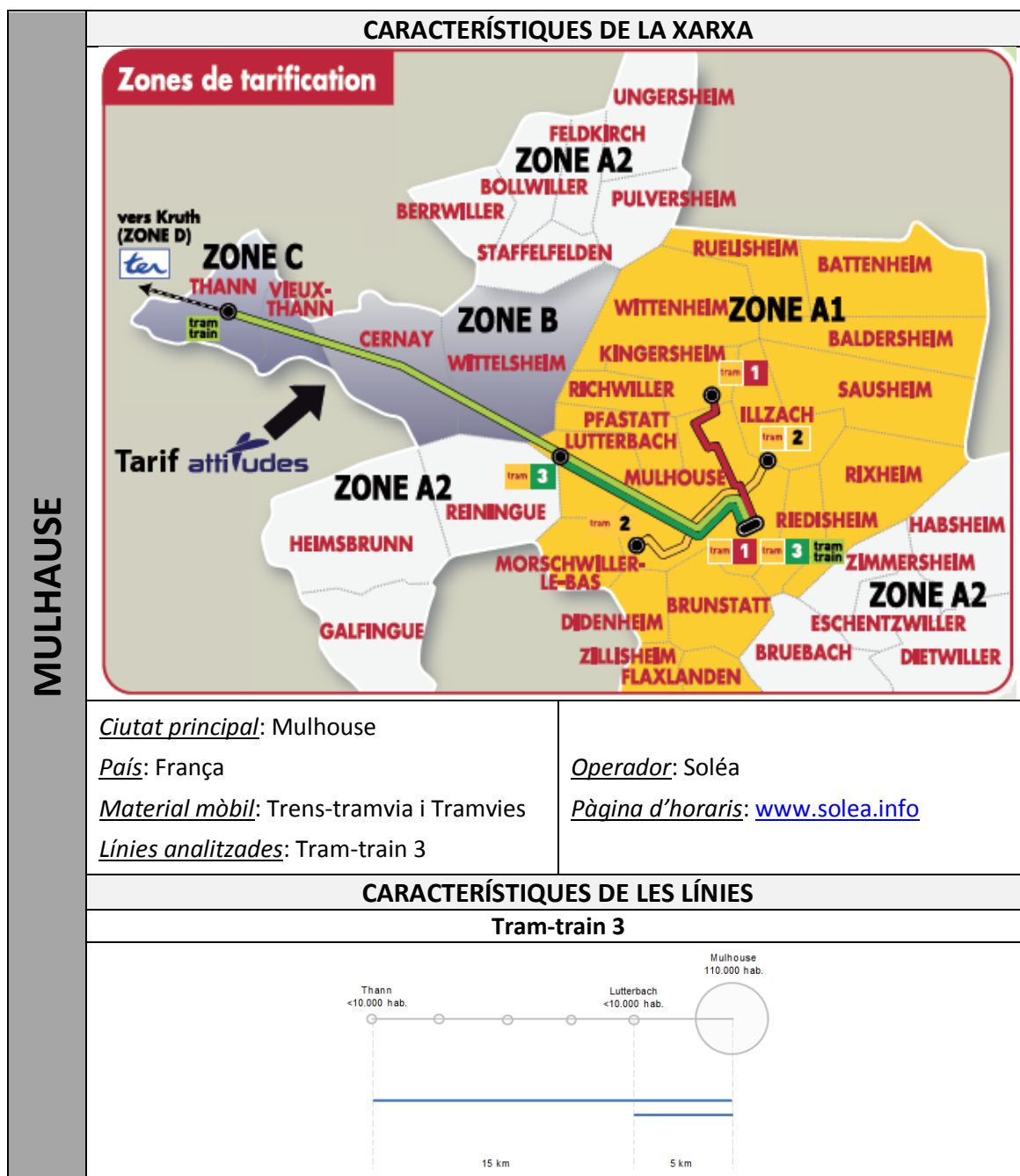




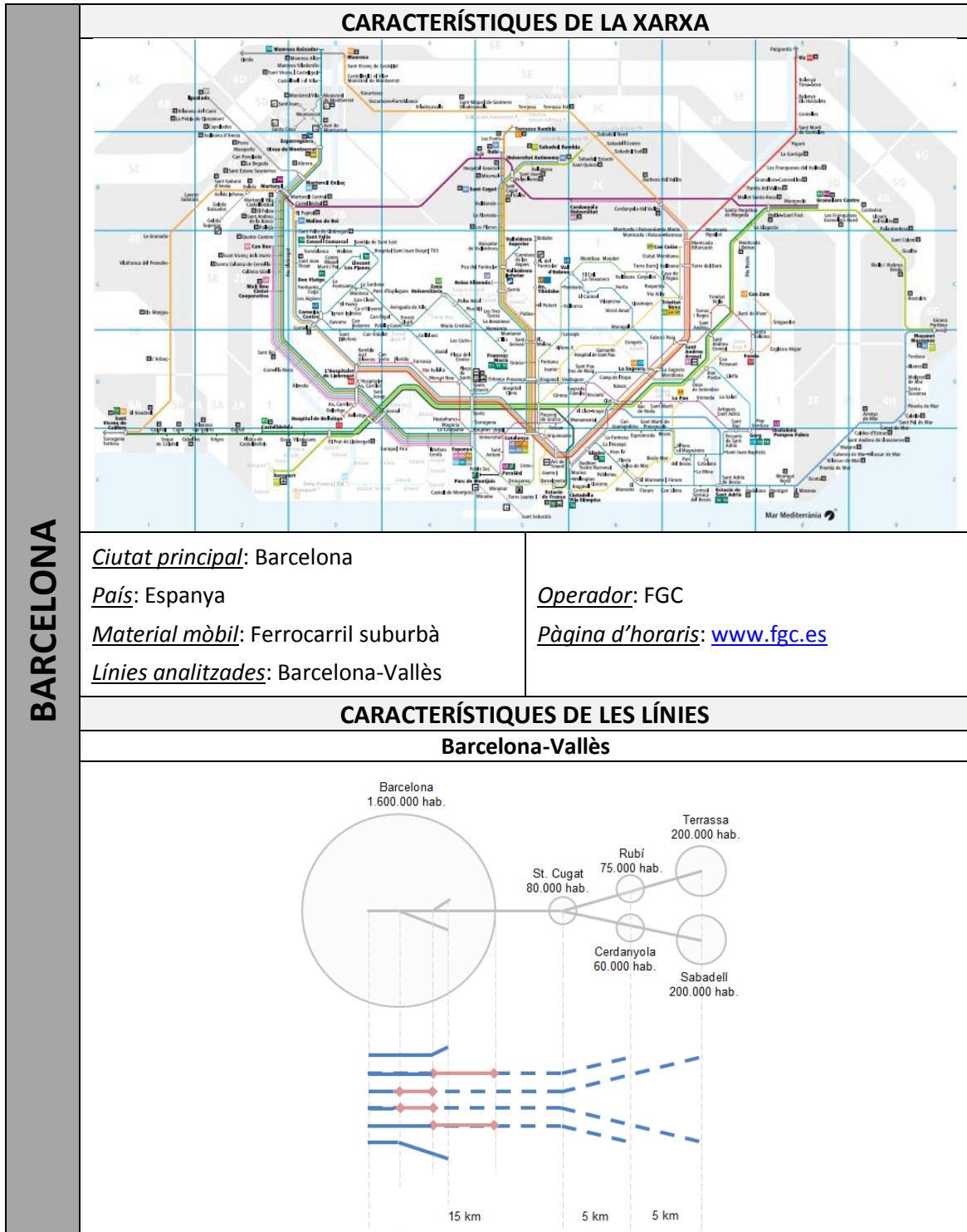
Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

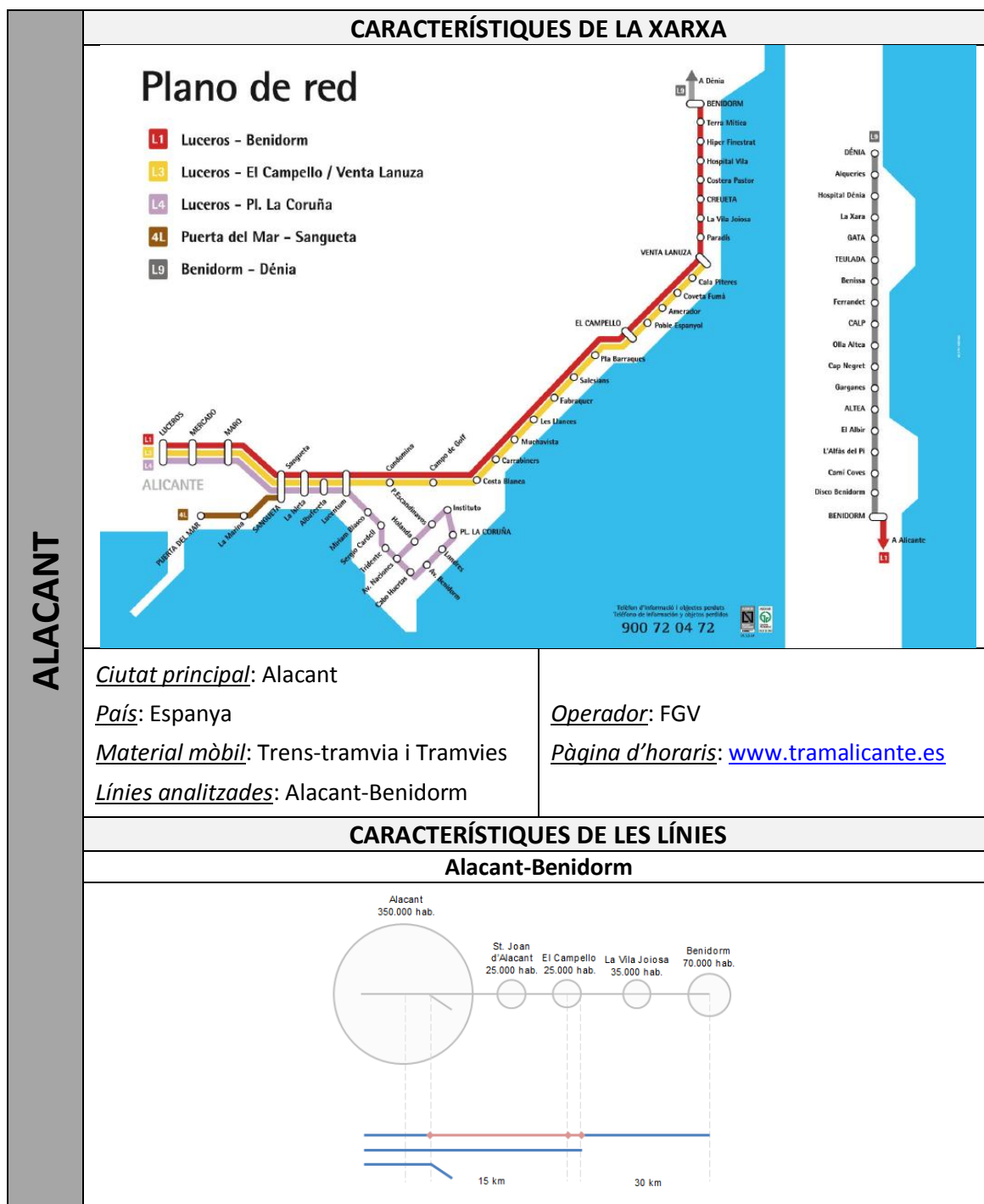




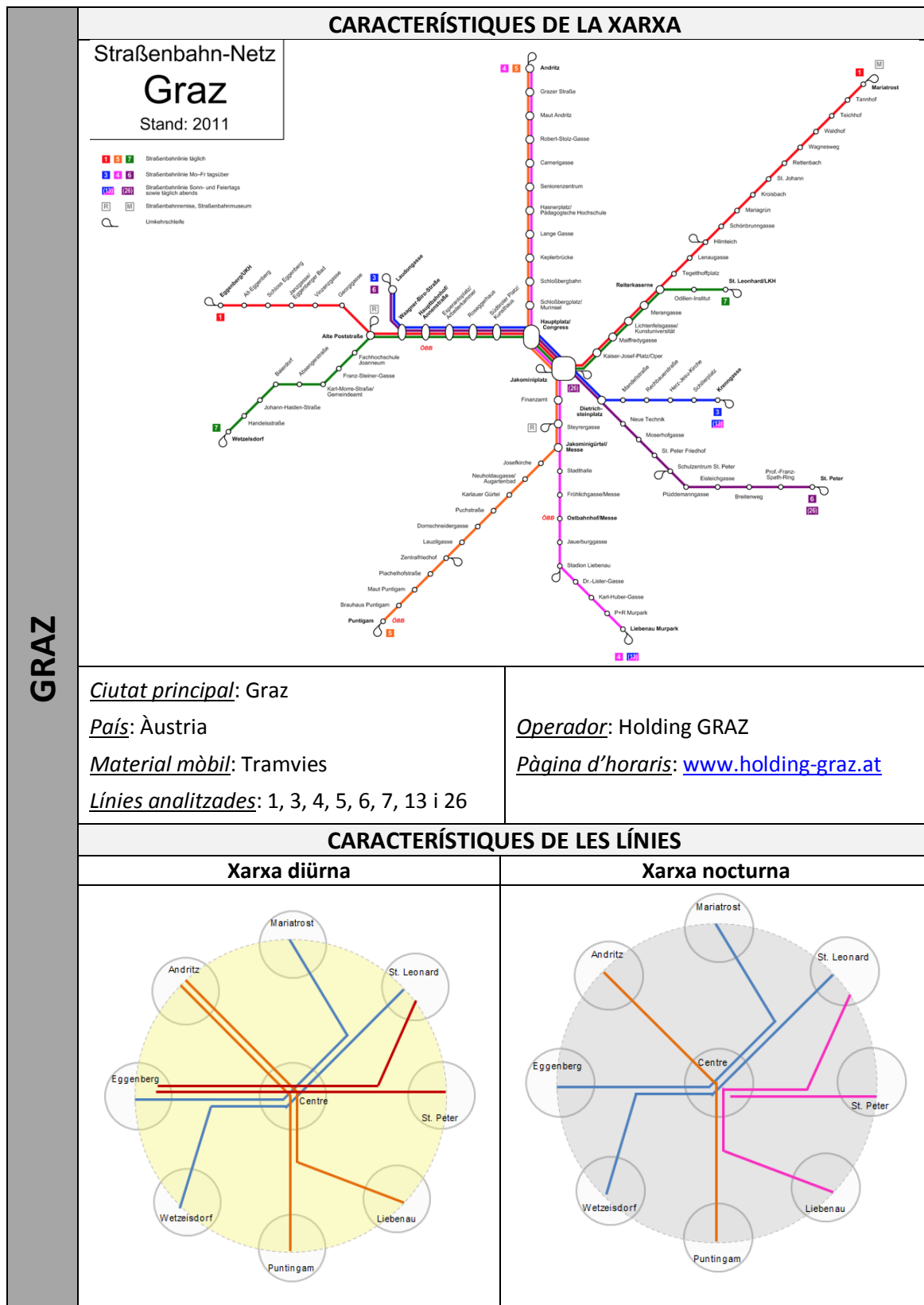


Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà





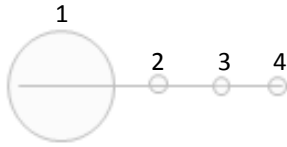
ALACANT



Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

**ANNEX II. RESULTATS DEL MODEL TEÒRIC - CAPTACIÓ D'USUSARIS EN
ELS RECORREGUTS PARCIALS DE CADA ESCENARI**

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà



Esquema espacial 1 + Nuclis nacionals + Tarifes altes

Vij	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	V31	V32	V33	V34	V41	V42	V43	V44	TOTAL
FER_01	37,5%	37,8%	46,4%	50,0%	37,8%	8,4%	22,0%	38,5%	46,4%	22,0%	4,1%	22,0%	50,0%	38,5%	22,0%	0,6%	37,8%
FER_02	30,4%	29,8%	41,3%	46,4%	29,8%	9,1%	22,7%	39,0%	41,3%	22,7%	4,6%	22,7%	46,4%	39,0%	22,7%	0,7%	30,7%
FER_05	32,7%	37,6%	50,6%	56,0%	37,6%	6,2%	21,7%	43,3%	50,6%	21,7%	2,7%	21,7%	56,0%	43,3%	21,7%	0,1%	33,9%
FER_06	30,4%	32,3%	43,0%	47,5%	36,2%	4,5%	16,8%	34,7%	52,7%	25,2%	1,8%	16,8%	54,3%	40,7%	22,7%	0,2%	31,5%
FER_07	35,6%	31,8%	46,0%	54,7%	31,8%	2,8%	13,7%	40,3%	46,0%	13,7%	1,0%	16,5%	54,7%	40,3%	16,5%	0,5%	35,5%
FER_08	33,8%	37,2%	46,0%	49,9%	37,2%	10,5%	24,2%	40,3%	46,0%	24,2%	5,6%	24,6%	49,9%	40,3%	24,6%	0,3%	34,7%
FER_03	40,3%	40,0%	46,2%	46,6%	40,0%	10,5%	21,6%	33,3%	46,2%	21,6%	3,9%	15,2%	46,6%	33,3%	15,2%	0,1%	40,3%
FER_04	40,3%	40,0%	46,2%	46,6%	40,0%	10,5%	21,6%	33,3%	46,2%	21,6%	3,9%	15,2%	46,6%	33,3%	15,2%	0,1%	40,3%
FER_09	33,8%	35,0%	44,7%	55,0%	35,0%	6,2%	19,3%	36,6%	44,7%	19,3%	2,7%	19,3%	55,0%	36,6%	19,3%	0,3%	34,3%
FER_10	33,8%	32,6%	48,2%	53,4%	32,6%	6,2%	22,9%	42,8%	48,2%	22,9%	2,7%	19,9%	53,4%	42,8%	19,9%	0,3%	34,3%
FER_11	33,8%	35,0%	44,7%	55,0%	35,0%	6,2%	19,3%	36,6%	44,7%	19,3%	2,7%	19,3%	55,0%	36,6%	19,3%	0,3%	34,3%
FER_12	33,7%	34,9%	44,6%	54,9%	34,9%	6,1%	19,2%	36,5%	44,6%	19,2%	2,6%	19,2%	54,9%	36,5%	19,2%	0,2%	34,2%

Esquema espacial 1 + Nuclis nacionals + Tarifes baixes

Vij	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	V31	V32	V33	V34	V41	V42	V43	V44	TOTAL
FER_01	52,2%	49,0%	53,0%	54,6%	49,0%	24,4%	34,3%	46,0%	53,0%	34,3%	17,6%	34,3%	54,6%	46,0%	34,3%	6,6%	51,6%
FER_02	44,2%	40,2%	47,8%	50,9%	40,2%	25,9%	35,2%	46,5%	47,8%	35,2%	19,2%	35,2%	50,9%	46,5%	35,2%	7,6%	43,8%
FER_05	46,9%	48,8%	57,2%	60,4%	48,8%	18,7%	34,0%	51,0%	57,2%	34,0%	12,2%	34,0%	60,4%	51,0%	34,0%	1,6%	47,4%
FER_06	44,2%	43,0%	49,5%	52,1%	47,2%	14,1%	27,3%	42,0%	59,1%	38,4%	8,3%	27,3%	58,9%	48,3%	35,2%	1,9%	44,6%
FER_07	50,2%	42,5%	52,6%	59,2%	42,5%	9,1%	22,7%	47,9%	52,6%	22,7%	4,6%	26,8%	59,2%	47,9%	26,8%	4,9%	49,1%
FER_08	48,2%	48,3%	52,6%	54,5%	48,3%	29,3%	37,1%	47,9%	52,6%	37,1%	22,7%	37,7%	54,5%	47,9%	37,7%	3,6%	48,3%
FER_03	55,1%	51,3%	52,7%	51,2%	51,3%	29,3%	33,8%	40,5%	52,7%	33,8%	16,8%	24,9%	51,2%	40,5%	24,9%	1,2%	54,3%
FER_04	55,1%	51,3%	52,7%	51,2%	51,3%	29,3%	33,8%	40,5%	52,7%	33,8%	16,8%	24,9%	51,2%	40,5%	24,9%	1,2%	54,3%
FER_09	48,2%	46,0%	51,2%	59,5%	46,0%	18,7%	30,7%	44,0%	51,2%	30,7%	12,2%	30,7%	59,5%	44,0%	30,7%	3,6%	47,9%
FER_10	48,2%	43,3%	54,8%	58,0%	43,3%	18,7%	35,5%	50,4%	54,8%	35,5%	12,2%	31,5%	58,0%	50,4%	31,5%	3,6%	47,8%
FER_11	48,2%	46,0%	51,2%	59,5%	46,0%	18,7%	30,7%	44,0%	51,2%	30,7%	12,2%	30,7%	59,5%	44,0%	30,7%	3,6%	47,9%
FER_12	48,1%	45,9%	51,1%	59,4%	45,9%	18,6%	30,6%	43,9%	51,1%	30,6%	12,1%	30,6%	59,4%	43,9%	30,6%	3,5%	47,7%

Esquema espacial 1 + Nuclis de recerca + Tarifes altes

Vij	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	V31	V32	V33	V34	V41	V42	V43	V44	TOTAL
FER_01	37,5%	37,8%	46,4%	50,0%	37,8%	8,4%	22,0%	38,5%	46,4%	22,0%	4,1%	22,0%	50,0%	38,5%	22,0%	0,6%	37,8%
FER_02	30,4%	29,8%	41,3%	46,4%	29,8%	9,1%	22,7%	39,0%	41,3%	22,7%	4,6%	22,7%	46,4%	39,0%	22,7%	0,7%	30,7%
FER_05	32,7%	37,6%	50,6%	56,0%	37,6%	6,2%	21,7%	43,3%	50,6%	21,7%	2,7%	21,7%	56,0%	43,3%	21,7%	0,1%	33,9%
FER_06	30,4%	32,3%	43,0%	47,5%	36,2%	4,5%	16,8%	34,7%	52,7%	25,2%	1,8%	16,8%	54,3%	40,7%	22,7%	0,2%	31,5%
FER_07	35,6%	31,8%	46,0%	54,7%	31,8%	2,8%	13,7%	40,3%	46,0%	13,7%	1,0%	16,5%	54,7%	40,3%	16,5%	0,5%	35,5%
FER_08	33,8%	37,2%	46,0%	49,9%	37,2%	10,5%	24,2%	40,3%	46,0%	24,2%	5,6%	24,6%	49,9%	40,3%	24,6%	0,3%	34,7%
FER_03	40,3%	40,0%	46,2%	46,6%	40,0%	10,5%	21,6%	33,3%	46,2%	21,6%	3,9%	15,2%	46,6%	33,3%	15,2%	0,1%	40,3%
FER_04	40,3%	40,0%	46,2%	46,6%	40,0%	10,5%	21,6%	33,3%	46,2%	21,6%	3,9%	15,2%	46,6%	33,3%	15,2%	0,1%	40,3%
FER_09	33,8%	35,0%	44,7%	55,0%	35,0%	6,2%	19,3%	36,6%	44,7%	19,3%	2,7%	19,3%	55,0%	36,6%	19,3%	0,3%	34,3%
FER_10	33,8%	32,6%	48,2%	53,4%	32,6%	6,2%	22,9%	42,8%	48,2%	22,9%	2,7%	19,9%	53,4%	42,8%	19,9%	0,3%	34,3%
FER_11	33,8%	35,0%	44,7%	55,0%	35,0%	6,2%	19,3%	36,6%	44,7%	19,3%	2,7%	19,3%	55,0%	36,6%	19,3%	0,3%	34,3%
FER_12	33,7%	34,9%	44,6%	54,9%	34,9%	6,1%	19,2%	36,5%	44,6%	19,2%	2,6%	19,2%	54,9%	36,5%	19,2%	0,2%	34,2%

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 1 + Nuclis de recerca + Tarifes baixes

Vij	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	V31	V32	V33	V34	V41	V42	V43	V44	TOTAL
FER_01	52,2%	49,0%	53,0%	54,6%	49,0%	24,4%	34,3%	46,0%	53,0%	34,3%	17,6%	34,3%	54,6%	46,0%	34,3%	6,6%	51,6%
FER_02	44,2%	40,2%	47,8%	50,9%	40,2%	25,9%	35,2%	46,5%	47,8%	35,2%	19,2%	35,2%	50,9%	46,5%	35,2%	7,6%	43,8%
FER_05	46,9%	48,8%	57,2%	60,4%	48,8%	18,7%	34,0%	51,0%	57,2%	34,0%	12,2%	34,0%	60,4%	51,0%	34,0%	1,6%	47,4%
FER_06	44,2%	43,0%	49,5%	52,1%	47,2%	14,1%	27,3%	42,0%	59,1%	38,4%	8,3%	27,3%	58,9%	48,3%	35,2%	1,9%	44,6%
FER_07	50,2%	42,5%	52,6%	59,2%	42,5%	9,1%	22,7%	47,9%	52,6%	22,7%	4,6%	26,8%	59,2%	47,9%	26,8%	4,9%	49,1%
FER_08	48,2%	48,3%	52,6%	54,5%	48,3%	29,3%	37,1%	47,9%	52,6%	37,1%	22,7%	37,7%	54,5%	47,9%	37,7%	3,6%	48,3%
FER_03	55,1%	51,3%	52,7%	51,2%	51,3%	29,3%	33,8%	40,5%	52,7%	33,8%	16,8%	24,9%	51,2%	40,5%	24,9%	1,2%	54,3%
FER_04	55,1%	51,3%	52,7%	51,2%	51,3%	29,3%	33,8%	40,5%	52,7%	33,8%	16,8%	24,9%	51,2%	40,5%	24,9%	1,2%	54,3%
FER_09	48,2%	46,0%	51,2%	59,5%	46,0%	18,7%	30,7%	44,0%	51,2%	30,7%	12,2%	30,7%	59,5%	44,0%	30,7%	3,6%	47,9%
FER_10	48,2%	43,3%	54,8%	58,0%	43,3%	18,7%	35,5%	50,4%	54,8%	35,5%	12,2%	31,5%	58,0%	50,4%	31,5%	3,6%	47,8%
FER_11	48,2%	46,0%	51,2%	59,5%	46,0%	18,7%	30,7%	44,0%	51,2%	30,7%	12,2%	30,7%	59,5%	44,0%	30,7%	3,6%	47,9%
FER_12	48,1%	45,9%	51,1%	59,4%	45,9%	18,6%	30,6%	43,9%	51,1%	30,6%	12,1%	30,6%	59,4%	43,9%	30,6%	3,5%	47,7%

Esquema espacial 1 + Nuclis industrials + Tarifes altes

Vij	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	V31	V32	V33	V34	V41	V42	V43	V44	TOTAL
FER_01	28,7%	31,0%	42,1%	46,9%	31,0%	3,8%	15,7%	33,8%	42,1%	15,7%	1,5%	15,7%	46,9%	33,8%	15,7%	0,1%	29,5%
FER_02	22,6%	23,9%	37,2%	43,3%	23,9%	4,1%	16,3%	34,2%	37,2%	16,3%	1,6%	16,3%	43,3%	34,2%	16,3%	0,2%	23,4%
FER_05	24,6%	30,8%	46,3%	52,9%	30,8%	2,8%	15,5%	38,4%	46,3%	15,5%	1,0%	15,5%	52,9%	38,4%	15,5%	0,0%	26,2%
FER_06	22,6%	26,0%	38,7%	44,5%	29,5%	2,0%	11,8%	30,2%	48,3%	18,2%	0,6%	11,8%	51,3%	35,8%	16,3%	0,0%	24,1%
FER_07	27,1%	25,6%	41,7%	51,6%	25,6%	1,2%	9,5%	35,4%	41,7%	9,5%	0,3%	11,6%	51,6%	35,4%	11,6%	0,1%	27,5%
FER_08	25,6%	30,4%	41,7%	46,8%	30,4%	4,9%	17,4%	35,4%	41,7%	17,4%	2,0%	17,8%	46,8%	35,4%	17,8%	0,1%	26,8%
FER_03	31,2%	33,0%	41,9%	43,5%	33,0%	4,9%	15,5%	28,9%	41,9%	15,5%	1,4%	10,6%	43,5%	28,9%	10,6%	0,0%	31,7%
FER_04	31,2%	33,0%	41,9%	43,5%	33,0%	4,9%	15,5%	28,9%	41,9%	15,5%	1,4%	10,6%	43,5%	28,9%	10,6%	0,0%	31,7%
FER_09	25,6%	28,4%	40,4%	51,9%	28,4%	2,8%	13,7%	32,0%	40,4%	13,7%	1,0%	13,7%	51,9%	32,0%	13,7%	0,1%	26,5%
FER_10	25,6%	26,3%	43,9%	50,4%	26,3%	2,8%	16,5%	37,8%	43,9%	16,5%	1,0%	14,1%	50,4%	37,8%	14,1%	0,1%	26,5%
FER_11	25,6%	28,4%	40,4%	51,9%	28,4%	2,8%	13,7%	32,0%	40,4%	13,7%	1,0%	13,7%	51,9%	32,0%	13,7%	0,1%	26,5%
FER_12	25,5%	28,3%	40,3%	51,8%	28,3%	2,7%	13,6%	31,9%	40,3%	13,6%	0,9%	13,6%	51,8%	31,9%	13,6%	0,0%	26,5%

Esquema espacial 1 + Nuclis industrials + Tarifes baixes

Vij	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	V31	V32	V33	V34	V41	V42	V43	V44	TOTAL
FER_01	49,7%	47,1%	51,9%	53,8%	47,1%	20,7%	32,0%	44,8%	51,9%	32,0%	14,0%	32,0%	53,8%	44,8%	32,0%	4,5%	49,2%
FER_02	41,8%	38,4%	46,7%	50,2%	38,4%	22,1%	32,9%	45,3%	46,7%	32,9%	15,4%	32,9%	50,2%	45,3%	32,9%	5,2%	41,5%
FER_05	44,4%	46,9%	56,1%	59,7%	46,9%	15,7%	31,7%	49,7%	56,1%	31,7%	9,6%	31,7%	59,7%	49,7%	31,7%	1,0%	45,0%
FER_06	41,8%	41,1%	48,4%	51,3%	45,3%	11,8%	25,3%	40,7%	58,1%	36,0%	6,5%	25,3%	58,1%	47,0%	32,9%	1,3%	42,3%
FER_07	47,7%	40,6%	51,5%	58,4%	40,6%	7,5%	20,9%	46,6%	51,5%	20,9%	3,6%	24,8%	58,4%	46,6%	24,8%	3,3%	46,8%
FER_08	45,7%	46,4%	51,5%	53,7%	46,4%	25,1%	34,8%	46,6%	51,5%	34,8%	18,4%	35,3%	53,7%	46,6%	35,3%	2,4%	45,9%
FER_03	52,7%	49,4%	51,7%	50,4%	49,4%	25,1%	31,6%	39,3%	51,7%	31,6%	13,4%	23,0%	50,4%	39,3%	23,0%	0,8%	51,9%
FER_04	52,7%	49,4%	51,7%	50,4%	49,4%	25,1%	31,6%	39,3%	51,7%	31,6%	13,4%	23,0%	50,4%	39,3%	23,0%	0,8%	51,9%
FER_09	45,7%	44,1%	50,1%	58,7%	44,1%	15,7%	28,5%	42,7%	50,1%	28,5%	9,6%	28,5%	58,7%	42,7%	28,5%	2,4%	45,5%
FER_10	45,7%	41,4%	53,7%	57,2%	41,4%	15,7%	33,2%	49,1%	53,7%	33,2%	9,6%	29,3%	57,2%	49,1%	29,3%	2,4%	45,4%
FER_11	45,7%	44,1%	50,1%	58,7%	44,1%	15,7%	28,5%	42,7%	50,1%	28,5%	9,6%	28,5%	58,7%	42,7%	28,5%	2,4%	45,5%
FER_12	45,6%	44,0%	50,0%	58,6%	44,0%	15,6%	28,4%	42,6%	50,0%	28,4%	9,5%	28,4%	58,6%	42,6%	28,4%	2,3%	45,4%

Esquema espacial 1 + Centres de visitants + Tarifes altes

Vij	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	V31	V32	V33	V34	V41	V42	V43	V44	TOTAL
FER_01	21,3%	24,9%	37,9%	43,9%	24,9%	1,7%	11,0%	29,3%	37,9%	11,0%	0,5%	11,0%	43,9%	29,3%	11,0%	0,0%	20,6%
FER_02	16,4%	18,8%	33,2%	40,3%	18,8%	1,8%	11,4%	29,8%	33,2%	11,4%	0,6%	11,4%	40,3%	29,8%	11,4%	0,0%	15,9%
FER_05	17,9%	24,7%	42,0%	49,9%	24,7%	1,2%	10,9%	33,6%	42,0%	10,9%	0,3%	10,9%	49,9%	33,6%	10,9%	0,0%	17,6%
FER_06	16,4%	20,6%	34,7%	41,4%	23,6%	0,9%	8,2%	26,0%	44,0%	12,9%	0,2%	8,2%	48,2%	31,2%	11,4%	0,0%	16,1%
FER_07	20,0%	20,3%	37,5%	48,5%	20,3%	0,5%	6,5%	30,9%	37,5%	6,5%	0,1%	8,0%	48,5%	30,9%	8,0%	0,0%	19,0%
FER_08	18,7%	24,4%	37,5%	43,8%	24,4%	2,2%	12,3%	30,9%	37,5%	12,3%	0,7%	12,5%	43,8%	30,9%	12,5%	0,0%	18,3%
FER_03	23,3%	26,6%	37,7%	40,6%	26,6%	2,2%	10,8%	24,9%	37,7%	10,8%	0,5%	7,3%	40,6%	24,9%	7,3%	0,0%	22,5%
FER_04	23,3%	26,6%	37,7%	40,6%	26,6%	2,2%	10,8%	24,9%	37,7%	10,8%	0,5%	7,3%	40,6%	24,9%	7,3%	0,0%	22,5%
FER_09	18,7%	22,7%	36,3%	48,8%	22,7%	1,2%	9,5%	27,7%	36,3%	9,5%	0,3%	9,5%	48,8%	27,7%	9,5%	0,0%	18,1%
FER_10	18,7%	20,8%	39,6%	47,3%	20,8%	1,2%	11,6%	33,1%	39,6%	11,6%	0,3%	9,8%	47,3%	33,1%	9,8%	0,0%	18,1%
FER_11	18,7%	22,7%	36,3%	48,8%	22,7%	1,2%	9,5%	27,7%	36,3%	9,5%	0,3%	9,5%	48,8%	27,7%	9,5%	0,0%	18,1%
FER_12	18,6%	22,6%	36,2%	48,7%	22,6%	1,1%	9,4%	27,6%	36,2%	9,4%	0,2%	9,4%	48,7%	27,6%	9,4%	-0,1%	17,9%

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 1 + Centres de visitants + Tarifes baixes

Vij	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	V31	V32	V33	V34	V41	V42	V43	V44	TOTAL
FER_01	47,2%	45,2%	50,8%	53,0%	45,2%	17,5%	29,8%	43,5%	50,8%	29,8%	11,1%	29,8%	53,0%	43,5%	29,8%	3,1%	45,4%
FER_02	39,4%	36,6%	45,6%	49,4%	36,6%	18,7%	30,7%	44,0%	45,6%	30,7%	12,2%	30,7%	49,4%	44,0%	30,7%	3,6%	38,0%
FER_05	41,9%	45,0%	55,0%	59,0%	45,0%	13,2%	29,5%	48,4%	55,0%	29,5%	7,6%	29,5%	59,0%	48,4%	29,5%	0,7%	40,6%
FER_06	39,4%	39,3%	47,3%	50,6%	43,5%	9,8%	23,4%	39,5%	57,0%	33,7%	5,1%	23,4%	57,4%	45,7%	30,7%	0,9%	38,0%
FER_07	45,2%	38,8%	50,4%	57,7%	38,8%	6,2%	19,3%	45,3%	50,4%	19,3%	2,7%	22,9%	57,7%	45,3%	22,9%	2,2%	42,7%
FER_08	43,2%	44,5%	50,4%	52,9%	44,5%	21,4%	32,5%	45,3%	50,4%	32,5%	14,7%	33,0%	52,9%	45,3%	33,0%	1,6%	42,1%
FER_03	50,2%	47,5%	50,6%	49,7%	47,5%	21,4%	29,4%	38,0%	50,6%	29,4%	10,6%	21,3%	49,7%	38,0%	21,3%	0,5%	48,2%
FER_04	50,2%	47,5%	50,6%	49,7%	47,5%	21,4%	29,4%	38,0%	50,6%	29,4%	10,6%	21,3%	49,7%	38,0%	21,3%	0,5%	48,2%
FER_09	43,2%	42,2%	49,0%	58,0%	42,2%	13,2%	26,5%	41,5%	49,0%	26,5%	7,6%	26,5%	58,0%	41,5%	26,5%	1,6%	41,5%
FER_10	43,2%	39,6%	52,6%	56,5%	39,6%	13,2%	31,0%	47,9%	52,6%	31,0%	7,6%	27,2%	56,5%	47,9%	27,2%	1,6%	41,4%
FER_11	43,2%	42,2%	49,0%	58,0%	42,2%	13,2%	26,5%	41,5%	49,0%	26,5%	7,6%	26,5%	58,0%	41,5%	26,5%	1,6%	41,5%
FER_12	43,1%	42,1%	48,9%	57,9%	42,1%	13,1%	26,4%	41,4%	48,9%	26,4%	7,5%	26,4%	57,9%	41,4%	26,4%	1,5%	41,5%

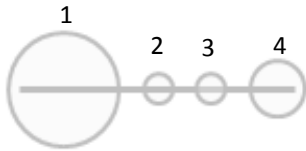
Esquema espacial 1 + Centres regionals+ Tarifes altes

Vij	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	V31	V32	V33	V34	V41	V42	V43	V44	TOTAL
FER_01	28,7%	31,0%	42,1%	46,9%	31,0%	3,8%	15,7%	33,8%	42,1%	15,7%	1,5%	15,7%	46,9%	33,8%	15,7%	0,1%	29,3%
FER_02	22,6%	23,9%	37,2%	43,3%	23,9%	4,1%	16,3%	34,2%	37,2%	16,3%	1,6%	16,3%	43,3%	34,2%	16,3%	0,2%	23,3%
FER_05	24,6%	30,8%	46,3%	52,9%	30,8%	2,8%	15,5%	38,4%	46,3%	15,5%	1,0%	15,5%	52,9%	38,4%	15,5%	0,0%	26,0%
FER_06	22,6%	26,0%	38,7%	44,5%	29,5%	2,0%	11,8%	30,2%	48,3%	18,2%	0,6%	11,8%	51,3%	35,8%	16,3%	0,0%	23,9%
FER_07	27,1%	25,6%	41,7%	51,6%	25,6%	1,2%	9,5%	35,4%	41,7%	9,5%	0,3%	11,6%	51,6%	35,4%	11,6%	0,1%	27,4%
FER_08	25,6%	30,4%	41,7%	46,8%	30,4%	4,9%	17,4%	35,4%	41,7%	17,4%	2,0%	17,8%	46,8%	35,4%	17,8%	0,1%	26,6%
FER_03	31,2%	33,0%	41,9%	43,5%	33,0%	4,9%	15,5%	28,9%	41,9%	15,5%	1,4%	10,6%	43,5%	28,9%	10,6%	0,0%	31,6%
FER_04	31,2%	33,0%	41,9%	43,5%	33,0%	4,9%	15,5%	28,9%	41,9%	15,5%	1,4%	10,6%	43,5%	28,9%	10,6%	0,0%	31,6%
FER_09	25,6%	28,4%	40,4%	51,9%	28,4%	2,8%	13,7%	32,0%	40,4%	13,7%	1,0%	13,7%	51,9%	32,0%	13,7%	0,1%	26,3%
FER_10	25,6%	26,3%	43,9%	50,4%	26,3%	2,8%	16,5%	37,8%	43,9%	16,5%	1,0%	14,1%	50,4%	37,8%	14,1%	0,1%	26,3%
FER_11	25,6%	28,4%	40,4%	51,9%	28,4%	2,8%	13,7%	32,0%	40,4%	13,7%	1,0%	13,7%	51,9%	32,0%	13,7%	0,1%	26,3%
FER_12	25,5%	28,3%	40,3%	51,8%	28,3%	2,7%	13,6%	31,9%	40,3%	13,6%	0,9%	13,6%	51,8%	31,9%	13,6%	0,0%	26,2%

Esquema espacial 1 + Centres regionals+ Tarifes baixes

Vij	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	V31	V32	V33	V34	V41	V42	V43	V44	TOTAL
FER_01	49,7%	47,1%	51,9%	53,8%	47,1%	20,7%	32,0%	44,8%	51,9%	32,0%	14,0%	32,0%	53,8%	44,8%	32,0%	4,5%	49,1%
FER_02	41,8%	38,4%	46,7%	50,2%	38,4%	22,1%	32,9%	45,3%	46,7%	32,9%	15,4%	32,9%	50,2%	45,3%	32,9%	5,2%	41,4%
FER_05	44,4%	46,9%	56,1%	59,7%	46,9%	15,7%	31,7%	49,7%	56,1%	31,7%	9,6%	31,7%	59,7%	49,7%	31,7%	1,0%	44,9%
FER_06	41,8%	41,1%	48,4%	51,3%	45,3%	11,8%	25,3%	40,7%	58,1%	36,0%	6,5%	25,3%	58,1%	47,0%	32,9%	1,3%	42,1%
FER_07	47,7%	40,6%	51,5%	58,4%	40,6%	7,5%	20,9%	46,6%	51,5%	20,9%	3,6%	24,8%	58,4%	46,6%	24,8%	3,3%	46,6%
FER_08	45,7%	46,4%	51,5%	53,7%	46,4%	25,1%	34,8%	46,6%	51,5%	34,8%	18,4%	35,3%	53,7%	46,6%	35,3%	2,4%	45,8%
FER_03	52,7%	49,4%	51,7%	50,4%	49,4%	25,1%	31,6%	39,3%	51,7%	31,6%	13,4%	23,0%	50,4%	39,3%	23,0%	0,8%	51,9%
FER_04	52,7%	49,4%	51,7%	50,4%	49,4%	25,1%	31,6%	39,3%	51,7%	31,6%	13,4%	23,0%	50,4%	39,3%	23,0%	0,8%	51,9%
FER_09	45,7%	44,1%	50,1%	58,7%	44,1%	15,7%	28,5%	42,7%	50,1%	28,5%	9,6%	28,5%	58,7%	42,7%	28,5%	2,4%	45,4%
FER_10	45,7%	41,4%	53,7%	57,2%	41,4%	15,7%	33,2%	49,1%	53,7%	33,2%	9,6%	29,3%	57,2%	49,1%	29,3%	2,4%	45,3%
FER_11	45,7%	44,1%	50,1%	58,7%	44,1%	15,7%	28,5%	42,7%	50,1%	28,5%	9,6%	28,5%	58,7%	42,7%	28,5%	2,4%	45,4%
FER_12	45,6%	44,0%	50,0%	58,6%	44,0%	15,6%	28,4%	42,6%	50,0%	28,4%	9,5%	28,4%	58,6%	42,6%	28,4%	2,3%	45,2%

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà



Esquema espacial 2 + Nuclis nacionals + Tarifes altes

Vij	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	V31	V32	V33	V34	V41	V42	V43	V44	TOTAL
FER_01	37,5%	37,8%	46,4%	50,0%	37,8%	4,1%	22,0%	38,5%	46,4%	22,0%	4,1%	22,0%	50,0%	38,5%	22,0%	8,4%	38,0%
FER_02	30,4%	29,8%	41,3%	46,4%	29,8%	4,6%	22,7%	39,0%	41,3%	22,7%	4,6%	22,7%	46,4%	39,0%	22,7%	9,1%	32,6%
FER_05	32,7%	37,6%	50,6%	56,0%	37,6%	2,7%	21,7%	43,3%	50,6%	21,7%	2,7%	21,7%	56,0%	43,3%	21,7%	4,7%	36,4%
FER_06	32,1%	33,6%	43,8%	48,1%	36,9%	2,2%	18,0%	35,6%	53,1%	26,0%	2,2%	18,0%	54,7%	41,2%	23,4%	5,3%	34,8%
FER_07	35,6%	31,8%	46,0%	54,7%	31,8%	1,0%	13,7%	40,3%	46,0%	13,7%	1,0%	16,5%	54,7%	40,3%	16,5%	7,2%	37,6%
FER_08	33,8%	37,2%	46,0%	49,9%	37,2%	5,6%	24,2%	40,3%	46,0%	24,2%	5,6%	24,6%	49,9%	40,3%	24,6%	6,2%	35,6%
FER_03	37,5%	37,8%	44,2%	43,9%	37,8%	3,6%	18,6%	32,6%	44,2%	18,6%	3,2%	17,6%	43,9%	32,6%	17,6%	5,0%	36,1%
FER_04	40,3%	40,0%	46,2%	46,6%	40,0%	5,6%	21,6%	33,3%	46,2%	21,6%	3,9%	15,2%	46,6%	33,3%	15,2%	3,5%	38,4%
FER_09	33,8%	35,0%	44,7%	55,0%	35,0%	2,7%	19,3%	36,6%	44,7%	19,3%	2,7%	19,3%	55,0%	36,6%	19,3%	6,2%	36,6%
FER_10	33,8%	32,6%	48,2%	53,4%	32,6%	2,7%	22,9%	42,8%	48,2%	22,9%	2,7%	19,9%	53,4%	42,8%	19,9%	6,2%	36,3%
FER_11	33,8%	35,0%	44,7%	55,0%	35,0%	2,7%	19,3%	36,6%	44,7%	19,3%	2,7%	19,3%	55,0%	36,6%	19,3%	6,2%	36,6%
FER_12	33,7%	34,9%	44,6%	54,9%	34,9%	2,6%	19,2%	36,5%	44,6%	19,2%	2,6%	19,2%	54,9%	36,5%	19,2%	6,1%	34,5%

Esquema espacial 2 + Nuclis nacionals + Tarifes baixes

Vij	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	V31	V32	V33	V34	V41	V42	V43	V44	TOTAL
FER_01	52,2%	49,0%	53,0%	54,6%	49,0%	17,6%	34,3%	46,0%	53,0%	34,3%	17,6%	34,3%	54,6%	46,0%	34,3%	24,4%	50,0%
FER_02	44,2%	40,2%	47,8%	50,9%	40,2%	19,2%	35,2%	46,5%	47,8%	35,2%	19,2%	35,2%	50,9%	46,5%	35,2%	25,9%	44,1%
FER_05	46,9%	48,8%	57,2%	60,4%	48,8%	12,2%	34,0%	51,0%	57,2%	34,0%	12,2%	34,0%	60,4%	51,0%	34,0%	14,8%	47,5%
FER_06	46,2%	44,5%	50,3%	52,7%	48,0%	10,1%	29,0%	43,0%	59,6%	39,4%	10,1%	29,0%	59,2%	48,8%	36,2%	16,3%	46,0%
FER_07	50,2%	42,5%	52,6%	59,2%	42,5%	4,6%	22,7%	47,9%	52,6%	22,7%	4,6%	26,8%	59,2%	47,9%	26,8%	21,4%	49,3%
FER_08	48,2%	48,3%	52,6%	54,5%	48,3%	22,7%	37,1%	47,9%	52,6%	37,1%	22,7%	37,7%	54,5%	47,9%	37,7%	18,7%	47,1%
FER_03	52,2%	49,0%	50,8%	48,4%	49,0%	15,7%	29,8%	39,7%	50,8%	29,8%	14,0%	28,4%	48,4%	39,7%	28,4%	15,6%	47,6%
FER_04	55,1%	51,3%	52,7%	51,2%	51,3%	22,7%	33,8%	40,5%	52,7%	33,8%	16,8%	24,9%	51,2%	40,5%	24,9%	11,4%	49,7%
FER_09	48,2%	46,0%	51,2%	59,5%	46,0%	12,2%	30,7%	44,0%	51,2%	30,7%	12,2%	30,7%	59,5%	44,0%	30,7%	18,7%	48,0%
FER_10	48,2%	43,3%	54,8%	58,0%	43,3%	12,2%	35,5%	50,4%	54,8%	35,5%	12,2%	31,5%	58,0%	50,4%	31,5%	18,7%	47,8%
FER_11	48,2%	46,0%	51,2%	59,5%	46,0%	12,2%	30,7%	44,0%	51,2%	30,7%	12,2%	30,7%	59,5%	44,0%	30,7%	18,7%	48,0%
FER_12	48,1%	45,9%	51,1%	59,4%	45,9%	12,1%	30,6%	43,9%	51,1%	30,6%	12,1%	30,6%	59,4%	43,9%	30,6%	18,6%	45,3%

Esquema espacial 2 + Nuclis de recerca + Tarifes altes

Vij	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	V31	V32	V33	V34	V41	V42	V43	V44	TOTAL
FER_01	37,5%	37,8%	46,4%	50,0%	37,8%	4,1%	22,0%	38,5%	46,4%	22,0%	4,1%	22,0%	50,0%	38,5%	22,0%	8,4%	38,0%
FER_02	30,4%	29,8%	41,3%	46,4%	29,8%	4,6%	22,7%	39,0%	41,3%	22,7%	4,6%	22,7%	46,4%	39,0%	22,7%	9,1%	32,6%
FER_05	32,7%	37,6%	50,6%	56,0%	37,6%	2,7%	21,7%	43,3%	50,6%	21,7%	2,7%	21,7%	56,0%	43,3%	21,7%	4,7%	36,4%
FER_06	32,1%	33,6%	43,8%	48,1%	36,9%	2,2%	18,0%	35,6%	53,1%	26,0%	2,2%	18,0%	54,7%	41,2%	23,4%	5,3%	34,8%
FER_07	35,6%	31,8%	46,0%	54,7%	31,8%	1,0%	13,7%	40,3%	46,0%	13,7%	1,0%	16,5%	54,7%	40,3%	16,5%	7,2%	37,6%
FER_08	33,8%	37,2%	46,0%	49,9%	37,2%	5,6%	24,2%	40,3%	46,0%	24,2%	5,6%	24,6%	49,9%	40,3%	24,6%	6,2%	35,6%
FER_03	37,5%	37,8%	44,2%	43,9%	37,8%	3,6%	18,6%	32,6%	44,2%	18,6%	3,2%	17,6%	43,9%	32,6%	17,6%	5,0%	36,1%
FER_04	40,3%	40,0%	46,2%	46,6%	40,0%	5,6%	21,6%	33,3%	46,2%	21,6%	3,9%	15,2%	46,6%	33,3%	15,2%	3,5%	38,4%
FER_09	33,8%	35,0%	44,7%	55,0%	35,0%	2,7%	19,3%	36,6%	44,7%	19,3%	2,7%	19,3%	55,0%	36,6%	19,3%	6,2%	36,6%
FER_10	33,8%	32,6%	48,2%	53,4%	32,6%	2,7%	22,9%	42,8%	48,2%	22,9%	2,7%	19,9%	53,4%	42,8%	19,9%	6,2%	36,3%
FER_11	33,8%	35,0%	44,7%	55,0%	35,0%	2,7%	19,3%	36,6%	44,7%	19,3%	2,7%	19,3%	55,0%	36,6%	19,3%	6,2%	36,6%
FER_12	33,7%	34,9%	44,6%	54,9%	34,9%	2,6%	19,2%	36,5%	44,6%	19,2%	2,6%	19,2%	54,9%	36,5%	19,2%	6,1%	34,5%

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 2 + Nuclis de recerca + Tarifes baixes

Vij	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	V31	V32	V33	V34	V41	V42	V43	V44	TOTAL
FER_01	52,2%	49,0%	53,0%	54,6%	49,0%	17,6%	34,3%	46,0%	53,0%	34,3%	17,6%	34,3%	54,6%	46,0%	34,3%	24,4%	49,9%
FER_02	44,2%	40,2%	47,8%	50,9%	40,2%	19,2%	35,2%	46,5%	47,8%	35,2%	19,2%	35,2%	50,9%	46,5%	35,2%	25,9%	44,1%
FER_05	46,9%	48,8%	57,2%	60,4%	48,8%	12,2%	34,0%	51,0%	57,2%	34,0%	12,2%	34,0%	60,4%	51,0%	34,0%	14,8%	47,5%
FER_06	46,2%	44,5%	50,3%	52,7%	48,0%	10,1%	29,0%	43,0%	59,6%	39,4%	10,1%	29,0%	59,2%	48,8%	36,2%	16,3%	46,0%
FER_07	50,2%	42,5%	52,6%	59,2%	42,5%	4,6%	22,7%	47,9%	52,6%	22,7%	4,6%	26,8%	59,2%	47,9%	26,8%	21,4%	49,3%
FER_08	48,2%	48,3%	52,6%	54,5%	48,3%	22,7%	37,1%	47,9%	52,6%	37,1%	22,7%	37,7%	54,5%	47,9%	37,7%	18,7%	47,1%
FER_03	52,2%	49,0%	50,8%	48,4%	49,0%	15,7%	29,8%	39,7%	50,8%	29,8%	14,0%	28,4%	48,4%	39,7%	28,4%	15,6%	47,5%
FER_04	55,1%	51,3%	52,7%	51,2%	51,3%	22,7%	33,8%	40,5%	52,7%	33,8%	16,8%	24,9%	51,2%	40,5%	24,9%	11,4%	49,7%
FER_09	48,2%	46,0%	51,2%	59,5%	46,0%	12,2%	30,7%	44,0%	51,2%	30,7%	12,2%	30,7%	59,5%	44,0%	30,7%	18,7%	48,0%
FER_10	48,2%	43,3%	54,8%	58,0%	43,3%	12,2%	35,5%	50,4%	54,8%	35,5%	12,2%	31,5%	58,0%	50,4%	31,5%	18,7%	47,8%
FER_11	48,2%	46,0%	51,2%	59,5%	46,0%	12,2%	30,7%	44,0%	51,2%	30,7%	12,2%	30,7%	59,5%	44,0%	30,7%	18,7%	48,0%
FER_12	48,1%	45,9%	51,1%	59,4%	45,9%	12,1%	30,6%	43,9%	51,1%	30,6%	12,1%	30,6%	59,4%	43,9%	30,6%	18,6%	45,3%

Esquema espacial 2 + Nuclis industrials + Tarifes altes

Vij	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	V31	V32	V33	V34	V41	V42	V43	V44	TOTAL
FER_01	28,7%	31,0%	42,1%	46,9%	31,0%	1,5%	15,7%	33,8%	42,1%	15,7%	1,5%	15,7%	46,9%	33,8%	15,7%	3,8%	31,2%
FER_02	22,6%	23,9%	37,2%	43,3%	23,9%	1,6%	16,3%	34,2%	37,2%	16,3%	1,6%	16,3%	43,3%	34,2%	16,3%	4,1%	26,4%
FER_05	24,6%	30,8%	46,3%	52,9%	30,8%	1,0%	15,5%	38,4%	46,3%	15,5%	1,0%	15,5%	52,9%	38,4%	15,5%	2,1%	30,2%
FER_06	24,1%	27,2%	39,6%	45,1%	30,1%	0,8%	12,7%	31,1%	48,7%	18,9%	0,8%	12,7%	51,6%	36,3%	16,8%	2,3%	28,6%
FER_07	27,1%	25,6%	41,7%	51,6%	25,6%	0,3%	9,5%	35,4%	41,7%	9,5%	0,3%	11,6%	51,6%	35,4%	11,6%	3,2%	31,1%
FER_08	25,6%	30,4%	41,7%	46,8%	30,4%	2,0%	17,4%	35,4%	41,7%	17,4%	2,0%	17,8%	46,8%	35,4%	17,8%	2,8%	29,2%
FER_03	28,7%	31,0%	40,0%	40,9%	31,0%	1,3%	13,2%	28,3%	40,0%	13,2%	1,1%	12,4%	40,9%	28,3%	12,4%	2,2%	29,4%
FER_04	31,2%	33,0%	41,9%	43,5%	33,0%	2,0%	15,5%	28,9%	41,9%	15,5%	1,4%	10,6%	43,5%	28,9%	10,6%	1,6%	31,6%
FER_09	25,6%	28,4%	40,4%	51,9%	28,4%	1,0%	13,7%	32,0%	40,4%	13,7%	1,0%	13,7%	51,9%	32,0%	13,7%	2,8%	30,2%
FER_10	25,6%	26,3%	43,9%	50,4%	26,3%	1,0%	16,5%	37,8%	43,9%	16,5%	1,0%	14,1%	50,4%	37,8%	14,1%	2,8%	30,0%
FER_11	25,6%	28,4%	40,4%	51,9%	28,4%	1,0%	13,7%	32,0%	40,4%	13,7%	1,0%	13,7%	51,9%	32,0%	13,7%	2,8%	30,2%
FER_12	25,5%	28,3%	40,3%	51,8%	28,3%	0,9%	13,6%	31,9%	40,3%	13,6%	0,9%	13,6%	51,8%	31,9%	13,6%	2,7%	28,0%

Esquema espacial 2 + Nuclis industrials + Tarifes baixes

Vij	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	V31	V32	V33	V34	V41	V42	V43	V44	TOTAL
FER_01	49,7%	47,1%	51,9%	53,8%	47,1%	14,0%	32,0%	44,8%	51,9%	32,0%	14,0%	32,0%	53,8%	44,8%	32,0%	20,7%	47,8%
FER_02	41,8%	38,4%	46,7%	50,2%	38,4%	15,4%	32,9%	45,3%	46,7%	32,9%	15,4%	32,9%	50,2%	45,3%	32,9%	22,1%	42,0%
FER_05	44,4%	46,9%	56,1%	59,7%	46,9%	9,6%	31,7%	49,7%	56,1%	31,7%	9,6%	31,7%	59,7%	49,7%	31,7%	12,4%	45,5%
FER_06	43,7%	42,6%	49,2%	52,0%	46,1%	7,9%	26,9%	41,7%	58,5%	37,0%	7,9%	26,9%	58,4%	47,5%	33,8%	13,6%	44,0%
FER_07	47,7%	40,6%	51,5%	58,4%	40,6%	3,6%	20,9%	46,6%	51,5%	20,9%	3,6%	24,8%	58,4%	46,6%	24,8%	18,1%	47,2%
FER_08	45,7%	46,4%	51,5%	53,7%	46,4%	18,4%	34,8%	46,6%	51,5%	34,8%	18,4%	35,3%	53,7%	46,6%	35,3%	15,7%	45,1%
FER_03	49,7%	47,1%	49,7%	47,7%	47,1%	12,5%	27,7%	38,5%	49,7%	27,7%	11,1%	26,4%	47,7%	38,5%	26,4%	13,0%	45,5%
FER_04	52,7%	49,4%	51,7%	50,4%	49,4%	18,4%	31,6%	39,3%	51,7%	31,6%	13,4%	23,0%	50,4%	39,3%	23,0%	9,4%	47,7%
FER_09	45,7%	44,1%	50,1%	58,7%	44,1%	9,6%	28,5%	42,7%	50,1%	28,5%	9,6%	28,5%	58,7%	42,7%	28,5%	15,7%	46,0%
FER_10	45,7%	41,4%	53,7%	57,2%	41,4%	9,6%	33,2%	49,1%	53,7%	33,2%	9,6%	29,3%	57,2%	49,1%	29,3%	15,7%	45,7%
FER_11	45,7%	44,1%	50,1%	58,7%	44,1%	9,6%	28,5%	42,7%	50,1%	28,5%	9,6%	28,5%	58,7%	42,7%	28,5%	15,7%	46,0%
FER_12	45,6%	44,0%	50,0%	58,6%	44,0%	9,5%	28,4%	42,6%	50,0%	28,4%	9,5%	28,4%	58,6%	42,6%	28,4%	15,6%	43,0%

Esquema espacial 2 + Centres de visitants + Tarifes altes

Vij	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	V31	V32	V33	V34	V41	V42	V43	V44	TOTAL
FER_01	21,3%	24,9%	37,9%	43,9%	24,9%	0,5%	11,0%	29,3%	37,9%	11,0%	0,5%	11,0%	43,9%	29,3%	11,0%	1,7%	17,0%
FER_02	16,4%	18,8%	33,2%	40,3%	18,8%	0,6%	11,4%	29,8%	33,2%	11,4%	0,6%	11,4%	40,3%	29,8%	11,4%	1,8%	13,3%
FER_05	17,9%	24,7%	42,0%	49,9%	24,7%	0,3%	10,9%	33,6%	42,0%	10,9%	0,3%	10,9%	49,9%	33,6%	10,9%	0,9%	14,4%
FER_06	17,5%	21,6%	35,5%	42,0%	24,1%	0,3%	8,8%	26,8%	44,4%	13,3%	0,3%	8,8%	48,5%	31,7%	11,8%	1,0%	14,0%
FER_07	20,0%	20,3%	37,5%	48,5%	20,3%	0,1%	6,5%	30,9%	37,5%	6,5%	0,1%	8,0%	48,5%	30,9%	8,0%	1,4%	15,8%
FER_08	18,7%	24,4%	37,5%	43,8%	24,4%	0,7%	12,3%	30,9%	37,5%	12,3%	0,7%	12,5%	43,8%	30,9%	12,5%	1,2%	15,0%
FER_03	21,3%	24,9%	35,9%	37,9%	24,9%	0,4%	9,1%	24,3%	35,9%	9,1%	0,4%	8,6%	37,9%	24,3%	8,6%	1,0%	16,7%
FER_04	23,3%	26,6%	37,7%	40,6%	26,6%	0,7%	10,8%	24,9%	37,7%	10,8%	0,5%	7,3%	40,6%	24,9%	7,3%	0,7%	18,2%
FER_09	18,7%	22,7%	36,3%	48,8%	22,7%	0,3%	9,5%	27,7%	36,3%	9,5%	0,3%	9,5%	48,8%	27,7%	9,5%	1,2%	14,9%
FER_10	18,7%	20,8%	39,6%	47,3%	20,8%	0,3%	11,6%	33,1%	39,6%	11,6%	0,3%	9,8%	47,3%	33,1%	9,8%	1,2%	14,9%
FER_11	18,7%	22,7%	36,3%	48,8%	22,7%	0,3%	9,5%	27,7%	36,3%	9,5%	0,3%	9,5%	48,8%	27,7%	9,5%	1,2%	14,9%
FER_12	18,6%	22,6%	36,2%	48,7%	22,6%	0,2%	9,4%	27,6%	36,2%	9,4%	0,2%	9,4%	48,7%	27,6%	9,4%	1,1%	13,1%

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 2 + Centres de visitants + Tarifes baixes

Vij	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	V31	V32	V33	V34	V41	V42	V43	V44	TOTAL
FER_01	47,2%	45,2%	50,8%	53,0%	45,2%	11,1%	29,8%	43,5%	50,8%	29,8%	11,1%	29,8%	53,0%	43,5%	29,8%	17,5%	40,2%
FER_02	39,4%	36,6%	45,6%	49,4%	36,6%	12,2%	30,7%	44,0%	45,6%	30,7%	12,2%	30,7%	49,4%	44,0%	30,7%	18,7%	34,5%
FER_05	41,9%	45,0%	55,0%	59,0%	45,0%	7,6%	29,5%	48,4%	55,0%	29,5%	7,6%	29,5%	59,0%	48,4%	29,5%	10,3%	34,9%
FER_06	41,3%	40,7%	48,2%	51,2%	44,2%	6,2%	24,9%	40,5%	57,4%	34,6%	6,2%	24,9%	57,7%	46,2%	31,6%	11,4%	34,5%
FER_07	45,2%	38,8%	50,4%	57,7%	38,8%	2,7%	19,3%	45,3%	50,4%	19,3%	2,7%	22,9%	57,7%	45,3%	22,9%	15,2%	37,9%
FER_08	43,2%	44,5%	50,4%	52,9%	44,5%	14,7%	32,5%	45,3%	50,4%	32,5%	14,7%	33,0%	52,9%	45,3%	33,0%	13,2%	36,6%
FER_03	47,2%	45,2%	48,6%	46,9%	45,2%	9,9%	25,7%	37,3%	48,6%	25,7%	8,8%	24,4%	46,9%	37,3%	24,4%	10,8%	38,7%
FER_04	50,2%	47,5%	50,6%	49,7%	47,5%	14,7%	29,4%	38,0%	50,6%	29,4%	10,6%	21,3%	49,7%	38,0%	21,3%	7,8%	40,4%
FER_09	43,2%	42,2%	49,0%	58,0%	42,2%	7,6%	26,5%	41,5%	49,0%	26,5%	7,6%	26,5%	58,0%	41,5%	26,5%	13,2%	36,3%
FER_10	43,2%	39,6%	52,6%	56,5%	39,6%	7,6%	31,0%	47,9%	52,6%	31,0%	7,6%	27,2%	56,5%	47,9%	27,2%	13,2%	36,2%
FER_11	43,2%	42,2%	49,0%	58,0%	42,2%	7,6%	26,5%	41,5%	49,0%	26,5%	7,6%	26,5%	58,0%	41,5%	26,5%	13,2%	36,3%
FER_12	43,1%	42,1%	48,9%	57,9%	42,1%	7,5%	26,4%	41,4%	48,9%	26,4%	7,5%	26,4%	57,9%	41,4%	26,4%	13,1%	32,5%

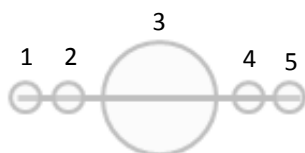
Esquema espacial 2 + Centres regionals+ Tarifes altes

Vij	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	V31	V32	V33	V34	V41	V42	V43	V44	TOTAL
FER_01	28,7%	31,0%	42,1%	46,9%	31,0%	1,5%	15,7%	33,8%	42,1%	15,7%	1,5%	15,7%	46,9%	33,8%	15,7%	3,8%	28,6%
FER_02	22,6%	23,9%	37,2%	43,3%	23,9%	1,6%	16,3%	34,2%	37,2%	16,3%	1,6%	16,3%	43,3%	34,2%	16,3%	4,1%	23,9%
FER_05	24,6%	30,8%	46,3%	52,9%	30,8%	1,0%	15,5%	38,4%	46,3%	15,5%	1,0%	15,5%	52,9%	38,4%	15,5%	2,1%	26,9%
FER_06	24,1%	27,2%	39,6%	45,1%	30,1%	0,8%	12,7%	31,1%	48,7%	18,9%	0,8%	12,7%	51,6%	36,3%	16,8%	2,3%	25,7%
FER_07	27,1%	25,6%	41,7%	51,6%	25,6%	0,3%	9,5%	35,4%	41,7%	9,5%	0,3%	11,6%	51,6%	35,4%	11,6%	3,2%	28,0%
FER_08	25,6%	30,4%	41,7%	46,8%	30,4%	2,0%	17,4%	35,4%	41,7%	17,4%	2,0%	17,8%	46,8%	35,4%	17,8%	2,8%	26,5%
FER_03	28,7%	31,0%	40,0%	40,9%	31,0%	1,3%	13,2%	28,3%	40,0%	13,2%	1,1%	12,4%	40,9%	28,3%	12,4%	2,2%	27,3%
FER_04	31,2%	33,0%	41,9%	43,5%	33,0%	2,0%	15,5%	28,9%	41,9%	15,5%	1,4%	10,6%	43,5%	28,9%	10,6%	1,6%	29,4%
FER_09	25,6%	28,4%	40,4%	51,9%	28,4%	1,0%	13,7%	32,0%	40,4%	13,7%	1,0%	13,7%	51,9%	32,0%	13,7%	2,8%	27,1%
FER_10	25,6%	26,3%	43,9%	50,4%	26,3%	1,0%	16,5%	37,8%	43,9%	16,5%	1,0%	14,1%	50,4%	37,8%	14,1%	2,8%	26,9%
FER_11	25,6%	28,4%	40,4%	51,9%	28,4%	1,0%	13,7%	32,0%	40,4%	13,7%	1,0%	13,7%	51,9%	32,0%	13,7%	2,8%	27,1%
FER_12	25,5%	28,3%	40,3%	51,8%	28,3%	0,9%	13,6%	31,9%	40,3%	13,6%	0,9%	13,6%	51,8%	31,9%	13,6%	2,7%	25,1%

Esquema espacial 2 + Centres regionals+ Tarifes baixes

Vij	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	V31	V32	V33	V34	V41	V42	V43	V44	TOTAL
FER_01	49,7%	47,1%	51,9%	53,8%	47,1%	14,0%	32,0%	44,8%	51,9%	32,0%	14,0%	32,0%	53,8%	44,8%	32,0%	20,7%	46,3%
FER_02	41,8%	38,4%	46,7%	50,2%	38,4%	15,4%	32,9%	45,3%	46,7%	32,9%	15,4%	32,9%	50,2%	45,3%	32,9%	22,1%	40,5%
FER_05	44,4%	46,9%	56,1%	59,7%	46,9%	9,6%	31,7%	49,7%	56,1%	31,7%	9,6%	31,7%	59,7%	49,7%	31,7%	12,4%	43,0%
FER_06	43,7%	42,6%	49,2%	52,0%	46,1%	7,9%	26,9%	41,7%	58,5%	37,0%	7,9%	26,9%	58,4%	47,5%	33,8%	13,6%	41,8%
FER_07	47,7%	40,6%	51,5%	58,4%	40,6%	3,6%	20,9%	46,6%	51,5%	20,9%	3,6%	24,8%	58,4%	46,6%	24,8%	18,1%	45,1%
FER_08	45,7%	46,4%	51,5%	53,7%	46,4%	18,4%	34,8%	46,6%	51,5%	34,8%	18,4%	35,3%	53,7%	46,6%	35,3%	15,7%	43,2%
FER_03	49,7%	47,1%	49,7%	47,7%	47,1%	12,5%	27,7%	38,5%	49,7%	27,7%	11,1%	26,4%	47,7%	38,5%	26,4%	13,0%	44,2%
FER_04	52,7%	49,4%	51,7%	50,4%	49,4%	18,4%	31,6%	39,3%	51,7%	31,6%	13,4%	23,0%	50,4%	39,3%	23,0%	9,4%	46,2%
FER_09	45,7%	44,1%	50,1%	58,7%	44,1%	9,6%	28,5%	42,7%	50,1%	28,5%	9,6%	28,5%	58,7%	42,7%	28,5%	15,7%	43,7%
FER_10	45,7%	41,4%	53,7%	57,2%	41,4%	9,6%	33,2%	49,1%	53,7%	33,2%	9,6%	29,3%	57,2%	49,1%	29,3%	15,7%	43,6%
FER_11	45,7%	44,1%	50,1%	58,7%	44,1%	9,6%	28,5%	42,7%	50,1%	28,5%	9,6%	28,5%	58,7%	42,7%	28,5%	15,7%	43,7%
FER_12	45,6%	44,0%	50,0%	58,6%	44,0%	9,5%	28,4%	42,6%	50,0%	28,4%	9,5%	28,4%	58,6%	42,6%	28,4%	15,6%	40,7%

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà



Esquema espacial 3 + Nuclis nacionals + Tarifes altes

Vij	V11	V12	V13	V14	V15	V21	V22	V23	V24	V25	V31	V32	V33	V34	V35	V41	V42	V43	V44	V45	V51	V52	V53	V54	V55	TOTAL
FER_01	4,9%	23,2%	47,1%	52,3%	23,2%	4,9%	35,1%	51,5%	45,1%	35,1%	33,8%	39,0%	54,4%	51,5%	39,0%	4,9%	53,6%	53,4%	45,1%	23,2%	53,6%	52,3%	47,1%	23,2%	4,9%	52,4%
FER_02	3,2%	20,3%	42,7%	47,4%	13,2%	3,2%	34,0%	54,0%	37,8%	23,8%	23,4%	41,7%	49,8%	54,0%	31,9%	0,9%	49,8%	55,2%	44,5%	20,3%	49,8%	47,4%	42,7%	20,3%	3,2%	48,2%
FER_05	3,5%	22,6%	51,1%	57,9%	27,7%	2,0%	32,6%	55,1%	55,4%	39,5%	28,3%	38,4%	64,9%	60,3%	43,3%	2,0%	60,2%	58,8%	43,6%	22,6%	65,8%	63,5%	56,9%	27,7%	3,5%	61,4%
FER_06	2,5%	20,8%	50,1%	45,9%	11,0%	0,5%	20,9%	54,1%	35,6%	20,9%	16,4%	24,9%	59,0%	43,0%	24,9%	0,5%	48,7%	58,1%	35,6%	11,0%	48,7%	45,9%	50,1%	20,8%	0,5%	54,9%
FER_07	4,1%	17,6%	47,6%	48,9%	15,7%	2,7%	26,9%	53,9%	39,9%	26,9%	29,3%	35,1%	59,9%	53,9%	39,8%	1,5%	51,0%	55,1%	39,9%	17,6%	51,0%	48,9%	47,6%	17,6%	4,1%	56,7%
FER_08	3,5%	23,8%	50,4%	52,5%	23,8%	2,0%	32,6%	49,9%	45,5%	27,4%	29,8%	36,1%	58,3%	49,9%	36,1%	2,0%	56,5%	55,5%	43,6%	23,8%	56,5%	52,5%	50,4%	23,8%	3,5%	55,3%
FER_03	1,7%	16,4%	42,6%	43,8%	8,3%	1,7%	32,0%	58,6%	32,6%	17,1%	24,4%	52,6%	67,0%	58,6%	31,8%	0,2%	47,0%	61,5%	48,3%	16,4%	47,0%	43,8%	42,6%	16,4%	1,7%	62,6%
FER_04	6,3%	25,0%	47,4%	51,3%	14,0%	6,3%	43,5%	56,1%	43,6%	24,8%	34,3%	47,7%	57,6%	50,2%	28,8%	3,5%	56,6%	57,2%	51,2%	14,0%	50,2%	47,9%	40,7%	14,0%	1,0%	54,9%
FER_09	3,5%	20,8%	45,7%	51,3%	23,8%	3,5%	32,6%	50,2%	43,6%	32,6%	30,6%	36,6%	53,5%	50,2%	36,6%	3,5%	52,9%	52,5%	43,6%	20,8%	63,7%	51,3%	45,7%	20,8%	3,5%	51,3%
FER_10	3,5%	23,8%	51,6%	59,3%	23,8%	2,0%	32,6%	55,6%	50,8%	35,7%	27,1%	38,0%	59,8%	55,6%	38,0%	2,0%	61,6%	59,6%	43,6%	23,8%	61,6%	59,3%	51,6%	23,8%	3,5%	57,0%
FER_11	3,5%	20,8%	51,6%	51,3%	23,8%	3,5%	32,6%	50,2%	43,6%	32,6%	27,1%	36,6%	59,8%	50,2%	38,0%	3,5%	52,9%	52,5%	43,6%	20,8%	61,6%	51,3%	51,6%	20,8%	3,5%	56,5%
FER_12	3,4%	20,7%	51,5%	51,2%	23,7%	3,4%	32,5%	50,1%	43,5%	32,5%	27,0%	36,5%	59,7%	50,1%	37,9%	3,4%	52,8%	52,4%	43,5%	20,7%	61,5%	51,2%	51,5%	20,7%	3,4%	53,1%

Esquema espacial 3 + Nuclis nacionals + Tarifes baixes

Vij	V11	V12	V13	V14	V15	V21	V22	V23	V24	V25	V31	V32	V33	V34	V35	V41	V42	V43	V44	V45	V51	V52	V53	V54	V55	TOTAL	
FER_01	20,3%	35,9%	53,7%	56,7%	35,9%	20,3%	46,9%	57,4%	52,0%	46,9%	49,7%	50,3%	58,5%	57,4%	50,3%	20,3%	57,0%	57,6%	52,0%	35,9%	57,0%	56,7%	53,7%	53,7%	35,9%	20,3%	57,4%
FER_02	14,0%	32,0%	49,2%	51,8%	22,0%	14,0%	45,8%	59,8%	44,4%	33,8%	37,1%	53,0%	54,0%	59,8%	42,5%	4,1%	53,2%	59,4%	51,3%	32,0%	53,2%	51,8%	49,2%	32,0%	14,0%	53,2%	
FER_05	15,1%	35,1%	57,7%	62,1%	41,5%	9,0%	44,2%	60,9%	62,0%	51,7%	43,3%	49,6%	68,6%	65,8%	54,7%	9,0%	63,4%	62,9%	50,5%	35,1%	68,8%	67,4%	63,2%	41,5%	15,1%	66,1%	
FER_06	11,1%	32,8%	56,6%	50,3%	18,6%	2,5%	30,2%	60,0%	42,1%	30,2%	27,5%	34,3%	63,0%	48,9%	34,3%	2,5%	52,1%	62,2%	42,1%	18,6%	52,1%	50,3%	56,6%	32,8%	2,5%	59,6%	
FER_07	17,6%	28,4%	54,2%	53,3%	25,7%	11,9%	37,6%	59,7%	46,7%	37,6%	44,5%	46,1%	63,9%	59,7%	51,1%	6,9%	54,4%	59,3%	46,7%	28,4%	54,4%	53,3%	54,2%	28,4%	17,6%	61,5%	
FER_08	15,1%	36,6%	56,9%	56,9%	36,6%	9,3%	44,2%	55,8%	52,4%	38,2%	45,1%	47,1%	62,3%	55,8%	47,1%	9,3%	59,8%	59,7%	50,5%	36,6%	59,8%	56,9%	56,9%	36,6%	15,1%	60,2%	
FER_03	7,8%	26,7%	49,1%	48,1%	14,4%	7,8%	43,5%	64,2%	38,8%	25,3%	38,4%	63,7%	70,5%	64,2%	42,4%	1,1%	50,4%	65,5%	55,1%	26,7%	50,4%	48,1%	49,1%	26,7%	7,8%	67,0%	
FER_04	24,9%	38,3%	53,9%	55,7%	23,2%	24,9%	55,8%	61,8%	50,5%	35,1%	50,3%	59,1%	61,7%	56,1%	39,0%	15,1%	60,0%	61,3%	58,0%	23,2%	53,6%	52,3%	47,1%	23,2%	4,9%	59,8%	
FER_09	15,1%	32,8%	52,2%	55,7%	36,6%	15,1%	44,2%	56,1%	50,5%	44,2%	46,0%	47,7%	57,6%	56,1%	47,7%	15,1%	56,3%	56,7%	50,5%	32,8%	66,8%	55,7%	52,2%	32,8%	15,1%	56,3%	
FER_10	15,1%	36,6%	58,1%	63,5%	36,6%	9,3%	44,2%	61,3%	57,6%	47,6%	41,8%	49,2%	63,7%	61,3%	49,2%	9,3%	64,8%	63,6%	50,5%	36,6%	64,8%	63,5%	58,1%	36,6%	15,1%	61,8%	
FER_11	15,1%	32,8%	58,1%	55,7%	36,6%	15,1%	44,2%	56,1%	50,5%	44,2%	41,8%	47,7%	63,7%	56,1%	49,2%	15,1%	56,3%	56,7%	50,5%	32,8%	64,8%	55,7%	58,1%	32,8%	15,1%	61,4%	
FER_12	15,0%	32,7%	58,0%	55,6%	36,5%	15,0%	44,1%	56,0%	50,4%	44,1%	41,7%	47,6%	63,6%	56,0%	49,1%	15,0%	56,2%	56,6%	50,4%	32,7%	64,7%	55,6%	58,0%	32,7%	15,0%	57,9%	

Esquema espacial 3 + Nuclis de recerca + Tarifes altes

Vij	V11	V12	V13	V14	V15	V21	V22	V23	V24	V25	V31	V32	V33	V34	V35	V41	V42	V43	V44	V45	V51	V52	V53	V54	V55	TOTAL
FER_01	4,9%	23,2%	47,1%	52,3%	23,2%	4,9%	35,1%	51,5%	45,1%	35,1%	33,8%	39,0%	54,4%	51,5%	39,0%	4,9%	53,6%	53,4%	45,1%	23,2%	53,6%	52,3%	47,1%	23,2%	4,9%	52,4%
FER_02	3,2%	20,3%	42,7%	47,4%	13,2%	3,2%	34,0%	54,0%	37,8%	23,8%	23,4%	41,7%	49,8%	54,0%	31,9%	0,9%	49,8%	55,2%	44,5%	20,3%	49,8%	47,4%	42,7%	20,3%	3,2%	48,2%
FER_05	3,5%	22,6%	51,1%	57,9%	27,7%	2,0%	32,6%	55,1%	55,4%	39,5%	28,3%	38,4%	64,9%	60,3%	43,3%	2,0%	60,2%	58,8%	43,6%	22,6%	65,8%	63,5%	56,9%	27,7%	3,5%	61,4%
FER_06	2,5%	20,8%	50,1%	45,9%	11,0%	0,5%	20,9%	54,1%	35,6%	20,9%	16,4%	24,9%	59,0%	43,0%	24,9%	0,5%	48,7%	58,1%	35,6%	11,0%	48,7%	45,9%	50,1%	20,8%	0,5%	54,9%
FER_07	4,1%	17,6%	47,6%	48,9%	15,7%	2,7%	26,9%	53,9%	39,9%	26,9%	29,3%	35,1%	59,9%	53,9%	39,8%	1,5%	51,0%	55,1%	39,9%	17,6%	51,0%	48,9%	47,6%	17,6%	4,1%	56,7%
FER_08	3,5%	23,8%	50,4%	52,5%	23,8%	2,0%	32,6%	49,9%	45,5%	27,4%	29,8%	36,1%	58,3%	49,9%	36,1%	2,0%	56,5%	55,5%	43,6%	23,8%	56,5%	52,5%	50,4%	23,8%	3,5%	55,3%
FER_03	1,7%	16,4%	42,6%	43,8%	8,3%	1,7%	32,0%	58,6%	32,6%	17,1%	24,4%	52,6%	67,0%	58,6%	31,8%	0,2%	47,0%	61,5%	48,3%	16,4%	47,0%	43,8%	42,6%	16,4%	1,7%	62,6%
FER_04	6,3%	25,0%	47,4%	51,3%	14,0%	6,3%	43,5%	56,1%	43,6%	24,8%	34,3%	47,7%	57,6%	50,2%	28,8%	3,5%	56,6%	57,2%	51,2%	14,0%	50,2%	47,9%	40,7%	14,0%	1,0%	54,9%
FER_09	3,5%	20,8%	45,7%	51,3%	23,8%	3,5%	32,6%	50,2%	43,6%	32,6%	30,6%	36,6%	53,5%	50,2%	36,6%	3,5%	52,9%	52,5%	43,6%	20,8%	63,7%	51,3%	45,7%	20,8%	3,5%	51,3%
FER_10	3,5%	23,8%	51,6%	59,3%	23,8%	2,0%	32,6%	55,6%	50,8%	35,7%	27,1%	38,0%	59,8%	55,6%	38,0%	2,0%	61,6%	59,6%	43,6%	23,8%	61,6%	59,3%	51,6%	23,8%	3,5%	57,0%
FER_11	3,5%	20,8%	51,6%	51,3%	23,8%	3,5%	32,6%	50,2%	43,6%	32,6%	27,1%	36,6%	59,8%	50,2%	38,0%	3,5%	52,9%	52,5%	43,6%	20,8%	61,6%	51,3%	51,6%	20,8%	3,5%	56,5%
FER_12	3,4%	20,7%	51,5%	51,2%	23,7%	3,4%	32,5%	50,1%	43,5%	32,5%	27,0%	36,5%	59,7%	50,1%	37,9%	3,4%	52,8%	52,4%	43,5%	20,7%	61,5%	51,2%	51,5%	20,7%	3,4%	53,1%

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 3 + Nuclis de recerca + Tarifes baixes

Vij	V11	V12	V13	V14	V15	V21	V22	V23	V24	V25	V31	V32	V33	V34	V35	V41	V42	V43	V44	V45	V51	V52	V53	V54	V55	TOTAL
FER_01	20,3%	35,9%	53,7%	56,7%	35,9%	20,3%	46,9%	57,4%	52,0%	46,9%	49,7%	50,3%	58,5%	57,4%	50,3%	20,3%	57,0%	57,6%	52,0%	35,9%	57,0%	56,7%	53,7%	35,9%	20,3%	57,4%
FER_02	14,0%	32,0%	49,2%	51,8%	22,0%	14,0%	45,8%	59,8%	44,4%	33,8%	37,1%	53,0%	54,0%	59,8%	42,5%	4,1%	53,2%	59,4%	51,3%	32,0%	53,2%	51,8%	49,2%	32,0%	14,0%	53,2%
FER_05	15,1%	35,1%	57,7%	62,1%	41,5%	9,0%	44,2%	60,9%	62,0%	51,7%	43,3%	49,6%	68,6%	65,8%	54,7%	9,0%	63,4%	62,9%	50,5%	35,1%	68,8%	67,4%	63,2%	41,5%	15,1%	66,0%
FER_06	11,1%	32,8%	56,6%	50,3%	18,6%	2,5%	30,2%	60,0%	42,1%	30,2%	27,5%	34,3%	63,0%	48,9%	34,3%	2,5%	52,1%	62,2%	42,1%	18,6%	52,1%	50,3%	56,6%	32,8%	2,5%	59,5%
FER_07	17,6%	28,4%	54,2%	53,3%	25,7%	11,9%	37,6%	59,7%	46,7%	37,6%	44,5%	46,1%	63,9%	59,7%	51,1%	6,9%	54,4%	59,3%	46,7%	28,4%	54,4%	53,3%	54,2%	28,4%	17,6%	61,5%
FER_08	15,1%	36,6%	56,9%	56,9%	36,6%	9,3%	44,2%	55,8%	52,4%	38,2%	45,1%	47,1%	62,3%	55,8%	47,1%	9,3%	59,8%	59,7%	50,5%	36,6%	59,8%	56,9%	56,9%	36,6%	15,1%	60,2%
FER_03	7,8%	26,7%	49,1%	48,1%	14,4%	7,8%	43,5%	64,2%	38,8%	25,3%	38,4%	63,7%	70,5%	64,2%	42,4%	1,1%	50,4%	65,5%	55,1%	26,7%	50,4%	48,1%	49,1%	26,7%	7,8%	67,0%
FER_04	24,9%	38,3%	53,9%	55,7%	23,2%	24,9%	55,8%	61,8%	50,5%	35,1%	50,3%	59,1%	61,7%	56,1%	39,0%	15,1%	60,0%	61,3%	58,0%	23,2%	53,6%	52,3%	47,1%	23,2%	4,9%	59,8%
FER_09	15,1%	32,8%	52,2%	55,7%	36,6%	15,1%	44,2%	56,1%	50,5%	44,2%	46,0%	47,7%	57,6%	56,1%	47,7%	15,1%	56,3%	56,7%	50,5%	32,8%	66,8%	55,7%	52,2%	32,8%	15,1%	56,3%
FER_10	15,1%	36,6%	58,1%	63,5%	36,6%	9,3%	44,2%	61,3%	57,6%	47,6%	41,8%	49,2%	63,7%	61,3%	49,2%	9,3%	64,8%	63,6%	50,5%	36,6%	64,8%	63,5%	58,1%	36,6%	15,1%	61,8%
FER_11	15,1%	32,8%	58,1%	55,7%	36,6%	15,1%	44,2%	56,1%	50,5%	44,2%	41,8%	47,7%	63,7%	56,1%	49,2%	15,1%	56,3%	56,7%	50,5%	32,8%	64,8%	55,7%	58,1%	36,6%	15,1%	61,3%
FER_12	15,0%	32,7%	58,0%	55,6%	36,5%	15,0%	44,1%	56,0%	50,4%	44,1%	41,7%	47,6%	63,6%	56,0%	49,1%	15,0%	56,2%	56,6%	50,4%	32,7%	64,7%	55,6%	58,0%	32,7%	15,0%	57,9%

Esquema espacial 3 + Nuclis industrials + Tarifes altes

Vij	V11	V12	V13	V14	V15	V21	V22	V23	V24	V25	V31	V32	V33	V34	V35	V41	V42	V43	V44	V45	V51	V52	V53	V54	V55	TOTAL
FER_01	1,8%	16,7%	42,8%	49,4%	16,7%	1,8%	28,0%	47,6%	40,7%	28,0%	24,7%	32,1%	51,7%	47,6%	32,1%	1,8%	51,3%	50,6%	40,7%	16,7%	51,3%	49,4%	42,8%	16,7%	1,8%	49,0%
FER_02	1,1%	14,4%	38,5%	44,5%	9,1%	1,1%	27,1%	50,1%	33,6%	18,3%	16,4%	34,5%	47,1%	50,1%	25,7%	0,3%	47,5%	52,4%	40,1%	14,4%	47,5%	44,5%	38,5%	14,4%	1,1%	45,0%
FER_05	1,2%	16,2%	46,8%	55,0%	20,3%	0,7%	25,8%	45,9%	41,0%	21,4%	21,4%	29,4%	55,6%	45,9%	29,4%	0,7%	54,2%	52,7%	39,2%	17,1%	54,2%	49,6%	46,0%	17,1%	1,2%	52,1%
FER_06	0,9%	14,8%	45,7%	43,0%	7,6%	0,2%	16,0%	50,2%	31,6%	16,0%	11,2%	19,6%	56,3%	39,2%	19,6%	0,2%	46,4%	55,3%	31,6%	7,6%	46,4%	43,0%	45,7%	14,8%	0,2%	51,8%
FER_07	1,5%	12,4%	43,3%	45,9%	11,0%	0,9%	20,9%	50,0%	35,6%	20,9%	21,0%	28,5%	57,2%	50,0%	32,8%	0,5%	48,7%	52,3%	35,6%	12,4%	48,7%	45,9%	43,3%	12,4%	1,5%	53,5%
FER_08	1,2%	17,1%	46,0%	49,6%	17,1%	0,7%	25,8%	45,9%	41,0%	21,4%	21,4%	29,4%	55,6%	45,9%	29,4%	0,7%	54,2%	52,7%	39,2%	17,1%	54,2%	49,6%	46,0%	17,1%	1,2%	52,1%
FER_03	0,6%	11,5%	38,4%	40,9%	5,7%	0,6%	25,3%	54,7%	28,7%	13,0%	17,2%	45,0%	64,5%	54,7%	25,6%	0,1%	44,7%	58,8%	43,8%	11,5%	44,7%	40,9%	38,4%	11,5%	0,6%	59,5%
FER_04	2,3%	18,1%	43,0%	48,4%	9,7%	2,3%	35,7%	52,2%	39,2%	19,2%	25,2%	40,3%	54,9%	46,3%	23,0%	1,2%	54,4%	54,3%	46,7%	9,7%	47,9%	45,0%	36,5%	9,7%	0,4%	51,6%
FER_09	1,2%	14,8%	41,4%	48,4%	17,1%	1,2%	25,8%	46,3%	39,2%	25,8%	22,1%	29,9%	50,8%	46,3%	29,9%	1,2%	50,6%	49,6%	39,2%	14,8%	61,6%	48,4%	41,4%	14,8%	1,2%	48,0%
FER_10	1,2%	17,1%	47,3%	56,4%	17,1%	0,7%	25,8%	51,6%	46,3%	28,5%	19,3%	31,2%	57,1%	51,6%	31,2%	0,7%	59,4%	56,8%	39,2%	17,1%	59,4%	56,4%	47,3%	17,1%	1,2%	53,8%
FER_11	1,2%	14,8%	47,3%	48,4%	17,1%	1,2%	25,8%	46,3%	39,2%	25,8%	19,3%	29,9%	57,1%	46,3%	31,2%	1,2%	50,6%	49,6%	39,2%	14,8%	59,4%	48,4%	47,3%	14,8%	1,2%	53,3%
FER_12	1,1%	14,7%	47,2%	48,3%	17,0%	1,1%	25,7%	46,2%	39,1%	25,7%	19,2%	29,8%	57,0%	46,2%	31,1%	1,1%	50,5%	49,5%	39,1%	14,7%	59,3%	48,3%	47,2%	14,7%	1,1%	49,9%

Esquema espacial 3 + Nuclis industrials + Tarifes baixes

Vij	V11	V12	V13	V14	V15	V21	V22	V23	V24	V25	V31	V32	V33	V34	V35	V41	V42	V43	V44	V45	V51	V52	V53	V54	V55	TOTAL
FER_01	16,3%	33,5%	52,6%	55,9%	33,5%	16,3%	44,9%	56,4%	50,8%	44,9%	47,0%	48,4%	57,9%	56,4%	48,4%	16,3%	56,5%	56,9%	50,8%	33,5%	56,5%	55,9%	52,6%	33,5%	16,3%	56,5%
FER_02	11,1%	29,8%	48,1%	51,1%	20,3%	11,1%	43,8%	58,9%	43,3%	32,0%	34,6%	51,1%	53,3%	58,9%	40,7%	3,2%	52,7%	58,7%	50,2%	29,8%	52,7%	51,1%	48,1%	29,8%	11,1%	52,3%
FER_05	12,0%	32,8%	56,6%	61,4%	39,1%	7,1%	42,2%	60,0%	60,9%	49,7%	40,6%	47,7%	68,0%	64,9%	52,8%	7,1%	62,9%	62,2%	49,3%	32,8%	68,3%	66,8%	62,2%	39,1%	12,0%	65,2%
FER_06	8,8%	30,5%	55,5%	49,6%	17,1%	1,9%	28,5%	59,0%	41,0%	28,5%	25,4%	32,6%	62,3%	47,9%	32,6%	1,9%	51,5%	61,5%	41,0%	17,1%	51,5%	49,6%	55,5%	30,5%	1,9%	58,7%
FER_07	14,0%	26,4%	53,1%	52,5%	23,8%	9,3%	35,7%	58,8%	45,5%	35,7%	41,8%	44,2%	63,2%	58,8%	49,2%	5,3%	53,8%	58,6%	45,5%	26,4%	53,8%	52,5%	53,1%	26,4%	14,0%	60,7%
FER_08	12,0%	34,3%	55,9%	56,2%	34,3%	7,3%	42,2%	54,8%	51,2%	36,3%	42,4%	45,2%	61,7%	54,8%	45,2%	7,3%	59,2%	59,0%	49,3%	34,3%	59,2%	56,2%	55,9%	34,3%	12,0%	59,3%
FER_03	6,1%	24,7%	48,0%	47,4%	13,2%	6,1%	41,5%	63,3%	37,8%	23,8%	35,9%	61,9%	70,0%	63,3%	40,6%	0,9%	49,8%	64,8%	54,0%	24,7%	49,8%	47,4%	48,0%	24,7%	6,1%	66,2%
FER_04	20,3%	35,9%	52,8%	55,0%	21,4%	20,3%	53,8%	60,9%	49,3%	33,2%	47,6%	57,2%	61,0%	55,1%	37,2%	12,0%	59,4%	60,6%	56,9%	21,4%	53,1%	51,6%	46,0%	21,4%	3,8%	58,9%
FER_09	12,0%	30,5%	51,1%	55,0%	34,3%	12,0%	42,2%	55,1%	49,3%	42,2%	43,3%	45,8%	57,0%	55,1%	45,8%	12,0%	55,7%	56,0%	49,3%	30,5%	66,3%	55,0%	51,1%	30,5%	12,0%	55,4%
FER_10	12,0%	34,3%	57,1%	62,8%	34,3%	7,3%	42,2%	60,4%	56,5%	45,6%	39,2%	47,3%	63,1%	60,4%	47,3%	7,3%	64,3%	62,9%	49,3%	34,3%	64,3%	62,8%	57,1%	34,3%	12,0%	61,0%
FER_11	12,0%	30,5%	57,1%	55,0%	34,3%	12,0%	42,2%	55,1%	49,3%	42,2%	39,2%	45,8%	63,1%	55,1%	47,3%	12,0%	55,7%	56,0%	49,3%	30,5%	64,3%	55,0%	57,1%	30,5%	12,0%	60,5%
FER_12	11,9%	30,4%	57,0%	54,9%	34,2%	11,9%	42,1%	55,0%	49,2%	42,1%	39,1%	45,7%	63,0%	55,0%	47,2%	11,9%	55,6%	55,9%	49,2%	30,4%	64,2%	54,9%	57,0%	30,4%	11,9%	57,0%

Esquema espacial 3 + Centres de visitants + Tarifes altes

Vij	V11	V12	V13	V14	V15	V21	V22	V23	V24	V25	V31	V32	V33	V34	V35	V41	V42	V43	V44	V45	V51	V52	V53	V54	V55	TOTAL
FER_01	0,6%	11,7%	38,6%	46,4%	11,7%	0,6%	21,9%	43,6%	36,3%	21,9%	17,4%	25,8%	48,9%	43,6%	25,8%	0,6%	49,1%	47,7%	36,3%	11,7%	49,1%	46,4%	38,6%	11,7%	0,6%	45,4%
FER_02	0,4%	10,0%	34,4%	41,6%	6,3%	0,4%	21,1%	46,1%	29,6%	13,9%	11,2%	28,0%	44,3%	46,1%	20,3%	0,1%	45,3%	49,5%	35,8%	10,0%	45,3%	41,6%	34,4%	10,0%	0,4%	41,5%
FER_05	0,4%	11,3%	42,5%	52,1%	14,4%	0,2%	20,0%	47,2%	46,3%	25,3%	14,0%	25,3%	59,7%	52,5%	29,4%	0,2%	55,7%	53,2%	34,9%	11,3%	61,6%	57,9%	48,2%	14,4%	0,4%	55,0%
FER_06	0,3%	10,4%	41,4%	40,2%	5,2%	0,1%	12,1%	46,3%	27,8%	12,1%	7,5%	15,2%	53,5%	35,5%	15,2%	0,1%	44,1%	52,5%	27,8%	5,2%	44,1%	40,2%	41,4%	10,4%	0,1%	49,0%
FER_07	0,5%	8,6%	39,0%	43,0%	7,6%	0,3%	16,0%	46,0%	31,6%	16,0%	14,6%	22,7%	54,5%	46,0%	26,5%	0,2%	46,4%	49,4%	31,6%	8,6%	46,4%	43,0%	39,0%	8,6%	0,5%	50,2%
FER_08	0,4%	12,1%	41,7%	46,7%	12,1%	0,2%	20,0%	42,0%	36,7%	16,4%	14,9%	23,5%	52,8%	42,0%	23,5%	0,2%	51,9%	49,8%	34,9%	12,1%	51,9%	46,7%	41,7%	12,1%	0,4%	48,7%
FER_03	0,2%	7,9%	34,4%	38,1%	3,8%	0,2%	19,6%	50,8%	25,1%	9,7%	11,8%	37,6%	61,9%	50,8%	20,2%	0,0%	42,5%	56,0%	39,3%	7,9%	42,5%	38,1%	34,4%	7,9%	0,2%	57,1%
FER_04	0,8%	12,8%	38,8%	45,5%	6,7%	0,8%	28,5%	48,2%	34,9%	14,6%	17,8%	33,2%	52,1%	42,4%	18,1%	0,4%	52,1%	51,5%	42,1%	6,7%	45,6%	42,1%	32,6%	6,7%	0,1%	48,5%
FER_09	0,4%	10,4%	37,2%	45,5%	12,1%	0,4%	20,0%	42,4%	34,9%	20,0%	15,4%	23,9%	48,0%	42,4%												

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 3 + Centres de visitants + Tarifes baixes

Vij	V11	V12	V13	V14	V15	V21	V22	V23	V24	V25	V31	V32	V33	V34	V35	V41	V42	V43	V44	V45	V51	V52	V53	V54	V55	TOTAL
FER_01	13,0%	31,3%	51,5%	55,2%	31,3%	13,0%	42,9%	55,5%	49,7%	42,9%	44,2%	46,5%	57,2%	55,5%	46,5%	13,0%	55,9%	56,2%	49,7%	31,3%	55,9%	55,2%	51,5%	31,3%	13,0%	54,5%
FER_02	8,8%	27,7%	47,0%	50,3%	18,6%	8,8%	41,7%	57,9%	42,1%	30,2%	32,1%	49,2%	52,6%	57,9%	38,8%	2,5%	52,1%	58,0%	49,1%	27,7%	52,1%	50,3%	47,0%	27,7%	8,8%	50,5%
FER_05	9,5%	30,5%	55,5%	60,7%	36,6%	5,5%	40,2%	59,0%	59,9%	47,6%	38,0%	45,8%	67,4%	64,0%	50,9%	5,5%	62,3%	61,5%	48,2%	30,5%	67,9%	66,1%	61,2%	36,6%	9,5%	63,4%
FER_06	6,9%	28,4%	54,4%	48,9%	15,7%	1,5%	26,9%	58,0%	39,9%	26,9%	23,4%	31,0%	61,7%	46,9%	31,0%	1,5%	51,0%	60,8%	39,9%	15,7%	51,0%	48,9%	54,4%	28,4%	1,5%	57,3%
FER_07	11,1%	24,4%	52,0%	51,8%	22,0%	7,3%	33,8%	57,8%	44,4%	33,8%	39,2%	42,3%	62,6%	57,8%	47,3%	4,1%	53,2%	57,9%	44,4%	24,4%	53,2%	51,8%	52,0%	24,4%	11,1%	59,0%
FER_08	9,5%	32,0%	54,8%	55,5%	32,0%	5,7%	40,2%	53,8%	50,1%	34,4%	39,7%	43,3%	61,0%	53,8%	43,3%	5,7%	58,7%	58,3%	48,2%	32,0%	58,7%	55,5%	54,8%	32,0%	9,5%	57,5%
FER_03	4,7%	22,9%	47,0%	46,7%	12,1%	4,7%	39,5%	62,4%	36,7%	22,3%	33,4%	60,1%	69,4%	62,4%	38,7%	0,7%	49,3%	64,2%	52,9%	22,9%	49,3%	46,7%	47,0%	22,9%	4,7%	65,1%
FER_04	16,3%	33,5%	51,8%	54,2%	19,7%	16,3%	51,7%	60,0%	48,2%	31,4%	44,8%	55,3%	60,3%	54,1%	35,5%	9,5%	58,9%	59,9%	55,8%	19,7%	52,5%	50,8%	45,0%	19,7%	2,9%	57,4%
FER_09	9,5%	28,4%	50,1%	54,2%	32,0%	9,5%	40,2%	54,1%	48,2%	40,2%	40,6%	44,0%	56,3%	54,1%	44,0%	9,5%	55,1%	55,3%	48,2%	28,4%	65,8%	54,2%	50,1%	28,4%	9,5%	53,4%
FER_10	9,5%	32,0%	56,0%	62,1%	32,0%	5,7%	40,2%	59,4%	55,4%	43,5%	36,6%	45,4%	62,5%	59,4%	45,4%	5,7%	63,7%	62,3%	48,2%	32,0%	63,7%	62,1%	56,0%	32,0%	9,5%	59,1%
FER_11	9,5%	28,4%	56,0%	54,2%	32,0%	9,5%	40,2%	54,1%	48,2%	40,2%	36,6%	44,0%	62,5%	54,1%	45,4%	9,5%	55,1%	55,3%	48,2%	28,4%	63,7%	54,2%	56,0%	28,4%	9,5%	58,8%
FER_12	9,4%	28,3%	55,9%	54,1%	31,9%	9,4%	40,1%	54,0%	48,1%	40,1%	36,5%	43,9%	62,4%	54,0%	45,3%	9,4%	55,0%	55,2%	48,1%	28,3%	63,6%	54,1%	55,9%	28,3%	9,4%	55,4%

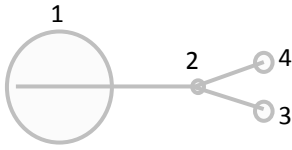
Esquema espacial 3 + Centres regionals+ Tarifes altes

Vij	V11	V12	V13	V14	V15	V21	V22	V23	V24	V25	V31	V32	V33	V34	V35	V41	V42	V43	V44	V45	V51	V52	V53	V54	V55	TOTAL
FER_01	1,8%	16,7%	42,8%	49,4%	16,7%	1,8%	28,0%	47,6%	40,7%	28,0%	24,7%	32,1%	51,7%	47,6%	32,1%	1,8%	51,3%	50,6%	40,7%	16,7%	51,3%	49,4%	42,8%	16,7%	1,8%	49,1%
FER_02	1,1%	14,4%	38,5%	44,5%	9,1%	1,1%	27,1%	50,1%	33,6%	18,3%	16,4%	34,5%	47,1%	50,1%	25,7%	0,3%	47,5%	52,4%	40,1%	14,4%	47,5%	44,5%	38,5%	14,4%	1,1%	45,0%
FER_05	1,2%	16,2%	46,8%	55,0%	20,3%	0,7%	25,8%	51,2%	50,8%	32,0%	20,2%	31,5%	62,3%	56,4%	36,1%	0,7%	57,9%	56,0%	39,2%	16,2%	63,7%	60,7%	52,6%	20,3%	1,2%	58,3%
FER_06	0,9%	14,8%	45,7%	43,0%	7,6%	0,2%	16,0%	50,2%	31,6%	16,0%	11,2%	19,6%	56,3%	39,2%	19,6%	0,2%	46,4%	55,3%	31,6%	7,6%	46,4%	43,0%	45,7%	14,8%	0,2%	51,9%
FER_07	1,5%	12,4%	43,3%	45,9%	11,0%	0,9%	20,9%	50,0%	35,6%	20,9%	21,0%	28,5%	57,2%	50,0%	32,8%	0,5%	48,7%	52,3%	35,6%	12,4%	48,7%	45,9%	43,3%	12,4%	1,5%	53,5%
FER_08	1,2%	17,1%	46,0%	49,6%	17,1%	0,7%	25,8%	45,9%	41,0%	21,4%	21,4%	29,4%	55,6%	45,9%	29,4%	0,7%	54,2%	52,7%	39,2%	17,1%	54,2%	49,6%	46,0%	17,1%	1,2%	52,1%
FER_03	0,6%	11,5%	38,4%	40,9%	5,7%	0,6%	25,3%	54,7%	28,7%	13,0%	17,2%	45,0%	64,5%	54,7%	25,6%	0,1%	44,7%	58,8%	43,8%	11,5%	44,7%	40,9%	38,4%	11,5%	0,6%	59,6%
FER_04	2,3%	18,1%	43,0%	48,4%	9,7%	2,3%	35,7%	52,2%	39,2%	19,2%	25,2%	40,3%	54,9%	46,3%	23,0%	1,2%	54,4%	54,3%	46,7%	9,7%	47,9%	45,0%	36,5%	9,7%	0,4%	51,7%
FER_09	1,2%	14,8%	41,4%	48,4%	17,1%	1,2%	25,8%	46,3%	39,2%	25,8%	22,1%	29,9%	50,8%	46,3%	29,9%	1,2%	50,6%	49,6%	39,2%	14,8%	61,6%	48,4%	41,4%	14,8%	1,2%	48,0%
FER_10	1,2%	17,1%	47,3%	56,4%	17,1%	0,7%	25,8%	51,6%	46,3%	28,5%	19,3%	31,2%	57,1%	51,6%	31,2%	0,7%	59,4%	56,8%	39,2%	17,1%	59,4%	56,4%	47,3%	17,1%	1,2%	53,8%
FER_11	1,2%	14,8%	47,3%	48,4%	17,1%	1,2%	25,8%	46,3%	39,2%	25,8%	19,3%	29,9%	57,1%	46,3%	31,2%	1,2%	50,6%	49,6%	39,2%	14,8%	59,4%	48,4%	47,3%	14,8%	1,2%	53,3%
FER_12	1,1%	14,7%	47,2%	48,3%	17,0%	1,1%	25,7%	46,2%	39,1%	25,7%	19,2%	29,8%	57,0%	46,2%	31,1%	1,1%	50,5%	49,5%	39,1%	14,7%	59,3%	48,3%	47,2%	14,7%	1,1%	50,0%

Esquema espacial 3 + Centres regionals+ Tarifes baixes

Vij	V11	V12	V13	V14	V15	V21	V22	V23	V24	V25	V31	V32	V33	V34	V35	V41	V42	V43	V44	V45	V51	V52	V53	V54	V55	TOTAL
FER_01	16,3%	33,5%	52,6%	55,9%	33,5%	16,3%	44,9%	56,4%	50,8%	44,9%	47,0%	48,4%	57,9%	56,4%	48,4%	16,3%	56,5%	56,9%	50,8%	33,5%	56,5%	55,9%	52,6%	33,5%	16,3%	56,5%
FER_02	11,1%	29,8%	48,1%	51,1%	20,3%	11,1%	43,8%	58,9%	43,3%	32,0%	34,6%	51,1%	53,3%	58,9%	40,7%	3,2%	52,7%	58,7%	50,2%	29,8%	52,7%	51,1%	48,1%	29,8%	11,1%	52,3%
FER_05	12,0%	32,8%	56,6%	61,4%	39,1%	7,1%	42,2%	60,0%	60,9%	49,7%	40,6%	47,7%	68,0%	64,9%	52,8%	7,1%	62,9%	62,2%	49,3%	32,8%	68,3%	66,8%	62,2%	39,1%	12,0%	65,2%
FER_06	8,8%	30,5%	55,5%	49,6%	17,1%	1,9%	28,5%	59,0%	41,0%	28,5%	25,4%	32,6%	62,3%	47,9%	32,6%	1,9%	51,5%	61,5%	41,0%	17,1%	51,5%	49,6%	55,5%	30,5%	1,9%	58,7%
FER_07	14,0%	26,4%	53,1%	52,5%	23,8%	9,3%	35,7%	58,8%	45,5%	35,7%	41,8%	44,2%	63,2%	58,8%	49,2%	5,3%	53,8%	58,6%	45,5%	26,4%	53,8%	52,5%	53,1%	26,4%	14,0%	60,7%
FER_08	12,0%	34,3%	55,9%	56,2%	34,3%	7,3%	42,2%	54,8%	51,2%	36,3%	42,4%	45,2%	61,7%	54,8%	45,2%	7,3%	59,2%	59,0%	49,3%	34,3%	59,2%	56,2%	55,9%	34,3%	12,0%	59,3%
FER_03	6,1%	24,7%	48,0%	47,4%	13,2%	6,1%	41,5%	63,3%	37,8%	23,8%	35,9%	61,9%	70,0%	63,3%	40,6%	0,9%	49,8%	64,8%	54,0%	24,7%	49,8%	47,4%	48,0%	24,7%	6,1%	66,3%
FER_04	20,3%	35,9%	52,8%	55,0%	21,4%	20,3%	53,8%	60,9%	49,3%	33,2%	47,6%	57,2%	61,0%	55,1%	37,2%	12,0%	59,4%	60,6%	56,9%	21,4%	53,1%	51,6%	46,0%	21,4%	3,8%	58,9%
FER_09	12,0%	30,5%	51,1%	55,0%	34,3%	12,0%	42,2%	55,1%	49,3%	42,2%	43,3%	45,8%	57,0%	55,1%	45,8%	12,0%	55,7%	56,0%	49,3%	30,5%	66,3%	55,0%	51,1%	30,5%	12,0%	55,3%
FER_10	12,0%	34,3%	57,1%	62,8%	34,3%	7,3%	42,2%	60,4%	56,5%	45,6%	39,2%	47,3%	63,1%	60,4%	47,3%	7,3%	64,3%	62,9%	49,3%	34,3%	64,3%	62,8%	57,1%	34,3%	12,0%	60,9%
FER_11	12,0%	30,5%	57,1%	55,0%	34,3%	12,0%	42,2%	55,1%	49,3%	42,2%	39,2%	45,8%	63,1%	55,1%	47,3%	12,0%	55,7%	56,0%	49,3%	30,5%	64,3%	55,0%	57,1%	30,5%	12,0%	60,5%
FER_12	11,9%	30,4%	57,0%	54,9%	34,2%	11,9%	42,1%	55,0%	49,2%	42,1%	39,1%	45,7%	63,0%	55,0%	47,2%	11,9%	55,6%	55,9%	49,2%	30,4%	64,2%	54,9%	57,0%	30,4%	11,9%	57,0%

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà



Esquema espacial 4 + Nuclis nacionals + Tarifes altes

Vij	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	V31	V32	V33	V34	V41	V42	V43	V44	TOTAL
FER_01	37,5%	37,8%	42,1%	69,6%	37,8%	4,1%	15,7%	71,1%	42,1%	15,7%	3,8%	0,1%	69,6%	71,1%	0,1%	3,8%	40,1%
FER_02	30,4%	34,2%	40,4%	68,6%	34,2%	4,6%	16,8%	71,8%	40,4%	16,8%	4,5%	0,1%	68,6%	71,8%	0,1%	4,5%	34,4%
FER_05	32,2%	37,2%	47,1%	69,9%	37,2%	2,5%	16,7%	68,2%	47,1%	16,7%	2,5%	0,1%	69,9%	68,2%	0,1%	3,7%	36,7%
FER_06	30,4%	32,3%	35,5%	65,8%	36,2%	1,8%	8,8%	65,4%	48,7%	18,9%	1,0%	0,1%	70,8%	69,5%	0,1%	7,2%	34,5%
FER_07	28,7%	36,5%	45,0%	70,0%	36,5%	2,2%	14,3%	68,5%	45,0%	14,3%	5,3%	0,1%	70,0%	68,5%	0,1%	9,8%	33,9%
FER_08	28,7%	41,3%	45,3%	66,2%	41,3%	5,1%	18,4%	65,0%	45,3%	18,4%	1,4%	0,1%	66,2%	65,0%	0,1%	9,8%	33,8%
FER_03	38,9%	38,9%	45,2%	68,3%	38,9%	4,8%	20,1%	69,2%	45,2%	20,1%	6,8%	0,1%	68,3%	69,2%	0,1%	11,0%	41,5%
FER_04	38,9%	38,9%	45,2%	68,3%	38,9%	4,8%	20,1%	69,2%	45,2%	20,1%	6,8%	0,1%	68,3%	69,2%	0,1%	11,0%	41,5%
FER_09	29,2%	34,3%	45,7%	66,5%	34,3%	2,5%	11,0%	67,6%	45,7%	11,0%	1,7%	0,1%	66,5%	67,6%	0,1%	10,2%	33,8%
FER_10	29,2%	36,8%	45,7%	65,3%	36,8%	2,5%	15,1%	60,9%	45,7%	15,1%	1,7%	0,1%	65,3%	60,9%	0,1%	10,2%	33,8%
FER_11	29,2%	36,8%	45,7%	65,3%	36,8%	2,5%	15,1%	60,9%	45,7%	15,1%	1,7%	0,1%	65,3%	60,9%	0,1%	10,2%	33,8%
FER_12	29,1%	34,2%	45,6%	66,4%	34,2%	2,4%	10,9%	67,5%	45,6%	10,9%	1,6%	0,1%	66,4%	67,5%	0,1%	10,1%	34,2%

Esquema espacial 4 + Nuclis nacionals + Tarifes baixes

Vij	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	V31	V32	V33	V34	V41	V42	V43	V44	TOTAL
FER_01	52,2%	49,0%	48,6%	72,8%	49,0%	17,6%	25,7%	75,9%	48,6%	25,7%	12,2%	0,1%	72,8%	75,9%	0,1%	12,2%	52,6%
FER_02	44,2%	45,1%	46,8%	72,0%	45,1%	19,2%	27,3%	76,5%	46,8%	27,3%	14,1%	0,1%	72,0%	76,5%	0,1%	14,1%	46,3%
FER_05	46,4%	48,4%	53,7%	73,2%	48,4%	11,1%	27,0%	73,3%	53,7%	27,0%	8,2%	0,1%	73,2%	73,3%	0,1%	11,9%	48,7%
FER_06	44,2%	43,0%	41,7%	69,3%	47,2%	8,3%	15,2%	70,8%	55,3%	30,1%	3,5%	0,1%	74,0%	74,5%	0,1%	21,4%	46,4%
FER_07	42,3%	47,6%	51,6%	73,2%	47,6%	10,1%	23,7%	73,5%	51,6%	23,7%	16,3%	0,1%	73,2%	73,5%	0,1%	27,6%	45,6%
FER_08	42,3%	52,6%	51,8%	69,7%	52,6%	20,9%	29,4%	70,4%	51,8%	29,4%	4,9%	0,1%	69,7%	70,4%	0,1%	27,6%	45,5%
FER_03	53,7%	50,2%	51,8%	71,7%	50,2%	20,0%	31,8%	74,2%	51,8%	31,8%	20,4%	0,1%	71,7%	74,2%	0,1%	30,4%	54,2%
FER_04	53,7%	50,2%	51,8%	71,7%	50,2%	20,0%	31,8%	74,2%	51,8%	31,8%	20,4%	0,1%	71,7%	74,2%	0,1%	30,4%	54,2%
FER_09	42,8%	45,2%	52,2%	69,9%	45,2%	11,1%	18,6%	72,8%	52,2%	18,6%	5,7%	0,1%	69,9%	72,8%	0,1%	28,4%	45,6%
FER_10	42,8%	48,0%	52,2%	68,8%	48,0%	11,1%	24,8%	66,6%	52,2%	24,8%	5,7%	0,1%	68,8%	66,6%	0,1%	28,4%	45,6%
FER_11	42,8%	48,0%	52,2%	68,8%	48,0%	11,1%	24,8%	66,6%	52,2%	24,8%	5,7%	0,1%	68,8%	66,6%	0,1%	28,4%	45,6%
FER_12	42,7%	47,9%	52,1%	68,7%	47,9%	11,0%	24,7%	66,5%	52,1%	24,7%	5,6%	0,0%	68,7%	66,5%	0,0%	28,3%	46,0%

Esquema espacial 4 + Nuclis de recerca + Tarifes altes

Vij	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	V31	V32	V33	V34	V41	V42	V43	V44	TOTAL
FER_01	37,5%	37,8%	42,1%	69,6%	37,8%	4,1%	15,7%	71,1%	42,1%	15,7%	3,8%	0,1%	69,6%	71,1%	0,1%	3,8%	40,1%
FER_02	30,4%	34,2%	40,4%	68,6%	34,2%	4,6%	16,8%	71,8%	40,4%	16,8%	4,5%	0,1%	68,6%	71,8%	0,1%	4,5%	34,4%
FER_05	32,2%	37,2%	47,1%	69,9%	37,2%	2,5%	16,7%	68,2%	47,1%	16,7%	2,5%	0,1%	69,9%	68,2%	0,1%	3,7%	36,7%
FER_06	30,4%	32,3%	35,5%	65,8%	36,2%	1,8%	8,8%	65,4%	48,7%	18,9%	1,0%	0,1%	70,8%	69,5%	0,1%	7,2%	34,5%
FER_07	28,7%	36,5%	45,0%	70,0%	36,5%	2,2%	14,3%	68,5%	45,0%	14,3%	5,3%	0,1%	70,0%	68,5%	0,1%	9,8%	33,9%
FER_08	28,7%	41,3%	45,3%	66,2%	41,3%	5,1%	18,4%	65,0%	45,3%	18,4%	1,4%	0,1%	66,2%	65,0%	0,1%	9,8%	33,8%
FER_03	38,9%	38,9%	45,2%	68,3%	38,9%	4,8%	20,1%	69,2%	45,2%	20,1%	6,8%	0,1%	68,3%	69,2%	0,1%	11,0%	41,5%
FER_04	38,9%	38,9%	45,2%	68,3%	38,9%	4,8%	20,1%	69,2%	45,2%	20,1%	6,8%	0,1%	68,3%	69,2%	0,1%	11,0%	41,5%
FER_09	29,2%	34,3%	45,7%	66,5%	34,3%	2,5%	11,0%	67,6%	45,7%	11,0%	1,7%	0,1%	66,5%	67,6%	0,1%	10,2%	33,8%
FER_10	29,2%	36,8%	45,7%	65,3%	36,8%	2,5%	15,1%	60,9%	45,7%	15,1%	1,7%	0,1%	65,3%	60,9%	0,1%	10,2%	33,8%
FER_11	29,2%	36,8%	45,7%	65,3%	36,8%	2,5%	15,1%	60,9%	45,7%	15,1%	1,7%	0,1%	65,3%	60,9%	0,1%	10,2%	33,8%
FER_12	29,1%	36,7%	45,6%	65,2%	36,7%	2,4%	15,0%	60,8%	45,6%	15,0%	1,6%	0,0%	65,2%	60,8%	0,0%	10,1%	34,2%

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 4 + Nuclis de recerca + Tarifes baixes

Vij	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	V31	V32	V33	V34	V41	V42	V43	V44	TOTAL
FER_01	52,2%	49,0%	48,6%	72,8%	49,0%	17,6%	25,7%	75,9%	48,6%	25,7%	12,2%	0,1%	72,8%	75,9%	0,1%	12,2%	52,6%
FER_02	44,2%	45,1%	46,8%	72,0%	45,1%	19,2%	27,3%	76,5%	46,8%	27,3%	14,1%	0,1%	72,0%	76,5%	0,1%	14,1%	46,3%
FER_05	46,4%	48,4%	53,7%	73,2%	48,4%	11,1%	27,0%	73,3%	53,7%	27,0%	8,2%	0,1%	73,2%	73,3%	0,1%	11,9%	48,7%
FER_06	44,2%	43,0%	41,7%	69,3%	47,2%	8,3%	15,2%	70,8%	55,3%	30,1%	3,5%	0,1%	74,0%	74,5%	0,1%	21,4%	46,4%
FER_07	42,3%	47,6%	51,6%	73,2%	47,6%	10,1%	23,7%	73,5%	51,6%	23,7%	16,3%	0,1%	73,2%	73,5%	0,1%	27,6%	45,6%
FER_08	42,3%	52,6%	51,8%	69,7%	52,6%	20,9%	29,4%	70,4%	51,8%	29,4%	4,9%	0,1%	69,7%	70,4%	0,1%	27,6%	45,5%
FER_03	53,7%	50,2%	51,8%	71,7%	50,2%	20,0%	31,8%	74,2%	51,8%	31,8%	20,4%	0,1%	71,7%	74,2%	0,1%	30,4%	54,2%
FER_04	53,7%	50,2%	51,8%	71,7%	50,2%	20,0%	31,8%	74,2%	51,8%	31,8%	20,4%	0,1%	71,7%	74,2%	0,1%	30,4%	54,2%
FER_09	42,8%	45,2%	52,2%	69,9%	45,2%	11,1%	18,6%	72,8%	52,2%	18,6%	5,7%	0,1%	69,9%	72,8%	0,1%	28,4%	45,6%
FER_10	42,8%	48,0%	52,2%	68,8%	48,0%	11,1%	24,8%	66,6%	52,2%	24,8%	5,7%	0,1%	68,8%	66,6%	0,1%	28,4%	45,6%
FER_11	42,8%	48,0%	52,2%	68,8%	48,0%	11,1%	24,8%	66,6%	52,2%	24,8%	5,7%	0,1%	68,8%	66,6%	0,1%	28,4%	45,6%
FER_12	42,7%	47,9%	52,1%	68,7%	47,9%	11,0%	24,7%	66,5%	52,1%	24,7%	5,6%	0,0%	68,7%	66,5%	0,0%	28,3%	46,0%

Esquema espacial 4 + Nuclis industrials + Tarifes altes

Vij	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	V31	V32	V33	V34	V41	V42	V43	V44	TOTAL
FER_01	28,7%	31,0%	37,9%	67,3%	31,0%	1,5%	11,0%	67,6%	37,9%	11,0%	1,7%	0,1%	67,3%	67,6%	0,1%	1,7%	32,7%
FER_02	22,6%	27,7%	36,2%	66,3%	27,7%	1,6%	11,8%	68,3%	36,2%	11,8%	2,0%	0,1%	66,3%	68,3%	0,1%	2,0%	27,8%
FER_05	24,2%	30,4%	42,8%	67,7%	30,4%	0,9%	11,7%	64,6%	42,8%	11,7%	1,1%	0,1%	67,7%	64,6%	0,1%	1,6%	29,8%
FER_06	22,6%	26,0%	31,6%	63,4%	29,5%	0,6%	6,0%	61,6%	44,4%	13,3%	0,4%	0,1%	68,5%	65,9%	0,1%	3,2%	27,9%
FER_07	21,3%	29,8%	40,7%	67,7%	29,8%	0,8%	10,0%	64,8%	40,7%	10,0%	2,3%	0,1%	67,7%	64,8%	0,1%	4,5%	27,4%
FER_08	21,3%	34,2%	41,0%	63,8%	34,2%	1,8%	13,0%	61,2%	41,0%	13,0%	0,6%	0,1%	63,8%	61,2%	0,1%	4,5%	27,3%
FER_03	29,9%	32,0%	40,9%	66,0%	32,0%	1,7%	14,3%	65,6%	40,9%	14,3%	3,1%	0,1%	66,0%	65,6%	0,1%	5,1%	33,8%
FER_04	29,9%	32,0%	40,9%	66,0%	32,0%	1,7%	14,3%	65,6%	40,9%	14,3%	3,1%	0,1%	66,0%	65,6%	0,1%	5,1%	33,8%
FER_09	21,6%	27,8%	41,4%	64,1%	27,8%	0,9%	7,6%	63,9%	41,4%	7,6%	0,7%	0,1%	64,1%	63,9%	0,1%	4,7%	27,3%
FER_10	21,6%	30,1%	41,4%	62,8%	30,1%	0,9%	10,6%	57,0%	41,4%	10,6%	0,7%	0,1%	62,8%	57,0%	0,1%	4,7%	27,3%
FER_11	21,6%	30,1%	41,4%	62,8%	30,1%	0,9%	10,6%	57,0%	41,4%	10,6%	0,7%	0,1%	62,8%	57,0%	0,1%	4,7%	27,3%
FER_12	21,5%	30,0%	41,3%	62,7%	30,0%	0,8%	10,5%	56,9%	41,3%	10,5%	0,6%	0,0%	62,7%	56,9%	0,0%	4,6%	27,6%

Esquema espacial 4 + Nuclis industrials + Tarifes baixes

Vij	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	V31	V32	V33	V34	V41	V42	V43	V44	TOTAL
FER_01	49,7%	47,1%	47,5%	72,3%	47,1%	14,0%	23,8%	75,1%	47,5%	23,8%	10,2%	0,1%	72,3%	75,1%	0,1%	10,2%	50,5%
FER_02	41,8%	43,3%	45,7%	71,4%	43,3%	15,4%	25,3%	75,8%	45,7%	25,3%	11,8%	0,1%	71,4%	75,8%	0,1%	11,8%	44,2%
FER_05	43,9%	46,5%	52,6%	72,7%	46,5%	8,8%	25,0%	72,5%	52,6%	25,0%	6,7%	0,1%	72,7%	72,5%	0,1%	9,9%	46,6%
FER_06	41,8%	41,1%	40,6%	68,8%	45,3%	6,5%	13,9%	69,9%	54,2%	28,0%	2,9%	0,1%	73,4%	73,7%	0,1%	18,1%	44,3%
FER_07	39,9%	45,7%	50,5%	72,7%	45,7%	7,9%	21,9%	72,7%	50,5%	21,9%	13,6%	0,1%	72,7%	72,7%	0,1%	23,6%	43,6%
FER_08	39,9%	50,7%	50,7%	69,1%	50,7%	16,8%	27,3%	69,5%	50,7%	27,3%	4,0%	0,1%	69,1%	69,5%	0,1%	23,6%	43,4%
FER_03	51,2%	48,3%	50,7%	71,1%	48,3%	16,1%	29,6%	73,4%	50,7%	29,6%	17,2%	0,1%	71,1%	73,4%	0,1%	26,1%	52,0%
FER_04	51,2%	48,3%	50,7%	71,1%	48,3%	16,1%	29,6%	73,4%	50,7%	29,6%	17,2%	0,1%	71,1%	73,4%	0,1%	26,1%	52,0%
FER_09	40,4%	43,3%	51,1%	69,4%	43,3%	8,8%	17,1%	72,0%	51,1%	17,1%	4,7%	0,1%	69,4%	72,0%	0,1%	24,4%	43,5%
FER_10	40,4%	46,1%	51,1%	68,2%	46,1%	8,8%	23,0%	65,7%	51,1%	23,0%	4,7%	0,1%	68,2%	65,7%	0,1%	24,4%	43,5%
FER_11	40,4%	46,1%	51,1%	68,2%	46,1%	8,8%	23,0%	65,7%	51,1%	23,0%	4,7%	0,1%	68,2%	65,7%	0,1%	24,4%	43,5%
FER_12	40,3%	46,0%	51,0%	68,1%	46,0%	8,7%	22,9%	65,6%	51,0%	22,9%	4,6%	0,0%	68,1%	65,6%	0,0%	24,3%	43,9%

Esquema espacial 4 + Centres de visitants + Tarifes altes

Vij	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	V31	V32	V33	V34	V41	V42	V43	V44	TOTAL
FER_01	21,3%	24,9%	33,9%	64,9%	24,9%	0,5%	7,6%	63,9%	33,9%	7,6%	0,7%	0,1%	64,9%	63,9%	0,1%	0,7%	19,5%
FER_02	16,4%	22,1%	32,3%	63,9%	22,1%	0,6%	8,2%	64,7%	32,3%	8,2%	0,9%	0,1%	63,9%	64,7%	0,1%	0,9%	15,3%
FER_05	17,6%	24,4%	38,6%	65,3%	24,4%	0,3%	8,1%	60,7%	38,6%	8,1%	0,5%	0,1%	65,3%	60,7%	0,1%	0,7%	16,5%
FER_06	16,4%	20,6%	27,9%	60,9%	23,6%	0,2%	4,1%	57,7%	40,1%	9,3%	0,2%	0,1%	66,2%	62,2%	0,1%	1,4%	15,3%
FER_07	15,4%	23,8%	36,6%	65,3%	23,8%	0,3%	6,8%	61,0%	36,6%	6,8%	1,0%	0,1%	65,3%	61,0%	0,1%	2,0%	14,6%
FER_08	15,4%	27,7%	36,8%	61,3%	27,7%	0,6%	9,0%	57,2%	36,8%	9,0%	0,3%	0,1%	61,3%	57,2%	0,1%	2,0%	14,7%
FER_03	22,3%	25,7%	36,8%	63,5%	25,7%	0,6%	9,9%	61,8%	36,8%	9,9%	1,3%	0,1%	63,5%	61,8%	0,1%	2,3%	20,5%
FER_04	22,3%	25,7%	36,8%	63,5%	25,7%	0,6%	9,9%	61,8%	36,8%	9,9%	1,3%	0,1%	63,5%	61,8%	0,1%	2,3%	20,5%
FER_09	15,6%	22,1%	37,2%	61,6%	22,1%	0,3%	5,2%	60,1%	37,2%	5,2%	0,3%	0,1%	61,6%	60,1%	0,1%	2,1%	14,7%
FER_10	15,6%	24,1%	37,2%	60,3%	24,1%	0,3%	7,3%	52,9%	37,2%	7,3%	0,3%	0,1%	60,3%	52,9%	0,1%	2,1%	14,8%
FER_11	15,6%	24,1%	37,2%	60,3%	24,1%	0,3%	7,3%	52,9%	37,2%	7,3%	0,3%	0,1%	60,3%	52,9%	0,1%	2,1%	14,8%
FER_12	15,5%	24,0%	37,1%	60,2%	24,0%	0,2%	7,2%	52,8%	37,1%	7,2%	0,2%	0,0%	60,2%	52,8%	0,0%	2,0%	15,0%

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 4 + Centres de visitants + Tarifes baixes

Vij	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	V31	V32	V33	V34	V41	V42	V43	V44	TOTAL
FER_01	47,2%	45,2%	46,4%	71,8%	45,2%	11,1%	22,0%	74,4%	46,4%	22,0%	8,4%	0,1%	71,8%	74,4%	0,1%	8,4%	43,0%
FER_02	39,4%	41,4%	44,6%	70,9%	41,4%	12,2%	23,4%	75,0%	44,6%	23,4%	9,8%	0,1%	70,9%	75,0%	0,1%	9,8%	36,4%
FER_05	41,5%	44,6%	51,5%	72,1%	44,6%	6,9%	23,2%	71,7%	51,5%	23,2%	5,5%	0,1%	72,1%	71,7%	0,1%	8,2%	38,0%
FER_06	39,4%	39,3%	39,6%	68,2%	43,5%	5,1%	12,7%	69,1%	53,1%	26,0%	2,3%	0,1%	72,9%	72,9%	0,1%	15,2%	36,3%
FER_07	37,5%	43,8%	49,4%	72,2%	43,8%	6,2%	20,1%	71,9%	49,4%	20,1%	11,4%	0,1%	72,2%	71,9%	0,1%	20,0%	35,5%
FER_08	37,5%	48,8%	49,6%	68,6%	48,8%	13,4%	25,4%	68,7%	49,6%	25,4%	3,2%	0,1%	68,6%	68,7%	0,1%	20,0%	35,3%
FER_03	48,7%	46,4%	49,6%	70,6%	46,4%	12,8%	27,5%	72,6%	49,6%	27,5%	14,4%	0,1%	70,6%	72,6%	0,1%	22,3%	45,3%
FER_04	48,7%	46,4%	49,6%	70,6%	46,4%	12,8%	27,5%	72,6%	49,6%	27,5%	14,4%	0,1%	70,6%	72,6%	0,1%	22,3%	45,3%
FER_09	38,0%	41,5%	50,1%	68,8%	41,5%	6,9%	15,7%	71,1%	50,1%	15,7%	3,8%	0,1%	68,8%	71,1%	0,1%	20,7%	35,5%
FER_10	38,0%	44,2%	50,1%	67,7%	44,2%	6,9%	21,2%	64,8%	50,1%	21,2%	3,8%	0,1%	67,7%	64,8%	0,1%	20,7%	35,6%
FER_11	38,0%	44,2%	50,1%	67,7%	44,2%	6,9%	21,2%	64,8%	50,1%	21,2%	3,8%	0,1%	67,7%	64,8%	0,1%	20,7%	35,6%
FER_12	37,9%	44,1%	50,0%	67,6%	44,1%	6,8%	21,1%	64,7%	50,0%	21,1%	3,7%	0,0%	67,6%	64,7%	0,0%	20,6%	35,9%

Esquema espacial 4 + Centres regionals+ Tarifes altes

Vij	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	V31	V32	V33	V34	V41	V42	V43	V44	TOTAL
FER_01	28,7%	31,0%	37,9%	67,3%	31,0%	1,5%	11,0%	67,6%	37,9%	11,0%	1,7%	0,1%	67,3%	67,6%	0,1%	1,7%	31,8%
FER_02	22,6%	27,7%	36,2%	66,3%	27,7%	1,6%	11,8%	68,3%	36,2%	11,8%	2,0%	0,1%	66,3%	68,3%	0,1%	2,0%	26,9%
FER_05	24,2%	30,4%	42,8%	67,7%	30,4%	0,9%	11,7%	64,6%	42,8%	11,7%	1,1%	0,1%	67,7%	64,6%	0,1%	1,6%	28,8%
FER_06	22,6%	26,0%	31,6%	63,4%	29,5%	0,6%	6,0%	61,6%	44,4%	13,3%	0,4%	0,1%	68,5%	65,9%	0,1%	3,2%	27,0%
FER_07	21,3%	29,8%	40,7%	67,7%	29,8%	0,8%	10,0%	64,8%	40,7%	10,0%	2,3%	0,1%	67,7%	64,8%	0,1%	4,5%	26,5%
FER_08	21,3%	34,2%	41,0%	63,8%	34,2%	1,8%	13,0%	61,2%	41,0%	13,0%	0,6%	0,1%	63,8%	61,2%	0,1%	4,5%	26,3%
FER_03	29,9%	32,0%	40,9%	66,0%	32,0%	1,7%	14,3%	65,6%	40,9%	14,3%	3,1%	0,1%	66,0%	65,6%	0,1%	5,1%	33,0%
FER_04	29,9%	32,0%	40,9%	66,0%	32,0%	1,7%	14,3%	65,6%	40,9%	14,3%	3,1%	0,1%	66,0%	65,6%	0,1%	5,1%	33,0%
FER_09	21,6%	27,8%	41,4%	64,1%	27,8%	0,9%	7,6%	63,9%	41,4%	7,6%	0,7%	0,1%	64,1%	63,9%	0,1%	4,7%	26,4%
FER_10	21,6%	30,1%	41,4%	62,8%	30,1%	0,9%	10,6%	57,0%	41,4%	10,6%	0,7%	0,1%	62,8%	57,0%	0,1%	4,7%	26,4%
FER_11	21,6%	30,1%	41,4%	62,8%	30,1%	0,9%	10,6%	57,0%	41,4%	10,6%	0,7%	0,1%	62,8%	57,0%	0,1%	4,7%	26,4%
FER_12	21,5%	30,0%	41,3%	62,7%	30,0%	0,8%	10,5%	56,9%	41,3%	10,5%	0,6%	0,0%	62,7%	56,9%	0,0%	4,6%	26,7%

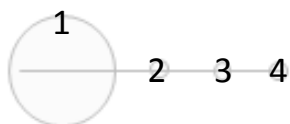
Esquema espacial 4 + Centres regionals+ Tarifes baixes

Vij	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	V31	V32	V33	V34	V41	V42	V43	V44	TOTAL
FER_01	49,7%	47,1%	47,5%	72,3%	47,1%	14,0%	23,8%	75,1%	47,5%	23,8%	10,2%	0,1%	72,3%	75,1%	0,1%	10,2%	49,9%
FER_02	41,8%	43,3%	45,7%	71,4%	43,3%	15,4%	25,3%	75,8%	45,7%	25,3%	11,8%	0,1%	71,4%	75,8%	0,1%	11,8%	43,5%
FER_05	43,9%	46,5%	52,6%	72,7%	46,5%	8,8%	25,0%	72,5%	52,6%	25,0%	6,7%	0,1%	72,7%	72,5%	0,1%	9,9%	45,8%
FER_06	41,8%	41,1%	40,6%	68,8%	45,3%	6,5%	13,9%	69,9%	54,2%	28,0%	2,9%	0,1%	73,4%	73,7%	0,1%	18,1%	43,6%
FER_07	39,9%	45,7%	50,5%	72,7%	45,7%	7,9%	21,9%	72,7%	50,5%	21,9%	13,6%	0,1%	72,7%	72,7%	0,1%	23,6%	42,8%
FER_08	39,9%	50,7%	50,7%	69,1%	50,7%	16,8%	27,3%	69,5%	50,7%	27,3%	4,0%	0,1%	69,1%	69,5%	0,1%	23,6%	42,7%
FER_03	51,2%	48,3%	50,7%	71,1%	48,3%	16,1%	29,6%	73,4%	50,7%	29,6%	17,2%	0,1%	71,1%	73,4%	0,1%	26,1%	51,5%
FER_04	51,2%	48,3%	50,7%	71,1%	48,3%	16,1%	29,6%	73,4%	50,7%	29,6%	17,2%	0,1%	71,1%	73,4%	0,1%	26,1%	51,5%
FER_09	40,4%	43,3%	51,1%	69,4%	43,3%	8,8%	17,1%	72,0%	51,1%	17,1%	4,7%	0,1%	69,4%	72,0%	0,1%	24,4%	42,8%
FER_10	40,4%	46,1%	51,1%	68,2%	46,1%	8,8%	23,0%	65,7%	51,1%	23,0%	4,7%	0,1%	68,2%	65,7%	0,1%	24,4%	42,8%
FER_11	40,4%	46,1%	51,1%	68,2%	46,1%	8,8%	23,0%	65,7%	51,1%	23,0%	4,7%	0,1%	68,2%	65,7%	0,1%	24,4%	42,8%
FER_12	40,3%	46,0%	51,0%	68,1%	46,0%	8,7%	22,9%	65,6%	51,0%	22,9%	4,6%	0,0%	68,1%	65,6%	0,0%	24,3%	43,2%

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

ANNEX III. CÀLCULS DEL MODEL TEÒRIC PER ETAPES

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà



Esquema espacial 1 + Nuclis nacionals + Tarifes altes

Generació:

Configuració 1234	Produïts'	Atrets
1	989.880	982.727
2	13.175	14.139
3	13.175	14.139
4	228.612	233.836
TOTAL	1.244.841	1.244.841

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	2,5	0,882	3.409.880	3.393.372	0,985	2.950.920	3.243.981	3.101.831	83%
V12	1	2	5	0,779	3.409.880	233.836	1,081	196.860	3.243.981	206.928	6%
V13	1	3	10	0,607	3.409.880	103.468	1,350	84.708	3.243.981	89.040	2%
V14	1	4	15	0,472	3.409.880	14.139	1,721	11.493	3.243.981	12.081	0%
V21	2	1	5	0,779	225.500	3.393.372	0,985	2.604.177	2.962.211	198.245	5%
V22	2	2	1,5	0,928	225.500	233.836	1,081	234.509	2.962.211	17.852	0%
V23	2	3	5	0,779	225.500	103.468	1,350	108.767	2.962.211	8.280	0%
V24	2	4	10	0,607	225.500	14.139	1,721	14.758	2.962.211	1.123	0%
V31	3	1	10	0,607	96.440	3.393.372	0,985	2.028.135	2.376.793	82.293	2%
V32	3	2	5	0,779	96.440	233.836	1,081	196.860	2.376.793	7.988	0%
V33	3	3	1	0,951	96.440	103.468	1,350	132.848	2.376.793	5.390	0%
V34	3	4	5	0,779	96.440	14.139	1,721	18.949	2.376.793	769	0%
V41	4	1	15	0,472	12.995	3.393.372	0,985	1.579.513	1.865.326	11.004	0%
V42	4	2	10	0,607	12.995	233.836	1,081	153.315	1.865.326	1.068	0%
V43	4	3	5	0,779	12.995	103.468	1,350	108.767	1.865.326	758	0%
V44	4	4	0,5	0,975	12.995	14.139	1,721	23.731	1.865.326	165	0%
										3.744.815	

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01 CGij públic 1	FER_02 CGij públic 2	FER_05 CGij públic 3	FER_06 CGij públic 4	FER_07 CGij públic 5	FER_08 CGij públic 6	FER_03 CGij públic 7	FER_04 CGij públic 8	FER_09 CGij públic 9	FER_10 CGij públic 10	FER_11 CGij públic 11	FER_12 CGij públic 12
V11	3	8	10	9	10	9	9	8	8	9	9	9	9
V12	4	11	13	11	12	12	11	10	10	11	12	11	11
V13	7	16	18	14	17	16	16	16	16	16	15	15	15
V14	10	21	23	18	22	19	21	22	22	18	19	19	19
V21	4	11	13	11	11	12	11	10	10	11	12	11	11
V22	1	7	7	8	9	9	7	7	7	8	8	8	8
V23	3	11	11	11	12	13	10	11	11	11	11	11	11
V24	6	16	16	14	17	15	15	17	17	16	15	16	16
V31	7	16	18	14	14	16	16	16	16	16	15	15	15
V32	3	11	11	11	10	13	10	11	11	11	11	11	11
V33	1	7	7	7	8	9	6	7	7	7	7	7	7
V34	3	11	11	11	12	12	10	12	12	11	11	11	11
V41	10	21	23	18	19	19	21	22	22	18	19	19	19
V42	6	16	16	14	15	15	15	17	17	16	15	16	16
V43	3	11	11	11	11	12	10	12	12	11	11	11	11
V44	1	6	6	8	8	7	7	8	8	7	7	7	7

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 1 + Nuclis nacionals + Tarifes baixes

Generació:

Configuració 1234	Produïts'	Atrets
1	3.409.880	3.393.372
2	225.500	233.836
3	96.440	103.468
4	12.995	14.139
TOTAL	3.744.815	3.744.815

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	2,5	0,882	3.409.880	3.393.372	0,985	2.950.920	3.243.981	3.101.831	83%
V12	1	2	5	0,779	3.409.880	233.836	1,081	196.860	3.243.981	206.928	6%
V13	1	3	10	0,607	3.409.880	103.468	1,350	84.708	3.243.981	89.040	2%
V14	1	4	15	0,472	3.409.880	14.139	1,721	11.493	3.243.981	12.081	0%
V21	2	1	5	0,779	225.500	3.393.372	0,985	2.604.177	2.962.211	198.245	5%
V22	2	2	1,5	0,928	225.500	233.836	1,081	234.509	2.962.211	17.852	0%
V23	2	3	5	0,779	225.500	103.468	1,350	108.767	2.962.211	8.280	0%
V24	2	4	10	0,607	225.500	14.139	1,721	14.758	2.962.211	1.123	0%
V31	3	1	10	0,607	96.440	3.393.372	0,985	2.028.135	2.376.793	82.293	2%
V32	3	2	5	0,779	96.440	233.836	1,081	196.860	2.376.793	7.988	0%
V33	3	3	1	0,951	96.440	103.468	1,350	132.848	2.376.793	5.390	0%
V34	3	4	5	0,779	96.440	14.139	1,721	18.949	2.376.793	769	0%
V41	4	1	15	0,472	12.995	3.393.372	0,985	1.579.513	1.865.326	11.004	0%
V42	4	2	10	0,607	12.995	233.836	1,081	153.315	1.865.326	1.068	0%
V43	4	3	5	0,779	12.995	103.468	1,350	108.767	1.865.326	758	0%
V44	4	4	0,5	0,975	12.995	14.139	1,721	23.731	1.865.326	165	0%

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01 CGij públic 1	FER_02 CGij públic 2	FER_05 CGij públic 3	FER_06 CGij públic 4	FER_07 CGij públic 5	FER_08 CGij públic 6	FER_03 CGij públic 7	FER_04 CGij públic 8	FER_09 CGij públic 9	FER_10 CGij públic 10	FER_11 CGij públic 11	FER_12 CGij públic 12
V11	3	6	7	7	7	6	7	6	6	7	7	7	7
V12	4	9	10	9	10	10	9	8	8	9	10	9	9
V13	7	14	15	12	15	14	14	14	14	14	13	13	13
V14	10	19	20	16	20	16	19	20	20	16	17	17	17
V21	4	9	10	9	9	10	9	8	8	9	10	9	9
V22	1	5	5	6	6	7	5	5	5	6	6	6	6
V23	3	9	8	9	10	11	8	9	9	9	8	9	9
V24	6	14	13	12	15	13	13	15	15	14	12	14	14
V31	7	14	15	12	11	14	14	14	14	14	13	13	13
V32	3	9	8	9	8	11	8	9	9	9	8	9	9
V33	1	5	4	5	6	7	4	5	5	5	5	5	5
V34	3	9	8	9	10	10	8	10	10	9	9	9	9
V41	10	19	20	16	16	16	19	20	20	16	17	17	17
V42	6	14	13	12	13	13	13	15	15	14	12	14	14
V43	3	9	8	9	8	10	8	10	10	9	9	9	9
V44	1	4	4	5	5	4	5	6	6	5	5	5	5

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 1 + Nuclis de recerca + Tarifes altes

Generació:

Configuració 1234	Produïts'	Atrets
1	3.571.749	3.554.091
2	236.666	245.466
3	101.830	109.453
4	13.508	14.743
TOTAL	3.923.753	3.923.753

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	2,5	0,882	3.571.749	3.554.091	0,985	3.090.483	3.398.664	3.247.873	83%
V12	1	2	5	0,779	3.571.749	245.466	1,081	206.618	3.398.664	217.140	6%
V13	1	3	10	0,607	3.571.749	109.453	1,349	89.582	3.398.664	94.144	2%
V14	1	4	15	0,472	3.571.749	14.743	1,720	11.982	3.398.664	12.592	0%
V21	2	1	5	0,779	236.666	3.554.091	0,985	2.727.342	3.103.884	207.955	5%
V22	2	2	1,5	0,928	236.666	245.466	1,081	246.132	3.103.884	18.767	0%
V23	2	3	5	0,779	236.666	109.453	1,349	115.026	3.103.884	8.771	0%
V24	2	4	10	0,607	236.666	14.743	1,720	15.385	3.103.884	1.173	0%
V31	3	1	10	0,607	101.830	3.554.091	0,985	2.124.056	2.490.920	86.832	2%
V32	3	2	5	0,779	101.830	245.466	1,081	206.618	2.490.920	8.447	0%
V33	3	3	1	0,951	101.830	109.453	1,349	140.493	2.490.920	5.743	0%
V34	3	4	5	0,779	101.830	14.743	1,720	19.754	2.490.920	808	0%
V41	4	1	15	0,472	13.508	3.554.091	0,985	1.654.216	1.954.895	11.430	0%
V42	4	2	10	0,607	13.508	245.466	1,081	160.914	1.954.895	1.112	0%
V43	4	3	5	0,779	13.508	109.453	1,349	115.026	1.954.895	795	0%
V44	4	4	0,5	0,975	13.508	14.743	1,720	24.739	1.954.895	171	0%
										3.923.753	

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01 CGij públic 1	FER_02 CGij públic 2	FER_05 CGij públic 3	FER_06 CGij públic 4	FER_07 CGij públic 5	FER_08 CGij públic 6	FER_03 CGij públic 7	FER_04 CGij públic 8	FER_09 CGij públic 9	FER_10 CGij públic 10	FER_11 CGij públic 11	FER_12 CGij públic 12
V11	3	8	10	9	10	9	9	8	8	9	9	9	9
V12	4	11	13	11	12	12	11	10	10	11	12	11	11
V13	7	16	18	14	17	16	16	16	16	16	15	15	15
V14	10	21	23	18	22	19	21	22	22	18	19	19	19
V21	4	11	13	11	11	12	11	10	10	11	12	11	11
V22	1	7	7	8	9	9	7	7	7	8	8	8	8
V23	3	11	11	11	12	13	10	11	11	11	11	11	11
V24	6	16	16	14	17	15	15	17	17	16	15	16	16
V31	7	16	18	14	14	16	16	16	16	16	15	15	15
V32	3	11	11	11	10	13	10	11	11	11	11	11	11
V33	1	7	7	7	8	9	6	7	7	7	7	7	7
V34	3	11	11	11	12	12	10	12	12	11	11	11	11
V41	10	21	23	18	19	19	21	22	22	18	19	19	19
V42	6	16	16	14	15	15	15	17	17	16	15	16	16
V43	3	11	11	11	11	12	10	12	12	11	11	11	11
V44	1	6	6	8	8	7	7	8	8	7	7	7	7

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 1 + Nuclis de recerca + Tarifes baixes

Generació:

Configuració 1234	Produïts'	Atrets
1	3.571.749	3.554.091
2	236.666	245.466
3	101.830	109.453
4	13.508	14.743
TOTAL	3.923.753	3.923.753

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	2,5	0,882	3.571.749	3.554.091	0,985	3.090.483	3.398.664	3.247.873	83%
V12	1	2	5	0,779	3.571.749	245.466	1,081	206.618	3.398.664	217.140	6%
V13	1	3	10	0,607	3.571.749	109.453	1,349	89.582	3.398.664	94.144	2%
V14	1	4	15	0,472	3.571.749	14.743	1,720	11.982	3.398.664	12.592	0%
V21	2	1	5	0,779	236.666	3.554.091	0,985	2.727.342	3.103.884	207.955	5%
V22	2	2	1,5	0,928	236.666	245.466	1,081	246.132	3.103.884	18.767	0%
V23	2	3	5	0,779	236.666	109.453	1,349	115.026	3.103.884	8.771	0%
V24	2	4	10	0,607	236.666	14.743	1,720	15.385	3.103.884	1.173	0%
V31	3	1	10	0,607	101.830	3.554.091	0,985	2.124.056	2.490.920	86.832	2%
V32	3	2	5	0,779	101.830	245.466	1,081	206.618	2.490.920	8.447	0%
V33	3	3	1	0,951	101.830	109.453	1,349	140.493	2.490.920	5.743	0%
V34	3	4	5	0,779	101.830	14.743	1,720	19.754	2.490.920	808	0%
V41	4	1	15	0,472	13.508	3.554.091	0,985	1.654.216	1.954.895	11.430	0%
V42	4	2	10	0,607	13.508	245.466	1,081	160.914	1.954.895	1.112	0%
V43	4	3	5	0,779	13.508	109.453	1,349	115.026	1.954.895	795	0%
V44	4	4	0,5	0,975	13.508	14.743	1,720	24.739	1.954.895	171	0%

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01 CGij públic 1	FER_02 CGij públic 2	FER_05 CGij públic 3	FER_06 CGij públic 4	FER_07 CGij públic 5	FER_08 CGij públic 6	FER_03 CGij públic 7	FER_04 CGij públic 8	FER_09 CGij públic 9	FER_10 CGij públic 10	FER_11 CGij públic 11	FER_12 CGij públic 12
V11	3	6	7	7	7	6	7	6	6	7	7	7	7
V12	4	9	10	9	10	10	9	8	8	9	10	9	9
V13	7	14	15	12	15	14	14	14	14	14	13	13	13
V14	10	19	20	16	20	16	19	20	20	16	17	17	17
V21	4	9	10	9	9	10	9	8	8	9	10	9	9
V22	1	5	5	6	6	7	5	5	5	6	6	6	6
V23	3	9	8	9	10	11	8	9	9	9	8	9	9
V24	6	14	13	12	15	13	13	15	15	14	12	14	14
V31	7	14	15	12	11	14	14	14	14	14	13	13	13
V32	3	9	8	9	8	11	8	9	9	9	8	9	9
V33	1	5	4	5	6	7	4	5	5	5	5	5	5
V34	3	9	8	9	10	10	8	10	10	9	9	9	9
V41	10	19	20	16	16	16	19	20	20	16	17	17	17
V42	6	14	13	12	13	13	13	15	15	14	12	14	14
V43	3	9	8	9	8	10	8	10	10	9	9	9	9
V44	1	4	4	5	5	4	5	6	6	5	5	5	5

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 1 + Nuclis industrials + Tarifes altes

Generació:

Configuració 1234	Productes'	Atrets
1	3.409.479	3.393.404
2	229.236	236.970
3	98.867	106.098
4	13.088	14.198
TOTAL	3.750.670	3.750.670

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	2,5	0,882	3.409.479	3.393.404	0,985	2.950.371	3.248.004	3.097.050	83%
V12	1	2	5	0,779	3.409.479	236.970	1,080	199.353	3.248.004	209.264	6%
V13	1	3	10	0,607	3.409.479	106.098	1,348	86.753	3.248.004	91.066	2%
V14	1	4	15	0,472	3.409.479	14.198	1,719	11.527	3.248.004	12.100	0%
V21	2	1	5	0,779	229.236	3.393.404	0,985	2.603.694	2.967.365	201.142	5%
V22	2	2	1,5	0,928	229.236	236.970	1,080	237.478	2.967.365	18.346	0%
V23	2	3	5	0,779	229.236	106.098	1,348	111.393	2.967.365	8.605	0%
V24	2	4	10	0,607	229.236	14.198	1,719	14.800	2.967.365	1.143	0%
V31	3	1	10	0,607	98.867	3.393.404	0,985	2.027.759	2.382.171	84.158	2%
V32	3	2	5	0,779	98.867	236.970	1,080	199.353	2.382.171	8.274	0%
V33	3	3	1	0,951	98.867	106.098	1,348	136.056	2.382.171	5.647	0%
V34	3	4	5	0,779	98.867	14.198	1,719	19.004	2.382.171	789	0%
V41	4	1	15	0,472	13.088	3.393.404	0,985	1.579.220	1.869.668	11.055	0%
V42	4	2	10	0,607	13.088	236.970	1,080	155.256	1.869.668	1.087	0%
V43	4	3	5	0,779	13.088	106.098	1,348	111.393	1.869.668	780	0%
V44	4	4	0,5	0,975	13.088	14.198	1,719	23.799	1.869.668	167	0%
										3.750.670	

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01 CGij públic 1	FER_02 CGij públic 2	FER_05 CGij públic 3	FER_06 CGij públic 4	FER_07 CGij públic 5	FER_08 CGij públic 6	FER_03 CGij públic 7	FER_04 CGij públic 8	FER_09 CGij públic 9	FER_10 CGij públic 10	FER_11 CGij públic 11	FER_12 CGij públic 12
V11	2	7	7	7	7	7	7	6	6	7	7	7	7
V12	3	8	9	8	9	9	8	8	8	9	9	9	9
V13	5	12	13	11	12	12	12	12	12	12	11	11	11
V14	7	15	16	13	16	13	15	16	16	13	14	14	14
V21	3	8	9	8	8	9	8	8	8	9	9	9	9
V22	1	6	6	6	7	7	6	6	6	6	6	6	6
V23	2	8	8	8	9	10	8	8	8	9	8	9	9
V24	4	12	11	11	12	11	11	13	13	12	11	12	12
V31	5	12	13	11	10	12	12	12	12	12	11	11	11
V32	2	8	8	8	8	10	8	8	8	9	8	9	9
V33	1	6	5	6	6	7	5	6	6	6	6	6	6
V34	2	8	8	8	9	9	8	9	9	9	9	9	9
V41	7	15	16	13	13	13	15	16	16	13	14	14	14
V42	4	12	11	11	11	11	11	13	13	12	11	12	12
V43	2	8	8	8	8	9	8	9	9	9	9	9	9
V44	1	5	5	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 1 + Nuclis industrials + Tarifes baixes

Generació:

Configuració 1234	Produïts'	Atrets
1	3.409.479	3.393.404
2	229.236	236.970
3	98.867	106.098
4	13.088	14.198
TOTAL	3.750.670	3.750.670

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	2,5	0,882	3.409.479	3.393.404	0,985	2.950.371	3.248.004	3.097.050	83%
V12	1	2	5	0,779	3.409.479	236.970	1,080	199.353	3.248.004	209.264	6%
V13	1	3	10	0,607	3.409.479	106.098	1,348	86.753	3.248.004	91.066	2%
V14	1	4	15	0,472	3.409.479	14.198	1,719	11.527	3.248.004	12.100	0%
V21	2	1	5	0,779	229.236	3.393.404	0,985	2.603.694	2.967.365	201.142	5%
V22	2	2	1,5	0,928	229.236	236.970	1,080	237.478	2.967.365	18.346	0%
V23	2	3	5	0,779	229.236	106.098	1,348	111.393	2.967.365	8.605	0%
V24	2	4	10	0,607	229.236	14.198	1,719	14.800	2.967.365	1.143	0%
V31	3	1	10	0,607	98.867	3.393.404	0,985	2.027.759	2.382.171	84.158	2%
V32	3	2	5	0,779	98.867	236.970	1,080	199.353	2.382.171	8.274	0%
V33	3	3	1	0,951	98.867	106.098	1,348	136.056	2.382.171	5.647	0%
V34	3	4	5	0,779	98.867	14.198	1,719	19.004	2.382.171	789	0%
V41	4	1	15	0,472	13.088	3.393.404	0,985	1.579.220	1.869.668	11.055	0%
V42	4	2	10	0,607	13.088	236.970	1,080	155.256	1.869.668	1.087	0%
V43	4	3	5	0,779	13.088	106.098	1,348	111.393	1.869.668	780	0%
V44	4	4	0,5	0,975	13.088	14.198	1,719	23.799	1.869.668	167	0%
										3.750.670	

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01 CGij públic 1	FER_02 CGij públic 2	FER_05 CGij públic 3	FER_06 CGij públic 4	FER_07 CGij públic 5	FER_08 CGij públic 6	FER_03 CGij públic 7	FER_04 CGij públic 8	FER_09 CGij públic 9	FER_10 CGij públic 10	FER_11 CGij públic 11	FER_12 CGij públic 12
V11	2	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5
V12	3	6	7	6	7	7	6	6	6	6	7	6	6
V13	5	9	10	8	10	9	9	9	9	10	9	9	9
V14	7	13	14	11	13	11	13	14	14	11	12	12	12
V21	3	6	7	6	6	7	6	6	6	6	7	6	6
V22	1	4	4	4	4	5	3	3	3	4	4	4	4
V23	2	6	6	6	7	7	6	6	6	6	6	6	6
V24	4	9	9	8	10	9	9	10	10	10	8	10	10
V31	5	9	10	8	8	9	9	9	9	10	9	9	9
V32	2	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6
V33	1	3	3	4	4	5	3	3	3	4	4	4	4
V34	2	6	6	6	7	7	6	7	7	6	6	6	6
V41	7	13	14	11	11	11	13	14	14	11	12	12	12
V42	4	9	9	8	9	9	10	10	10	10	8	10	10
V43	2	6	6	6	6	7	6	7	7	6	6	6	6
V44	1	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 1 + Centres de visitants + Tarifes altes

Generació:

Configuració 1234	Produïts'	Atrets
1	2.942.908	2.926.703
2	194.142	202.866
3	81.966	88.371
4	11.318	12.394
TOTAL	3.230.334	3.230.334

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	2,5	0,287	2.942.908	2.926.703	0,928	778.336	811.076	2.824.116	87%
V12	1	2	5	0,082	2.942.908	202.866	1,839	30.616	811.076	111.086	3%
V13	1	3	10	0,007	2.942.908	88.371	3,477	2.070	811.076	7.512	0%
V14	1	4	15	0,001	2.942.908	12.394	7,794	53	811.076	194	0%
V21	2	1	5	0,082	194.142	2.926.703	0,928	222.997	425.053	101.853	3%
V22	2	2	1,5	0,472	194.142	202.866	1,839	176.181	425.053	80.470	2%
V23	2	3	5	0,082	194.142	88.371	3,477	25.223	425.053	11.521	0%
V24	2	4	10	0,007	194.142	12.394	7,794	651	425.053	297	0%
V31	3	1	10	0,007	81.966	2.926.703	0,928	18.305	243.225	6.169	0%
V32	3	2	5	0,082	81.966	202.866	1,839	30.616	243.225	10.317	0%
V33	3	3	1	0,607	81.966	88.371	3,477	186.375	243.225	62.808	2%
V34	3	4	5	0,082	81.966	12.394	7,794	7.929	243.225	2.672	0%
V41	4	1	15	0,001	11.318	2.926.703	0,928	1.503	104.471	163	0%
V42	4	2	10	0,007	11.318	202.866	1,839	2.513	104.471	272	0%
V43	4	3	5	0,082	11.318	88.371	3,477	25.223	104.471	2.732	0%
V44	4	4	0,5	0,779	11.318	12.394	7,794	75.233	104.471	8.150	0%
										3.230.334	

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01 CGij públic 1	FER_02 CGij públic 2	FER_05 CGij públic 3	FER_06 CGij públic 4	FER_07 CGij públic 5	FER_08 CGij públic 6	FER_03 CGij públic 7	FER_04 CGij públic 8	FER_09 CGij públic 9	FER_10 CGij públic 10	FER_11 CGij públic 11	FER_12 CGij públic 12
V11	2	6	6	6	6	6	6	5	5	6	6	6	6
V12	2	7	8	7	8	8	7	7	7	7	7	7	7
V13	4	9	10	9	10	9	9	9	9	10	9	9	9
V14	5	12	13	10	13	11	12	13	13	11	11	11	11
V21	2	7	8	7	7	8	7	7	7	7	7	7	7
V22	1	5	5	5	6	6	5	5	5	5	5	5	5
V23	2	7	7	7	8	8	7	7	7	7	7	7	7
V24	3	9	9	9	10	9	9	10	10	10	9	10	10
V31	4	9	10	9	8	9	9	9	9	10	9	9	9
V32	2	7	7	7	7	8	7	7	7	7	7	7	7
V33	1	5	5	5	6	6	5	5	5	5	5	5	5
V34	2	7	7	7	8	8	7	8	8	7	7	7	7
V41	5	12	13	10	11	11	12	13	13	11	11	11	11
V42	3	9	9	9	9	9	9	10	10	10	9	10	10
V43	2	7	7	7	7	8	7	8	8	7	7	7	7
V44	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 1 + Centres de visitants + Tarifes baixes

Generació:

Configuració 1234	Produïts'	Atrets
1	2.942.908	2.926.703
2	194.142	202.866
3	81.966	88.371
4	11.318	12.394
TOTAL	3.230.334	3.230.334

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	2,5	0,287	2.942.908	2.926.703	0,928	778.336	811.076	2.824.116	87%
V12	1	2	5	0,082	2.942.908	202.866	1,839	30.616	811.076	111.086	3%
V13	1	3	10	0,007	2.942.908	88.371	3,477	2.070	811.076	7.512	0%
V14	1	4	15	0,001	2.942.908	12.394	7,794	53	811.076	194	0%
V21	2	1	5	0,082	194.142	2.926.703	0,928	222.997	425.053	101.853	3%
V22	2	2	1,5	0,472	194.142	202.866	1,839	176.181	425.053	80.470	2%
V23	2	3	5	0,082	194.142	88.371	3,477	25.223	425.053	11.521	0%
V24	2	4	10	0,007	194.142	12.394	7,794	651	425.053	297	0%
V31	3	1	10	0,007	81.966	2.926.703	0,928	18.305	243.225	6.169	0%
V32	3	2	5	0,082	81.966	202.866	1,839	30.616	243.225	10.317	0%
V33	3	3	1	0,607	81.966	88.371	3,477	186.375	243.225	62.808	2%
V34	3	4	5	0,082	81.966	12.394	7,794	7.929	243.225	2.672	0%
V41	4	1	15	0,001	11.318	2.926.703	0,928	1.503	104.471	163	0%
V42	4	2	10	0,007	11.318	202.866	1,839	2.513	104.471	272	0%
V43	4	3	5	0,082	11.318	88.371	3,477	25.223	104.471	2.732	0%
V44	4	4	0,5	0,779	11.318	12.394	7,794	75.233	104.471	8.150	0%

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01 CGij públic 1	FER_02 CGij públic 2	FER_05 CGij públic 3	FER_06 CGij públic 4	FER_07 CGij públic 5	FER_08 CGij públic 6	FER_03 CGij públic 7	FER_04 CGij públic 8	FER_09 CGij públic 9	FER_10 CGij públic 10	FER_11 CGij públic 11	FER_12 CGij públic 12
V11	2	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4
V12	2	5	6	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5
V13	4	7	8	6	8	7	7	7	7	7	7	7	7
V14	5	10	11	8	10	9	10	10	10	8	9	9	9
V21	2	5	6	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5
V22	1	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3
V23	2	5	5	5	5	6	4	5	5	5	5	5	5
V24	3	7	7	6	8	7	7	8	8	7	7	7	7
V31	4	7	8	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7
V32	2	5	5	5	4	6	4	5	5	5	5	5	5
V33	1	3	3	3	3	4	2	3	3	3	3	3	3
V34	2	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
V41	5	10	11	8	9	9	10	10	10	8	9	9	9
V42	3	7	7	6	7	7	7	8	8	7	7	7	7
V43	2	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
V44	0	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 1 + Centres regionals+ Tarifes altes

Generació:

Configuració 1234	Produïts'	Atrets
1	3.148.000	3.130.990
2	206.122	215.069
3	87.670	94.585
4	11.887	13.037
TOTAL	3.453.680	3.453.680

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	2,5	0,779	3.148.000	3.130.990	0,975	2.377.258	2.599.137	2.879.266	83%
V12	1	2	5	0,607	3.148.000	215.069	1,166	152.138	2.599.137	184.265	5%
V13	1	3	10	0,368	3.148.000	94.585	1,768	61.527	2.599.137	74.520	2%
V14	1	4	15	0,223	3.148.000	13.037	2,824	8.214	2.599.137	9.949	0%
V21	2	1	5	0,607	206.122	3.130.990	0,975	1.851.410	2.182.288	174.870	5%
V22	2	2	1,5	0,861	206.122	215.069	1,166	215.894	2.182.288	20.392	1%
V23	2	3	5	0,607	206.122	94.585	1,768	101.441	2.182.288	9.581	0%
V24	2	4	10	0,368	206.122	13.037	2,824	13.543	2.182.288	1.279	0%
V31	3	1	10	0,368	87.670	3.130.990	0,975	1.122.937	1.448.736	67.955	2%
V32	3	2	5	0,607	87.670	215.069	1,166	152.138	1.448.736	9.207	0%
V33	3	3	1	0,905	87.670	94.585	1,768	151.333	1.448.736	9.158	0%
V34	3	4	5	0,607	87.670	13.037	2,824	22.329	1.448.736	1.351	0%
V41	4	1	15	0,223	11.887	3.130.990	0,975	681.096	909.832	8.898	0%
V42	4	2	10	0,368	11.887	215.069	1,166	92.276	909.832	1.206	0%
V43	4	3	5	0,607	11.887	94.585	1,768	101.441	909.832	1.325	0%
V44	4	4	0,5	0,951	11.887	13.037	2,824	35.019	909.832	458	0%
										3.453.680	

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01 CGij públic 1	FER_02 CGij públic 2	FER_05 CGij públic 3	FER_06 CGij públic 4	FER_07 CGij públic 5	FER_08 CGij públic 6	FER_03 CGij públic 7	FER_04 CGij públic 8	FER_09 CGij públic 9	FER_10 CGij públic 10	FER_11 CGij públic 11	FER_12 CGij públic 12
V11	2	7	7	7	7	7	7	6	6	7	7	7	7
V12	3	8	9	8	9	9	8	8	8	9	9	9	9
V13	5	12	13	11	12	12	12	12	12	12	11	11	11
V14	7	15	16	13	16	13	15	16	16	13	14	14	14
V21	3	8	9	8	8	9	8	8	8	9	9	9	9
V22	1	6	6	6	7	7	6	6	6	6	6	6	6
V23	2	8	8	8	9	10	8	8	8	9	8	9	9
V24	4	12	11	11	12	11	11	13	13	12	11	12	12
V31	5	12	13	11	10	12	12	12	12	12	11	11	11
V32	2	8	8	8	8	10	8	8	8	9	8	9	9
V33	1	6	5	6	6	7	5	6	6	6	6	6	6
V34	2	8	8	8	9	9	8	9	9	9	9	9	9
V41	7	15	16	13	13	13	15	16	16	13	14	14	14
V42	4	12	11	11	11	11	11	13	13	12	11	12	12
V43	2	8	8	8	8	9	8	9	9	9	9	9	9
V44	1	5	5	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 1 + Centres regionals+ Tarifes baixes

Generació:

Configuració 1234	Produïts'	Atrets
1	3.148.000	3.130.990
2	206.122	215.069
3	87.670	94.585
4	11.887	13.037
TOTAL	3.453.680	3.453.680

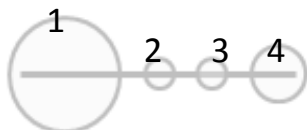
Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	2,5	0,779	3.148.000	3.130.990	0,975	2.377.258	2.599.137	2.879.266	83%
V12	1	2	5	0,607	3.148.000	215.069	1,166	152.138	2.599.137	184.265	5%
V13	1	3	10	0,368	3.148.000	94.585	1,768	61.527	2.599.137	74.520	2%
V14	1	4	15	0,223	3.148.000	13.037	2,824	8.214	2.599.137	9.949	0%
V21	2	1	5	0,607	206.122	3.130.990	0,975	1.851.410	2.182.288	174.870	5%
V22	2	2	1,5	0,861	206.122	215.069	1,166	215.894	2.182.288	20.392	1%
V23	2	3	5	0,607	206.122	94.585	1,768	101.441	2.182.288	9.581	0%
V24	2	4	10	0,368	206.122	13.037	2,824	13.543	2.182.288	1.279	0%
V31	3	1	10	0,368	87.670	3.130.990	0,975	1.122.937	1.448.736	67.955	2%
V32	3	2	5	0,607	87.670	215.069	1,166	152.138	1.448.736	9.207	0%
V33	3	3	1	0,905	87.670	94.585	1,768	151.333	1.448.736	9.158	0%
V34	3	4	5	0,607	87.670	13.037	2,824	22.329	1.448.736	1.351	0%
V41	4	1	15	0,223	11.887	3.130.990	0,975	681.096	909.832	8.898	0%
V42	4	2	10	0,368	11.887	215.069	1,166	92.276	909.832	1.206	0%
V43	4	3	5	0,607	11.887	94.585	1,768	101.441	909.832	1.325	0%
V44	4	4	0,5	0,951	11.887	13.037	2,824	35.019	909.832	458	0%
										3.453.680	

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01 CGij públic 1	FER_02 CGij públic 2	FER_05 CGij públic 3	FER_06 CGij públic 4	FER_07 CGij públic 5	FER_08 CGij públic 6	FER_03 CGij públic 7	FER_04 CGij públic 8	FER_09 CGij públic 9	FER_10 CGij públic 10	FER_11 CGij públic 11	FER_12 CGij públic 12
V11	2	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5
V12	3	6	7	6	7	7	6	6	6	6	7	6	6
V13	5	9	10	8	10	9	9	9	9	10	9	9	9
V14	7	13	14	11	13	11	13	14	14	11	12	12	12
V21	3	6	7	6	6	7	6	6	6	6	7	6	6
V22	1	4	4	4	4	5	3	3	3	4	4	4	4
V23	2	6	6	6	7	7	6	6	6	6	6	6	6
V24	4	9	9	8	10	9	9	10	10	10	8	10	10
V31	5	9	10	8	8	9	9	9	9	10	9	9	9
V32	2	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6
V33	1	3	3	4	4	5	3	3	3	4	4	4	4
V34	2	6	6	6	7	7	6	7	7	6	6	6	6
V41	7	13	14	11	11	11	13	14	14	11	12	12	12
V42	4	9	9	8	9	9	9	10	10	10	8	10	10
V43	2	6	6	6	6	7	6	7	7	6	6	6	6
V44	1	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà



Esquema espacial 2 + Nuclis nacionals + Tarifes altes

Generació:

Configuració 1234	Produïts'	Atrets
1	3.412.760	3.393.372
2	96.521	103.468
3	96.521	103.468
4	977.233	982.727
TOTAL	4.583.035	4.583.035

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	2,5	0,882	3.412.760	3.393.372	0,947	2.835.021	3.552.192	2.723.739	59%
V12	1	2	5	0,779	3.412.760	103.468	0,986	79.429	3.552.192	76.311	2%
V13	1	3	10	0,607	3.412.760	103.468	1,098	68.918	3.552.192	66.213	1%
V14	1	4	15	0,472	3.412.760	982.727	1,225	568.824	3.552.192	546.496	12%
V21	2	1	5	0,779	96.521	3.393.372	0,947	2.501.897	3.417.789	70.656	2%
V22	2	2	1	0,951	96.521	103.468	0,986	97.015	3.417.789	2.740	0%
V23	2	3	5	0,779	96.521	103.468	1,098	88.493	3.417.789	2.499	0%
V24	2	4	10	0,607	96.521	982.727	1,225	730.385	3.417.789	20.627	0%
V31	3	1	10	0,607	96.521	3.393.372	0,947	1.948.479	3.073.826	61.184	1%
V32	3	2	5	0,779	96.521	103.468	0,986	79.429	3.073.826	2.494	0%
V33	3	3	1	0,951	96.521	103.468	1,098	108.085	3.073.826	3.394	0%
V34	3	4	5	0,779	96.521	982.727	1,225	937.832	3.073.826	29.449	1%
V41	4	1	15	0,472	977.233	3.393.372	0,947	1.517.477	2.757.435	537.793	12%
V42	4	2	10	0,607	977.233	103.468	0,986	61.859	2.757.435	21.923	0%
V43	4	3	5	0,779	977.233	103.468	1,098	88.493	2.757.435	31.362	1%
V44	4	4	2	0,905	977.233	982.727	1,225	1.089.606	2.757.435	386.155	8%
										4.583.035	

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01 CGij públic 1	FER_02 CGij públic 2	FER_05 CGij públic 3	FER_06 CGij públic 4	FER_07 CGij públic 5	FER_08 CGij públic 6	FER_03 CGij públic 7	FER_04 CGij públic 8	FER_09 CGij públic 9	FER_10 CGij públic 10	FER_11 CGij públic 11	FER_12 CGij públic 12
V11	3	8	10	9	9	9	9	8	8	9	9	10	10
V12	4	11	13	11	12	12	11	11	10	11	12	12	12
V13	7	16	18	14	17	16	16	17	16	16	15	16	16
V14	10	21	23	18	22	19	21	24	22	18	19	19	19
V21	4	11	13	11	11	12	11	11	10	11	12	12	12
V22	1	7	7	7	8	9	6	7	6	7	7	8	8
V23	3	11	11	11	12	13	10	12	11	11	11	12	12
V24	6	16	16	14	17	15	15	18	17	16	15	15	15
V31	7	16	18	14	14	16	16	17	16	16	15	16	16
V32	3	11	11	11	10	13	10	12	11	11	11	12	12
V33	1	7	7	7	8	9	6	7	7	7	7	8	8
V34	3	11	11	11	12	12	10	12	12	11	11	12	12
V41	10	21	23	18	19	19	21	24	22	18	19	19	19
V42	6	16	16	14	15	15	15	18	17	16	15	15	15
V43	3	11	11	11	11	12	10	12	12	11	11	12	12
V44	1	7	7	8	8	8	8	8	9	8	8	9	9

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 2 + Nuclis nacionals + Tarifes baixes

Generació:

Configuració 1234	Produïts'	Atrets
1	3.412.760	3.393.372
2	96.521	103.468
3	96.521	103.468
4	977.233	982.727
TOTAL	4.583.035	4.583.035

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	2,5	0,882	3.412.760	3.393.372	0,947	2.835.021	3.552.192	2.723.739	59%
V12	1	2	5	0,779	3.412.760	103.468	0,986	79.429	3.552.192	76.311	2%
V13	1	3	10	0,607	3.412.760	103.468	1,098	68.918	3.552.192	66.213	1%
V14	1	4	15	0,472	3.412.760	982.727	1,225	568.824	3.552.192	546.496	12%
V21	2	1	5	0,779	96.521	3.393.372	0,947	2.501.897	3.417.789	70.656	2%
V22	2	2	1	0,951	96.521	103.468	0,986	97.015	3.417.789	2.740	0%
V23	2	3	5	0,779	96.521	103.468	1,098	88.493	3.417.789	2.499	0%
V24	2	4	10	0,607	96.521	982.727	1,225	730.385	3.417.789	20.627	0%
V31	3	1	10	0,607	96.521	3.393.372	0,947	1.948.479	3.073.826	61.184	1%
V32	3	2	5	0,779	96.521	103.468	0,986	79.429	3.073.826	2.494	0%
V33	3	3	1	0,951	96.521	103.468	1,098	108.085	3.073.826	3.394	0%
V34	3	4	5	0,779	96.521	982.727	1,225	937.832	3.073.826	29.449	1%
V41	4	1	15	0,472	977.233	3.393.372	0,947	1.517.477	2.757.435	537.793	12%
V42	4	2	10	0,607	977.233	103.468	0,986	61.859	2.757.435	21.923	0%
V43	4	3	5	0,779	977.233	103.468	1,098	88.493	2.757.435	31.362	1%
V44	4	4	2	0,905	977.233	982.727	1,225	1.089.606	2.757.435	386.155	8%
										4.583.035	

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01	FER_02	FER_05	FER_06	FER_07	FER_08	FER_03	FER_04	FER_09	FER_10	FER_11	FER_12
		CGij públic 1	CGij públic 2	CGij públic 3	CGij públic 4	CGij públic 5	CGij públic 6	CGij públic 7	CGij públic 8	CGij públic 9	CGij públic 10	CGij públic 11	CGij públic 12
V11	3	6	7	7	7	6	7	6	6	7	8	8	8
V12	4	9	10	9	9	10	9	9	8	9	10	10	10
V13	7	14	15	12	14	14	14	14	14	14	13	13	13
V14	10	19	20	16	19	16	19	22	20	16	17	16	16
V21	4	9	10	9	9	10	9	9	8	9	10	10	10
V22	1	5	4	5	5	7	4	5	4	5	5	6	6
V23	3	9	8	9	9	11	8	9	9	9	8	10	10
V24	6	14	13	12	14	13	13	15	15	14	12	13	13
V31	7	14	15	12	11	14	14	14	14	14	13	13	13
V32	3	9	8	9	8	11	8	9	9	9	8	10	10
V33	1	5	4	5	5	7	4	5	5	5	5	6	6
V34	3	9	8	9	9	10	8	10	10	9	9	10	10
V41	10	19	20	16	16	16	19	22	20	16	17	16	16
V42	6	14	13	12	13	13	13	15	15	14	12	13	13
V43	3	9	8	9	8	10	8	10	10	9	9	10	10
V44	1	5	5	6	6	5	6	6	7	6	6	7	7

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 2 + Nuclis de recerca + Tarifes altes

Generació:

Configuració 1234	Productes'	Atrets
1	3.574.520	3.554.091
2	101.909	109.453
3	101.909	109.453
4	1.025.602	1.030.943
TOTAL	4.803.940	4.803.940

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	2,5	0,882	3.574.520	3.554.091	0,947	2.969.336	3.722.685	2.851.155	59%
V12	1	2	5	0,779	3.574.520	109.453	0,986	84.010	3.722.685	80.666	2%
V13	1	3	10	0,607	3.574.520	109.453	1,098	72.879	3.722.685	69.978	1%
V14	1	4	15	0,472	3.574.520	1.030.943	1,225	596.460	3.722.685	572.721	12%
V21	2	1	5	0,779	101.909	3.554.091	0,947	2.620.430	3.582.488	74.542	2%
V22	2	2	1	0,951	101.909	109.453	0,986	102.610	3.582.488	2.919	0%
V23	2	3	5	0,779	101.909	109.453	1,098	93.578	3.582.488	2.662	0%
V24	2	4	10	0,607	101.909	1.030.943	1,225	765.870	3.582.488	21.786	0%
V31	3	1	10	0,607	101.909	3.554.091	0,947	2.040.793	3.222.496	64.538	1%
V32	3	2	5	0,779	101.909	109.453	0,986	84.010	3.222.496	2.657	0%
V33	3	3	1	0,951	101.909	109.453	1,098	114.297	3.222.496	3.615	0%
V34	3	4	5	0,779	101.909	1.030.943	1,225	983.397	3.222.496	31.099	1%
V41	4	1	15	0,472	1.025.602	3.554.091	0,947	1.589.371	2.890.920	563.856	12%
V42	4	2	10	0,607	1.025.602	109.453	0,986	65.427	2.890.920	23.211	0%
V43	4	3	5	0,779	1.025.602	109.453	1,098	93.578	2.890.920	33.198	1%
V44	4	4	2	0,905	1.025.602	1.030.943	1,225	1.142.544	2.890.920	405.337	8%
										4.803.940	

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01	FER_02	FER_05	FER_06	FER_07	FER_08	FER_03	FER_04	FER_09	FER_10	FER_11	FER_12
		CGij públic 1	CGij públic 2	CGij públic 3	CGij públic 4	CGij públic 5	CGij públic 6	CGij públic 7	CGij públic 8	CGij públic 9	CGij públic 10	CGij públic 11	CGij públic 12
V11	3	8	10	9	9	9	9	8	8	9	9	10	10
V12	4	11	13	11	12	12	11	11	10	11	12	12	12
V13	7	16	18	14	17	16	16	17	16	16	15	16	16
V14	10	21	23	18	22	19	21	24	22	18	19	19	19
V21	4	11	13	11	11	12	11	11	10	11	12	12	12
V22	1	7	7	7	8	9	6	7	6	7	7	8	8
V23	3	11	11	11	12	13	10	12	11	11	11	12	12
V24	6	16	16	14	17	15	15	18	17	16	15	15	15
V31	7	16	18	14	14	16	16	17	16	16	15	16	16
V32	3	11	11	11	10	13	10	12	11	11	11	12	12
V33	1	7	7	7	8	9	6	7	7	7	7	8	8
V34	3	11	11	11	12	12	10	12	12	11	11	12	12
V41	10	21	23	18	19	19	21	24	22	18	19	19	19
V42	6	16	16	14	15	15	15	18	17	16	15	15	15
V43	3	11	11	11	11	12	10	12	12	11	11	12	12
V44	1	7	7	8	8	8	8	8	9	8	8	9	9

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 2 + Nuclis de recerca + Tarifes baixes

Generació:

Configuració 1234	Produïts'	Atrets
1	3.574.520	3.554.091
2	101.909	109.453
3	101.909	109.453
4	1.025.602	1.030.943
TOTAL	4.803.940	4.803.940

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	2,5	0,882	3.574.520	3.554.091	0,947	2.969.336	3.722.685	2.851.155	59%
V12	1	2	5	0,779	3.574.520	109.453	0,986	84.010	3.722.685	80.666	2%
V13	1	3	10	0,607	3.574.520	109.453	1,098	72.879	3.722.685	69.978	1%
V14	1	4	15	0,472	3.574.520	1.030.943	1,225	596.460	3.722.685	572.721	12%
V21	2	1	5	0,779	101.909	3.554.091	0,947	2.620.430	3.582.488	74.542	2%
V22	2	2	1	0,951	101.909	109.453	0,986	102.610	3.582.488	2.919	0%
V23	2	3	5	0,779	101.909	109.453	1,098	93.578	3.582.488	2.662	0%
V24	2	4	10	0,607	101.909	1.030.943	1,225	765.870	3.582.488	21.786	0%
V31	3	1	10	0,607	101.909	3.554.091	0,947	2.040.793	3.222.496	64.538	1%
V32	3	2	5	0,779	101.909	109.453	0,986	84.010	3.222.496	2.657	0%
V33	3	3	1	0,951	101.909	109.453	1,098	114.297	3.222.496	3.615	0%
V34	3	4	5	0,779	101.909	1.030.943	1,225	983.397	3.222.496	31.099	1%
V41	4	1	15	0,472	1.025.602	3.554.091	0,947	1.589.371	2.890.920	563.856	12%
V42	4	2	10	0,607	1.025.602	109.453	0,986	65.427	2.890.920	23.211	0%
V43	4	3	5	0,779	1.025.602	109.453	1,098	93.578	2.890.920	33.198	1%
V44	4	4	2	0,905	1.025.602	1.030.943	1,225	1.142.544	2.890.920	405.337	8%
										4.803.940	

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01 CGij públic 1	FER_02 CGij públic 2	FER_05 CGij públic 3	FER_06 CGij públic 4	FER_07 CGij públic 5	FER_08 CGij públic 6	FER_03 CGij públic 7	FER_04 CGij públic 8	FER_09 CGij públic 9	FER_10 CGij públic 10	FER_11 CGij públic 11	FER_12 CGij públic 12
V11	3	6	7	7	7	6	7	6	6	7	7	8	8
V12	4	9	10	9	9	10	9	9	8	9	10	10	10
V13	7	14	15	12	14	14	14	14	14	14	13	13	13
V14	10	19	20	16	19	16	19	22	20	16	17	16	16
V21	4	9	10	9	9	10	9	9	8	9	10	10	10
V22	1	5	4	5	5	7	4	5	4	5	5	6	6
V23	3	9	8	9	9	11	8	9	9	9	8	10	10
V24	6	14	13	12	14	13	13	15	15	14	12	13	13
V31	7	14	15	12	11	14	14	14	14	14	13	13	13
V32	3	9	8	9	8	11	8	9	9	9	8	10	10
V33	1	5	4	5	5	7	4	5	5	5	5	6	6
V34	3	9	8	9	9	10	8	10	10	9	9	10	10
V41	10	19	20	16	16	16	19	22	20	16	17	16	16
V42	6	14	13	12	13	13	13	15	15	14	12	13	13
V43	3	9	8	9	8	10	8	10	10	9	9	10	10
V44	1	5	5	6	6	5	6	6	7	6	6	7	7

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 2 + Nuclis industrials + Tarifes altes

Generació:

Configuració 1234	Produïts'	Atrets
1	3.411.702	3.393.404
2	98.931	106.098
3	98.931	106.098
4	986.050	990.016
TOTAL	4.595.615	4.595.615

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	2,5	0,882	3.411.702	3.393.404	0,947	2.835.300	3.559.151	2.717.839	59%
V12	1	2	5	0,779	3.411.702	106.098	0,985	81.398	3.559.151	78.026	2%
V13	1	3	10	0,607	3.411.702	106.098	1,097	70.566	3.559.151	67.643	1%
V14	1	4	15	0,472	3.411.702	990.016	1,223	571.887	3.559.151	548.195	12%
V21	2	1	5	0,779	98.931	3.393.404	0,947	2.502.144	3.426.490	72.243	2%
V22	2	2	1	0,951	98.931	106.098	0,985	99.420	3.426.490	2.871	0%
V23	2	3	5	0,779	98.931	106.098	1,097	90.609	3.426.490	2.616	0%
V24	2	4	10	0,607	98.931	990.016	1,223	734.317	3.426.490	21.202	0%
V31	3	1	10	0,607	98.931	3.393.404	0,947	1.948.671	3.083.621	62.519	1%
V32	3	2	5	0,779	98.931	106.098	0,985	81.398	3.083.621	2.611	0%
V33	3	3	1	0,951	98.931	106.098	1,097	110.670	3.083.621	3.551	0%
V34	3	4	5	0,779	98.931	990.016	1,223	942.882	3.083.621	30.250	1%
V41	4	1	15	0,472	986.050	3.393.404	0,947	1.517.627	2.767.101	540.803	12%
V42	4	2	10	0,607	986.050	106.098	0,985	63.393	2.767.101	22.590	0%
V43	4	3	5	0,779	986.050	106.098	1,097	90.609	2.767.101	32.288	1%
V44	4	4	2	0,905	986.050	990.016	1,223	1.095.472	2.767.101	390.369	8%
										4.595.615	

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01 CGij públic 1	FER_02 CGij públic 2	FER_05 CGij públic 3	FER_06 CGij públic 4	FER_07 CGij públic 5	FER_08 CGij públic 6	FER_03 CGij públic 7	FER_04 CGij públic 8	FER_09 CGij públic 9	FER_10 CGij públic 10	FER_11 CGij públic 11	FER_12 CGij públic 12
V11	2	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	8	8
V12	3	8	9	8	9	9	8	8	8	9	9	9	9
V13	5	12	13	11	12	12	12	12	12	12	11	11	11
V14	7	15	16	13	15	13	15	17	16	13	14	13	13
V21	3	8	9	8	8	9	8	8	8	9	9	9	9
V22	1	6	5	6	6	7	5	6	5	6	6	7	7
V23	2	8	8	8	9	10	8	9	8	9	8	9	9
V24	4	12	11	11	12	11	11	13	13	12	11	11	11
V31	5	12	13	11	10	12	12	12	12	12	11	11	11
V32	2	8	8	8	8	10	8	9	8	9	8	9	9
V33	1	6	5	6	6	7	5	6	6	6	6	7	7
V34	2	8	8	8	9	9	8	9	9	9	9	9	9
V41	7	15	16	13	13	13	15	17	16	13	14	13	13
V42	4	12	11	11	11	11	11	13	13	12	11	11	11
V43	2	8	8	8	8	9	8	9	9	9	9	9	9
V44	1	6	6	7	6	6	6	7	7	6	6	7	7

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 2 + Nuclis industrials + Tarifes baixes

Generació:

Configuració 1234	Produïts'	Atrets
1	3.411.702	3.393.404
2	98.931	106.098
3	98.931	106.098
4	986.050	990.016
TOTAL	4.595.615	4.595.615

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	2,5	0,882	3.411.702	3.393.404	0,947	2.835.300	3.559.151	2.717.839	59%
V12	1	2	5	0,779	3.411.702	106.098	0,985	81.398	3.559.151	78.026	2%
V13	1	3	10	0,607	3.411.702	106.098	1,097	70.566	3.559.151	67.643	1%
V14	1	4	15	0,472	3.411.702	990.016	1,223	571.887	3.559.151	548.195	12%
V21	2	1	5	0,779	98.931	3.393.404	0,947	2.502.144	3.426.490	72.243	2%
V22	2	2	1	0,951	98.931	106.098	0,985	99.420	3.426.490	2.871	0%
V23	2	3	5	0,779	98.931	106.098	1,097	90.609	3.426.490	2.616	0%
V24	2	4	10	0,607	98.931	990.016	1,223	734.317	3.426.490	21.202	0%
V31	3	1	10	0,607	98.931	3.393.404	0,947	1.948.671	3.083.621	62.519	1%
V32	3	2	5	0,779	98.931	106.098	0,985	81.398	3.083.621	2.611	0%
V33	3	3	1	0,951	98.931	106.098	1,097	110.670	3.083.621	3.551	0%
V34	3	4	5	0,779	98.931	990.016	1,223	942.882	3.083.621	30.250	1%
V41	4	1	15	0,472	986.050	3.393.404	0,947	1.517.627	2.767.101	540.803	12%
V42	4	2	10	0,607	986.050	106.098	0,985	63.393	2.767.101	22.590	0%
V43	4	3	5	0,779	986.050	106.098	1,097	90.609	2.767.101	32.288	1%
V44	4	4	2	0,905	986.050	990.016	1,223	1.095.472	2.767.101	390.369	8%
										4.595.615	

Repartment modal:

Vij	CGij privat	FER_01 CGij públic 1	FER_02 CGij públic 2	FER_05 CGij públic 3	FER_06 CGij públic 4	FER_07 CGij públic 5	FER_08 CGij públic 6	FER_03 CGij públic 7	FER_04 CGij públic 8	FER_09 CGij públic 9	FER_10 CGij públic 10	FER_11 CGij públic 11	FER_12 CGij públic 12
V11	2	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5
V12	3	6	7	6	7	7	6	6	6	6	7	7	7
V13	5	9	10	8	10	9	9	10	9	10	9	9	9
V14	7	13	14	11	13	11	13	15	14	11	12	11	11
V21	3	6	7	6	6	7	6	6	6	6	7	7	7
V22	1	3	3	4	4	5	3	3	3	4	4	4	4
V23	2	6	6	6	7	7	6	6	6	6	6	7	7
V24	4	9	9	8	10	9	9	11	10	10	8	9	9
V31	5	9	10	8	8	9	9	10	9	10	9	9	9
V32	2	6	6	6	5	7	6	6	6	6	6	7	7
V33	1	3	3	4	4	5	3	4	3	4	4	4	4
V34	2	6	6	6	7	7	6	7	7	6	6	7	7
V41	7	13	14	11	11	11	13	15	14	11	12	11	11
V42	4	9	9	8	9	9	9	11	10	10	8	9	9
V43	2	6	6	6	6	7	6	7	7	6	6	7	7
V44	1	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	5

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 2 + Centres de visitants + Tarifes altes

Generació:

Configuració 1234	Produïts'	Atrets
1	2.947.004	2.926.703
2	82.080	88.371
3	82.080	88.371
4	841.913	849.634
TOTAL	3.953.078	3.953.078

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	2,5	0,287	2.947.004	2.926.703	0,937	785.581	802.392	2.885.260	73%
V12	1	2	5	0,082	2.947.004	88.371	2,067	14.994	802.392	55.069	1%
V13	1	3	10	0,007	2.947.004	88.371	2,177	1.296	802.392	4.760	0%
V14	1	4	15	0,001	2.947.004	849.634	1,109	521	802.392	1.914	0%
V21	2	1	5	0,082	82.080	2.926.703	0,937	225.073	358.003	51.603	1%
V22	2	2	1	0,607	82.080	88.371	2,067	110.790	358.003	25.401	1%
V23	2	3	5	0,082	82.080	88.371	2,177	15.790	358.003	3.620	0%
V24	2	4	10	0,007	82.080	849.634	1,109	6.350	358.003	1.456	0%
V31	3	1	10	0,007	82.080	2.926.703	0,937	18.475	227.504	6.666	0%
V32	3	2	5	0,082	82.080	88.371	2,067	14.994	227.504	5.410	0%
V33	3	3	1	0,607	82.080	88.371	2,177	116.674	227.504	42.094	1%
V34	3	4	5	0,082	82.080	849.634	1,109	77.361	227.504	27.911	1%
V41	4	1	15	0,001	841.913	2.926.703	0,937	1.517	365.247	3.496	0%
V42	4	2	10	0,007	841.913	88.371	2,067	1.231	365.247	2.837	0%
V43	4	3	5	0,082	841.913	88.371	2,177	15.790	365.247	36.397	1%
V44	4	4	2	0,368	841.913	849.634	1,109	346.709	365.247	799.183	20%
										3.953.078	

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01 CGij públic 1	FER_02 CGij públic 2	FER_05 CGij públic 3	FER_06 CGij públic 4	FER_07 CGij públic 5	FER_08 CGij públic 6	FER_03 CGij públic 7	FER_04 CGij públic 8	FER_09 CGij públic 9	FER_10 CGij públic 10	FER_11 CGij públic 11	FER_12 CGij públic 12
V11	2	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6
V12	2	7	8	7	7	8	7	7	7	7	7	8	8
V13	4	9	10	9	10	9	9	10	9	10	9	9	9
V14	5	12	13	10	12	11	12	13	13	11	11	11	11
V21	2	7	8	7	7	8	7	7	7	7	7	8	8
V22	1	5	5	5	5	6	5	5	5	5	5	6	6
V23	2	7	7	7	7	8	7	7	7	7	7	8	8
V24	3	9	9	9	10	9	9	10	10	10	9	9	9
V31	4	9	10	9	8	9	9	10	9	10	9	9	9
V32	2	7	7	7	7	8	7	7	7	7	7	8	8
V33	1	5	5	5	5	6	5	5	5	5	5	6	6
V34	2	7	7	7	7	8	7	7	8	7	7	7	7
V41	5	12	13	10	11	11	12	13	13	11	11	11	11
V42	3	9	9	9	9	9	9	10	10	10	9	9	9
V43	2	7	7	7	7	8	7	7	8	7	7	7	7
V44	1	5	5	6	6	5	5	6	6	5	5	6	6

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 2 + Centres de visitants + Tarifes baixes

Generació:

Configuració 1234	Produïts'	Atrets
1	2.947.004	2.926.703
2	82.080	88.371
3	82.080	88.371
4	841.913	849.634
TOTAL	3.953.078	3.953.078

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	2,5	0,287	2.947.004	2.926.703	0,937	785.581	802.392	2.885.260	73%
V12	1	2	5	0,082	2.947.004	88.371	2,067	14.994	802.392	55.069	1%
V13	1	3	10	0,007	2.947.004	88.371	2,177	1.296	802.392	4.760	0%
V14	1	4	15	0,001	2.947.004	849.634	1,109	521	802.392	1.914	0%
V21	2	1	5	0,082	82.080	2.926.703	0,937	225.073	358.003	51.603	1%
V22	2	2	1	0,607	82.080	88.371	2,067	110.790	358.003	25.401	1%
V23	2	3	5	0,082	82.080	88.371	2,177	15.790	358.003	3.620	0%
V24	2	4	10	0,007	82.080	849.634	1,109	6.350	358.003	1.456	0%
V31	3	1	10	0,007	82.080	2.926.703	0,937	18.475	227.504	6.666	0%
V32	3	2	5	0,082	82.080	88.371	2,067	14.994	227.504	5.410	0%
V33	3	3	1	0,607	82.080	88.371	2,177	116.674	227.504	42.094	1%
V34	3	4	5	0,082	82.080	849.634	1,109	77.361	227.504	27.911	1%
V41	4	1	15	0,001	841.913	2.926.703	0,937	1.517	365.247	3.496	0%
V42	4	2	10	0,007	841.913	88.371	2,067	1.231	365.247	2.837	0%
V43	4	3	5	0,082	841.913	88.371	2,177	15.790	365.247	36.397	1%
V44	4	4	2	0,368	841.913	849.634	1,109	346.709	365.247	799.183	20%
										3.953.078	

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01 CGij públic 1	FER_02 CGij públic 2	FER_05 CGij públic 3	FER_06 CGij públic 4	FER_07 CGij públic 5	FER_08 CGij públic 6	FER_03 CGij públic 7	FER_04 CGij públic 8	FER_09 CGij públic 9	FER_10 CGij públic 10	FER_11 CGij públic 11	FER_12 CGij públic 12
V11	2	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4
V12	2	5	6	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5
V13	4	7	8	6	8	7	7	8	7	7	7	7	7
V14	5	10	11	8	10	9	10	11	10	8	9	9	9
V21	2	5	6	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5
V22	1	3	3	3	3	4	2	3	2	3	3	3	3
V23	2	5	5	5	5	6	4	5	5	5	5	5	5
V24	3	7	7	6	8	7	7	8	8	7	7	7	7
V31	4	7	8	6	6	7	7	8	7	7	7	7	7
V32	2	5	5	5	4	6	4	5	5	5	5	5	5
V33	1	3	3	3	3	4	2	3	3	3	3	3	3
V34	2	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
V41	5	10	11	8	9	9	10	11	10	8	9	9	9
V42	3	7	7	6	7	7	7	8	8	7	7	7	7
V43	2	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
V44	1	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 2 + Centres regionals+ Tarifes altes

Generació:

Configuració 1234	Produïts'	Atrets
1	3.151.792	3.130.990
2	87.776	94.585
3	87.776	94.585
4	898.060	905.245
TOTAL	4.225.404	4.225.404

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	2,5	0,779	3.151.792	3.130.990	0,916	2.233.378	2.612.855	2.694.043	64%
V12	1	2	5	0,607	3.151.792	94.585	1,021	58.580	2.612.855	70.663	2%
V13	1	3	10	0,368	3.151.792	94.585	1,227	42.698	2.612.855	51.505	1%
V14	1	4	15	0,223	3.151.792	905.245	1,377	278.199	2.612.855	335.581	8%
V21	2	1	5	0,607	87.776	3.130.990	0,916	1.739.357	2.355.817	64.807	2%
V22	2	2	1	0,905	87.776	94.585	1,021	87.391	2.355.817	3.256	0%
V23	2	3	5	0,607	87.776	94.585	1,227	70.397	2.355.817	2.623	0%
V24	2	4	10	0,368	87.776	905.245	1,377	458.673	2.355.817	17.090	0%
V31	3	1	10	0,368	87.776	3.130.990	0,916	1.054.973	1.974.796	46.892	1%
V32	3	2	5	0,607	87.776	94.585	1,021	58.580	1.974.796	2.604	0%
V33	3	3	1	0,905	87.776	94.585	1,227	105.020	1.974.796	4.668	0%
V34	3	4	5	0,607	87.776	905.245	1,377	756.223	1.974.796	33.613	1%
V41	4	1	15	0,223	898.060	3.130.990	0,916	639.874	1.766.596	325.284	8%
V42	4	2	10	0,368	898.060	94.585	1,021	35.530	1.766.596	18.062	0%
V43	4	3	5	0,607	898.060	94.585	1,227	70.397	1.766.596	35.787	1%
V44	4	4	2	0,819	898.060	905.245	1,377	1.020.794	1.766.596	518.927	12%
										4.225.404	

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01 CGij públic 1	FER_02 CGij públic 2	FER_05 CGij públic 3	FER_06 CGij públic 4	FER_07 CGij públic 5	FER_08 CGij públic 6	FER_03 CGij públic 7	FER_04 CGij públic 8	FER_09 CGij públic 9	FER_10 CGij públic 10	FER_11 CGij públic 11	FER_12 CGij públic 12
V11	2	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	8	8
V12	3	8	9	8	9	9	8	8	8	9	9	9	9
V13	5	12	13	11	12	12	12	12	12	12	11	11	11
V14	7	15	16	13	15	13	15	17	16	13	14	13	13
V21	3	8	9	8	8	9	8	8	8	9	9	9	9
V22	1	6	5	6	6	7	5	6	5	6	6	7	7
V23	2	8	8	8	9	10	8	9	8	9	8	9	9
V24	4	12	11	11	12	11	11	13	13	12	11	11	11
V31	5	12	13	11	10	12	12	12	12	12	11	11	11
V32	2	8	8	8	8	10	8	9	8	9	8	9	9
V33	1	6	5	6	6	7	5	6	6	6	6	7	7
V34	2	8	8	8	9	9	8	9	9	9	9	9	9
V41	7	15	16	13	13	13	15	17	16	13	14	13	13
V42	4	12	11	11	11	11	11	13	13	12	11	11	11
V43	2	8	8	8	8	9	8	9	9	9	9	9	9
V44	1	6	6	7	6	6	6	7	7	6	6	7	7

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 2 + Centres regionals+ Tarifes baixes

Generació:

Configuració 1234	Produïts'	Atrets
1	3.151.792	3.130.990
2	87.776	94.585
3	87.776	94.585
4	898.060	905.245
TOTAL	4.225.404	4.225.404

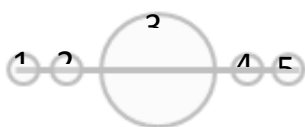
Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	2,5	0,779	3.151.792	3.130.990	0,916	2.233.378	2.612.855	2.694.043	64%
V12	1	2	5	0,607	3.151.792	94.585	1,021	58.580	2.612.855	70.663	2%
V13	1	3	10	0,368	3.151.792	94.585	1,227	42.698	2.612.855	51.505	1%
V14	1	4	15	0,223	3.151.792	905.245	1,377	278.199	2.612.855	335.581	8%
V21	2	1	5	0,607	87.776	3.130.990	0,916	1.739.357	2.355.817	64.807	2%
V22	2	2	1	0,905	87.776	94.585	1,021	87.391	2.355.817	3.256	0%
V23	2	3	5	0,607	87.776	94.585	1,227	70.397	2.355.817	2.623	0%
V24	2	4	10	0,368	87.776	905.245	1,377	458.673	2.355.817	17.090	0%
V31	3	1	10	0,368	87.776	3.130.990	0,916	1.054.973	1.974.796	46.892	1%
V32	3	2	5	0,607	87.776	94.585	1,021	58.580	1.974.796	2.604	0%
V33	3	3	1	0,905	87.776	94.585	1,227	105.020	1.974.796	4.668	0%
V34	3	4	5	0,607	87.776	905.245	1,377	756.223	1.974.796	33.613	1%
V41	4	1	15	0,223	898.060	3.130.990	0,916	639.874	1.766.596	325.284	8%
V42	4	2	10	0,368	898.060	94.585	1,021	35.530	1.766.596	18.062	0%
V43	4	3	5	0,607	898.060	94.585	1,227	70.397	1.766.596	35.787	1%
V44	4	4	2	0,819	898.060	905.245	1,377	1.020.794	1.766.596	518.927	12%
										4.225.404	

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01 CGij públic 1	FER_02 CGij públic 2	FER_05 CGij públic 3	FER_06 CGij públic 4	FER_07 CGij públic 5	FER_08 CGij públic 6	FER_03 CGij públic 7	FER_04 CGij públic 8	FER_09 CGij públic 9	FER_10 CGij públic 10	FER_11 CGij públic 11	FER_12 CGij públic 12
V11	2	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5
V12	3	6	7	6	7	7	6	6	6	6	7	7	7
V13	5	9	10	8	10	9	9	10	9	10	9	9	9
V14	7	13	14	11	13	11	13	15	14	11	12	11	11
V21	3	6	7	6	6	7	6	6	6	6	7	7	7
V22	1	3	3	4	4	5	3	3	3	4	4	4	4
V23	2	6	6	6	7	7	6	6	6	6	6	7	7
V24	4	9	9	8	10	9	9	11	10	10	8	9	9
V31	5	9	10	8	8	9	9	10	9	10	9	9	9
V32	2	6	6	6	5	7	6	6	6	6	6	7	7
V33	1	3	3	4	4	5	3	4	3	4	4	4	4
V34	2	6	6	6	7	7	6	7	7	6	6	7	7
V41	7	13	14	11	11	11	13	15	14	11	12	11	11
V42	4	9	9	8	9	9	9	11	10	10	8	9	9
V43	2	6	6	6	6	7	6	7	7	6	6	7	7
V44	1	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	5

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà



Esquema espacial 3 + Nuclis nacionals + Tarifes altes

Generació:

Configuració 12345	Produïts'	Atrets
1	96.735	103.468
2	96.735	103.468
3	3.420.305	3.393.372
4	96.735	103.468
5	96.735	103.468
TOTAL	3.807.244	3.807.244

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	1	0,951	96.735	103.468	1,373	135.154	2.343.247	5.579	0%
V12	1	2	5	0,779	96.735	103.468	1,093	88.050	2.343.247	3.635	0%
V13	1	3	10	0,607	96.735	3.393.372	0,979	2.014.370	2.343.247	83.158	2%
V14	1	4	15	0,472	96.735	103.468	1,093	53.405	2.343.247	2.205	0%
V15	1	5	20	0,368	96.735	103.468	1,373	52.270	2.343.247	2.158	0%
V21	2	1	5	0,779	96.735	103.468	1,373	110.655	2.940.389	3.640	0%
V22	2	2	1	0,951	96.735	103.468	1,093	107.544	2.940.389	3.538	0%
V23	2	3	5	0,779	96.735	3.393.372	0,979	2.586.502	2.940.389	85.092	2%
V24	2	4	10	0,607	96.735	103.468	1,093	68.573	2.940.389	2.256	0%
V25	2	5	15	0,472	96.735	103.468	1,373	67.115	2.940.389	2.208	0%
V31	3	1	10	0,607	3.420.305	103.468	1,373	86.178	3.279.345	89.882	2%
V32	3	2	5	0,779	3.420.305	103.468	1,093	88.050	3.279.345	91.834	2%
V33	3	3	2,5	0,882	3.420.305	3.393.372	0,979	2.930.890	3.279.345	3.056.872	80%
V34	3	4	5	0,779	3.420.305	103.468	1,093	88.050	3.279.345	91.834	2%
V35	3	5	10	0,607	3.420.305	103.468	1,373	86.178	3.279.345	89.882	2%
V41	4	1	15	0,472	96.735	103.468	1,373	67.115	2.940.389	2.208	0%
V42	4	2	10	0,607	96.735	103.468	1,093	68.573	2.940.389	2.256	0%
V43	4	3	5	0,779	96.735	3.393.372	0,979	2.586.502	2.940.389	85.092	2%
V44	4	4	1	0,951	96.735	103.468	1,093	107.544	2.940.389	3.538	0%
V45	4	5	5	0,779	96.735	103.468	1,373	110.655	2.940.389	3.640	0%
V51	5	1	20	0,368	96.735	103.468	1,373	52.270	2.343.247	2.158	0%
V52	5	2	15	0,472	96.735	103.468	1,093	53.405	2.343.247	2.205	0%
V53	5	3	10	0,607	96.735	3.393.372	0,979	2.014.370	2.343.247	83.158	2%
V54	5	4	5	0,779	96.735	103.468	1,093	88.050	2.343.247	3.635	0%
V55	5	5	1	0,951	96.735	103.468	1,373	135.154	2.343.247	5.579	0%
										3.807.244	

Repartiment modal:

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Vij	CGij privat	FER_01	FER_02	FER_05	FER_06	FER_07	FER_08	FER_03	FER_04	FER_09	FER_10	FER_11	FER_12
		CGij públic 1	CGij públic 2	CGij públic 3	CGij públic 4	CGij públic 5	CGij públic 6	CGij públic 7	CGij públic 8	CGij públic 9	CGij públic 10	CGij públic 11	CGij públic 12
V11	1	7	7	7	8	7	7	8	6	7	7	7	7
V12	3	11	11	11	11	12	10	12	10	11	10	11	11
V13	7	16	17	14	15	15	14	17	16	16	14	14	14
V14	11	21	23	18	24	22	20	25	21	21	17	21	21
V15	3	11	13	10	14	12	10	15	13	10	10	10	10
V21	1	7	7	8	10	7	8	8	6	7	8	7	7
V22	4	11	11	11	14	12	11	11	9	11	11	11	11
V23	8	16	15	14	15	15	16	13	14	16	14	16	16
V24	7	16	18	12	19	17	15	20	16	16	14	16	16
V25	4	11	13	10	14	12	12	15	13	11	10	11	11
V31	3	8	10	9	11	9	9	10	8	9	9	9	9
V32	4	11	10	11	14	11	11	8	9	11	11	11	11
V33	11	21	23	15	18	18	18	13	19	21	18	18	18
V34	8	16	15	12	19	15	16	13	16	16	14	16	16
V35	4	11	12	10	14	10	11	12	13	11	11	11	11
V41	1	7	9	8	10	8	8	11	7	7	8	7	7
V42	14	26	28	21	29	27	24	30	24	26	20	26	26
V43	11	21	20	18	18	20	19	16	19	21	17	21	21
V44	7	16	16	16	19	17	16	15	14	16	16	16	16
V45	3	11	11	11	14	12	10	12	13	11	10	11	11
V51	14	26	28	17	29	27	24	30	28	19	20	20	20
V52	11	21	23	15	24	22	20	25	23	21	17	21	21
V53	7	16	17	12	15	15	14	17	18	16	14	14	14
V54	3	11	11	10	11	12	10	12	13	11	10	11	11
V55	1	7	7	7	10	7	7	8	9	7	7	7	7

Esquema espacial 3 + Nuclis nacionals + Tarifes baixes

Generació:

Configuració 12345	Produïts'	Atrets
1	96.735	103.468
2	96.735	103.468
3	3.420.305	3.393.372
4	96.735	103.468
5	96.735	103.468
TOTAL	3.807.244	3.807.244

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	b _j	Numerador A _j *F _j *b _j	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	1	0,951	96.735	103.468	1,373	135.154	2.343.247	5.579	0%
V12	1	2	5	0,779	96.735	103.468	1,093	88.050	2.343.247	3.635	0%
V13	1	3	10	0,607	96.735	3.393.372	0,979	2.014.370	2.343.247	83.158	2%
V14	1	4	15	0,472	96.735	103.468	1,093	53.405	2.343.247	2.205	0%
V15	1	5	20	0,368	96.735	103.468	1,373	52.270	2.343.247	2.158	0%
V21	2	1	5	0,779	96.735	103.468	1,373	110.655	2.940.389	3.640	0%
V22	2	2	1	0,951	96.735	103.468	1,093	107.544	2.940.389	3.538	0%
V23	2	3	5	0,779	96.735	3.393.372	0,979	2.586.502	2.940.389	85.092	2%
V24	2	4	10	0,607	96.735	103.468	1,093	68.573	2.940.389	2.256	0%
V25	2	5	15	0,472	96.735	103.468	1,373	67.115	2.940.389	2.208	0%
V31	3	1	10	0,607	3.420.305	103.468	1,373	86.178	3.279.345	89.882	2%
V32	3	2	5	0,779	3.420.305	103.468	1,093	88.050	3.279.345	91.834	2%
V33	3	3	2,5	0,882	3.420.305	3.393.372	0,979	2.930.890	3.279.345	3.056.872	80%
V34	3	4	5	0,779	3.420.305	103.468	1,093	88.050	3.279.345	91.834	2%
V35	3	5	10	0,607	3.420.305	103.468	1,373	86.178	3.279.345	89.882	2%
V41	4	1	15	0,472	96.735	103.468	1,373	67.115	2.940.389	2.208	0%
V42	4	2	10	0,607	96.735	103.468	1,093	68.573	2.940.389	2.256	0%
V43	4	3	5	0,779	96.735	3.393.372	0,979	2.586.502	2.940.389	85.092	2%
V44	4	4	1	0,951	96.735	103.468	1,093	107.544	2.940.389	3.538	0%
V45	4	5	5	0,779	96.735	103.468	1,373	110.655	2.940.389	3.640	0%
V51	5	1	20	0,368	96.735	103.468	1,373	52.270	2.343.247	2.158	0%
V52	5	2	15	0,472	96.735	103.468	1,093	53.405	2.343.247	2.205	0%
V53	5	3	10	0,607	96.735	3.393.372	0,979	2.014.370	2.343.247	83.158	2%
V54	5	4	5	0,779	96.735	103.468	1,093	88.050	2.343.247	3.635	0%
V55	5	5	1	0,951	96.735	103.468	1,373	135.154	2.343.247	5.579	0%
										3.807.244	

Repartiment modal:

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Vij	CGij privat	FER_01	FER_02	FER_05	FER_06	FER_07	FER_08	FER_03	FER_04	FER_09	FER_10	FER_11	FER_12
		CGij públic 1	CGij públic 2	CGij públic 3	CGij públic 4	CGij públic 5	CGij públic 6	CGij públic 7	CGij públic 8	CGij públic 9	CGij públic 10	CGij públic 11	CGij públic 12
V11	1	4	5	5	5	5	5	6	4	5	5	5	4,833333333
V12	3	8	9	8	9	10	8	10	8	9	8	9	8,833333333
V13	7	13	15	12	12	13	12	15	13	14	12	12	11,791666667
V14	11	18	21	15	22	20	18	23	19	19	15	19	18,833333333
V15	3	8	11	7	12	10	8	13	11	8	8	8	8,208333333
V21	1	4	5	6	8	5	6	6	4	5	6	5	4,833333333
V22	4	8	9	9	12	10	9	9	7	9	9	9	8,833333333
V23	8	13	12	12	12	12	14	11	12	14	12	14	13,833333333
V24	7	13	16	10	17	15	13	18	14	14	11	14	13,833333333
V25	4	8	11	7	12	10	10	13	11	9	8	9	8,833333333
V31	3	6	8	7	9	7	6	7	6	6	7	7	6,916666667
V32	4	8	8	8	12	9	9	6	7	9	9	9	8,833333333
V33	11	18	21	12	16	15	16	11	17	19	15	15	15,375
V34	8	13	12	10	17	12	14	11	14	14	12	14	13,833333333
V35	4	8	10	7	12	8	9	10	11	9	9	9	8,541666667
V41	1	4	7	6	8	6	6	9	5	5	6	5	4,833333333
V42	14	23	26	19	27	25	21	28	21	24	18	24	23,833333333
V43	11	18	17	15	16	17	17	14	16	19	15	19	18,833333333
V44	7	13	14	14	17	15	14	12	11	14	14	14	13,833333333
V45	3	8	9	8	12	10	8	10	11	9	8	9	8,833333333
V51	14	23	26	15	27	25	21	28	26	16	18	18	17,958333333
V52	11	18	21	12	22	20	18	23	21	19	15	19	18,833333333
V53	7	13	15	10	12	13	12	15	16	14	12	12	11,791666667
V54	3	8	9	7	9	10	8	10	11	9	8	9	8,833333333
V55	1	4	5	5	8	5	5	6	7	5	5	5	4,833333333

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 3 + Nuclis de recerca + Tarifes altes

Generació:

Configuració 12345	Produïts'	Atrets
1	102.158	109.453
2	102.158	109.453
3	3.583.269	3.554.091
4	102.158	109.453
5	102.158	109.453
TOTAL	3.991.903	3.991.903

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	1	0,951	102.158	109.453	1,373	142.911	2.457.173	5.942	0%
V12	1	2	5	0,779	102.158	109.453	1,092	93.117	2.457.173	3.871	0%
V13	1	3	10	0,607	102.158	3.554.091	0,979	2.109.398	2.457.173	87.699	2%
V14	1	4	15	0,472	102.158	109.453	1,092	56.478	2.457.173	2.348	0%
V15	1	5	20	0,368	102.158	109.453	1,373	55.269	2.457.173	2.298	0%
V21	2	1	5	0,779	102.158	109.453	1,373	117.005	3.082.746	3.877	0%
V22	2	2	1	0,951	102.158	109.453	1,092	113.733	3.082.746	3.769	0%
V23	2	3	5	0,779	102.158	3.554.091	0,979	2.708.521	3.082.746	89.757	2%
V24	2	4	10	0,607	102.158	109.453	1,092	72.519	3.082.746	2.403	0%
V25	2	5	15	0,472	102.158	109.453	1,373	70.967	3.082.746	2.352	0%
V31	3	1	10	0,607	3.583.269	109.453	1,373	91.124	3.437.637	94.984	2%
V32	3	2	5	0,779	3.583.269	109.453	1,092	93.117	3.437.637	97.061	2%
V33	3	3	2,5	0,882	3.583.269	3.554.091	0,979	3.069.156	3.437.637	3.199.178	80%
V34	3	4	5	0,779	3.583.269	109.453	1,092	93.117	3.437.637	97.061	2%
V35	3	5	10	0,607	3.583.269	109.453	1,373	91.124	3.437.637	94.984	2%
V41	4	1	15	0,472	102.158	109.453	1,373	70.967	3.082.746	2.352	0%
V42	4	2	10	0,607	102.158	109.453	1,092	72.519	3.082.746	2.403	0%
V43	4	3	5	0,779	102.158	3.554.091	0,979	2.708.521	3.082.746	89.757	2%
V44	4	4	1	0,951	102.158	109.453	1,092	113.733	3.082.746	3.769	0%
V45	4	5	5	0,779	102.158	109.453	1,373	117.005	3.082.746	3.877	0%
V51	5	1	20	0,368	102.158	109.453	1,373	55.269	2.457.173	2.298	0%
V52	5	2	15	0,472	102.158	109.453	1,092	56.478	2.457.173	2.348	0%
V53	5	3	10	0,607	102.158	3.554.091	0,979	2.109.398	2.457.173	87.699	2%
V54	5	4	5	0,779	102.158	109.453	1,092	93.117	2.457.173	3.871	0%
V55	5	5	1	0,951	102.158	109.453	1,373	142.911	2.457.173	5.942	0%
										3.991.903	

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01 CGij públic 1	FER_02 CGij públic 2	FER_05 CGij públic 3	FER_06 CGij públic 4	FER_07 CGij públic 5	FER_08 CGij públic 6	FER_03 CGij públic 7	FER_04 CGij públic 8	FER_09 CGij públic 9	FER_10 CGij públic 10	FER_11 CGij públic 11	FER_12 CGij públic 12
V11	1	7	7	7	8	7	7	8	6	7	7	7	7
V12	3	11	11	11	11	12	10	12	10	11	10	11	11
V13	7	16	17	14	15	15	14	17	16	16	14	14	14
V14	11	21	23	18	24	22	20	25	21	21	17	21	21
V15	3	11	13	10	14	12	10	15	13	10	10	10	10
V21	1	7	7	8	10	7	8	8	6	7	8	7	7
V22	4	11	11	11	14	12	11	11	9	11	11	11	11
V23	8	16	15	14	15	15	16	13	14	16	14	16	16
V24	7	16	18	12	19	17	15	20	16	16	14	16	16
V25	4	11	13	10	14	12	12	15	13	11	10	11	11
V31	3	8	10	9	11	9	9	10	8	9	9	9	9
V32	4	11	10	11	14	11	11	8	9	11	11	11	11
V33	11	21	23	15	18	18	18	13	19	21	18	18	18
V34	8	16	15	12	19	15	16	13	16	16	14	16	16
V35	4	11	12	10	14	10	11	12	13	11	11	11	11
V41	1	7	9	8	10	8	8	11	7	7	8	7	7
V42	14	26	28	21	29	27	24	30	24	26	20	26	26
V43	11	21	20	18	18	20	19	16	19	21	17	21	21
V44	7	16	16	16	19	17	16	15	14	16	16	16	16
V45	3	11	11	11	14	12	10	12	13	11	10	11	11
V51	14	26	28	17	29	27	24	30	28	19	20	20	20
V52	11	21	23	15	24	22	20	25	23	21	17	21	21
V53	7	16	17	12	15	15	14	17	18	16	14	14	14
V54	3	11	11	10	11	12	10	12	13	11	10	11	11
V55	1	7	7	7	10	7	7	8	9	7	7	7	7

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 3 + Nuclis de recerca + Tarifes baixes

Generació:

Configuració 12345	Produïts'	Atrets
1	102.158	109.453
2	102.158	109.453
3	3.583.269	3.554.091
4	102.158	109.453
5	102.158	109.453
TOTAL	3.991.903	3.991.903

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	1	0,951	102.158	109.453	1,373	142.911	2.457.173	5.942	0%
V12	1	2	5	0,779	102.158	109.453	1,092	93.117	2.457.173	3.871	0%
V13	1	3	10	0,607	102.158	3.554.091	0,979	2.109.398	2.457.173	87.699	2%
V14	1	4	15	0,472	102.158	109.453	1,092	56.478	2.457.173	2.348	0%
V15	1	5	20	0,368	102.158	109.453	1,373	55.269	2.457.173	2.298	0%
V21	2	1	5	0,779	102.158	109.453	1,373	117.005	3.082.746	3.877	0%
V22	2	2	1	0,951	102.158	109.453	1,092	113.733	3.082.746	3.769	0%
V23	2	3	5	0,779	102.158	3.554.091	0,979	2.708.521	3.082.746	89.757	2%
V24	2	4	10	0,607	102.158	109.453	1,092	72.519	3.082.746	2.403	0%
V25	2	5	15	0,472	102.158	109.453	1,373	70.967	3.082.746	2.352	0%
V31	3	1	10	0,607	3.583.269	109.453	1,373	91.124	3.437.637	94.984	2%
V32	3	2	5	0,779	3.583.269	109.453	1,092	93.117	3.437.637	97.061	2%
V33	3	3	2,5	0,882	3.583.269	3.554.091	0,979	3.069.156	3.437.637	3.199.178	80%
V34	3	4	5	0,779	3.583.269	109.453	1,092	93.117	3.437.637	97.061	2%
V35	3	5	10	0,607	3.583.269	109.453	1,373	91.124	3.437.637	94.984	2%
V41	4	1	15	0,472	102.158	109.453	1,373	70.967	3.082.746	2.352	0%
V42	4	2	10	0,607	102.158	109.453	1,092	72.519	3.082.746	2.403	0%
V43	4	3	5	0,779	102.158	3.554.091	0,979	2.708.521	3.082.746	89.757	2%
V44	4	4	1	0,951	102.158	109.453	1,092	113.733	3.082.746	3.769	0%
V45	4	5	5	0,779	102.158	109.453	1,373	117.005	3.082.746	3.877	0%
V51	5	1	20	0,368	102.158	109.453	1,373	55.269	2.457.173	2.298	0%
V52	5	2	15	0,472	102.158	109.453	1,092	56.478	2.457.173	2.348	0%
V53	5	3	10	0,607	102.158	3.554.091	0,979	2.109.398	2.457.173	87.699	2%
V54	5	4	5	0,779	102.158	109.453	1,092	93.117	2.457.173	3.871	0%
V55	5	5	1	0,951	102.158	109.453	1,373	142.911	2.457.173	5.942	0%
										3.991.903	

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01 CGij públic 1	FER_02 CGij públic 2	FER_05 CGij públic 3	FER_06 CGij públic 4	FER_07 CGij públic 5	FER_08 CGij públic 6	FER_03 CGij públic 7	FER_04 CGij públic 8	FER_09 CGij públic 9	FER_10 CGij públic 10	FER_11 CGij públic 11	FER_12 CGij públic 12
V11	1	4	5	5	5	5	5	6	4	5	5	5	5
V12	3	8	9	8	9	10	8	10	8	9	8	9	9
V13	7	13	15	12	12	13	12	15	13	14	12	12	12
V14	11	18	21	15	22	20	18	23	19	19	15	19	19
V15	3	8	11	7	12	10	8	13	11	8	8	8	8
V21	1	4	5	6	8	5	6	6	4	5	6	5	5
V22	4	8	9	9	12	10	9	9	7	9	9	9	9
V23	8	13	12	12	12	12	14	11	12	14	12	14	14
V24	7	13	16	10	17	15	13	18	14	14	11	14	14
V25	4	8	11	7	12	10	10	13	11	9	8	9	9
V31	3	6	8	7	9	7	6	7	6	6	7	7	7
V32	4	8	8	8	12	9	9	6	7	9	9	9	9
V33	11	18	21	12	16	15	16	11	17	19	15	15	15
V34	8	13	12	10	17	12	14	11	14	14	12	14	14
V35	4	8	10	7	12	8	9	10	11	9	9	9	9
V41	1	4	7	6	8	6	6	9	5	6	5	5	5
V42	14	23	26	19	27	25	21	28	21	24	18	24	24
V43	11	18	17	15	16	17	17	14	16	19	15	19	19
V44	7	13	14	14	17	15	14	12	11	14	14	14	14
V45	3	8	9	8	12	10	8	10	11	9	8	9	9
V51	14	23	26	15	27	25	21	28	26	16	18	18	18
V52	11	18	21	12	22	20	18	23	21	19	15	19	19
V53	7	13	15	10	12	13	12	15	16	14	12	12	12
V54	3	8	9	7	9	10	8	10	11	9	8	9	9
V55	1	4	5	5	8	5	5	6	7	5	5	5	5

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 3 + Nuclis industrials + Tarifes altes

Generació:

Configuració 12345	Produïts'	Atrets
1	99.201	106.098
2	99.201	106.098
3	3.420.992	3.393.404
4	99.201	106.098
5	99.201	106.098
TOTAL	3.817.795	3.817.795

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	1	0,951	99.201	106.098	1,372	138.419	2.350.386	5.842	0%
V12	1	2	5	0,779	99.201	106.098	1,092	90.218	2.350.386	3.808	0%
V13	1	3	10	0,607	99.201	3.393.404	0,978	2.013.496	2.350.386	84.982	2%
V14	1	4	15	0,472	99.201	106.098	1,092	54.720	2.350.386	2.310	0%
V15	1	5	20	0,368	99.201	106.098	1,372	53.532	2.350.386	2.259	0%
V21	2	1	5	0,779	99.201	106.098	1,372	113.328	2.947.900	3.814	0%
V22	2	2	1	0,951	99.201	106.098	1,092	110.193	2.947.900	3.708	0%
V23	2	3	5	0,779	99.201	3.393.404	0,978	2.585.380	2.947.900	87.002	2%
V24	2	4	10	0,607	99.201	106.098	1,092	70.262	2.947.900	2.364	0%
V25	2	5	15	0,472	99.201	106.098	1,372	68.737	2.947.900	2.313	0%
V31	3	1	10	0,607	3.420.992	106.098	1,372	88.260	3.286.576	91.870	2%
V32	3	2	5	0,779	3.420.992	106.098	1,092	90.218	3.286.576	93.908	2%
V33	3	3	2,5	0,882	3.420.992	3.393.404	0,978	2.929.620	3.286.576	3.049.437	80%
V34	3	4	5	0,779	3.420.992	106.098	1,092	90.218	3.286.576	93.908	2%
V35	3	5	10	0,607	3.420.992	106.098	1,372	88.260	3.286.576	91.870	2%
V41	4	1	15	0,472	99.201	106.098	1,372	68.737	2.947.900	2.313	0%
V42	4	2	10	0,607	99.201	106.098	1,092	70.262	2.947.900	2.364	0%
V43	4	3	5	0,779	99.201	3.393.404	0,978	2.585.380	2.947.900	87.002	2%
V44	4	4	1	0,951	99.201	106.098	1,092	110.193	2.947.900	3.708	0%
V45	4	5	5	0,779	99.201	106.098	1,372	113.328	2.947.900	3.814	0%
V51	5	1	20	0,368	99.201	106.098	1,372	53.532	2.350.386	2.259	0%
V52	5	2	15	0,472	99.201	106.098	1,092	54.720	2.350.386	2.310	0%
V53	5	3	10	0,607	99.201	3.393.404	0,978	2.013.496	2.350.386	84.982	2%
V54	5	4	5	0,779	99.201	106.098	1,092	90.218	2.350.386	3.808	0%
V55	5	5	1	0,951	99.201	106.098	1,372	138.419	2.350.386	5.842	0%
										3.817.795	

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01 CGij públic 1	FER_02 CGij públic 2	FER_05 CGij públic 3	FER_06 CGij públic 4	FER_07 CGij públic 5	FER_08 CGij públic 6	FER_03 CGij públic 7	FER_04 CGij públic 8	FER_09 CGij públic 9	FER_10 CGij públic 10	FER_11 CGij públic 11	FER_12 CGij públic 12
V11	1	5	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6
V12	2	8	8	8	8	9	8	9	8	8	8	8	8
V13	5	11	12	10	11	11	11	12	11	12	10	10	10
V14	7	15	16	13	17	16	15	18	15	15	12	15	15
V15	2	8	10	7	10	9	8	11	10	8	8	8	8
V21	1	5	6	6	8	6	6	6	5	6	6	6	6
V22	3	8	8	8	10	9	8	8	7	8	8	8	8
V23	5	11	11	10	11	11	12	10	10	12	10	12	12
V24	5	11	13	9	14	13	11	14	12	12	10	12	12
V25	3	8	10	7	10	9	9	11	10	8	8	8	8
V31	2	6	8	7	9	7	7	7	6	7	7	7	7
V32	3	8	8	8	10	9	8	6	7	8	8	8	8
V33	7	15	16	11	13	13	13	10	14	15	13	13	13
V34	5	11	11	9	14	11	12	10	12	12	10	12	12
V35	3	8	9	7	10	8	8	9	10	8	8	8	8
V41	1	5	7	6	8	7	6	8	6	6	6	6	6
V42	9	18	20	15	20	19	17	21	17	18	14	18	18
V43	7	15	14	13	13	14	14	12	13	15	13	15	15
V44	5	11	12	12	14	13	12	11	10	12	12	12	12
V45	2	8	8	8	10	9	8	9	10	8	8	8	8
V51	9	18	20	12	20	19	17	21	20	13	14	14	14
V52	7	15	16	11	17	16	15	18	16	15	12	15	15
V53	5	11	12	9	11	11	11	12	13	12	10	10	10
V54	2	8	8	7	8	9	8	9	10	8	8	8	8
V55	1	5	6	6	8	6	6	6	7	6	6	6	6

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 3 + Nuclis industrials + Tarifes baixes

Generació:

Configuració 12345	Produïts'	Atrets
1	99.201	106.098
2	99.201	106.098
3	3.420.992	3.393.404
4	99.201	106.098
5	99.201	106.098
TOTAL	3.817.795	3.817.795

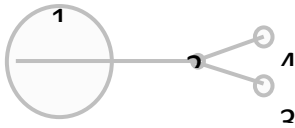
Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	1	0,951	99.201	106.098	1,372	138.419	2.350.386	5.842	0%
V12	1	2	5	0,779	99.201	106.098	1,092	90.218	2.350.386	3.808	0%
V13	1	3	10	0,607	99.201	3.393.404	0,978	2.013.496	2.350.386	84.982	2%
V14	1	4	15	0,472	99.201	106.098	1,092	54.720	2.350.386	2.310	0%
V15	1	5	20	0,368	99.201	106.098	1,372	53.532	2.350.386	2.259	0%
V21	2	1	5	0,779	99.201	106.098	1,372	113.328	2.947.900	3.814	0%
V22	2	2	1	0,951	99.201	106.098	1,092	110.193	2.947.900	3.708	0%
V23	2	3	5	0,779	99.201	3.393.404	0,978	2.585.380	2.947.900	87.002	2%
V24	2	4	10	0,607	99.201	106.098	1,092	70.262	2.947.900	2.364	0%
V25	2	5	15	0,472	99.201	106.098	1,372	68.737	2.947.900	2.313	0%
V31	3	1	10	0,607	3.420.992	106.098	1,372	88.260	3.286.576	91.870	2%
V32	3	2	5	0,779	3.420.992	106.098	1,092	90.218	3.286.576	93.908	2%
V33	3	3	2,5	0,882	3.420.992	3.393.404	0,978	2.929.620	3.286.576	3.049.437	80%
V34	3	4	5	0,779	3.420.992	106.098	1,092	90.218	3.286.576	93.908	2%
V35	3	5	10	0,607	3.420.992	106.098	1,372	88.260	3.286.576	91.870	2%
V41	4	1	15	0,472	99.201	106.098	1,372	68.737	2.947.900	2.313	0%
V42	4	2	10	0,607	99.201	106.098	1,092	70.262	2.947.900	2.364	0%
V43	4	3	5	0,779	99.201	3.393.404	0,978	2.585.380	2.947.900	87.002	2%
V44	4	4	1	0,951	99.201	106.098	1,092	110.193	2.947.900	3.708	0%
V45	4	5	5	0,779	99.201	106.098	1,372	113.328	2.947.900	3.814	0%
V51	5	1	20	0,368	99.201	106.098	1,372	53.532	2.350.386	2.259	0%
V52	5	2	15	0,472	99.201	106.098	1,092	54.720	2.350.386	2.310	0%
V53	5	3	10	0,607	99.201	3.393.404	0,978	2.013.496	2.350.386	84.982	2%
V54	5	4	5	0,779	99.201	106.098	1,092	90.218	2.350.386	3.808	0%
V55	5	5	1	0,951	99.201	106.098	1,372	138.419	2.350.386	5.842	0%
										3.817.795	

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01 CGij públic 1	FER_02 CGij públic 2	FER_05 CGij públic 3	FER_06 CGij públic 4	FER_07 CGij públic 5	FER_08 CGij públic 6	FER_03 CGij públic 7	FER_04 CGij públic 8	FER_09 CGij públic 9	FER_10 CGij públic 10	FER_11 CGij públic 11	FER_12 CGij públic 12
V11	1	3	4	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3
V12	2	6	6	6	6	7	6	7	6	6	6	6	6
V13	5	9	10	8	8	9	8	10	9	9	8	8	8
V14	7	12	14	11	15	14	12	15	13	13	10	13	13
V15	2	6	7	5	8	7	6	9	7	6	6	6	6
V21	1	3	4	4	5	4	4	4	3	3	4	3	3
V22	3	6	6	6	8	7	6	6	5	6	6	6	6
V23	5	9	9	8	8	9	10	7	8	9	8	9	9
V24	5	9	11	7	11	10	9	12	9	9	8	9	9
V25	3	6	7	5	8	7	7	9	7	6	6	6	6
V31	2	4	5	5	6	5	5	5	4	4	5	5	5
V32	3	6	5	6	8	6	6	4	5	6	6	6	6
V33	7	12	14	9	11	10	11	8	11	13	11	11	11
V34	5	9	9	7	11	9	10	7	9	9	8	9	9
V35	3	6	7	5	8	6	6	7	7	6	6	6	6
V41	1	3	5	4	5	4	4	6	3	3	4	3	3
V42	9	16	17	13	18	17	15	19	14	16	12	16	16
V43	7	12	12	11	11	12	12	10	11	13	10	13	13
V44	5	9	9	9	11	10	9	8	8	9	9	9	9
V45	2	6	6	6	8	7	6	7	7	6	6	6	6
V51	9	16	17	10	18	17	15	19	17	11	12	12	12
V52	7	12	14	9	15	14	12	15	14	13	10	13	13
V53	5	9	10	7	8	9	8	10	11	9	8	8	8
V54	2	6	6	5	6	7	6	7	7	6	6	6	6
V55	1	3	4	3	5	3	3	4	5	3	3	3	3

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà



Esquema espacial 4 + Nuclis nacionals + Tarifes altes

Generació:

Configuració 1234	Produïts'	Atrets
1	3.416.077	3.393.372
2	96.615	103.468
3	225.910	233.836
4	225.910	233.836
TOTAL	3.964.512	3.964.512

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	2,5	0,882	3.416.077	3.393.372	0,969	2.900.714	3.350.836	2.957.191	75%
V12	1	2	5	0,779	3.416.077	103.468	1,056	85.055	3.350.836	86.711	2%
V13	1	3	10	0,607	3.416.077	233.836	1,283	181.923	3.350.836	185.465	5%
V14	1	4	10	0,607	3.416.077	233.836	1,291	183.144	3.350.836	186.710	5%
V21	2	1	5	0,779	96.615	3.393.372	0,969	2.559.871	3.080.495	80.287	2%
V22	2	2	1	0,951	96.615	103.468	1,056	103.887	3.080.495	3.258	0%
V23	2	3	5	0,779	96.615	233.836	1,283	233.594	3.080.495	7.326	0%
V24	2	4	10	0,607	96.615	233.836	1,291	183.144	3.080.495	5.744	0%
V31	3	1	10	0,607	225.910	3.393.372	0,969	1.993.630	2.540.096	177.309	4%
V32	3	2	5	0,779	225.910	103.468	1,056	85.055	2.540.096	7.565	0%
V33	3	3	1,5	0,928	225.910	233.836	1,283	278.267	2.540.096	24.748	1%
V34	3	4	10	0,607	225.910	233.836	1,291	183.144	2.540.096	16.288	0%
V41	4	1	10	0,607	225.910	3.393.372	0,969	1.993.630	2.521.928	178.586	5%
V42	4	2	10	0,607	225.910	103.468	1,056	66.241	2.521.928	5.934	0%
V43	4	3	10	0,607	225.910	233.836	1,283	181.923	2.521.928	16.296	0%
V44	4	4	1,5	0,928	225.910	233.836	1,291	280.135	2.521.928	25.094	1%
										3.964.512	

Repartiment modal:

	FER_01	FER_02	FER_05	FER_06	FER_07	FER_08	FER_03	FER_04	FER_09	FER_10	FER_11	FER_12	
Vij	CGij privat	CGij públic 1	CGij públic 2	CGij públic 3	CGij públic 4	CGij públic 5	CGij públic 6	CGij públic 7	CGij públic 8	CGij públic 9	CGij públic 10	CGij públic 11	CGij públic 12
V11	3	8	10	9	10	10	10	8	8	10	10	10	10
V12	4	11	12	11	12	11	10	11	11	12	11	12	12
V13	7	17	18	16	20	16	16	16	16	16	16	16	16
V14	12	12	13	12	15	12	14	13	13	14	15	14	14
V21	4	11	12	11	11	11	10	11	11	12	11	12	12
V22	1	7	7	8	8	8	7	7	7	8	8	8	8
V23	3	12	12	12	15	13	12	11	11	14	13	14	14
V24	8	7	7	9	10	8	10	8	8	9	12	9	9
V31	7	17	18	16	15	16	16	16	16	16	16	16	16
V32	3	12	12	12	12	13	12	11	11	14	13	14	14
V33	1	9	9	10	11	8	11	8	8	10	10	10	10
V34	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V41	12	12	13	12	12	12	14	13	13	14	15	14	14
V42	8	7	7	9	8	8	10	8	8	9	12	9	9
V43	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V44	1	9	9	9	8	7	7	7	7	7	7	7	7

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 4 + Nuclis nacionals + Tarifes baixes

Generació:

Configuració 1234	Produïts'	Atrets
1	3.416.077	3.393.372
2	96.615	103.468
3	225.910	233.836
4	225.910	233.836
TOTAL	3.964.512	3.964.512

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	2,5	0,882	3.416.077	3.393.372	0,969	2.900.714	3.350.836	2.957.191	75%
V12	1	2	5	0,779	3.416.077	103.468	1,056	85.055	3.350.836	86.711	2%
V13	1	3	10	0,607	3.416.077	233.836	1,283	181.923	3.350.836	185.465	5%
V14	1	4	10	0,607	3.416.077	233.836	1,291	183.144	3.350.836	186.710	5%
V21	2	1	5	0,779	96.615	3.393.372	0,969	2.559.871	3.080.495	80.287	2%
V22	2	2	1	0,951	96.615	103.468	1,056	103.887	3.080.495	3.258	0%
V23	2	3	5	0,779	96.615	233.836	1,283	233.594	3.080.495	7.326	0%
V24	2	4	10	0,607	96.615	233.836	1,291	183.144	3.080.495	5.744	0%
V31	3	1	10	0,607	225.910	3.393.372	0,969	1.993.630	2.540.096	177.309	4%
V32	3	2	5	0,779	225.910	103.468	1,056	85.055	2.540.096	7.565	0%
V33	3	3	1,5	0,928	225.910	233.836	1,283	278.267	2.540.096	24.748	1%
V34	3	4	10	0,607	225.910	233.836	1,291	183.144	2.540.096	16.288	0%
V41	4	1	10	0,607	225.910	3.393.372	0,969	1.993.630	2.521.928	178.586	5%
V42	4	2	10	0,607	225.910	103.468	1,056	66.241	2.521.928	5.934	0%
V43	4	3	10	0,607	225.910	233.836	1,283	181.923	2.521.928	16.296	0%
V44	4	4	1,5	0,928	225.910	233.836	1,291	280.135	2.521.928	25.094	1%
										3.964.512	

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01 CGij públic 1	FER_02 CGij públic 2	FER_05 CGij públic 3	FER_06 CGij públic 4	FER_07 CGij públic 5	FER_08 CGij públic 6	FER_03 CGij públic 7	FER_04 CGij públic 8	FER_09 CGij públic 9	FER_10 CGij públic 10	FER_11 CGij públic 11	FER_12 CGij públic 12
V11	3	6	7	7	7	8	8	6	6	8	8	8	8
V12	4	9	9	9	10	9	8	8	8	9	9	9	9
V13	7	15	16	13	17	14	14	14	14	14	14	14	14
V14	12	10	11	10	12	10	12	11	11	12	13	12	12
V21	4	9	9	9	9	9	8	8	8	9	9	9	9
V22	1	5	4	5	6	5	4	4	4	5	5	5	5
V23	3	10	10	10	12	10	9	9	9	12	10	12	12
V24	8	5	5	6	7	6	8	6	6	7	9	7	7
V31	7	15	16	13	13	14	14	14	14	14	14	14	14
V32	3	10	10	10	9	10	9	9	9	12	10	12	12
V33	1	7	6	7	9	6	8	5	5	8	8	8	8
V34	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V41	12	10	11	10	9	10	12	11	11	12	13	12	12
V42	8	5	5	6	6	6	8	6	6	7	9	7	7
V43	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V44	1	7	6	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 4 + Nuclis de recerca + Tarifes altes

Generació:

Configuració 1234	Produïts'	Atrets
1	3.578.264	3.554.091
2	102.016	109.453
3	237.098	245.466
4	237.098	245.466
TOTAL	4.154.476	4.154.476

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	2,5	0,882	3.578.264	3.554.091	0,969	3.037.928	3.511.030	3.096.103	75%
V12	1	2	5	0,779	3.578.264	109.453	1,055	89.961	3.511.030	91.683	2%
V13	1	3	10	0,607	3.578.264	245.466	1,282	190.925	3.511.030	194.581	5%
V14	1	4	10	0,607	3.578.264	245.466	1,291	192.216	3.511.030	195.897	5%
V21	2	1	5	0,779	102.016	3.554.091	0,969	2.680.962	3.228.209	84.722	2%
V22	2	2	1	0,951	102.016	109.453	1,055	109.878	3.228.209	3.472	0%
V23	2	3	5	0,779	102.016	245.466	1,282	245.153	3.228.209	7.747	0%
V24	2	4	10	0,607	102.016	245.466	1,291	192.216	3.228.209	6.074	0%
V31	3	1	10	0,607	237.098	3.554.091	0,969	2.087.936	2.662.149	185.957	4%
V32	3	2	5	0,779	237.098	109.453	1,055	89.961	2.662.149	8.012	0%
V33	3	3	1,5	0,928	237.098	245.466	1,282	292.037	2.662.149	26.010	1%
V34	3	4	10	0,607	237.098	245.466	1,291	192.216	2.662.149	17.119	0%
V41	4	1	10	0,607	237.098	3.554.091	0,969	2.087.936	2.642.933	187.309	5%
V42	4	2	10	0,607	237.098	109.453	1,055	70.061	2.642.933	6.285	0%
V43	4	3	10	0,607	237.098	245.466	1,282	190.925	2.642.933	17.128	0%
V44	4	4	1,5	0,928	237.098	245.466	1,291	294.011	2.642.933	26.376	1%
										4.154.476	

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01 CGij públic 1	FER_02 CGij públic 2	FER_05 CGij públic 3	FER_06 CGij públic 4	FER_07 CGij públic 5	FER_08 CGij públic 6	FER_03 CGij públic 7	FER_04 CGij públic 8	FER_09 CGij públic 9	FER_10 CGij públic 10	FER_11 CGij públic 11	FER_12 CGij públic 12
V11	3	8	10	9	10	10	10	8	8	10	10	10	10
V12	4	11	12	11	12	11	10	11	11	12	11	12	12
V13	7	17	18	16	20	16	16	16	16	16	16	16	16
V14	12	12	13	12	15	12	14	13	13	14	15	14	14
V21	4	11	12	11	11	11	10	11	11	12	11	12	12
V22	1	7	7	8	8	8	7	7	7	8	8	8	8
V23	3	12	12	12	15	13	12	11	11	14	13	14	14
V24	8	7	7	9	10	8	10	8	8	9	12	9	9
V31	7	17	18	16	15	16	16	16	16	16	16	16	16
V32	3	12	12	12	12	13	12	11	11	14	13	14	14
V33	1	9	9	10	11	8	11	8	8	10	10	10	10
V34	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V41	12	12	13	12	12	12	14	13	13	14	15	14	14
V42	8	7	7	9	8	8	10	8	8	9	12	9	9
V43	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V44	1	9	9	9	8	7	7	7	7	7	7	7	7

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 4 + Nuclis de recerca + Tarifes baixes

Generació:

Configuració 1234	Produïts'	Atrets
1	3.578.264	3.554.091
2	102.016	109.453
3	237.098	245.466
4	237.098	245.466
TOTAL	4.154.476	4.154.476

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	2,5	0,882	3.578.264	3.554.091	0,969	3.037.928	3.511.030	3.096.103	75%
V12	1	2	5	0,779	3.578.264	109.453	1,055	89.961	3.511.030	91.683	2%
V13	1	3	10	0,607	3.578.264	245.466	1,282	190.925	3.511.030	194.581	5%
V14	1	4	10	0,607	3.578.264	245.466	1,291	192.216	3.511.030	195.897	5%
V21	2	1	5	0,779	102.016	3.554.091	0,969	2.680.962	3.228.209	84.722	2%
V22	2	2	1	0,951	102.016	109.453	1,055	109.878	3.228.209	3.472	0%
V23	2	3	5	0,779	102.016	245.466	1,282	245.153	3.228.209	7.747	0%
V24	2	4	10	0,607	102.016	245.466	1,291	192.216	3.228.209	6.074	0%
V31	3	1	10	0,607	237.098	3.554.091	0,969	2.087.936	2.662.149	185.957	4%
V32	3	2	5	0,779	237.098	109.453	1,055	89.961	2.662.149	8.012	0%
V33	3	3	1,5	0,928	237.098	245.466	1,282	292.037	2.662.149	26.010	1%
V34	3	4	10	0,607	237.098	245.466	1,291	192.216	2.662.149	17.119	0%
V41	4	1	10	0,607	237.098	3.554.091	0,969	2.087.936	2.642.933	187.309	5%
V42	4	2	10	0,607	237.098	109.453	1,055	70.061	2.642.933	6.285	0%
V43	4	3	10	0,607	237.098	245.466	1,282	190.925	2.642.933	17.128	0%
V44	4	4	1,5	0,928	237.098	245.466	1,291	294.011	2.642.933	26.376	1%
										4.154.476	

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01	FER_02	FER_05	FER_06	FER_07	FER_08	FER_03	FER_04	FER_09	FER_10	FER_11	FER_12
		CGij públic 1	CGij públic 2	CGij públic 3	CGij públic 4	CGij públic 5	CGij públic 6	CGij públic 7	CGij públic 8	CGij públic 9	CGij públic 10	CGij públic 11	CGij públic 12
V11	3	6	7	7	7	8	8	6	6	8	8	8	8
V12	4	9	9	9	10	9	8	8	8	9	9	9	9
V13	7	15	16	13	17	14	14	14	14	14	14	14	14
V14	12	10	11	10	12	10	12	11	11	12	13	12	12
V21	4	9	9	9	9	9	8	8	8	9	9	9	9
V22	1	5	4	5	6	5	4	4	4	5	5	5	5
V23	3	10	10	10	12	10	9	9	9	12	10	12	12
V24	8	5	5	6	7	6	8	6	6	7	9	7	7
V31	7	15	16	13	13	14	14	14	14	14	14	14	14
V32	3	10	10	10	9	10	9	9	9	12	10	12	12
V33	1	7	6	7	9	6	8	5	5	8	8	8	8
V34	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V41	12	10	11	10	9	10	12	11	11	12	13	12	12
V42	8	5	5	6	6	6	8	6	6	7	9	7	7
V43	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V44	1	7	6	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 4 + Nuclis industrials + Tarifes altes

Generació:

Configuració 1234	Produïts'	Atrets
1	3.415.172	3.393.404
2	99.032	106.098
3	229.619	236.970
4	229.619	236.970
TOTAL	3.973.442	3.973.442

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	2,5	0,882	3.415.172	3.393.404	0,968	2.899.990	3.356.546	2.950.642	74%
V12	1	2	5	0,779	3.415.172	106.098	1,055	87.143	3.356.546	88.665	2%
V13	1	3	10	0,607	3.415.172	236.970	1,281	184.076	3.356.546	187.291	5%
V14	1	4	10	0,607	3.415.172	236.970	1,289	185.337	3.356.546	188.574	5%
V21	2	1	5	0,779	99.032	3.393.404	0,968	2.559.232	3.087.364	82.091	2%
V22	2	2	1	0,951	99.032	106.098	1,055	106.437	3.087.364	3.414	0%
V23	2	3	5	0,779	99.032	236.970	1,281	236.358	3.087.364	7.582	0%
V24	2	4	10	0,607	99.032	236.970	1,289	185.337	3.087.364	5.945	0%
V31	3	1	10	0,607	229.619	3.393.404	0,968	1.993.132	2.547.172	179.674	5%
V32	3	2	5	0,779	229.619	106.098	1,055	87.143	2.547.172	7.856	0%
V33	3	3	1,5	0,928	229.619	236.970	1,281	281.560	2.547.172	25.382	1%
V34	3	4	10	0,607	229.619	236.970	1,289	185.337	2.547.172	16.707	0%
V41	4	1	10	0,607	229.619	3.393.404	0,968	1.993.132	2.528.564	180.997	5%
V42	4	2	10	0,607	229.619	106.098	1,055	67.867	2.528.564	6.163	0%
V43	4	3	10	0,607	229.619	236.970	1,281	184.076	2.528.564	16.716	0%
V44	4	4	1,5	0,928	229.619	236.970	1,289	283.489	2.528.564	25.744	1%
										3.973.442	

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01 CGij públic 1	FER_02 CGij públic 2	FER_05 CGij públic 3	FER_06 CGij públic 4	FER_07 CGij públic 5	FER_08 CGij públic 6	FER_03 CGij públic 7	FER_04 CGij públic 8	FER_09 CGij públic 9	FER_10 CGij públic 10	FER_11 CGij públic 11	FER_12 CGij públic 12
V11	2	7	7	7	7	8	8	6	6	8	8	8	8
V12	3	8	9	8	9	8	8	8	8	9	8	9	9
V13	5	13	13	11	14	12	12	12	12	12	12	12	12
V14	8	9	10	9	11	9	11	10	10	11	11	11	11
V21	3	8	9	8	8	8	8	8	8	9	8	9	9
V22	1	6	5	6	6	6	5	5	5	6	6	6	6
V23	2	9	9	9	11	9	9	8	8	10	9	10	10
V24	5	6	6	7	7	7	8	6	6	7	9	7	7
V31	5	13	13	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
V32	2	9	9	9	9	9	9	8	8	10	9	10	10
V33	1	7	7	7	8	6	8	6	6	8	8	8	8
V34	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V41	8	9	10	9	9	9	11	10	10	11	11	11	11
V42	5	6	6	7	6	7	8	6	6	7	9	7	7
V43	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V44	1	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 4 + Nuclis industrials + Tarifes baixes

Generació:

Configuració 1234	Produïts'	Atrets
1	3.415.172	3.393.404
2	99.032	106.098
3	229.619	236.970
4	229.619	236.970
TOTAL	3.973.442	3.973.442

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	2,5	0,882	3.415.172	3.393.404	0,968	2.899.990	3.356.546	2.950.642	74%
V12	1	2	5	0,779	3.415.172	106.098	1,055	87.143	3.356.546	88.665	2%
V13	1	3	10	0,607	3.415.172	236.970	1,281	184.076	3.356.546	187.291	5%
V14	1	4	10	0,607	3.415.172	236.970	1,289	185.337	3.356.546	188.574	5%
V21	2	1	5	0,779	99.032	3.393.404	0,968	2.559.232	3.087.364	82.091	2%
V22	2	2	1	0,951	99.032	106.098	1,055	106.437	3.087.364	3.414	0%
V23	2	3	5	0,779	99.032	236.970	1,281	236.358	3.087.364	7.582	0%
V24	2	4	10	0,607	99.032	236.970	1,289	185.337	3.087.364	5.945	0%
V31	3	1	10	0,607	229.619	3.393.404	0,968	1.993.132	2.547.172	179.674	5%
V32	3	2	5	0,779	229.619	106.098	1,055	87.143	2.547.172	7.856	0%
V33	3	3	1,5	0,928	229.619	236.970	1,281	281.560	2.547.172	25.382	1%
V34	3	4	10	0,607	229.619	236.970	1,289	185.337	2.547.172	16.707	0%
V41	4	1	10	0,607	229.619	3.393.404	0,968	1.993.132	2.528.564	180.997	5%
V42	4	2	10	0,607	229.619	106.098	1,055	67.867	2.528.564	6.163	0%
V43	4	3	10	0,607	229.619	236.970	1,281	184.076	2.528.564	16.716	0%
V44	4	4	1,5	0,928	229.619	236.970	1,289	283.489	2.528.564	25.744	1%
										3.973.442	

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01 CGij públic 1	FER_02 CGij públic 2	FER_05 CGij públic 3	FER_06 CGij públic 4	FER_07 CGij públic 5	FER_08 CGij públic 6	FER_03 CGij públic 7	FER_04 CGij públic 8	FER_09 CGij públic 9	FER_10 CGij públic 10	FER_11 CGij públic 11	FER_12 CGij públic 12
V11	2	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5
V12	3	6	6	6	7	6	5	6	6	6	6	6	6
V13	5	10	11	9	12	10	10	10	10	9	9	9	9
V14	8	7	7	7	9	7	8	8	8	8	9	8	8
V21	3	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6
V22	1	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4
V23	2	7	7	7	9	7	7	6	6	8	7	8	8
V24	5	4	3	4	5	4	5	4	4	5	6	5	5
V31	5	10	11	9	9	10	10	10	10	9	9	9	9
V32	2	7	7	7	6	7	7	6	6	8	7	8	8
V33	1	5	4	5	6	4	6	4	4	6	6	6	6
V34	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V41	8	7	7	7	6	7	8	8	8	8	9	8	8
V42	5	4	3	4	4	4	5	4	4	5	6	5	5
V43	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V44	1	5	4	5	4	3	3	3	3	3	3	3	3

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 4 + Centres de visitants + Tarifes altes

Generació:

Configuració 1234	Produïts'	Atrets
1	2.949.503	2.926.703
2	82.150	88.371
3	194.577	202.866
4	194.577	202.866
TOTAL	3.420.806	3.420.806

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	2,5	0,287	2.949.503	2.926.703	0,889	745.130	765.069	2.872.633	84%
V12	1	2	5	0,082	2.949.503	88.371	1,903	13.803	765.069	53.214	2%
V13	1	3	10	0,007	2.949.503	202.866	2,330	3.185	765.069	12.278	0%
V14	1	4	10	0,007	2.949.503	202.866	2,159	2.951	765.069	11.378	0%
V21	2	1	5	0,082	82.150	2.926.703	0,889	213.483	357.224	49.094	1%
V22	2	2	1	0,607	82.150	88.371	1,903	101.992	357.224	23.455	1%
V23	2	3	5	0,082	82.150	202.866	2,330	38.798	357.224	8.922	0%
V24	2	4	10	0,007	82.150	202.866	2,159	2.951	357.224	679	0%
V31	3	1	10	0,007	194.577	2.926.703	0,889	17.524	257.543	13.239	0%
V32	3	2	5	0,082	194.577	88.371	1,903	13.803	257.543	10.428	0%
V33	3	3	1,5	0,472	194.577	202.866	2,330	223.265	257.543	168.679	5%
V34	3	4	10	0,007	194.577	202.866	2,159	2.951	257.543	2.230	0%
V41	4	1	10	0,007	194.577	2.926.703	0,889	17.524	228.738	14.907	0%
V42	4	2	10	0,007	194.577	88.371	1,903	1.133	228.738	964	0%
V43	4	3	10	0,007	194.577	202.866	2,330	3.185	228.738	2.709	0%
V44	4	4	1,5	0,472	194.577	202.866	2,159	206.897	228.738	175.997	5%
										3.420.806	

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01 CGij públic 1	FER_02 CGij públic 2	FER_05 CGij públic 3	FER_06 CGij públic 4	FER_07 CGij públic 5	FER_08 CGij públic 6	FER_03 CGij públic 7	FER_04 CGij públic 8	FER_09 CGij públic 9	FER_10 CGij públic 10	FER_11 CGij públic 11	FER_12 CGij públic 12
V11	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
V12	2	7	7	7	8	7	7	7	7	7	7	7	7
V13	4	10	10	9	11	10	10	10	10	10	10	10	10
V14	6	8	8	8	9	8	9	8	8	9	9	9	9
V21	2	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
V22	1	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5
V23	2	8	8	8	9	8	7	7	7	8	8	8	8
V24	4	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6
V31	4	10	10	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10
V32	2	8	8	8	7	8	7	7	7	8	8	8	8
V33	1	6	6	6	7	6	7	5	5	7	7	7	7
V34	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V41	6	8	8	8	7	8	9	8	8	9	9	9	9
V42	4	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6
V43	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V44	1	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Influència del model d'exploració en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 4 + Centres de visitants + Tarifes baixes

Generació:

Configuració 1234	Produïts'	Atrets
1	2.949.503	2.926.703
2	82.150	88.371
3	194.577	202.866
4	194.577	202.866
TOTAL	3.420.806	3.420.806

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	2,5	0,287	2.949.503	2.926.703	0,889	745.130	765.069	2.872.633	84%
V12	1	2	5	0,082	2.949.503	88.371	1,903	13.803	765.069	53.214	2%
V13	1	3	10	0,007	2.949.503	202.866	2,330	3.185	765.069	12.278	0%
V14	1	4	10	0,007	2.949.503	202.866	2,159	2.951	765.069	11.378	0%
V21	2	1	5	0,082	82.150	2.926.703	0,889	213.483	357.224	49.094	1%
V22	2	2	1	0,607	82.150	88.371	1,903	101.992	357.224	23.455	1%
V23	2	3	5	0,082	82.150	202.866	2,330	38.798	357.224	8.922	0%
V24	2	4	10	0,007	82.150	202.866	2,159	2.951	357.224	679	0%
V31	3	1	10	0,007	194.577	2.926.703	0,889	17.524	257.543	13.239	0%
V32	3	2	5	0,082	194.577	88.371	1,903	13.803	257.543	10.428	0%
V33	3	3	1,5	0,472	194.577	202.866	2,330	223.265	257.543	168.679	5%
V34	3	4	10	0,007	194.577	202.866	2,159	2.951	257.543	2.230	0%
V41	4	1	10	0,007	194.577	2.926.703	0,889	17.524	228.738	14.907	0%
V42	4	2	10	0,007	194.577	88.371	1,903	1.133	228.738	964	0%
V43	4	3	10	0,007	194.577	202.866	2,330	3.185	228.738	2.709	0%
V44	4	4	1,5	0,472	194.577	202.866	2,159	206.897	228.738	175.997	5%
										3.420.806	

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01 CGij públic 1	FER_02 CGij públic 2	FER_05 CGij públic 3	FER_06 CGij públic 4	FER_07 CGij públic 5	FER_08 CGij públic 6	FER_09 CGij públic 7	FER_04 CGij públic 8	FER_09 CGij públic 9	FER_10 CGij públic 10	FER_11 CGij públic 11	FER_12 CGij públic 12
V11	2	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4
V12	2	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
V13	4	8	8	7	9	7	7	7	7	7	7	7	7
V14	6	5	6	5	7	5	6	6	6	6	7	6	6
V21	2	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
V22	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
V23	2	5	5	5	7	6	5	5	5	6	6	6	6
V24	4	3	3	4	4	3	4	3	3	4	5	4	4
V31	4	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
V32	2	5	5	5	5	6	5	5	5	6	6	6	6
V33	1	4	4	4	5	3	5	3	3	4	4	4	4
V34	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V41	6	5	6	5	5	5	6	6	6	6	7	6	6
V42	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	5	4	4
V43	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V44	1	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 4 + Centres regionals+ Tarifes altes

Generació:

Configuració 1234	Produïts'	Atrets
1	3.154.728	3.130.990
2	87.858	94.585
3	206.563	215.069
4	206.563	215.069
TOTAL	3.655.711	3.655.711

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	2,5	0,779	3.154.728	3.130.990	0,947	2.309.543	2.627.954	2.772.491	76%
V12	1	2	5	0,607	3.154.728	94.585	1,121	64.316	2.627.954	77.208	2%
V13	1	3	10	0,368	3.154.728	215.069	1,595	126.186	2.627.954	151.480	4%
V14	1	4	10	0,368	3.154.728	215.069	1,617	127.909	2.627.954	153.548	4%
V21	2	1	5	0,607	87.858	3.130.990	0,947	1.798.674	2.230.576	70.846	2%
V22	2	2	1	0,905	87.858	94.585	1,121	95.948	2.230.576	3.779	0%
V23	2	3	5	0,607	87.858	215.069	1,595	208.045	2.230.576	8.194	0%
V24	2	4	10	0,368	87.858	215.069	1,617	127.909	2.230.576	5.038	0%
V31	3	1	10	0,368	206.563	3.130.990	0,947	1.090.951	1.578.406	142.771	4%
V32	3	2	5	0,607	206.563	94.585	1,121	64.316	1.578.406	8.417	0%
V33	3	3	1,5	0,861	206.563	215.069	1,595	295.231	1.578.406	38.636	1%
V34	3	4	10	0,368	206.563	215.069	1,617	127.909	1.578.406	16.739	0%
V41	4	1	10	0,368	206.563	3.130.990	0,947	1.090.951	1.555.408	144.882	4%
V42	4	2	10	0,368	206.563	94.585	1,121	39.010	1.555.408	5.181	0%
V43	4	3	10	0,368	206.563	215.069	1,595	126.186	1.555.408	16.758	0%
V44	4	4	1,5	0,861	206.563	215.069	1,617	299.262	1.555.408	39.743	1%
										3.655.711	

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER_01 CGij públic 1	FER_02 CGij públic 2	FER_05 CGij públic 3	FER_06 CGij públic 4	FER_07 CGij públic 5	FER_08 CGij públic 6	FER_03 CGij públic 7	FER_04 CGij públic 8	FER_09 CGij públic 9	FER_10 CGij públic 10	FER_11 CGij públic 11	FER_12 CGij públic 12
V11	2	7	7	7	7	8	8	6	6	8	8	8	8
V12	3	8	9	8	9	8	8	8	8	9	8	9	9
V13	5	13	13	11	14	12	12	12	12	12	12	12	12
V14	8	9	10	9	11	9	11	10	10	11	11	11	11
V21	3	8	9	8	8	8	8	8	8	9	8	9	9
V22	1	6	5	6	6	5	5	5	5	6	6	6	6
V23	2	9	9	9	11	9	9	8	8	10	9	10	10
V24	5	6	6	7	7	7	8	6	6	7	9	7	7
V31	5	13	13	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
V32	2	9	9	9	9	9	9	8	8	10	9	10	10
V33	1	7	7	7	8	6	8	6	6	8	8	8	8
V34	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V41	8	9	10	9	9	9	11	10	10	11	11	11	11
V42	5	6	6	7	6	7	8	6	6	7	9	7	7
V43	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V44	1	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Influència del model d'explotació en la maximització de la captació d'usuaris de transport ferroviari urbà i interurbà

Esquema espacial 4 + Centres regionals+ Tarifes baixes

Generació:

Configuració 1234	Produïts'	Atrets
1	3.154.728	3.130.990
2	87.858	94.585
3	206.563	215.069
4	206.563	215.069
TOTAL	3.655.711	3.655.711

Distribució:

Vij	i	j	Distància	Exponencial	Generats i	Atrets j	bj	Numerador Aj*Fij*bj	Denominador (sumatori Fij amb i fixa j lliure)	Tij	%
V11	1	1	2,5	0,779	3.154.728	3.130.990	0,947	2.309.543	2.627.954	2.772.491	76%
V12	1	2	5	0,607	3.154.728	94.585	1,121	64.316	2.627.954	77.208	2%
V13	1	3	10	0,368	3.154.728	215.069	1,595	126.186	2.627.954	151.480	4%
V14	1	4	10	0,368	3.154.728	215.069	1,617	127.909	2.627.954	153.548	4%
V21	2	1	5	0,607	87.858	3.130.990	0,947	1.798.674	2.230.576	70.846	2%
V22	2	2	1	0,905	87.858	94.585	1,121	95.948	2.230.576	3.779	0%
V23	2	3	5	0,607	87.858	215.069	1,595	208.045	2.230.576	8.194	0%
V24	2	4	10	0,368	87.858	215.069	1,617	127.909	2.230.576	5.038	0%
V31	3	1	10	0,368	206.563	3.130.990	0,947	1.090.951	1.578.406	142.771	4%
V32	3	2	5	0,607	206.563	94.585	1,121	64.316	1.578.406	8.417	0%
V33	3	3	1,5	0,861	206.563	215.069	1,595	295.231	1.578.406	38.636	1%
V34	3	4	10	0,368	206.563	215.069	1,617	127.909	1.578.406	16.739	0%
V41	4	1	10	0,368	206.563	3.130.990	0,947	1.090.951	1.555.408	144.882	4%
V42	4	2	10	0,368	206.563	94.585	1,121	39.010	1.555.408	5.181	0%
V43	4	3	10	0,368	206.563	215.069	1,595	126.186	1.555.408	16.758	0%
V44	4	4	1,5	0,861	206.563	215.069	1,617	299.262	1.555.408	39.743	1%
										3.655.711	

Repartiment modal:

Vij	CGij privat	FER 01 CGij públic 1	FER 02 CGij públic 2	FER 05 CGij públic 3	FER 06 CGij públic 4	FER 07 CGij públic 5	FER 08 CGij públic 6	FER 03 CGij públic 7	FER 04 CGij públic 8	FER 09 CGij públic 9	FER 10 CGij públic 10	FER 11 CGij públic 11	FER 12 CGij públic 12
V11	2	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5
V12	3	6	6	6	7	6	5	6	6	6	6	6	6
V13	5	10	11	9	12	10	10	10	10	9	9	9	9
V14	8	7	7	7	9	7	8	8	8	8	9	8	8
V21	3	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6
V22	1	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4
V23	2	7	7	7	9	7	7	6	6	8	7	8	8
V24	5	4	3	4	5	4	5	4	4	5	6	5	5
V31	5	10	11	9	9	10	10	10	10	9	9	9	9
V32	2	7	7	7	6	7	7	6	6	8	7	8	8
V33	1	5	4	5	6	4	6	4	4	6	6	6	6
V34	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V41	8	7	7	7	6	7	8	8	8	8	9	8	8
V42	5	4	3	4	4	4	5	4	4	5	6	5	5
V43	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V44	1	5	4	5	4	3	3	3	3	3	3	3	3