

**Revisió del càlcul de la rendibilitat social del projecte de connexió del Trambaix i Trambesòs per la Diagonal basat en els estudis publicats per l'Ajuntament de Barcelona.**

Dr. Daniel Albalade – Professor Agregat

Albert Gragera – Professor Associat

Departament d'Econometria, Estadística i Economia Aplicada de la Universitat de Barcelona. Grup de Recerca en Governos i Mercats

Barcelona, 6 de març de 2017

Grup de recerca en  
Governos i Mercats





# ÍNDEX

<b>1. INTRODUCCIÓ.....</b>	<b>5</b>
<b>2. ESTUDI DE DEMANDA DE TRANSPORT PÚBLIC.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1. ESCENARI DE REFERÈNCIA ESCOLLIT I PROJECTES CONSIDERATS. ....</b>	<b>7</b>
2.1.1. ESCENARI DE REFERÈNCIA .....	7
2.1.2. PROJECTES ALTERNATIUS CONSIDERATS .....	12
<b>2.2. PROJECCIÓ DE LA DEMANDA .....</b>	<b>13</b>
<b>2.3. ESTIMACIONS DELS ESTALVIS DE TEMPS DE VIATGE.....</b>	<b>15</b>
<b>2.4. CAPTACIÓ D'USUARIS DEL TRANSPORT PRIVAT I DEMANDA INDUÏDA .....</b>	<b>19</b>
<b>2.5. DOBLE COMPTABILITZACIÓ DE L'ACCESSIBILITAT I VALORACIÓ DEL CONFORT</b>	<b>21</b>
<b>2.6. VALORACIÓ CONJUNTA DE L'IMPACTE DELS ASPECTES ANALITZATS .....</b>	<b>22</b>
<b>3. ESTUDI DE TRÀNSIT (TRANSPORT PRIVAT) .....</b>	<b>24</b>
<b>3.1. ASPECTES METODOLÒGICS GENERALS .....</b>	<b>24</b>
<b>3.2. CAPTACIÓ D'USUARIS DEL VEHICLE PRIVAT.....</b>	<b>29</b>
<b>3.3. VALORACIÓ DE L'IMPACTE SOBRE LA CONGESTIÓ .....</b>	<b>31</b>
<b>4. DESPESES ASSOCIADES A LA INVERSIÓ.....</b>	<b>32</b>
<b>4.1. DESVIACIONS EN ELS COSTOS D'INVERSIÓ .....</b>	<b>32</b>
<b>4.2. COSTOS DE LA PLANIFICACIÓ I AFECTACIONS DURANT LES OBRES .....</b>	<b>34</b>
<b>5. ESTUDI D'IMPACTES MEDI AMBIENTALS. ....</b>	<b>35</b>
<b>5.1. TRASLLADAR LA CONGESTIÓ I ELS CANVIS EN LES VELOCITATS MITJANES A EMISSIONS .....</b>	<b>36</b>
<b>5.2. EMISSIONS EN ELS PROCESSOS AVANT-POST (PRODUCCIÓ D'ENERGIA, CONSTRUCCIÓ, PRODUCCIÓ I DESBALLESTAMENT) .....</b>	<b>36</b>
<b>6. RESUM.....</b>	<b>39</b>



## 1. INTRODUCCIÓ

Aquest informe realitza una revisió crítica de l'estudi d'avaluació de la connexió del Trambaix i Trambesòs dut a terme per l'Ajuntament de Barcelona, i en particular de l'alternativa basada en la connexió per l'Avinguda Diagonal com escenari més desitjable. En base a la informació disponible pretenem analitzar com les diverses decisions i supòsits seleccionats pels autors de l'estudi de l'Ajuntament condicionen els resultats de la rendibilitat social esperada del projecte. El nostre informe qüestiona de manera raonada alguns dels supòsits sobre els que es basa l'estudi d'impacte socioeconòmic de l'Ajuntament i alguns dels inputs emprats (dades i estimacions), i aporta una valoració de l'impacte que una modificació dels mateixos té sobre la rendibilitat social esperada del projecte. D'aquesta manera es qüestiona la unió del tramvia per l'Avinguda Diagonal de Barcelona com un projecte desitjable des del punt de vista de l'anàlisi socioeconòmic actual, ja que sense modificacions rellevants a la metodologia i als inputs utilitzats per l'Ajuntament de Barcelona es fa difícil considerar que aquest pugui ser un projecte que millori el benestar social sense dubtes més que raonables.

Aquest informe ha de servir per aportar una major informació objectiva al debat sobre la millor intervenció pública per resoldre el problema de mobilitat de la ciutat. Per això pretenem aportar elements que ajudin a millorar l'estudi de l'Ajuntament tant per aquest projecte com per a futurs projectes d'infraestructures de transport a la ciutat. Amb això pretenem assegurar que els resultats que s'obtinguin dels estudis socioeconòmics d'avaluació d'infraestructures tinguin en compte elements claus que poden afectar a la seva qualitat per tal que les recomanacions que se'n derivin siguin el més robustes i rigoroses possible. Només estant convençuts de la idoneïtat i robustesa dels estudis podrem estar segurs sobre les bondats de les intervencions públiques que requereixen la mobilització de grans quantitats de recursos públics i que afecten, de forma rellevant però desigual, als ciutadans subjectes als impactes d'aquestes mesures.

Tot i que aquest informe mostra com la rendibilitat social del projecte d'unió del tramvia per la Diagonal és molt sensible als supòsits i decisions metodològiques escollides pels autors, aquest no s'ha d'entendre com un document que tingui com a objectiu realitzar una anàlisi de sensibilitat/risc sobre els inputs o hipòtesis descrites en els estudis de l'Ajuntament. Aquest document analitza, per contra, si aquests supòsits i decisions són vàlides com a valors esperats (més probables) o per contra i ha risc que estiguin excessivament esbiaixats; valorant el seu impacte sobre la rendibilitat social esperada del projecte. Una vegada consensuats aquests valors és quan s'ha de realitzar l'anàlisi de sensibilitat/risc per part dels autors de l'estudi.

A fi i efecte de poder portar a terme el present anàlisi s'ha tingut accés al següent llistat d'informació:

#### **AJUNTAMENT DE BARCELONA**

1. *Document de l'estudi publicat al web de l'Ajuntament (pdf) i els seus annexos*
2. *Document de l'estudi socioeconòmic realitzar per MCrit (escanejat)*
3. *Estudi de trànsit*

- a) Matriu de número de desplaçaments origen destí pels usuaris del vehicle privat (xls escenaris)
- b) Matriu de temps de viatge en càrrega lliure entre origen-destí pels usuaris del vehicle privat (xls escenaris)
- c) Graf de la xarxa viària i centroides (cartografia digital)

#### **AUTORITAT DEL TRANSPORT METROPOLITÀ (ATM)**

4. *Estudi de demanda complet*
- a) Matriu origen-destí dels desplaçaments dels usuaris del TP (xls escenaris)
- b) Matriu de temps de viatge entre origen-destí pels usuaris del TP (xls escenaris)
- c) Zonificació EMQ (cartografia digital)

El document s'estructura de la següent forma. En primer lloc, analitzem l'apartat de l'estudi que avalua l'impacte de la unió del Trambaix i el Trambesòs sobre la demanda de transport públic. En aquest cas, es discuteix la idoneïtat de l'escenari de referència escollit i el tipus de projectes considerats com alternatives a la unió per la Diagonal. També s'avalua el paper de la projecció de la demanda esperada i sobretot les estimacions d'estalvi de temps en transport públic. En la segona secció tractem l'impacte del projecte sobre el transport privat, és a dir, l'impacte del projecte d'unió del Trambaix i Trambesòs sobre el trànsit. En aquest cas ens centrem en els supòsits de captació per part del tramvia d'usuaris provinents del transport privat i en l'estimació de canvis de temps (congestió). La tercera secció analitza els impactes que poden produir les desviacions en els costos constructius sobre la rendibilitat social esperada del projecte, i la quarta es centra en els aspectes medi ambientals de l'estudi.

Aquest informe s'acompanya d'una presentació elaborada pels autors que resumeix els principals resultats de l'informe.

## 2. ESTUDI DE DEMANDA DE TRANSPORT PÚBLIC.

En aquesta secció avaluarem els supòsits i decisions tècniques preses pels autors de l'estudi de l'Ajuntament en l'apartat *Estudi de la Demanda de Transport Públic* (Annex 2), i que tenen un impacte més significatiu sobre la rendibilitat social del projecte. Aquestes decisions són les següents:

1. Escenari de referència escollit i projectes considerats com alternatives.
2. Projectió de la demanda de transport públic (creixement temporal)
3. Estimacions dels estalvis de temps en transport públic.
4. Captació d'usuaris del transport privat per part del Tramvia.

### 2.1. Escenari de referència escollit i projectes considerats.

Dos dels factors fonamentals d'una anàlisi cost benefici són l'elecció de l'escenari de referència (contrafactual) i de les diferents alternatives considerades. En aquest apartat avaluarem l'impacte de les decisions preses pels autors de l'estudi en relació a aquests escenaris i alternatives i com aquestes poden haver afectat els resultats obtinguts:

#### 2.1.1. Escenari de referència

L'estudi pateix d'un problema de disseny conceptual i metodològic en no considerar un escenari de referència homogeni en els seus diferents apartats (estudis parcials). L'escenari de referència de l'estudi de demanda difereix de l'escenari de referència de l'estudi sobre el trànsit i aquest, a la vegada, també difereix de l'estudi d'impacte ambiental; tal com es mostra a la Taula 1.

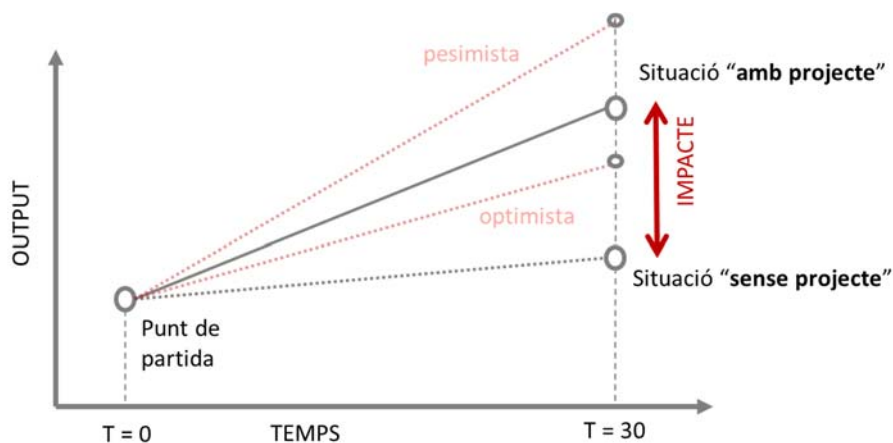
Part de l'estudi:	Escenari de referència considerat:	Àmbit d'anàlisi:
Avaluació Socioeconòmica	TRAM actual	...
	NxB (inclou D30)	
	L9 - tram central (2024)	
	L8 - Gràcia (2028)	
	No: Superilles, ampliació c/bici c/bus	
Estudi demanda (E2)	TRAM actual	Àmbit tarifari integrat (2018)
	L9/L10 trams I i II (en servei)	
	NxB	
	Elimina línia 7	
	Línia 34 (Verdaguer-V.Amat)	
	No: L9 - tram central, L8 - Gràcia	
Estudi de trànsit	Configuració sentits actual	Municipal (2015)
	No canvi de sentit Av.Sarrià i Urgell	
Estudi impacte ambiental	NxB (D30 flota Gas Natural)	Emissions: Municipal (2015)
		Soroll: Proximitat Diagonal?

**Taula 1. Diferències en les consideracions d'escenari de referència i àmbit d'anàlisi segons part de l'estudi. (Font: Elaboració pròpia a partir de l'estudi de l'Ajuntament).**

Aquesta debilitat de disseny afecta al conjunt de l'estudi i evidentment té un impacte sobre els seus resultats, ja que s'opera amb magnituds derivades de diferents estudis parcials que

no són homogènies conceptualment. Malauradament, és difícil poder establir una relació directa i quantificable entre aquesta decisió de treballar amb escenaris de referència diferents i la rendibilitat social del projecte en el seu conjunt. Tot i aquesta limitació, sí ens és possible avaluar com l'escenari de referència escollit té un impacte sobre la rendibilitat social del projecte en alguns dels apartats claus de l'avaluació, com ho és per exemple l'estimació del principal factor explicatiu dels beneficis socials esperats del projecte: els estalvis de temps en transport públic. Identificant només l'impacte d'aquesta decisió sobre el principal element de benefici social ens serà suficient per mostrar com els resultats són enormement sensibles a aquesta decisió de disseny.

Cal recordar que l'estimació dels estalvis de temps derivats del projecte d'unió del tramvia en relació a l'escenari de referència – situació contrafactual en la que no hi ha projecte però que suposa millores mínimes – és un element fonamental de l'estudi de demanda del transport públic i també de la seva contribució social en quant a beneficis socials projectats. Per això la decisió de quin és l'escenari de referència és crític pel resultat de la rendibilitat social esperada del projecte. El resultat de l'anàlisi cost-benefici és de caràcter incremental, ja que es computa com la diferència entre els costos i beneficis derivats de la implantació del projecte respecte d'una hipotètica situació “sense projecte” (contrafactual), o evolució natural de la situació actual amb el mínim d'intervenció pública desitjable. Així doncs, estem comparant dues situacions hipotètiques sobre les que cal fer certes assumpcions. Com de diferents pressuposem ambdues condiciona totalment el resultat que n'obtidrem. Un exemple conceptual d'aquest raonament es mostra a la Figura 1, on veiem com un plantejament més optimista o pessimista de l'escenari de referència respecte de la situació amb projecte porta a obtenir una valoració de la idoneïtat de la intervenció pública substancialment diferent.



*Figura 1. Exemple conceptual de la rellevància de la tria de l'escenari de referència en l'anàlisi incremental de l'ACB. (Font: Elaboració pròpia).*

En l'actual estudi de l'ajuntament l'escenari de referència inclou el servei de TRAM actual, els trams I i II de la L9/L10 actualment en servei i la fase final d'implantació de la NxB (que inclou la D30), no queda clar com s'ha considerat la implantació del tram central de la L9 ni



L'extensió de la L8 (ni la seva temporalitat)<sup>1</sup>, i s'elimina la línia 7 i es fa circular la línia 34 només entre Verdaguer i Virrei Amat.

L'estudi de demanda de l'Ajuntament estima el temps global del sistema de transport públic per diferents escenaris, el que permet estimar els estalvis de temps derivats de la comparació dels diferents escenaris. En conjunt, l'escenari considerat de referència suposa un temps global del transport públic de 101.258.285 minuts. Aquest escenari serveix de base para a la comparació amb els projectes avaluats.

Tot i això, aquest no és l'únic escenari que pot ser considerat de referència. Com hem avançat abans, l'escenari de referència (contrafactual) ha de ser l'opció més raonable d'evolució de la situació actual sense dur a terme la connexió del tramvia; o dit d'una altra manera, quina és la mínima intervenció pública que seria d'esperar segons l'evolució natural de la situació actual en cas de no implantar el tramvia. I de fet, una inspecció ràpida als escenaris de referència possibles mostra com l'escollit no sembla seguir aquest criteri i pot estar sobreestimant els beneficis de la connexió del tramvia, ja que fa la situació de base pitjor del que podria ser. La modificació d'aquesta hipòtesis de partida pot canviar notablement els estalvis de temps agregats assolits pel projecte d'unió del tramvia. En concret, la utilització de l'escenari de referència (E2a), lleugerament diferent a l'escollit pels autors de l'estudi (E2), i que si que inclouria les línies 7 i 34 en operació fins l'any 2018, farien que el projecte de la connexió amb el tramvia (E4) no aportés estalvis de temps sinó increments de temps globals en el transport públic (Veure la Taula 2). Aquest fet portaria inevitablement a una rendibilitat negativa del projecte, ja que els estalvis de temps són el principal element de benefici social del projecte d'unió del tramvia (94% del benefici social net segons l'estudi).

Escenari	Descripció de l'escenari	Temps global (min)	Diferència respecte E2 (min)	Diferència respecte E2a (min)
E2	Final NxB	101.258.285		
E2a	Final NxB i línies 7 i 34	100.989.482	-268.803	
E4	Tram Diagonal i Final NxB	101.052.414	-205.871	+62.932

*Taula 2. Diferències en temps de viatge global pel conjunt de la xarxa per escenari de referència. Font: Elaboració pròpia a partir de les dades de la taula de l'estudi de demanda, p.111 del PDF*

Existeixen arguments per a defensar que l'escenari E2a és un escenari més adequat com a escenari de referència que l'escenari E2. Sembla coherent pensar que, en cas de no portar a terme la connexió del tramvia, l'evolució més raonable de la situació actual de la xarxa de transport inclogui les línies 7 i 34 en servei. La seva eliminació es deriva de la reestructuració de serveis associada a la NxB, però també a la pròpia implantació del tramvia. Considerar només que la demanda prevista en l'escenari sense tramvia es serveix de manera exclusiva amb la Fase final de la NXB (D30) obviant si es mantenen les línies 7 i 34, és equivalent a dir que els planificadors del transport fan la situació sense tramvia pitjor del que realment els seus propis estudis mostren que podria ser (sobreestimant els beneficis de la potencial

<sup>1</sup> La matriu d'estalvis de temps facilitada per l'ATM és única i el document d'avaluació socioeconòmica realitzat per Mcrit només aplica certa tendència de creixement de la demanda del TP on apareixen alguns factors de correcció en 3 anys que no concorden amb la mateixa, però no s'hi especifica l'origen ni queda clar si fan referència a l'obertura d'alguna nova línia/servei de TP.

connexió). És difícil de concebre que en cas de no portar a terme la connexió del tramvia el planificador intencionadament deixaria d'aplicar mesures al seu abast. Les dades posen de manifest la importància d'avaluar la decisió presa en relació a l'escenari de referència ja que pot observar-se que petites modificacions poden afectar als resultats de l'estudi. De fet, escollir l'escenari E2a portaria a rebutjar el projecte per l'anàlisi socioeconòmica.

Considerem que l'E2a pot ser un bon contrafactual per avaluar la idoneïtat del projecte de connexió del tramvia per la Diagonal, però no té perquè ser el millor ni l'únic. El que si apunta és a la necessitat de reconsiderar la validesa de l'E2, ja que resulta evident que en termes de temps de viatge per als usuaris del transport públic existeixen millors opcions per a donar-los servei en cas de no implantar el tramvia. Aquest defecte en l'avaluació és un problema sistemàtic que té la suficient rellevància com per que diferents manuals d'avaluació incloguin un apartat específic que en destaquï les conseqüències; veure per exemple CEDEX (2010), BEI (2013) i SAIT (2015)<sup>2</sup>.

A continuació calcularem els resultats principals de l'estudi considerant com a escenari de referència l'escenari E2a i mantenint la resta de supòsits i decisions metodològiques i conceptuals constants. Així, mostrarem quin és l'impacte aïllat d'aquesta elecció fins i tot acceptant tota la resta de decisions preses pels autors de l'estudi com a vàlides.

A tal efecte, s'ha modificat l'estalvi unitari assumit a l'estudi computat com la diferència de temps global en dia feiner pel conjunt de la xarxa de transport públic entre l'escenari E4 i l'E2a (increment de temps en 62.932 min) dividit per la demanda captada de la resta del transport públic (85.596pax/feiner)<sup>3</sup>. Amb això obtenim un increment de temps unitari de 0.73 min per desplaçament. Multiplicant aquest valor pel total de desplaçaments captats anualment i assumint la meitat del benefici per la demanda induïda obtenim un valor actualitzat per estalvis de temps dels usuaris del transport públic de -25M€; cosa que implica que el projecte de connexió del tramvia genera pèrdues de benestar respecte la fase final de la NxB mantenint en servei les línies 7 i 34 en la seva configuració actual.

A més d'això, i per ser prudents amb la valoració sobre la rendibilitat social; s'ha analitzat també l'efecte d'aquest canvi d'escenari sobre els beneficis derivats d'implantar el tramvia sobre els autobusos alliberats i les despeses d'operació, manteniment i personal associades als mateixos<sup>4</sup>. En no disposar d'informació precisa sobre els número d'autobusos emprats en

<sup>2</sup> HEATCO (2006) Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment – Deliverable 5: Proposal for Harmonised Guidelines.

CEDEX (2010) Evaluación económica de proyectos de transporte - Manual, CEDEX-Ministerio de Fomento, Gobierno de España.

BEI (2013) The Economic Appraisal of Investment Projects at the EIB, European Investment Banc.

SAIT (2015) Sistema d'Avaluació d'Infraestructures de Transport - Manual, Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya

<sup>3</sup> Cal fer notar que aquest valor difereix de l'especificat a l'annex de l'estudi de demanda disponible al pdf de l'estudi realitzat per l'Ajuntament; però és el valor que consta a la taula d'evolució de la demanda per l'any 2021 al document MCrit facilitat per l'Ajuntament. Entre els 2018 (57.300 pax) i 2020 (84.331 pax) s'aplica un criteri de creixement ad-hoc (imaginem que per simular l'evolució de la captació els primers 3 anys fins a estabilitzar-se) i és a partir de l'esmentat valor que s'aplica la tendència de creixement descrit a l'estudi.

<sup>4</sup> En aquest cas estem assumint que cal "ampliar" la dotació d'autobusos per les línies D30, 7 i 34 en l'escenari de referència per seguir el criteri adoptat a l'estudi de l'Ajuntament; tot i que una de les premisses bàsiques de la implantació de la NxB era realitzar el canvi de la xarxa actual a la futura amb els mateixos recursos. Com a mínim això planteja dubtes sobre aquesta hipòtesis en el cas de la D30 (ja comptada a la NxB). En tot cas, aquest criteri aporta robustesa addicional als nostres resultats en deixar-nos del costat de la seguretat.

les línies 7 i 34 (i els seus veh-km i costos operatius) s'han augmentat els beneficis descrits al projecte per l'eliminació de la D30 per un factor multiplicador segons el nombre d'autobusos associats a aquestes línies (assumint uns costos equivalents als descrits a l'estudi per la D30). La comparativa de la rendibilitat social associada al canvi d'escenari al E2a en funció de la hipòtesis d'estalvi per l'alliberament d'autobusos queda reflectit a la Taula 3.

Autobusos alliberats	VANs	TIRs
base	85,725,897.44 €	11.08%
<b>14 (només D30)</b>	<b>-139,552,927.53 €</b>	<b>-11.89%</b>
21	-106,690,805.07 €	-9.42%
28	-73,828,682.60 €	-6.50%
35	-40,966,560.13 €	-2.83%
42	-8,104,437.67 €	1.78%
49	24,757,684.80 €	6.67%
56	57,619,807.27 €	11.15%

*Taula 3. Impacte del canvi d'escenari de base sobre la rendibilitat social del projecte de connexió del tramvia per la Diagonal per diferents hipòtesis d'estalvis derivats de l'alliberament d'autobusos de les línies D30, 7 i 34 (parcialment). (Font: Elaboració pròpia a partir de les dades de l'estudi de l'Ajuntament)*

Cal fer notar que, per tal de fer socialment desitjable la connexió de la xarxa del tramvia es necessitaria alliberar més de 3 vegades els costos equivalents al material mòbil i despeses d'operació i personal de la D30 (44 autobusos). Requerint multiplicar aquest estalvi per 4 per tal d'assolir el nivell de rendibilitat previst a l'estudi portat a terme per l'Ajuntament. D'aquest anàlisi es deriva que la rendibilitat social del projecte de connexió del tramvia per la Diagonal es veu molt condicionat per l'escenari de referència escollit i caldria analitzar quina és la millor alternativa contrafactual (què és el millor que raonablement podem fer si no portem a terme la connexió?) per valorar l'impacte d'aquesta intervenció pública.

Entenem que aquest plantejament sobre l'elecció de l'escenari de referència pot resultar complex pel lector no familiaritzat amb la metodologia cost-benefici; però aquest és equivalent a avaluar l'alternativa de connexió del tramvia i la d'implantar la NxB mantenint les línies 7 i 34 per separat (respecte l'escenari de referència de l'estudi) i veure quina és més rendible que l'altre. L'anàlisi que fem en aquest apartat serveix per respondre a la pregunta: Què és socialment més rendible, connectar el tram o implantar la NxB amb les línies 7 i 34? Els nostres resultats mostren de manera robusta que la segona opció és socialment més beneficiosa sempre que els costos de l'alliberament d'aquestes línies no sigui major a 4 vegades els considerats per la D30 a l'estudi de l'Ajuntament.

D'aquesta reflexió i en base als propis resultats obtinguts a l'estudi de demanda de l'ATM (en els que es basen els nostres càlculs), els planificadors de transport haurien d'adonar-se que el realment rellevant per a la millora del benestar dels usuaris del transport públic a Barcelona no és tant l'ampliació de la capacitat del transport públic a la Diagonal com adaptar l'oferta de manera més flexible als seus patrons origen-destí amb una velocitat comercial, intervals de pas i connexions adients.

### 2.1.2. Projectes alternatius considerats

Segons els estudis de l'Ajuntament, el projecte escollit com a més desitjable és l'escenari E4 comparat amb les alternatives avaluades (escenaris E6, E7 i E8). Aquests inclouen diferents traçats de la construcció del tramvia (Provença, Túnel,...) o la millora de la D30+ amb autobusos elèctrics<sup>5</sup>. Tanmateix, una inspecció als temps globals de viatge pels diferents escenaris de l'estudi de demanda mostra també que existeixen altres escenaris que aconseguirien estalvis de temps superiors a l'alternativa de la unió del tramvia per la diagonal en combinació amb el final de la nova xarxa de bus (E4). Això ja ha quedat patent en l'apartat anterior respecte de l'escenari E2a (escenari de referència). Però a més, observem com els escenaris E3 i E5 no han estat considerats com alternatives, tot i produir majors estalvis de temps. D'aquests dos, crida l'atenció especialment el cas de l'escenari E3, que no suposa cap inversió constructiva en el tramvia, però que en canvi aporta millors resultats en temps global que el projecte escollit (E4). De fet, els estalvis de temps dupliquen els del projecte de la unió del tramvia per la Diagonal. A més, aconseguiria estalvis de temps tant en comparació amb l'escenari de referència E2 com en relació amb l'escenari de referència E2a, tal i com mostren les dades de la Taula 4 a continuació:

Escenari	Descripció	Temps global (min)	Diferència respecte E2 (min)	Diferència respecte E2a (min)
E3	Final NxB millorada	100823000	-435285	-166482
E7	Túnel i Final NxB	100921465	-336820	-68017
E4	Tram Diagonal i Final NxB	101052414	-205871	62932
E6	Provença, Final NxB i línies 7 i 34	101098005	-160280	108523
E8	D30 millorada i Final NxB	101191595	-66690	202113

*Taula 4. Diferències en temps de viatge global i estalvis pel conjunt de la xarxa i per escenari de referència (En ordre descendent d'estalvis de temps) Font: Elaboració pròpia a partir de les dades de la taula de l'estudi de demanda, p.111 del PDF*

Aquest fet aporta arguments sòlids que exigirien la consideració d'aquest projecte alternatiu (E3), que implica aportar millores en la velocitat mitjana comercial del sistema d'autobusos de 1 km/h en promig al conjunt de la xarxa. Això hauria d'assolir-se a partir de millores en l'operativa del servei que permetin reduir el temps de parada i trajecte; per exemple implantant l'accés per totes les portes, evitant l'aparellament d'autobusos, carrils bus i prioritats semafòrica.

Malauradament, per l'abast d'aquest treball i la complexitat que implica la seva valoració no ens resulta possible estimar la rendibilitat social d'aquesta alternativa de manera completa. Tanmateix, sí que hem pogut establir com d'elevada hauria de ser la inversió en aquesta alternativa de "gestió" per a que aportés la mateixa rendibilitat que el projecte d'unió del tramvia per la Diagonal (E4).

<sup>5</sup> Cal destacar que el fet que la D30 estigui inclosa també a l'escenari de referència pot confondre al lector de l'estudi al interpretar erròniament que la rendibilitat social de l'alternativa D30+ implica que la línia en el seu conjunt no és desitjable. Al contrari, l'únic que explicita l'estudi en tot cas és que els costos associats a la D30+ respecte la D30 no es veuen compensats per augments en el benefici social; bàsicament perquè no s'ha considerat un canvi substancial en les seves prestacions, més enllà de la simple electrificació del material mòbil.

A tal efecte, s'ha modificat l'estalvi de temps de viatge pels usuaris del transport públic computat com la diferència de temps global en dia feiner pel conjunt de la xarxa de transport públic entre els escenaris E3 i E2 (reducció de temps en 435.285min). Emprant les mateixes dades de l'estudi de l'Ajuntament, multipliquem aquest valor per 280 dies feiners i un valor del temps pels usuaris de 9,18€/h obtenim un estalvi anual de 18,647,609 €. Al contrari que a l'estudi de l'Ajuntament, nosaltres no apliquem cap tendència de creixement de la demanda i mantenim aquest estalvi constant durant tot l'horitzó temporal del projecte, amb el que obtenim un estalvi de temps net actualitzat de 365,5M€ de caràcter més conservador<sup>6</sup>. Aquest valor és 1.82 vegades l'estalvi net actualitzat en temps pels usuaris del transport públic obtingut per la connexió del tramvia (201M€). Aquest muntant ens dona marge per assolir la mateixa rendibilitat social que la que aconseguiria – si acceptéssim tota la metodologia i supòsits de l'estudi de l'Ajuntament- la connexió del tramvia (11%) amb un balanç net de beneficis i costos de -161M€. És a dir, si no contemplem cap altre benefici derivat de la millora de la nova xarxa podríem dedicar una inversió a l'inici del projecte per aquest muntant per assolir aquesta reducció de 1 km/h en la velocitat comercial de la NxB. La rendibilitat seria equivalent a la calculada a l'estudi per la connexió per la Diagonal. A mode de contraposició, el balanç net de beneficis i costos de la connexió del tram per la Diagonal (excepte estalvis de temps) és de -114M€.

Això ens porta a pensar que és possible que la millora de les prestacions de la NxB porti una major millora del benestar social gràcies als majors estalvis de temps operatius en l'explotació de la xarxa de bus i el potencial alliberament d'autobusos derivats de la millora de la velocitat comercial (i per tant, reducció del temps de cicle). És evident que aquestes intervencions tenen un caràcter més d'acupuntura sobre la xarxa d'autobusos i poden generar, a més, majors interaccions amb el vehicle privat (de les que se'n derivin també costos). En tot cas, sota el nostre punt de vista, una alternativa que assoleix aquests nivells d'estalvi de temps i dóna tant marge per a la inversió, hauria de ser mereixedora d'estudi, dedicant-li com a mínim els mateixos esforços per a valorar-la que els posats a disposició de la connexió del tramvia. En l'actualitat, l'estudi de l'Ajuntament l'ha obviada de l'anàlisi.

## 2.2. Projectió de la demanda

Un dels aspectes essencials de qualsevol estudi de demanda és la projecció de la mateixa en el temps de vida útil del projecte. L'estudi de l'Ajuntament considera que aquesta demanda de transport públic incrementarà a una taxa de l'1,5% durant els primers 15 anys, per a després créixer a una taxa de l'1%. Només justifica l'adopció d'aquests valors amb la nota al peu n.25 de l'informe d'avaluació: “Entre 2006 i el 2009 la mobilitat en transport públic va créixer només un 0,6%. La darrera xifra disponible entre 2013 i 2014 indica creixements de l'1,47%”. No obstant, un anàlisi de les tendències de creixement passades a partir de les dades de TRANSMET xifres per l'evolució del nombre de viatges de les xarxes de TMB i TRAM aporten uns creixements interanuals promig força menors als adoptats a l'estudi; tant si

<sup>6</sup> Tal com es mostrarà a l'apartat 2.3, aquest càlcul d'estalvis de temps hauria de minorar-se per contemplar l'important pes d'estalvis petits que es detecten a la matriu proporcionada per l'ATM. En tot cas, la projecció hauria de ser aproximadament equivalent entre escenaris i no modifica els arguments exposats en aquesta secció.

considerem els últims, 14, 10 o 5 anys (per cobrir diferents opcions de cycle econòmic). Aquests valors es poden veure a la Taula 5.

Any	Num. (milions)	Viatges	Variació interanual	Var. Acumulada 2000 (14 anys)	Var. Acumulada 2004 (10 anys)	Var. Acumulada 2009 (5 anys)
2000	497.4					
2001	489.12		-1.66%	-1.66%		
2002	511.8		4.64%	2.90%		
2003	535.7		4.67%	7.70%		
2004	556		3.79%	11.78%		
2005	563.3		1.31%	13.25%	1.31%	
2006	578		2.61%	16.20%	3.96%	
2007	597.8		3.43%	20.18%	7.52%	
2008	594.5		-0.55%	19.52%	6.92%	
2009	581.6		-2.17%	16.93%	4.60%	
2010	594.4		2.20%	19.50%	6.91%	2.20%
2011	601.6		1.21%	20.95%	8.20%	3.44%
2012	577.2		-4.06%	16.04%	3.81%	-0.76%
2013	576.7		-0.09%	15.94%	3.72%	-0.84%
2014	584.5		1.35%	17.51%	5.13%	0.50%
<b>Variació interanual promig=</b>				<b>1.25%</b>	<b>0.51%</b>	<b>0.10%</b>

*Taula 5. Evolució del nombre de viatges (milions) per les xarxes de TMB i TRAM pel període 2000-2014 i variació interanual acumulada des de 2000/2004/2009 i el seu promig. (Font: Elaboració pròpia a partir de dades TRANSMET xifres - ATM).*

Malauradament hem detectat que sol ser una pràctica habitual en aquest tipus d'estudis justificar les tendències de creixement a partir de l'històric de dades, però sense corregir l'efecte que la variació de l'oferta i el cycle econòmic tenen sobre la demanda. Les dades de la Taula 5 no contemplen cap correcció per l'efecte oferta – que ha crescut notablement durant el període considerat - o canvis en el cycle econòmic; i tot i així donen valors inferiors als assumits a l'estudi de l'Ajuntament. En base a les dades disponibles, entenem que el creixement “vegetatiu” esperable per la demanda del transport públic hauria de ser menor o fins i tot nul<sup>7</sup>.

Una opció plausible és que els autors de l'estudi hagin plantejat aquesta evolució de la demanda per seguir els escenaris previstos al PMU en base als seus objectius, però cal recordar que aquest instrument de planificació no és normatiu i que per tant, pot no complir-se. El seu desplegament és totalment voluntari i la consecució dels objectius establerts no és vinculant. Per tant, considerem especialment rellevant destacar que no s'haurien d'incloure en les hipòtesis de l'avaluació els criteris, objectius o desitjos establerts per instruments de planificació sense una justificació expressa que així ho recolzi. I si es fa, cal incloure també els costos de les mesures previstes per assolir aquests valors.

A més, aquest supòsit és considerat com a determinista en l'actual estudi, ja que no hi ha cap consideració de la sensibilitat dels resultats a la realització d'una variable tant incerta com ho és la demanda futura. La consideració de l'increment de demanda com una variable aleatòria és una pràctica habitual en els estudis de risc en anàlisi cost-benefici per la seva elevada

<sup>7</sup> Arguments que recolzen aquest plantejament són els resultats descrits a l'estudi “Avaluació de l'elasticitat de la demanda-tarifa en l'àmbit de l'ATM” realitzat pel CENIT l'any 2013, encarregat per l'ATM en el marc de la informació disponible a la licitació de la gestió de la T-Mobilitat. En aquest es mostra com els factors que principalment determinen la demanda són el cycle econòmic (PIB) i el nivell d'oferta (veh-km); mentre que les variables temporals afegides per capturar possibles tendències en el temps resultaven estadísticament no significatives.



incertesa associada. Per aquest motiu els resultats de l'anàlisi cost-benefici acostumen a ser sensibles a aquesta predicció de la demanda. La rigidesa de l'opció presa pels autors de l'estudi ens fan preguntar-nos inevitablement com els errors en aquesta predicció poden afectar els resultats de l'avaluació, i en concret la rendibilitat social esperada.

Per aquest motiu hem calculat els canvis en la rendibilitat social del projecte considerant aquesta incertesa en forma de desviacions sobre la hipòtesi de tendència de creixement. En fer-ho no hem modificat cap altre supòsit de l'estudi per tal d'obtenir un resultat *ceteris paribus* sobre com de sensible és el resultat a aquesta predicció determinista. Si considerem una taxa de creixement interanual constant al llarg de l'horitzó d'avaluació del 0.5% el VANs passaria a ser de 72M€ amb una TIRs del 10,48%. Si considerem una taxa de creixement nul el VANs seria de 55M€ i la TIRs del 9,44%; respecte els valors de l'estudi de l'Ajuntament que aporten un increment del benestar social de 85M€ amb TIRs del 11%.

Pot resultar temptador pensar que aquesta "petita" variació suggereix que els resultats són robustos a la predicció del creixement de la demanda futura, però cal fer notar que el canvi en aquest paràmetre a priori poc significatiu ha reduït ell sol en un terç els beneficis socials derivats del projecte de connexió tot i aplicar-se de manera aïllada a la resta de consideracions que destaquem en el present informe. La seva combinació amb altres dels problemes que hem considerat fa que els resultats siguin encara més preocupants tal i com mostrarem més endavant.

### 2.3. Estimacions dels estalvis de temps de viatge

El principal benefici social esperat del projecte de la unió del tramvia per la Diagonal, segons els estudis, és el derivat dels estalvis de temps en el sistema de transport públic (94%). L'estudi considera un estalvi mig en el conjunt de la xarxa de transport públic de 2,5 minuts. Aquest valor també es considera determinista sense una consideració de la possible incertesa associada a una predicció tant concreta.

Més enllà de l'anàlisi de sensibilitat i risc sobre aquesta predicció, preocupa la forma amb la que s'han obtingut aquests 2,5 minuts d'estalvi esperat. Aquests estalvis de temps s'obtenen mitjançant una simulació de l'assignació de desplaçaments a la xarxa de transport públic emprant una matriu d'origen-destí per tota l'àrea tarifària integrada per cadascun dels escenaris considerats. Aquest fet ja suposa de per si la consideració d'un escenari de rellevància geogràfica diferent al de les diferents parts de l'estudi. Però obviant això pel moment, una observació d'aquestes simulacions permeten detectar que fins el 90% del temps estalviat net gràcies al projecte d'unió del tramvia per la Diagonal es deu a variacions en el temps de desplaçament (estalvis o augments) inferiors a 3 minuts. En concret, el 14% són inferiors a 6 segons, el 20% inferiors a 12 segons, el 37% són inferiors a 30 segons i el 70% inferiors a 1 minut. Un detall d'aquesta distribució d'estalvis/augments de temps de desplaçament es mostra a la Figura 2 i Taula 6.

Aquest fet és preocupant des del punt de vista de l'avaluació pels següents motius: (1) la precisió de les simulacions podria no ser del tot acurada, tal i com alguns manuals indiquen,

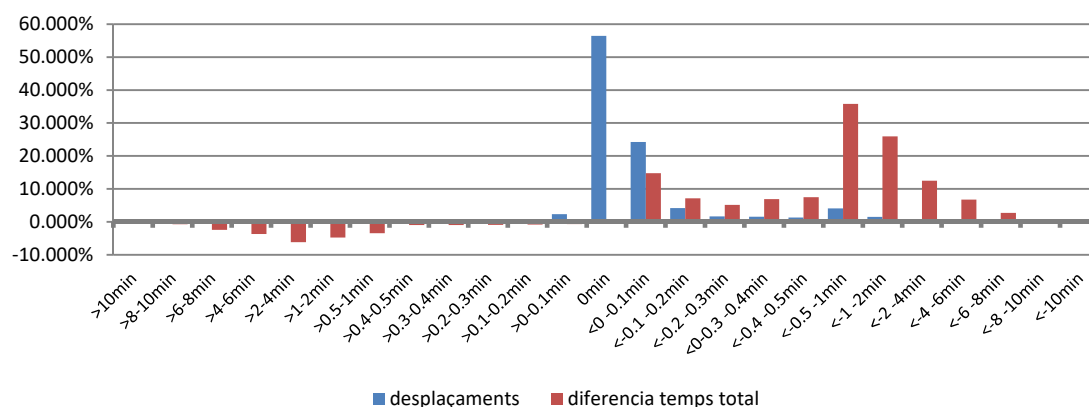
suggerint que caldria analitzar amb detall canvis de temps tant petits i valorar si se n'ha de prescindir (tal com recomanen les millors pràctiques internacionals; veure HEATCO, 2006); (2) és relativament fàcil pensar que es poden produir desviacions rellevants en marges de temps tan petits amb variacions raonables sobre les hipòtesis de partida/calibració dels models, com ara els pesos de la funció d'impedància/temps percebut que no estan disponibles a l'estudi per tal de ser contrastades; i (3) hem detectat que part d'aquest estalvis provenen de relacions origen-destí que a priori no sembla raonable que es vegin afectades per la connexió dels tramvies per la Diagonal.

Exemples d'aquest últim aspecte són les relacions O-D de Badalona amb Masnou, Montgat, Mataró; si considerem que aquesta només està estrictament servida per la T5. Els estalvis descrits en aquestes relacions van d'un parell de minuts fins a tan sols uns segons (la majoria), però resulta sorprenent que s'obtinguin i que es sumin al total de beneficis quan la resta de parells origen-destí que no es veuen beneficiats per la implantació del tramvia tenen un diferencial de temps de desplaçament nul entre l'escenari E2 i E4 (cosa que també ens sorprèn en aplicació d'assignacions que empren mètodes estocàstics i on resulta molt improbable trobar valors iguals a 0 a menys que es realitzi una depuració ad-hoc de les matrius, de la que caldria explicitar les assumpcions que s'han fet a tal efecte).

L'objectiu d'aquesta reflexió no és invalidar pas els mètodes de simulació emprats; si no posar de manifest la necessitat d'assegurar que la presa de decisions es realitza sobre dades objectives i verificables. A tal efecte cal que els estalvis de temps assumits siguin robustos i fiables; i no es corri el risc d'assumir com a vàlids estalvis espuris que només depenen de les inexactituds del model o dels diferents efectes de la calibració en cada escenari. Sobreestimacions d'aquest estalvis poden estar esbiaixant els resultats i mitigant els efectes de la incertesa en altres hipòtesis que poden posar en entredit la rendibilitat social real del projecte. És a dir, es podria valorar que altres qüestions destacades a l'informe no afecten a la rendibilitat del projecte; quan una desviació conjunta dels estalvis de temps i la resta de factors el poden tornar socialment no desitjable amb combinacions força plausibles.

Per tant, es fa imprescindible comprovar com desviacions en el temps estalviat afecten al VAN social com a element de valoració de la certesa amb la que s'assolirà la rendibilitat argumentada a l'estudi. A tal efecte, hem introduït una correcció de l'estalvi unitari aplicant diferents percentatges de desviació sobre els previstos inicialment a l'estudi de l'Ajuntament com a eina per deixar de considerar en el còmput els estalvis inferiors a cert llindar de variació; mantenint inalterats la resta d'hipòtesis realitzades a l'avaluació duta a terme per l'Ajuntament. Així una desviació del -20% representa obviar els diferencials de temps de viatge menors a 12 segons; del -30% obvia els inferiors a 18 segons i del -40% els inferiors a 30 segons.





**Figura 2. Distribució del percentatge de desplaçaments i diferència temps de viatge total entre els escenaris E4 i E2 per rangs de variació experimentats. (Font: Elaboració pròpia a partir de dades ATM).**

Diferencial de temps	Parells O-D			Desplaçaments			Variació temps viatge		
	acum.	parcial	perc.	acum.	parcial	perc.	acum.	parcial	perc.
>10min	131	131	0.035%	101	101	0.003%	1192.8	1192.8	-0.516%
>8-10min	326	195	0.052%	299	198	0.007%	2894.736	1701.936	-0.737%
>6-8min	674	348	0.094%	1143	844	0.029%	8497.293	5602.557	-2.425%
>4-6min	1284	610	0.164%	2913	1770	0.061%	17046.11	8548.817	-3.701%
>2-4min	2223	939	0.252%	7894	4981	0.172%	31246.81	14200.7	-6.147%
>1-2min	3256	1033	0.278%	15507	7613	0.264%	42209.94	10963.13	-4.746%
>0.5-1min	4639	1383	0.372%	26744	11237	0.389%	50103.09	7893.155	-3.417%
>0.4-0.5min	5097	458	0.123%	31557	4813	0.167%	52274	2170.905	-0.940%
>0.3-0.4min	5744	647	0.174%	37900	6343	0.220%	54495.51	2221.507	-0.962%
>0.2-0.3min	6746	1002	0.269%	46764	8864	0.307%	56646.82	2151.319	-0.931%
>0.1-0.2min	8393	1647	0.443%	59705	12941	0.448%	58561.48	1914.658	-0.829%
>0-0.1min	15179	6786	1.824%	127706	68001	2.355%	60146.58	1585.102	-0.686%
0min	242979	242979	65.299%	1630190	1630190	56.456%	0	0	0.000%
<0-0.1min	113942	39543	10.627%	1129665	699823	24.236%	-291151	-34165.8	14.790%
<-0.1-0.2min	74399	32464	8.725%	429842	121182	4.197%	-256986	-16568.4	7.172%
<-0.2-0.3min	41935	11064	2.973%	308660	47431	1.643%	-240417	-11891.6	5.148%
<-0.3-0.4min	30871	3667	0.985%	261229	45423	1.573%	-228526	-15968.4	6.913%
<-0.4-0.5min	27204	2697	0.725%	215806	38524	1.334%	-212557	-17352.7	7.512%
<-0.5-1min	24507	9255	2.487%	177282	117914	4.084%	-195204	-82665.3	35.785%
<-1-2min	15252	8865	2.382%	59368	44045	1.525%	-112539	-59886.6	25.924%
<-2-4min	6387	4541	1.220%	15323	10974	0.380%	-52652.7	-28901.5	12.511%
<-4-6min	1846	1394	0.375%	4349	3195	0.111%	-23751.1	-15640.5	6.771%
<-6-8min	452	336	0.090%	1154	955	0.033%	-8110.59	-6347.66	2.748%
<-8-10min	116	88	0.024%	199	181	0.006%	-1762.92	-1571.65	0.680%
<-10min	28	28	0.008%	18	18	0.001%	-191.271	-191.271	0.083%
Total :		372100	100%		2887561	100%		-231005	100%

**Taula 6. Distribució dels parells OD, número de desplaçaments i diferència en temps de viatge total entre els escenaris E4 i E2 pels diferents rangs de variació de temps experimentats. (Font: Elaboració pròpia a partir de dades ATM)<sup>8</sup>**

<sup>8</sup> Aquesta taula mostra tant increments de temps de viatge global com reduccions sobre l'estalvi de temps net; de manera que percentatges negatius (augment de costos) i positius (reducció de costos) sumen el 100% només una vegada agregats.

L'impacte d'aquestes desviacions queda de manifest a la Taula 7, on destaca l'elevada elasticitat de la rendibilitat social a les desviacions en el còmput de l'estalvi de temps pels usuaris del transport públic<sup>9</sup>; perdent uns 20M€ de VANs per cada reducció del 10%. En base a aquestes dades la connexió del tramvia passaria a ser no desitjable si es posa en entredit la fiabilitat dels estalvis de temps inferiors als 30-40 segons sense considerar altres efectes derivats<sup>10</sup> o la consideració simultània de desviacions en més d'un input de l'estudi.

Si a més realitzem l'anàlisi combinada assumint desviacions en el còmput de l'estalvi de temps i en la tendència de creixement de la demanda de transport públic (segons allò descrit en l'apartat 2.2), veiem que els efectes sobre la rendibilitat social del projecte són encara més acusats tal com mostra la Taula 8<sup>11</sup>. En aquest marc, la rendibilitat del projecte resulta molt menor a l'assumida per part de l'Ajuntament; i si no es prenen en consideració els diferencials de temps inferiors a 30 segons i es suposa un creixement vegetatiu molt més ajustat a l'evidència existent, el projecte de connexió deixa de ser socialment rendible tot i considerar com a vàlids la resta de factors que analitzem en el present informe.

Desviació	VANs	TIRs
0%	85,725,897.44 €	11.08%
-10%	65,714,261.82 €	9.42%
-20% (<12seg.)	45,702,626.21 €	7.64%
-30% (<18seg.)	25,690,990.59 €	5.72%
-40% (<30seg.)	5,679,354.97 €	3.63%
-50%	-14,332,280.64 €	1.37%

**Taula 7. Impacte de les desviacions en l'estalvi de temps sobre la rendibilitat social del projecte de connexió del tramvia per la Diagonal (Font: Elaboració pròpia a partir de les dades de l'estudi de l'Ajuntament).**

Desv. estalvi temps	Tend.10 anys	Tend.>10anys	VANs	TIR
0%	1.50%	1.00%	85,652,162.25 €	11.08%
-20% (<12seg.)	1.50%	1.00%	45,643,638.06 €	7.64%
	1.00%	0.50%	38,552,375.13 €	7.14%
	0.50%	0%	31,947,460.46 €	6.63%
	0.00%	0%	27,882,565.82 €	6.26%
-30% (<18seg.)	1.50%	1.00%	25,639,375.96 €	5.71%
	1.00%	0.50%	19,434,520.90 €	5.17%
	0.50%	0%	13,655,220.56 €	4.61%
	0.00%	0%	10,098,437.75 €	4.22%
-40% (<30seg.)	1.50%	1.00%	5,635,113.86 €	3.62%
	1.00%	0.50%	316,666.66 €	3.04%
	0.50%	0%	-4,637,019.34 €	2.44%
	0.00%	0%	-7,685,690.32 €	2.05%

**Taula 8. Combinació de l'impacte de les desviacions en l'estalvi de temps i tendència de creixement de la demanda sobre la rendibilitat social del projecte de connexió del tramvia per la Diagonal (Font: Elaboració pròpia a partir de les dades de l'estudi de l'Ajuntament).**

<sup>9</sup> El propi manual SAIT (2015) indica la necessitat de realitzar una anàlisi de risc en aquests casos

<sup>10</sup> Cal recordar que això també tindria el seu impacte en la captació d'usuaris del vehicle privat.

<sup>11</sup> Els valors difereixen lleugerament entre la Taula 7 i la Taula 8 degut al canvi en les hipòtesis de tendència de creixement del transport públic, ja que hem mantingut els valors ad-hoc que l'estudi proposa per 2024 i 2028.

## 2.4. Captació d'usuaris del transport privat i demanda induïda

L'estudi de l'Ajuntament assumeix que el tramvia captarà usuaris del vehicle privat, però no contempla els beneficis social derivats assumint que aquest usuaris no guanyaran ni perdran temps per canviar de mode (veure p.14 del pdf de l'estudi). Aquesta hipòtesis contradiu en si mateixa la captació d'usuaris del vehicle privat, ja que el canvi modal ha de venir precisament motivat per un increment de la utilitat que es deriva de la reducció del cost generalitzat de desplaçament en tramvia respecte de l'experimentat en el desplaçament amb vehicle privat (i la principal component és el temps de viatge). Això pot deixar del costat de la seguretat als autors de l'estudi pel que fa a les consideracions sobre el còmput de l'estalvi de temps; però sí té efectes rellevants de cara als efectes sobre el trànsit. És per això que considerem que caldria valorar de forma fiable el nivell de captació del vehicle privat assumit a l'estudi, incloure els estalvis de temps que se'n deriven i valorar correctament els seus efectes sobre la congestió, emissions i soroll. Per això, major detall sobre els defectes/dubtes que sorgeixen en la valoració del mateix els tractem conjuntament amb l'estudi de trànsit (secció 3 del present informe).

Un altre factor que sí s'ha inclòs dins el benefici social és conseqüència de la inducció de nous desplaçaments vinculats a la implantació del tramvia, degut a la reducció del cost generalitzat dels mateixos. Aquest són desplaçaments que abans no es feien perquè el seu cost era major que el benefici que se'n derivava, i ara amb la implantació del tramvia s'assumeix que si compensen.

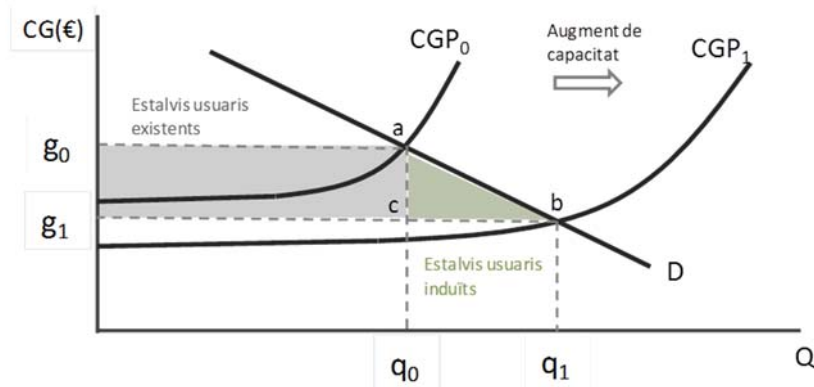
El mètode de càlcul de la demanda induïda no s'explicita al document, però en base a la informació detallada a l'informe d'avaluació realitzat per Mcrit veiem que es tracta d'aplicar un percentatge sobre la demanda captada del transport públic; en concret una quota d'inducció del 14,73%. Aquest procediment sembla ser una pràctica habitual de l'ATM i és una suposició que no es troba fonamentada en evidències ni teòriques ni empíriques suficients, tal com mostren els estudis anteriors citats per l'Ajuntament<sup>12</sup>. Tal com recomanen múltiples manuals de referència (veure SAIT, 2015), la inducció de nous desplaçaments s'ha d'estimar a partir de l'elasticitat de la demanda i els canvis en el cost generalitzat del desplaçament; tal com mostra la Figura 3.

Aquesta quota d'inducció sembla excessivament optimista a la llum dels canvis en el temps percebut descrits a la matriu proporcionada per l'ATM, si ens basem en les dades d'elasticitat de la demanda disponibles tant a nivell internacional com per Catalunya. En concret, pel cas de Barcelona Asensio (2002) obté una elasticitat de la demanda de transport públic de -0.24; que implica que la demanda augmenta un 0.24% per cada 1% que es redueix el cost generalitzat de transport.<sup>13</sup> Si apliquem aquest valor sobre el percentatge d'estalvi obtingut a cada relació origen destí de la matriu de l'ATM i ho multipliquem pel número de desplaçaments que es donen en cada un d'ells obtenim que el nombre de nous desplaçaments induïts per la connexió del tramvia per la Diagonal seria d'uns 1.700 pax/feiner; valor que és

<sup>12</sup> Específicament, Mcrit (2011) - Avaluació de rendibilitat socioeconòmica de la connexió de les xarxes de tramvia de Barcelona per la Diagonal, realitzat per a l'empresa TRAM on s'assumeix una quota d'inducció del 10%. Aquest aspecte també es recull a UPC (2015).

<sup>13</sup> Asensio, J. (2002) Transport Mode Choice by Commuters to Barcelona's CBD, Urban Studies, 39(10), 1881-1895.

un 86% menor que el previst per l'ATM i equivaldria a una quota d'inducció del 2% sobre els usuaris captats del transport públic.



**Figura 3.** Exemple dels efectes sobre la demanda per un projecte que incrementa la capacitat d'una infraestructura. CGP: corba d'oferta, D: corba demanda, CG: cost generalitzat, Q: quantitat; 0: situació inicial, 1: situació final (Font: SAIT, 2015)

Per captar els 12.055 nous usuaris en dia feiner que argumenta l'estudi de demanda de l'ATM (veure p. 113 del pdf de l'estudi), l'elasticitat de la demanda hauria de ser de -1.74 (extremadament elàstica). Aquest valor està fora de tot rang disponible a la literatura. Les referències disponibles es mouen entre -0,30 i -1,00<sup>14</sup>, amb els valors més inelàstics precisament en entorns urbans en la línia de l'obtingut per Asensio (2002). En concret, assumir una elasticitat de -0.33 sol ser una regla no escrita quan no es disposa d'informació al respecte, i això equivaldria a 2.290 nous usuaris i una quota d'inducció del 2,8%.

Cal tenir en compte que segons descriu la matriu de temps de desplaçament facilitada per l'ATM, el percentatge de canvi del cost de desplaçament pels usuaris del transport públic resulta marginal (veure Figura 2). Som coneixedors de l'existència d'enquestes<sup>15</sup> realitzades per l'empresa TRAM que han estat emprades per justificar les quotes d'inducció assumides en estudis anteriors (Mcrit, 2011), on també s'argumenta que aquestes quotes solen ser encara majors amb les noves implantacions de serveis de transport públic. No obstant, la dificultat per valorar la quota d'inducció, la divergència respecte del coneixement científic consolidat (demanda inelàstica) i la falta de descripció del procediment metodològic per valorar-la a través d'enquestes, suscita com a mínim la necessitat de posar en quarantena aquesta hipòtesi. Cal recordar que la demanda induïda són desplaçaments que no es realitzaven i mesurar-ho a partir d'enquestes resulta com a mínim compromès; a més les mateixes es basen en dades de l'obertura del Trambaix i Trambesòs on l'impacte sobre el temps de desplaçament en transport públic pot haver estat substancialment major en servir zones que no estaven ben cobertes, cosa que no passa en l'àmbit de la Diagonal<sup>16</sup>. Per tant, assumir aquesta sensibilitat extrema sembla poc raonable i els autors de l'estudi haurien de justificar molt millor aquesta hipòtesi.

<sup>14</sup> Veure Litman, T. (2004) Transit price elasticities and cross-elasticities, Journal of Public Transportation, 7(2), 37-58.

<sup>15</sup> Enquesta origen – destinació al Trambaix i al Trambesòs, Institut Apolda per TRAM, 2005

<sup>16</sup> Aquest aspecte de la nostra reflexió és compartida per Mcrit (2011): “Al tram central de l'avinguda Diagonal, els potencials viatgers tenen ja en l'actualitat un ampli ventall de possibilitats per a desplaçar-se, per això cal esperar quotes d'inducció substancialment més baixes que quan es posaren en servei el Trambaix i el Trambesòs, actuacions que obren nous corredors de transport públic.”

Per valorar quin impacte té una desviació d'aquesta hipòtesi sobre la rendibilitat social del projecte hem aplicat un factor de desviació sobre la quota d'inducció descrita al projecte. Amb això obtenim que per cada 10% de desviació a la baixa de la quota d'inducció el VANs es redueix en 1,37M€ de manera lineal, mantenint inalterats la resta d'inputs/hipòtesis emprats pels autors de l'avaluació. No obstant, tot i la relativa baixa elasticitat del VANs a la quota d'inducció és important destacar que si el valor emprat en l'estudi està tant esbiaixat com hem discutit amb anterioritat, adoptar una quota d'inducció del 2,8% portaria a reduir el VANs del projecte en 11M€ (obtenint una TIRs del 10,17%). Noteu, però, que si de forma aïllada aquesta desviació pot semblar petita, la seva combinació amb la resta d'elements que estem qüestionant podria produir reduccions força més accentuades en la TIRs. A continuació farem aquest exercici, mostrant com diferents aspectes tractats fins el moment poden tenir un impacte combinat que qüestionin en gran mesura els resultats de l'estudi de l'Ajuntament.

## 2.5. Doble comptabilització de l'accessibilitat i valoració del confort

Per acabar amb l'apartat de la demanda del transport públic, volem fer una darrera puntualització sobre les millores d'accessibilitat. L'estudi comet un error, no poc habitual, de considerar les millores d'accessibilitat de manera separada dels estalvis de temps. Els estalvis de temps que origina el tramvia inclouen els guanys derivats d'una millora del temps en vehicle, espera accés, sortida i transferència (recollits a la funció d'impedància/temps percebut al model de simulació emprat per l'ATM, tal i com destaca el propi informe d'avaluació de l'Ajuntament a la p.110 del pdf). Per tant, el fet d'afegir millores d'accessibilitat significa caure en la doble comptabilització d'aquest benefici. Tanmateix, cal dir que tenim molt poca informació de com planteja aquestes millores l'actual estudi i quin impacte tenen sobre els beneficis totals del projecte per què, a més, s'agrupen conjuntament amb els beneficis de confort. A més, aquesta valoració econòmica del confort resulta poc fiable i el propi SAIT (2015) apunta a la necessitat d'excloure'l de l'anàlisi i deixar-lo només com un element addicional en un possible apartat multi-criteri.<sup>17</sup>

Per tal d'aproximar-nos a quin impacte quantitatiu tindria obviar aquests estalvis de millora de l'accessibilitat (per solucionar el problema de la doble comptabilitat), mostrem els canvis en la VANs i TIRs derivats de la seva exclusió en la Taula 9. En fer-ho, a més, ho combinem amb la desviació dels estalvis en temps de viatge i la tendència de creixement de la demanda del transport públic.

---

<sup>17</sup> Veure p.36 del manual SAIT (2015)

Desv. estalvi temps	Tend.10 anys	Tend>10anys	VANs	TIR
<b>Cas base</b>	1.50%	1.00%	85,652,162.25 €	11.08%
<b>Cas base s/access.</b>	1.50%	1.00%	75,985,846.25 €	9.91%
<b>-20% (&lt;12seg.)</b>	1.50%	1.00%	35,977,322.06 €	6.50%
	1.00%	0.50%	28,886,059.12 €	5.97%
	0.50%	0%	22,281,144.46 €	5.42%
<b>-30% (&lt;18seg.)</b>	1.50%	1.00%	15,973,059.96 €	4.61%
	1.00%	0.50%	9,768,204.89 €	4.04%
	0.50%	0%	3,988,904.56 €	3.44%
<b>-40% (&lt;30 seg.)</b>	1.50%	1.00%	432,121.75 €	3.05%
	1.00%	0.50%	-4,031,202.14 €	2.58%
	0.50%	0%	-9,349,649.34 €	1.98%
	1.50%	1.00%	-14,303,335.34 €	1.37%
	0.00%	0%	-17,352,006.32 €	0.99%

*Taula 9. Valoració de l'impacte sobre la rendibilitat d'eliminar la doble comptabilització de l'accessibilitat i el confort, i la seva combinació amb les desviacions en l'estalvi de temps i tendència de creixement de la demanda del projecte de connexió del tramvia per la Diagonal (Font: Elaboració pròpia a partir de les dades de l'estudi de l'Ajuntament).*

## 2.6. Valoració conjunta de l'impacte dels aspectes analitzats

Per mantenir la continuïtat amb els apartats anteriors, en aquesta secció valorem quin impacte sobre la rendibilitat social del projecte pot tenir la potencial consideració simultània de diferents combinacions de desviacions dels factors analitzats en els apartats anteriors. En aquest cas el nostre plantejament és el de l'anàlisi d'un conjunt d'escenaris hipotètics en els que valorem diferents combinacions de desviacions en el còmput dels estalvis de temps, tendència de creixement del transport públic, quota d'inducció i desestimant els beneficis derivats de la partida de millores en l'accessibilitat i confort (per la seva doble comptabilització i recomanació feta per SAIT, 2015).

Tal com es mostra a la Taula 10, tota combinació de desviacions conjunta d'aquests supòsits té un impacte molt rellevant sobre la rendibilitat social del projecte. Combinacions força raonables d'aquests supòsits porten al llindar de l'acceptabilitat; sense considerar altres elements revisats en el present informe. És per això que entenem que cal una revisió exhaustiva de l'estudi de demanda de l'ATM per assegurar que els supòsits introduïts a l'avaluació son robustos i la rendibilitat esperable del projecte és l'enunciada per l'Ajuntament.

Desv. Estalvi temps	Desv.Induïda	Desv.Tend	VANs	TIRs
<b>Cas base</b>			85,725,989.11 €	11.08%
<b>Cas base s/access</b>			76,059,673.11 €	9.91%
<b>0%</b>	-20%	(1%;0.5%)	67,596,035.28 €	9.36%
		(0.5%;0.5%)	59,187,159.91 €	8.89%
		(0%;0%)	51,354,642.63 €	8.41%
<b>0%</b>	-40%	(1%;0.5%)	61,458,653.75 €	8.98%
		(0.5%;0.5%)	56,638,653.87 €	8.66%
		(0%;0%)	48,915,069.09 €	8.18%
<b>0%</b>	-60%	(1%;0.5%)	58,842,167.04 €	8.75%
		(0.5%;0.5%)	54,090,147.84 €	8.43%
		(0%;0%)	46,475,495.54 €	7.94%
<b>-20% (&lt;12seg.)</b>	-20%	(1%;0.5%)	26,448,757.43 €	5.73%
		(0.5%;0.5%)	22,538,372.98 €	5.39%
		(0%;0%)	16,272,359.16 €	4.82%
	-40%	(1%;0.5%)	24,355,568.06 €	5.53%
		(0.5%;0.5%)	20,499,568.15 €	5.18%
		(0%;0%)	14,320,700.33 €	4.60%
	-60%	(1%;0.5%)	22,262,378.69 €	5.32%
		(0.5%;0.5%)	18,460,763.33 €	4.97%
		(0%;0%)	12,369,041.49 €	4.39%
<b>-30% (&lt;18seg.)</b>	-20%	(1%;0.5%)	7,635,565.91 €	3.81%
		(0.5%;0.5%)	4,213,979.52 €	3.46%
		(0%;0%)	-1,268,782.57 €	2.85%
	-40%	(1%;0.5%)	5,804,025.21 €	3.62%
		(0.5%;0.5%)	2,430,025.29 €	3.27%
		(0%;0%)	-2,976,484.06 €	2.66%
	-60%	(1%;0.5%)	3,972,484.51 €	3.43%
		(0.5%;0.5%)	646,071.07 €	3.07%
		(0%;0%)	-4,684,185.54 €	2.46%
<b>-40% (&lt;30seg.)</b>	-20%	(1%;0.5%)	-11,177,625.61 €	1.78%
		(0.5%;0.5%)	-14,110,413.95 €	1.43%
		(0%;0%)	-18,809,924.31 €	0.82%
	-40%	(1%;0.5%)	-12,747,517.64 €	1.60%
		(0.5%;0.5%)	-15,639,517.57 €	1.26%
		(0%;0%)	-20,273,668.44 €	0.64%
	-60%	(1%;0.5%)	-14,317,409.67 €	1.43%
		(0.5%;0.5%)	-17,168,621.19 €	1.08%
		(0%;0%)	-21,737,412.56 €	0.47%

*Taula 10. Combinació de l'impacte de les desviacions en l'estalvi de temps, quota d'inducció i tendència de creixement de la demanda sobre la rendibilitat social del projecte de connexió del tramvia per la Diagonal, desestimant la partida d'accessibilitat i confort (Font: Elaboració pròpia a partir de les dades de l'estudi de l'Ajuntament).*



### 3. ESTUDI DE TRÀNSIT (TRANSPORT PRIVAT)

Tot i la rellevància dels impactes de la mobilitat en vehicle privat sobre el benestar social, de l'anàlisi de l'Annex 3 - "*Mobilitat vehicle privat. Impacte sobre el trànsit*" i la informació subministrada per l'Ajuntament se'n dedueix que l'estudi de trànsit realitzat no reuneix les característiques mínimes necessàries per emprar-lo com a input en l'avaluació socioeconòmica i presenta defectes greus que en qüestionen la validesa. Al nostre parer, caldria que l'Ajuntament refés aquest apartat de l'estudi de manera metodològicament rigorosa i hi integrés una valoració dels impactes sobre la congestió més acurada, que reflecteixi millor els costos reals esperables de la implantació del tramvia per la Diagonal.

En aquesta secció avaluarem els supòsits i decisions tècniques preses pels autors de l'estudi de trànsit de l'Ajuntament (Annex 3). També incloem un anàlisi de les hipòtesis del model de demanda de transport públic en relació a l'estimació de captació d'usuaris del vehicle privat per part del tramvia descrit a l'apartat "*Estudi de demanda per a la connexió de les xarxes de Trambaix i de Trambesòs*" (Annex 2), per la seva vinculació amb el model de trànsit. A més, també fem una aproximació temptativa a l'impacte sobre la congestió que portaria a fer el projecte socialment no desitjable (mantenint constants la resta d'hipòtesis de l'estudi).

#### 3.1. Aspectes metodològics generals

L'estudi de l'Ajuntament indica que l'entrada en servei de la connexió dels tramvies obligaria a recorreguts/itineraris més llargs en transport privat, i també reconeix canvis en el temps en seccions molt congestionades de la xarxa viària de l'Eixample. Tanmateix, només s'han tingut en compte el nombre de veh-km afectats per nivells de servei per sobre de la capacitat de la via (nivell F – hipercongestió) cosa que tan sol aplica a un nombre molt reduït de seccions i no aporta cap informació sobre els canvis en el temps de desplaçament derivats de la implantació del projecte. Cal recordar que la circulació lliure es dona pels nivells de servei A/B, però els nivells C, D i E mostren un grau de saturació creixent amb velocitats de circulació decreixents per la interacció entre els vehicles conforme el flux s'aproxima a la capacitat màxima de la via, tal com es mostra a la Figura 4. Per tant, canvis relatius en el nivell de saturació de les vies fora del nivell F també impliquen un reducció de la velocitat i el conseqüent augment del temps de desplaçament.

Si analitzem les dades disponibles a l'annex de l'estudi de trànsit, la comparació entre les aranyes de trànsit mostren que hi ha variacions en el trànsit i els nivells de servei que els afectes de manera generalitzada en les rutes alternatives a la Diagonal. En concret, si ens limitem als corredors principals en sentit Llobregat (Aragó-Mallorca-Entença) i Besòs (Numància-València-París/Berlín) veiem que es redueix la quantitat de vehicles que circulen en flux lliure i augmenten els que experimenten nivell de servei amb major congestió (C, D i E) sense que es detecti cap afectació dels trams hipercongestionats; tal com indica la Taula 11.



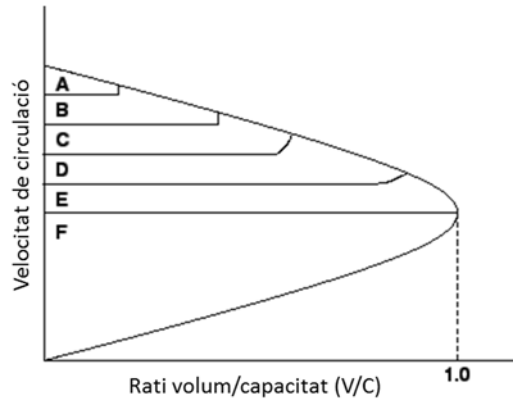


Figura 4. Exemple de la relació entre la velocitat de circulació i el rati volum/capacitat de la via per cada nivell de servei (Font: HCM, 2010).

Carrer	Escenari	Nivell de servei					
		A/B	C	D	E	F	
Sentit Llobregat	ARAGÓ	E0	1.68%	45.47%	42.28%	10.57%	0.00%
		Tramvia	0.00%	50.03%	35.28%	14.69%	0.00%
		<b>var.</b>	<b>-1.68%</b>	<b>4.57%</b>	<b>-7.00%</b>	<b>4.12%</b>	<b>0.00%</b>
	MALLORCA	E0	2.73%	71.34%	25.93%	0.00%	0.00%
		Tramvia	0.00%	67.60%	29.54%	2.86%	0.00%
		<b>var.</b>	<b>-2.73%</b>	<b>-3.74%</b>	<b>3.61%</b>	<b>2.86%</b>	<b>0.00%</b>
ENTENÇA	E0	71.05%	28.95%	0.00%	0.00%	0.00%	
	Tramvia	60.70%	28.16%	11.14%	0.00%	0.00%	
	<b>var.</b>	<b>-10.35%</b>	<b>-0.79%</b>	<b>11.14%</b>	<b>0.00%</b>	<b>0.00%</b>	
Sentit Besòs	NUMÀNCIA	E0	66.20%	25.99%	7.80%	0.00%	0.00%
		Tramvia	65.72%	26.97%	7.31%	0.00%	0.00%
		<b>var.</b>	<b>-0.48%</b>	<b>0.97%</b>	<b>-0.49%</b>	<b>0.00%</b>	<b>0.00%</b>
	VALÈNCIA	E0	11.93%	58.86%	22.15%	7.06%	0.00%
		Tramvia	11.62%	52.87%	28.28%	7.23%	0.00%
		<b>var.</b>	<b>-0.31%</b>	<b>-6.00%</b>	<b>6.13%</b>	<b>0.17%</b>	<b>0.00%</b>
BERLÍN-PARÍS	E0	16.77%	62.21%	21.02%	0.00%	0.00%	
	Tramvia	16.17%	51.45%	32.38%	0.00%	0.00%	
	<b>var.</b>	<b>-0.60%</b>	<b>-10.75%</b>	<b>11.36%</b>	<b>0.00%</b>	<b>0.00%</b>	

Taula 11. Variació de percentatge d'IMD afectat per cada rang de nivell de servei entre l'escenari 0 (situació actual) i l'escenari d'implantació del tramvia per la Diagonal pels carrers que conformen els principals corredors alternatius a la Diagonal per l'Eixample en sentit Llobregat i Besòs (Font: Elaboració pròpia a partir de les dades de les aranyes de trànsit mostrades a l'annex de l'estudi de trànsit).

Els autors de l'estudi, amb el seu plantejament, estan assumint implícitament en l'avaluació que aquesta pèrdua de temps pels usuaris del vehicle privat no té cap pes sobre el benestar del conjunt de la societat. És el mateix que afirmar que no és rellevant per a la valoració de la unió del tramvia el temps que perdin els usuaris de transport privat.

Els autors justifiquen el baix impacte sobre el número de trams hipercongestionats amb l'argument que “d'altres projectes recents de reducció de la capacitat viària a Barcelona [...] l'augment de trànsit realment produït no ha estat significativament diferent del previst, i de fet el balanç final ha estat una

*reducció del trànsit per efecte de la disminució de viatges*” (nota al peu n.45). Això resulta evident en el sentit que el comportament del trànsit, especialment quan existeix congestió, fa que els usuaris tendeixin a buscar escapatòries o vies alternatives<sup>18</sup>, de forma que la densitat de trànsit en aquestes vies s’incrementa gradualment esmorteint les trams hipercongestionats; cosa que en cap cas implica que no hi hagi un canvi en el temps de desplaçament (increment del cost generalitat del desplaçament), tal com ells mateixos exemplifiquen amb la disminució de viatges. Derivat d’aquest fet també caldria considerar com aquesta major congestió impacta sobre les emissions i el soroll en el conjunt dels carrers.

A més, els viatges eliminats no es computen en l’actual estudi sobre el supòsit (no provat) que no existeix un increment en els costos pel transport privat i que només es modificaria la utilitat dels usuaris de transport públic (supòsit poc realista). De la mateixa manera que els nous desplaçaments generats per la reducció de costos associada a la implantació del tramvia es computa com un benefici (demanda induïda), els desplaçaments que es deixen de realitzar per un increment de costos de desplaçament en vehicle privat s’han de contemplar com un cost (demanda eliminada). És important no oblidar que un viatge eliminat, sigui en el mode de transport que sigui, suposa una pèrdua de benestar per qui el realitzava (cost), com a mínim igual al cost generalitzat del viatge que es deixa de fer, ja que s’entén que si estava disposat a fer el viatge com a mínim obtenia del mateix una utilitat igual al cost assumit. Aquesta és una qüestió conceptual que emergirà en el moment en el que s’identifiquin increments en els costos de viatge per a usuaris del transport privat. Es tracta d’una limitació fàcilment esmenable per part dels autors de l’estudi i que caldria considerar.

Per altra banda noteu que l’informe indica en la nota a peu 49 (pàg. 25) que *“D’acord amb el PMU 2013-2018, millores de la fluïdesa del trànsit en relació a la situació de referència només es consideren beneficis socials si es valoritzen amb increments de l’espai per vianants, bicicletes i transport públic”*. Aquesta restricció és errònia conceptualment però sobretot trasllada una certa hostilitat cap als usuaris del transport privat, assumint com a normal no valorar els canvis en el seu benestar. Els canvis de temps s’han de comptabilitzar en qualsevol cas siguin com a beneficis o com a costos, amb independència de l’impacte sobre l’espai per vianants, bicicletes i transport públic. Els impactes sobre aquests hauran de ser convenientment considerats paral·lelament. Segons indiquen els autors de l’estudi de l’Ajuntament això podria millorar els beneficis socials del projecte, però els aspectes destacats anteriorment sobre les limitacions de l’estudi d’impacte sobre el trànsit podrien indicar just el contrari. El mateix informe resum de l’avaluació realitzada per l’Ajuntament posa de manifest la rellevància que la congestió *“és molt sensible al nombre de vehicles que deixen de circular, perquè són captats pel tramvia o dissuadits pels majors costos que haurien de suportar”* (p.24 de l’informe d’avaluació). Per això és imprescindible que es tinguin en consideració els canvis de temps dels usuaris de transport privat.

A més d’això, analitzant les matrius de desplaçaments facilitades per l’Ajuntament també s’ha detectat que els 12.500 vehicles que s’assumeix deixaran de realitzar desplaçaments degut a la captació de demanda per part del tramvia han estat eliminats de diferents centroides de manera arbitrària (la validesa d’aquest volum de captació es discuteix a l’apartat 3.2). En concret, tal com mostrem a la Figura 5, els desplaçaments suposadament captats pel tramvia

<sup>18</sup> A més aquesta és una imposició que es deriva de l’equilibri en l’elecció de ruta assumit en els models de simulació emprats

s'han atribuït només a l'àmbit del centre de la ciutat de Barcelona. En concret, s'assumeix que tots els desplaçaments que es donen entre els centroides ressaltats en color a la Figura 5 es veuran reduïdes en un 4,63% respecte el nombre de desplaçaments previs a la implantació del tramvia. Això contradiu l'assumit per l'estudi de demanda del transport públic que computa la captació a partir dels estalvis de temps, que presenten una distribució marcadament diferent tal com mostra la Figura 6. Tant és així que comparant ambdues figures podem veure que l'estudi de trànsit està assumint la reducció de desplaçaments en àmbits on l'estudi de demanda de l'ATM preveu pèrdues agregades netes en els temps de desplaçament en transport públic. A més, aquesta reducció en el número de desplaçaments en vehicle privat s'ha realitzat aplicant una proporció homogènia per totes les relacions origen destí dins aquest àmbit. En concret s'assumeix una reducció del 4,63% respecte del número de viatges previs a la implantació del tramvia, sense connexió amb els estalvis de temps del transport públic.

Aquesta aproximació és preocupant a nivell conceptual i metodològic. A nivell conceptual resulta sorprenent que l'estudi de trànsit assumeixi que tota la captació de desplaçaments del vehicle privat per part del tramvia es donarà a l'àmbit central de la ciutat, quan un dels arguments més repetits de la justificació d'aquesta infraestructura era el seu caràcter metropolità. En aquest cas s'està assumint que no es capta ni un sol vehicle que accedeix a la ciutat en vehicle privat des de l'Àrea Metropolitana, si no només desplaçaments interns que es feien en aquest mode. A nivell metodològic això té un impacte rellevant, en tant que porta a subestimar l'impacte local de la congestió en l'àmbit de major densitat de trànsit. L'estudi de l'Ajuntament està concentrant tota la reducció de trànsit en uns àmbits molt concrets "buidant" de cotxes relacions que segons l'estudi de demanda del transport públic no resulta justificable que es vegin afectades pel tramvia, reduint artificialment el volum de congestió en l'àmbit de l'Eixample i perjudicant la veracitat dels resultats de l'avaluació socioeconòmica. Aquests aspectes encara seran més rellevants si no es compleixen les previsions de captació de demanda del vehicle privat per part del tramvia.

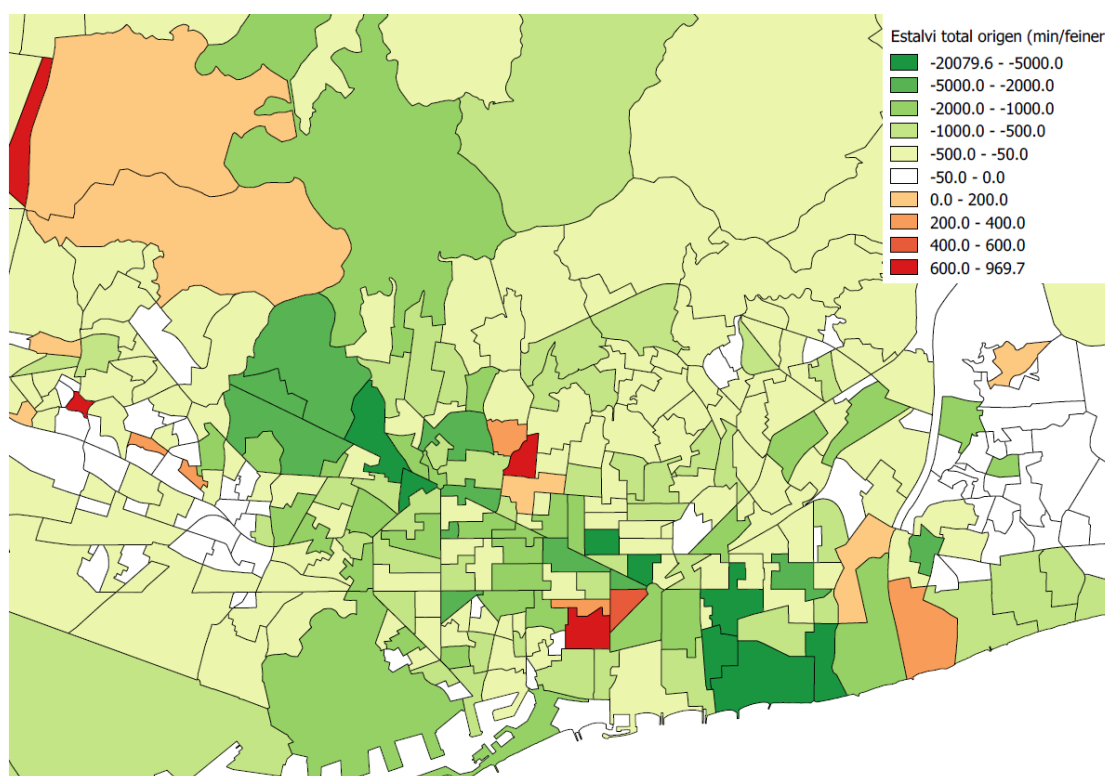
A nivell metodològic també caldria destacar la falta d'idoneïtat del model de simulació (macroscòpic) emprat per valorar de manera fiable els efectes sobre la congestió de la implantació del tramvia. Som conscients de les limitacions de recursos actual, però seria recomanable que l'Ajuntament plantegés actualitzar el mateix amb models de micro/meso-simulació molt més adients per reflectir les interaccions que es donen dins l'àmbit urbà (sobretot perquè en aquests el principal condicionant són les interaccions en les interseccions). En aquest sentit destaquem la presència de grups de recerca com l'InLab, i en especial el professor Jaume Barceló, que ens els últims anys han estat desenvolupant aquest tipus de models amb el seu equip.<sup>19</sup>

---

<sup>19</sup> Linares, M.P. (2014) A Mesoscopic Traffic Simulation Based Dynamic Traffic Assignment, PhD Thesis – UPC.



*Figura 5. Número de desplaçaments captats pel tramvia per cada origen del model de simulació de l'estudi de trànsit (Font: Elaboració pròpia a partir de les dades de les matrius origen-destí facilitades per l'Ajuntament)*



*Figura 6. Estalvis agregats per tots els desplaçaments en transport públic amb origen a cada una de les zones per efecte de la implantació del tramvia (Font: Elaboració pròpia a partir de les matrius de temps de viatge i desplaçaments origen-destí facilitades per l'ATM).*



### 3.2. Captació d'usuaris del vehicle privat

El document de l'estudi no explicita en cap apartat com es realitza el càlcul de la demanda captada d'altres mode cap al transport públic (inclosa la captació del vehicle privat), però tot sembla indicar que l'ATM ha seguit el mètode descrit a la nota tècnica de maig de 2007<sup>20</sup>. En aquesta es proposa el càlcul de la captació a partir del desenvolupament de la llei lògic de repartiment assumint que l'únic mode que modifica la seva oferta (i per tant la seva utilitat) és el transport públic. S'assumeix que la resta de modes mantenen constant la seva utilitat. Així, el percentatge de captació del transport públic sobre el vehicle privat serà el mostrat a la Taula 12, per cada minut d'estalvi de temps que generi la nova oferta/servei de transport públic.

**PROPORCIÓ ACTUAL D'USUARIS DE TRANSPORT PÚBLIC ( $p_3$ )**

$b$	10%	30%	50%	70%	90%
-0,10	0,15%	0,44%	0,73%	1,02%	1,31%
-0,20	0,29%	0,87%	1,45%	2,03%	2,61%
-0,30	0,44%	1,31%	2,18%	3,05%	3,92%
-0,40	0,58%	1,74%	2,90%	4,06%	5,22%
-0,50	0,73%	2,18%	3,63%	5,08%	6,53%

*Taula 12. Percentatge de captació per cada minut d'estalvi de temps en TP per un parell OD, segons el factor de sensibilitat ( $b$ ) i la proporció actual d'usuaris del TP ( $p_3$ ) (Font: Nota tècnica ATM, Maig 2007)*

Aplicant aquest mètode l'estudi de demanda de l'ATM exposa que a partir de l'estalvi unitari promig de 2.5 minuts en el transport públic es captaran 15.000 usuaris del vehicle privat. Aquest valor ens sembla a priori molt elevat, en tant que si assumim que per la Diagonal hi circulen uns 90.000 vehicles privats (que amb un factor d'ocupació 1,21 pax/veh equivalen a 108.500 usuaris) això implica una captació del 14% dels mateixos, o el que és equivalent, una quota de captació de 5,6% per minut estalviat en el transport públic. Això equival als rangs de sensibilitat més alta i on la proporció de desplaçaments en transport públic també és més alta, segons la Taula 12.

Això ens porta a destacar diversos problemes d'aquest enfocament, com són: (a) que assumeix, probablement per necessitat i/o falta de recursos, que la determinació del repartiment modal entre transport públic i privat és independent; (b) l'assignació obtinguda no és un equilibri<sup>21</sup> (feedback entre models); i (c) unes quotes de captació del vehicle privat potencialment massa optimistes.

Una primera via de solució per (a) és l'estimació d'un model economètric basat en els canvis en els costos generalitzats del transport que permeti identificar elasticitats pels diferents

<sup>20</sup> "ESTIMACIÓ DEL TRANSVASAMENT ENTRE MODES A CAUSA D'UNA MILLORA DE L'OFERTA DE TRANSPORT PÚBLIC COL·LECTIU" - ATM, Maig 2007

<sup>21</sup> Això és més important en aquest cas pel vehicle privat que pel transport públic, ja que afegir el nivell d'usuaris captat pot no tenir gaire pes dins la capacitat del transport públic, però si ser rellevant en la congestió/descongestió del trànsit. Aquesta opció realitza una primera reassignació d'usuaris del VP al TP, però amb la descongestió que se'n deriva alguns passaran de nou al VP i així de manera successiva fins que no tinguin incentius per modificar el seu mode. De manera que es esperable que el pas inicialment considerat es vegi esmorteït en una assignació en equilibri, Concepte que per cert apliquen tant l'assignació del model de TP emprat per l'ATM com el de VP de l'Ajuntament (amb els respectius softwares).

components, entre ells, els canvis en el temps del transport públic (veure per exemple Asensio, 2002). Tanmateix, aquesta solució només seria parcial perquè continuaria obviant (b) i la necessitat d'integració dels models d'assignació de transport públic amb els del transport privat. Aquesta recomanació que fem no és nova i queda reflectida entre les recomanacions a futur descrites a SAIT (2015)<sup>22</sup>. Resulta rellevant destacar que el propi estudi esmenta la importància d'aquesta interacció entre els models a partir de la sensibilitat de la congestió a la captació d'usuaris del vehicle privat, però en canvi no realitza cap esforç per minimitzar el problema (tot i que som conscients dels costos de coordinació que imposa al treballar amb models gestionats per dues entitats diferents). Una opció per corregir (a) i (b) seria establir el model economètric com a paraigües del model de trànsit i de transport públic. No obstant, deixant aquests desenvolupaments necessaris a banda, caldria el plantejament d'un anàlisi detallat de sensibilitat/risc per aquesta variable input de l'avaluació.

En relació a (c), assumir una sensibilitat tant extrema dels usuaris del vehicle privat als canvis de temps de viatge del transport públic no sembla encaixar gaire amb l'evidència empírica consolidada a la literatura existent. On, més aviat al contrari, es mostra una molt elevada rigidesa dels usuaris del vehicle privat a canviar de mode de transport. Un exemple d'això per Barcelona l'aporta l'estudi Asensio (2002), on l'elasticitat creuada de la demanda del vehicle privat als canvis en el temps de viatge del ferrocarril es situa entorn al -0.07; o el que és el mateix, una reducció de temps de viatge del mode ferroviari en un 1% augmenta només un 0.07% la demanda que canvia el vehicle privat pel transport públic. Un altre exemple que suporta aquesta afirmació és el fet que els propis estudis anteriors citats a l'estudi de l'Ajuntament empen quotes de captació inferiors fins i tot amb estalvis de temps unitaris majors; com és el cas de UPC (2015) i Mcrit (2010) que assumeixen un 3% amb millores de temps unitàries de 3-4 min. Valors que encaixen més amb rangs més moderats descrits a Taula 12.

Tot i així, som conscients que l'apartat ex-post del PdI 2011-2020 exposa que el Trambaix i el Trambesòs han captat el 19.8% i el 16.9% del vehicle privat, en base a enquestes origen-destí dutes a terme per TRAM; que per estalvis unitaris de 3,4 i 3 minuts equivalen a quotes de 5.82% i 5.63%, respectivament. No obstant, la discrepància d'aquest valors amb l'evidència consolidada, la falta d'accés a les enquestes que en permeti valorar la idoneïtat metodològica i el fet que corresponen a corredors on els canvis de temps de desplaçament en transport públic han estat majors que els descrits a les pròpies matrius de temps de viatge de l'estudi; fan pensar que com a mínim caldria analitzar amb molt detall aquest input de l'avaluació. A més d'això, les esmentades febleses del còmput de l'estalvi de temps i la sensibilitat de la congestió a la mateixa també fan pensar en la necessitat de posar en quarantena aquesta hipòtesi.

Creiem que es fonamental proposar un càlcul de la captació metodològicament més adient i fonamentat per tal de calcular el nombre d'usuaris captats del transport privat; i que a més, es porti a terme un anàlisi de sensibilitat/risc sobre l'impacte d'aquesta variable per acotar-ne la incertesa. Per un costat per afegir els estalvis de temps associats al usuaris del vehicle

<sup>22</sup> Veure Secció 2 i apartat 3.2.2.4

privat que es puguin veure beneficiats per un canvis de mode i per acotar bé quin serà l'impacte del projecte sobre la congestió.

### 3.3. Valoració de l'impacte sobre la congestió

És important destacar que la major part d'aquest factors no considerats a l'estudi de l'Ajuntament i les metodologies emprades descrites en els apartats anteriors poden erròniament sobreestimar els beneficis derivats de la implantació del tramvia; i per tant, sembla necessari valorar el seu potencial impacte sobre la rendibilitat del projecte.

En un intent d'analitzar de manera preliminar el pes d'aquesta hipòtesis sobre la rendibilitat social del projecte, hem valorat a partir de quins costos de congestió pels usuaris del vehicle privat el projecte de connexió del tramvia per la Diagonal deixaria de ser socialment rendible (assumint com a vàlides totes les altres hipòtesis realitzades a l'estudi de l'Ajuntament)<sup>23</sup>.

Amb un increment en el temps de desplaçament de 1700 hores en dia feiner<sup>24</sup> pels usuaris del vehicle privat el projecte passa a no ser rendible, tot i considerar com a bones la resta d'inputs i hipòtesis emprades a l'estudi de l'Ajuntament. Aquest increment de temps equival a un augment del cost actualitzat de 85,8M€. Entenem que aquest nivell d'increment de temps de desplaçament no resulta desorbitat si prenem en consideració el propi canvi en els nivells de servei per sota de la hipercongestió i la sensibilitat dels mateixos resultats al nivell de captació d'usuaris del vehicle privat (com esmenta el propi estudi de l'Ajuntament). Si assumim que en l'escenari d'implantació del tramvia per l'àmbit de l'Eixample (àmbit 2 de l'estudi de trànsit) hi circulen 4.204.270 de veh-km al dia. L'increment de cost de desplaçament que fa no rendible el projecte equival a un augment de temps de viatge de 0,0003 hores/veh-km (assumint un factor d'ocupació 1.2 pax/veh com fa el propi estudi); que és equivalent a l'increment d'1.2 segons per cada km recorregut o 0.17 segons per cada tram de carrer/cruïlla. Segons l'estudi de l'Ajuntament els desplaçaments fan un recorregut de 4 km de mitjana (p. 24 del pdf), cosa que amb aquests càlculs implicaria que seria necessària una pèrdua de temps de menys de 5 segons per recorregut per fer no rendible l'actuació. Una altra manera de llegir aquesta xifra seria assumir que només que els vehicles que volen creuar la Diagonal<sup>25</sup> en les cruïlles entre Francesc Macià (inclosa) i Glòries perdessin en promig 10 segons en tot el seu desplaçament (no només en aquestes cruïlles), el projecte d'unió dels tramvies per la Diagonal deixaria de ser socialment rendible, assumint tota la resta de l'estudi inalterada.

Així doncs, cal analitzar molt millor el plantejament realitzat pels autors de l'estudi en vers a la no consideració d'aquest impacte dins l'avaluació (i la seva aproximació metodològica); ja

<sup>23</sup> Ens veiem forçats a realitzar aquest plantejament simplificat degut a la falta d'accés a la informació relativa a les matrius de temps de desplaçament del usuaris del vehicle privat en els diferents escenaris i als detalls del model de simulació de trànsit

<sup>24</sup> Cal recordar que l'estudi de l'Ajuntament esmenta que “Amb la disminució de vehicles estimada, el temps en congestió podria disminuir en unes 370 hores al dia” (p.14 del pdf); però aquest valor només considera el nivell de servei F segons la seva definició errònia de “congestió”. On també destaquen que “Aquesta reducció de la congestió és sensible sobretot amb la variació del nombre de viatges que podrien deixar de circular (magnitud de la captació) i del factor d'ocupació dels vehicles (que marca el nombre de vehicles que deixen de circular)”.

<sup>25</sup> Uns 477.900 vehicles, segons les dades de IMD descrites a la p. 163 del pdf de l'estudi de l'Ajuntament

que tant per sí sol com en combinació amb la resta d'aspectes destacats al present informe, la rendibilitat social del projecte en queda molt compromesa. Augmentar la certesa sobre aquest impacte resulta crític per assegurar que els beneficis derivats de la implantació del tramvia compensin els costos que generen.

Estem segurs que l'Ajuntament està duent a terme els estudis de detall pertinents per assegurar la fluïdesa del trànsit a partir de l'optimització de la coordinació semafòrica en l'àmbit d'implantació del tramvia. Però és de vital importància que, a la llum dels resultats, aquesta optimització no consideri com a "certs" els valors emprats a l'estudi i procuri realitzar també una anàlisi de sensibilitat al canvi en aquests inputs per assegurar que realment es pot assolir una implantació que no generi més costos que beneficis. Per la nostra experiència, tenim la sensació que a cada etapa de planificació sembla que es dóna per descomptat que el realitzat en l'etapa anterior és un input a assumir en el següent pas, arrossegant-se així al llarg de les diferents parts de l'estudi inputs que podrien no haver-se considerat correctament. Si els estudis indiquen que els inputs no són realistes, cal realitzar una modificació de l'avaluació. Per exemple, si d'una anàlisi de la coordinació semafòrica se'n deriva una reducció de la velocitat comercial del tramvia; que tindrà per tant un impacte en l'estalvi de temps pels usuaris del transport públic i el seu nivell de captació i inducció de viatges, les hipòtesis assumides a l'estudi seran diferents i tindrà un impacte sobre la rendibilitat esperada.

Aquests nous estudis de detall haurien de retro-alimentar l'avaluació i permetre reconsiderar els aspectes de la implantació que permetin garantir que la política a implantar generarà un augment de benestar al conjunt de la societat; tal com el propi manual SAIT (2015) especifica en relació al paper de l'ACB dins el cicle de vida del projecte (secció 1.2). La presa de decisions pública no és un procés tancat, i conforme es va assolint major certesa sobre els efectes d'un projecte cal revisar el que s'havia assumit. El projecte de connexió del tramvia és un exemple molt clar d'això, ja que la decisió d'executar aquesta infraestructura està determinada pel PdI 2011-2020, que cal recordar que li atorga una TIRs del 44%; mentre que la nova avaluació de l'Ajuntament ho rebaixa a un 11%, i el nostre informe suggereix que aquest està probablement sobreestimat a l'existir múltiples incerteses sobre els inputs i mètodes emprats.

## 4. DESPESES ASSOCIADAES A LA INVERSIÓ

### 4.1. Desviacions en els costos d'inversió

La literatura sobre projectes d'infraestructura mostra l'existència de sobrecostos habituals i de magnitud important, on els modes ferroviaris són els que presenten els pitjors resultats; veure Flyvbjerg (2004, 2008)<sup>26</sup>. Els propis projectes del Trambaix i Trambesòs han presentat

<sup>26</sup> Flyvbjerg, B. (2004) Procedures for dealing with optimism bias in transport Planning, Guidance Document. The British Department for Transport.

Flyvbjerg, B. (2008) Curbing Optimism Bias and Strategic Misrepresentation in Planning: Reference Class Forecasting in Practice, *European Planning Studies*, 16(1), 3-21.



desviacions en la inversió inicial del voltant del 38% i 32%, respectivament; si comparem les dades dels Acords del Consell d'Administració de l'ATM<sup>27</sup> i les de l'avaluació ex-post del PdI 2011-2020. Cal destacar que aquesta desviació es troba calculada respecte del projecte constructiu o import de "licitació", i cal esperar que les desviacions sobre els estudis previs siguin significativament majors. Malauradament, en tant que l'ex-post del PdI posa en blanc les caselles de dades ex-ante per a ambdues actuacions com si no s'haguessin dut a terme estudis previs, no podem valorar la desviació més apropiada a la fase en la que es troba l'estudi de l'Ajuntament. Aquest rangs de desviació no haurien de resultar una sorpresa si s'analitza, per exemple, les desviacions detectades per la pròpia ATM en la secció d'avaluació ex-post del PdI; tal com es mostra a la Taula 13.

	Inversió	Explotació	Demanda	Rendibilitat Prev. / Act.	
<b>Trinitat Nova – Can Cuiàs. L11</b>	+45%	+247%	+35%	9,1%	<b>3,7%</b>
<b>Trambaix</b>	+38%*	--	--	n/d	11,9%
<b>Trambesòs</b>	+32%*	--	--	n/d	<b>0,2%</b>
<b>Aeri Olesa M. – Esparreguera</b>	+45%	-6%	-68%	8,2%	<b>-2,1%</b>
<b>L3 Canyelles – Trinitat Nova</b>	--	--	--	6,6%	<b>2,5%</b>
<b>Tram 4 línies L9 / L10**</b>	+192%	+5%	-67%	10,8%	<b>2,0%</b>
<b>L2 Pep Ventura – Pompeu Fabra***</b>	-40%	-80%	-4%	9,0%	14,2%
<b>L5 Horta - Vall d'Hebron</b>	+161%	+13%	-6%	17,0%	<b>3,5%</b>

*Taula 13. Resum dels resultats de l'avaluació ex-post d'actuacions en servei (Font: Elaboració pròpia a partir de dades ex-post PDI 2011-2020 i \*contracte Trambaix - Trambesòs). \*\* Sense estació Sagrera AV, \*\*\* sense arribar a Can Ruti*

A més, també creiem rellevant destacar que el propi Ajuntament té una llarga trajectòria (a través de les seves empreses públiques) com a entitat licitadora d'obres d'infraestructures en àmbit urbà; i per tant, ha de ser conscient de les desviacions econòmiques que s'hi produeixen gairebé com a norma. És per això que sobta particularment que l'estudi de l'Ajuntament no hagi pres en consideració possibles desviacions en els costos d'inversió, tal com recomanen múltiples manual d'avaluació com a ara SAIT (2015).

En aquest apartat estimem com la consideració de desviacions en algunes de les variables d'inversió afecten els resultats de la rendibilitat social del projecte. En concret considerem desviacions homogènies per les partides d'inversions ferroviàries, cotxeres i urbanització; deixant de banda possibles desviacions en l'adquisició de material mòbil (o en l'operativa del servei). Entenem que l'experiència i nivell d'estandardització del mateix és suficient com per assumir que els valors emprats a l'estudi són els més probables; no així pels associats a la construcció, on les desviacions ja hem esmentat que són sistemàtiques. D'aquesta manera, mantenint constants la resta d'inputs i hipòtesis de l'estudi de l'Ajuntament, obtenim que per cada 10% de desviació a l'alça en la inversió relativa a la construcció el VANs es redueix de manera lineal en 4,3M€. Així un increment de costos entre el 30% i el 40% es traduiria en

<sup>27</sup> De dates 27 d'Abril de 2000 (Trambaix) i 4 de Juliol de 2002 (Trambesòs); com queden reflectits als annexes del "Text refós del contracte administratiu per a la redacció del projecte, construcció i explotació d'un sistema de tramvia en el corredor Diagonal-Baix Llobregat de l'Àrea de Barcelona"- ATM.

una reducció del benefici social net fins a 72,8M€ i 68,5M€ amb TIRs del 9% i 8,4%, respectivament.

Cal a més tenir en compte les combinacions raonables de la resta de factors analitzats en el present informe, més ajustats als que entenem podrien ser els valors esperats a incloure, fan que la rendibilitat social es desplomi. Així, si es considera una desviació de costos d'inversió sobre les partides de construcció del 30% de manera conjunta amb: (a) desestimar els estalvis inferiors a 12 segons (20%); (b) una quota d'inducció del 3% (ajustada l'evidència empírica d'estimació de l'elasticitat de la demanda); (c) desestimant la doble comptabilització de la millora d'accessibilitat i confort (com estableix SAIT, 2015); i (d) reduint la tendència de creixement de la demanda al 0.5%; obtenim una rendibilitat social (VANs) de només 3,5M€ i una TIRs de 3,3%. On cal tenir en compte que no es considera cap increment del cost del desplaçament pels usuaris del vehicle privat ni els efectes derivats de les desviacions associades a la menor captació d'usuaris del vehicle privat, ni demés consideracions que s'analitzen més endavant en el present informe.

#### 4.2. Costos de la planificació i afectacions durant les obres

Detectem que l'avaluació duta a terme per l'Ajuntament no sembla considerar els costos associats a la fase de planificació necessaris per portar a terme la intervenció triada, ni les afectacions com a mínim en termes de temps de desplaçament pels usuaris del transport públic i el vehicle privat durant les diferents fases d'obres. Les millors pràctiques internacionals especifiquen en diversos manuals la necessitat d'incloure aquests aspectes, entre ells el propi SAIT (2015); ja que de no fer-ho està afavorint falsament actuacions en infraestructures respecte de mesures més enfocades a la gestió, en no incloure una part important dels costos que aquestes porten associades. En particular, en àmbits urbans densos les afectacions durant les obres no són negligibles, i el fet que es donin a l'inici de l'horitzó temporal del projecte fa que tinguin un major pes.

SAIT (2015) especifica que cal incloure els costos associats a la fase de planificació, que entre d'altres inclou la redacció del projecte constructiu, recursos de l'Administració, despeses legals, informació pública, etc.<sup>28</sup>. En concret, si considerem la licitació de l'estudi informatiu i projecte constructiu actualment tret a licitació per BIMSA, aquest costos haurien d'augmentar en 1,7M€.<sup>29</sup> A més, a la llum de les últimes licitacions i adjudicacions realitzades per l'ATM relatives a tasques associades a la connexió del tramvia, entenem que la inversió s'hauria d'augmentar a més en 0,39M€<sup>30</sup>; que en total fa un muntant de 2,1M€. Cal considerar

<sup>28</sup> Veure detall cel·la 1\_1 del manual SAIT (2015), p.132 del pdf.

<sup>29</sup> Servei de redacció de l'estudi informatiu per a la connexió del Trambaix i Trambesòs, i redacció del projecte executiu de l'alternativa escollida per a la implantació d'una xarxa tramviària unificada (1.702.489,40 €).

<sup>30</sup> Exemple d'aquestes adjudicacions són: Redacció del projecte de Sistemes i avantprojecte d'explotació de la xarxa tramviària unificada (176.800€); Assistència tècnica d'avaluació econòmic-financera en l'articulació de les Trambaix i Trambesòs i la implantació d'una xarxa unificada única (58.344€); Assistència jurídica en l'articulació de les xarxes Trambaix i Trambesòs i la implantació d'una xarxa unificada única (42.00€); Assistència tècnica a l'ATM en el procés de seguiment, inspecció i control del manteniment i la qualitat de l'explotació de les xarxes tramviàries, i assessorament per al seguiment econòmic, per a futures ampliacions i per a la gestió contractual (118.00€).

això una cota inferior del cost de planificació, ja que només hem inclòs un grup reduït dels aspectes que han de compondre aquesta partida.

Així mateix, és necessari afegir a la inversió els costos i beneficis que es puguin donar durant la fase constructiva, en concret amb les afectacions que tinguin les obres sobre el benestar dels diversos grups d'usuaris (impacte sobre el trànsit i la congestió, els costos ambientals que també se'n derivarien, i la pèrdua de temps dels usuaris del transport públic). Sorprenen la no valoració d'aquest impacte si tenim en compte que l'Ajuntament (Àrea d'Infraestructures i mobilitat) dóna molta importància a aquest factor i les afectacions del trànsit són considerades en diverses fases de tot projecte d'infraestructures rellevant. En concret, totes aquestes actuacions passen pel Comitè d'Obres, que en realitza una valoració de la idoneïtat del plantejament de fases valorant les afectacions emprant de manera habitual simulacions de l'impacte sobre el trànsit de diferents talls exactament amb el mateix model i metodologia emprats per l'estudi de l'avaluació de la connexió del tramvia. Així doncs, caldria incorporar d'alguna forma aquest impacte de les afectacions com a mínim a partir de la simulació dels escenaris associats al desenvolupament de les fases d'obres i terminis d'execució que sigui esperable. De fet, ja hem mostrat anteriorment la rellevància d'incloure els costos associats a la congestió per a la rendibilitat social del projecte.

També considerem important que l'anàlisi de sensibilitat/risc consideri les possibles variacions en els terminis d'execució de l'obra i els seu impacte en les afectacions.

## 5. ESTUDI D'IMPACTES MEDI AMBIENTALS.

La necessitat de reduir la contaminació atmosfèrica a la ciutat, i els perjudicis que se'n deriven, és d'una necessitat imperiosa. És per això que les bondats ambientals de la implantació del tramvia han estat àmpliament emprats com a justificació bàsica de la necessitat de dur a terme aquesta intervenció, tot i que els seu impacte en termes de benestar social és molt reduït (3,4% sobre el VANs previst).

En aquesta secció avaluarem els supòsits i decisions tècniques preses pels autors de l'estudi de l'Ajuntament en l'apartat de l'estudi d'impacte ambiental (Annex 4), que tenen un impacte més significatiu sobre la rendibilitat social del projecte. En aquest cas no ens resulta possible fer un tractament amb tanta profunditat amb en els anteriors apartats per la limitació en les dades, ja que no hem tingut accés al detall de les simulacions de trànsit ni els models emprats pel càlcul de les emissions. Tot i així, hi ha elements i supòsits que presenten algunes limitacions que caldria solucionar per la seva contribució en termes de rendibilitat social. En aquest sentit els aspectes tractats són: (a) la relació entre congestió i emissions; (b) les emissions en els processos avant-post.

## 5.1. Traslladar la congestió i els canvis en les velocitats mitjanes a emissions

Un cop determinades les variacions en els temps de viatge indicades en l'anterior punt sobre impactes sobre el trànsit, és del tot necessari traslladar-ho a emissions, i per tant, incloure-ho en l'estudi ambiental. S'entén de la Nota 2 de la taula 3, pàgina 26 de l'estudi ambiental (p. 197 del pdf), que l'actual estudi no està considerant les diferències en termes de velocitats mitjanes i simplement considera que si no hi ha un increment de veh-km no hi ha més emissions. En concret, l'estudi comenta que *“En l'alternativa Diagonal, gairebé no hi ha canvis en els vehicles per quilòmetre que es realitzen actualment tant al centre com a nivell de ciutat. Tot i això, cal destacar que els vehicles per quilòmetre a la Diagonal es redueix gairebé a la meitat amb un 49,9%. Les emissions, per tant, no varien en general, però disminueixen de manera molt important a la Diagonal.”* Fins i tot el cas que els veh-km no augmentessin, les dades aportades a la secció 3.1 d'aquest informe mostra de forma clara que s'incrementen els trams amb una major densitat de trànsit, el que implica velocitats mitjanes més baixes per sota de la velocitat òptima o eficient des del punt de vista de les emissions i del consum d'energia. És imprescindible que l'estudi d'impacte consideri aquest efecte. De fet, l'estudi menciona que en la Diagonal les emissions es reduirien, però a la llum del nostre anàlisi pot ser que aquestes augmentin derivades de la major congestió en els itineraris alternatius; i encara més si no es compleixen les previsions de captació d'usuaris del vehicle privat en la magnitud prevista per l'estudi de demanda de l'ATM com s'ha descrit anteriorment a al secció 3.2. En aquest moment, per tant, l'estudi podria estar molt lluny de mostrar l'autèntic impacte ambiental de la connexió del tramvia derivat del desviament de trànsit.

## 5.2. Emissions en els processos avant-post (producció d'energia, construcció, producció i desballestament)

L'estudi de l'Ajuntament identifica l'estalvi en emissions i consum d'energia com una de les avantatges de la connexió dels tramvies per la Diagonal. Tanmateix aquest estudi no té en compte el cicle complet de la infraestructura i obvia tant les emissions que es produeixen durant la construcció de la mateixa, com en la producció/deballestament del material mòbil i la producció d'energia necessària per al seu funcionament (pre-combustió).

En relació a la pre-combustió sorprèn especialment perquè l'estudi reconeix l'existència d'aquestes emissions en la generació de l'electricitat necessària per a moure el tramvia i la seva dependència del mix energètic, però no ho incorpora tal com mostra la nota al peu núm. 47: *“No s'han considerat emissions indirectes de les fonts d'energia consumida pels modes elèctrics (comunes a totes les opcions de tramvia, i D30 millorat)”*. En concret l'estudi esmenta que: *“Si consideréssim les emissions indirectes derivades de la producció d'electricitat necessària per alimentar el tramvia o una D30+ elèctrica75, l'estalvi seria menor. En particular, dades de TRAM-ICAEN apunten que el tramvia consumeix 4,56 kWh /veh·km. Els grams d'emissions de CO2 per cada kWh depenen del mix energètic (fonts utilitzades majoritàriament per produir electricitat), que varia any a any, però han oscil·lat entre 200 i 300 gr/kWh entre 2008 i 2015. Si prenem un valor mitjà de 250 gr/kWh, el tramvia emetria uns*

*1.140 gr/veh·km, un 27% menys que un bus biarticulat de gas natural, o un 42% menys que un autobús convencional dièsel.”* No sembla que hi hagi cap complexitat ni dificultat per a introduir-ho per a tenir un millor coneixement del benefici ambiental del tramvia durant la fase d'operació. Si assumim l'esmentat valor i considerem que el tramvia realitza aproximadament uns 700.000 veh-km anuals això suposaria augmentar el volum d'emissions previst a l'estudi en 798 Tn CO<sub>2</sub>; que es tradueix en un augment de costos de 29.526€ a l'any. Així mateix també caldria afegir com a benefici els estalvis derivats de la reducció de combustible deixat de “produir” pels autobusos alliberats i vehicles privats captats pel tramvia (segons consums).

Pel que fa a les emissions i consum d'energia durant la fase de construcció de la infraestructura i producció del material mòbil (vehicles), hem de destacar que diversos manual d'avaluació recomanen la seva inclusió; tal com fa SAIT (2015). Això és degut a que existeixen evidències que demostren la importància de la seva consideració, ja que poden arribar a sobrepassar els estalvis que es donen en la fase operativa. Diversos estudis mostren com calen dècades per aconseguir que els estalvis durant l'operació puguin compensar les emissions incorregudes durant la construcció; tant per infraestructures d'alta velocitat (Booz Allen Hamilton, 2007; Kageson, 2009; i Westin & Kageson, 2012), com per tren lleuger (NCIM, 1999; NLLR, 2006; i O'Toole, 2008)<sup>31</sup>. En concret, d'aquests se'n deriva que els beneficis en emissions del mode ferroviari vindran en gran part de la seva capacitat per captar usuaris dels modes més contaminants, si volen assegurar que els estalvis durant la fase d'operació compensen les emissions generades en la construcció.

Les dades descrites a l'apartat 3.2.2.5.2 del manual SAIT (2015) no poden aplicar-se de manera directa al cas del tramvia, ja que només mostra dades genèriques pel cas d'inversions en ferrocarril. No obstant, pel que fa a la infraestructura hauria de ser directe poder aplicar les dades disponible al banc de preus de l'ITTEC per poder estimar quin és el nivell d'emissions relatiu a cada una de les partides del projecte constructiu (o avant-projecte). Noteu que en produir-se durant els primers anys de l'horitzó temporal considerat aquestes emissions de la construcció tenen un impacte relatiu més rellevant que els estalvis durant l'operació que es van produint al llarg del temps i es veuen corregits per la taxa de descompte. En aquest sentit podem destacar que el propi estudi d'impacte ambiental en la seva pàgina 33 inicia una revisió sobre “*els possibles impactes sobre el medi per a cadascuna de les fases en què es pot descompondre la vida del projecte, és a dir, fase de construcció o executiva i fase d'explotació o funcionament.*”; tot i que no avalua monetàriament l'impacte de la construcció en termes d'energia i emissions, simplement

<sup>31</sup> Booz Allen Hamilton Ltd, (2007) Estimated Carbon Impact of a New North South Line, Report to the Department for Transport, July 2007.

Kageson, P. (2009), Environmental aspects of inter-city passenger transport. In: 18th International Transport Research Symposium, Madrid, November 16–18, OECD/ITF Discussion Paper No. 2009/28, OECD, International Transport Forum.

Westin, J. and Kageson, P. (2012) Can high speed rail offset its embedded emissions? Transportation Research Part D, 17, 1-7.

NCIM (1999) North Corridor Interstate MAX Final Environmental Impact Statement (Portland, OR: Metro, 1999), pp. 4–104.

NLLR (2006) North Link Light Rail Transit Project Final Supplemental Environmental Impact Statement (Seattle WA: Sound Transit, 2006), p. 4–112.

O'Toole, R. (2008) “Does rail transit save energy or reduce CO<sub>2</sub> emissions?” Policy analysis, 615, p.1-24.

serveix per a discutir mesures moderadores dels impactes un cop presentada una matriu (taula 7, p. 35) d'impactes ambientals.

Pel que fa al material mòbil podem destacar les dades disponibles a ALSTOM (2016)<sup>32</sup>, que realitza un anàlisi comparatiu de les emissions de tot el cicle de vida de tramvies i BRT, on destaca que el nivell d'emissions associat a la fabricació d'un tramvia és d'unes 400 Tn CO2/veh; mentre que la d'un autobús és 30 Tn CO2/veh. Si apliquem directament aquest valors per estimar un ordre de magnitud de l'impacte a partir dels inputs de l'estudi (14 autobusos alliberats de la D30, 18 nous tramvies a curt termini i 21 a mig termini) obtenim una reducció de 15.540€ pels autobusos alliberats, un augment de 266.400€ a curt termini i de 310.800€ a mig termini. Aplicant la temporalització d'adquisició i alliberament de material mòbil previst al tramvia obtenim l'aproximació d'un valor actual net d'aquest impacte d'uns 0,54M€; que per si sòl ja és del mateix ordre de magnitud dels estalvis d'emissions nets actualitzats previstos a l'estudi de l'Ajuntament (0,57M€).

D'aquestes consideracions queda palès que incloure les emissions associades als processos avant-post podria significar reduir l'estalvi net estimat fins el moment i, fins i tot, amb una altra probabilitat portaria a un increment dels costos ambientals. Per tant, és del tot rellevant la seva inclusió per augmentar la certesa sobre l'impacte ambiental de la implantació del tramvia; i sobre la rendibilitat social del projecte si prenem en consideració la resta d'aspectes que s'han anat comentant al llarg del present informe.

---

<sup>32</sup> ALSTOM (2016) *Tramways or Bus Rapid Transit, Which is Greener? - A study of the lifecycle CO2 emissions of tramway & BRT Systems*; Carbone 4 – Alstom, Saint-Ouen Cedex, France.



## 6. RESUM

Per tal d'aportar una major informació objectiva al debat sobre la millor intervenció pública per resoldre el problema de mobilitat de la ciutat, en el present informe s'ha realitzat una revisió crítica de l'estudi d'avaluació de la connexió del Trambaix i Trambesòs dut a terme per l'Ajuntament de Barcelona; amb especial atenció a l'alternativa de connexió per l'Avinguda Diagonal (VANs de 85M€ i TIRs de l'11%). En base a la informació disponible hem analitzat com les diverses decisions i supòsits seleccionats pels autors de l'estudi de l'Ajuntament condicionen els resultats de la rendibilitat social esperada del projecte. El nostre informe qüestiona de manera raonada diversos dels inputs i supòsits sobre els que es basa l'estudi d'impacte socioeconòmic de l'Ajuntament, analitzem si aquests són vàlids com a valors esperats (més probables) o per contra i ha risc que estiguin excessivament esbiaixats; aportant una valoració de l'impacte que una modificació dels mateixos té sobre la rendibilitat social esperable de la connexió.

De la nostra anàlisi de l'avaluació se'n deriven **defectes metodològics** que s'allunyen de les millors pràctiques internacionals i comprometen el càlcul de la rendibilitat del projecte, que a més tendeixen a sobreestimar els beneficis derivats del projecte. A continuació resumim les principals conclusions sobre l'estudi de l'Ajuntament:

- **No considera un escenari de referència homogeni** entre els seus diferents apartats (estudis parcials) i agrega costos i beneficis que no haurien de ser agregats.
- L'escenari de referència emprat a l'estudi de demanda (E2) sobreestima els estalvis de temps al fer l'alternativa sense projecte pitjor del que seria raonable esperar. La fase final de la NxB mantenint les línies 7 i 34 (E2a) aporta un millor temps global de desplaçament que la connexió del tramvia. Un **canvi d'escenari de referència** porta de manera inevitable a una rendibilitat negativa de la connexió si l'estalvi en costos de material mòbil i personal derivats de l'alliberament d'autobusos és menor a 44 unitats; no assolint la rendibilitat prevista a l'estudi a menys que se n'eliminin 56.
- L'avaluació només ha analitzat diferents alternatives de traçats de la connexió del tramvia (Diagonal, Provença, Túnel,...) i la millora de la D30+ amb autobusos elèctrics; però no ha analitzat **alternatives** de gestió (sense infraestructura) disponibles com la **millora de la NxB** incloses a l'estudi de demanda (E3) que aporten millores molt majors del temps global de desplaçament sense inversió en infraestructura. En concret, hem valorat que la millora de la NxB en 1km/h de velocitat comercial pot assolir la mateixa rendibilitat prevista a l'estudi de l'Ajuntament fins i tot realitzant una inversió de 161M€. Tot cost menor d'aquesta millora aportarà una rendibilitat molt superior a la de la connexió del tramvia.
- L'estudi troba que el principal benefici social esperat del projecte de la unió del tramvia per la Diagonal és determinat per l'estalvi de temps en el sistema de transport públic (94%), amb un estalvi mig en el conjunt de la xarxa de transport públic de 2,5 minuts. Analitzant les matrius procedents del model de simulació de l'ATM hem detectat que el 90% del temps estalviat net es deu a variacions en el temps de desplaçament (estalvis o augments) inferiors a 3 minuts, cosa que segons les millors pràctiques requeriria d'una anàlisi detallada per assegurar que els resultats són

robustos (HEATCO, 2006). En concret, el 14% són inferiors a 6 segons, el 20% inferiors a 12 segons, el 34% són inferiors a 30 segons i el 70% inferiors a 1 minut; i això és preocupant perquè: (1) la precisió de les simulacions podria no ser del tot acurada; (2) es poden produir desviacions rellevants en marges de temps tan petits amb variacions raonables sobre les hipòtesis de partida/calibració dels models; i (3) hem detectat que part d'aquest estalvis provenen de relacions origen-destí que a priori no sembla raonable que es vegin afectades per la connexió dels tramvies per la Diagonal. A l'analitzar quin és l'impacte sobre la rendibilitat de **desviacions sobre el còmput de l'estalvi de temps** obtenim que per cada 10% de reducció el VANs es redueix en uns 20M€ (23%), sense considerar cap altra modificació.

- L'estudi **no té en compte el canvi de benestar dels usuaris del vehicle privat i realitza un plantejament metodològic poc adient per valorar l'impacte sobre la congestió**. Només s'han tingut en compte el nombre de veh-km afectats per nivells de servei per sobre de la capacitat de la via (nivell F – hipercongestió), però s'han obviat els canvis en els nivells propers a la capacitat (C, D i E). A més, s'assigna tota la captació del vehicle privat cap al tramvia entre els centroides de l'àmbit del centre de la ciutat (Eixample i sota ronda interior) de manera uniforme i sense relació amb els estalvis assumits en el transport públic. Això porta a subestimar greument l'impacte local sobre la congestió de la implantació del tramvia en aquest àmbit i resta vàlidesa al resultat de l'avaluació realitzada per l'Ajuntament. Tot i així, analitzant les pròpies dades derivades de l'estudi de trànsit trobem evidències suficients que impedeixen justificar que la implantació del tramvia no augmenta el grau de saturació dels itineraris alternatius a la Diagonal i, per tant, cal considerar el potencial augment el temps de recorregut dels usuaris del vehicle privat (i de distància de desplaçament). Si analitzem a partir de quins costos de congestió pels usuaris del vehicle privat el projecte de connexió del tramvia per la Diagonal deixaria de ser socialment rendible - assumint tota la resta de l'estudi inalterada-. Obtenim que seria a partir d'un augment de 1.700 hores en dia feiner. Això equival a que els usuaris que circulen per l'Eixample experimentin un increment promig d'1.2 segons per cada km recorregut o 0.17 segons per cada tram de carrer/cruïlla. Per un desplaçament promig (4 km) això implica una pèrdua de 5 segons per recorregut. Per tant, és imprescindible que es tinguin en consideració els canvis de temps dels usuaris de transport privat.
- No es considera l'**augment d'emissions derivat dels canvis en les velocitats mitjanes de circulació** (congestió); que encara s'agreuja més si no es compleixen les previsions de captació d'usuaris del vehicle privat en la magnitud prevista per l'estudi de demanda de l'ATM.
- Cal que els **canvis o concrecions que van aportant els estudis de detall** que està portant a terme l'Ajuntament es traslladin a l'avaluació per anar incrementant la certesa sobre la rendibilitat social esperable de la implantació del tramvia.
- L'estudi considera com a benefici les millores d'accessibilitat de manera separada dels estalvis de temps i l'augment del nivell de confort dels usuaris. Però la millora d'accessibilitat ja ha estat inclosa en el temps percebut al model de demanda de l'ATM i s'incorre en una **dobla comptabilització**. I la **valoració econòmica del confort resulta poc fiable** i els manuals de referència (com ara SAIT, 2015) apunten a la



necessitat d'excloure'l de l'anàlisi i deixar-lo només com un element addicional en un possible apartat multi-criteri.

- L'estudi **no contempla els estalvis de temps dels usuaris captats del vehicle privat**, cosa que contradiu la pròpia hipòtesis de captació. Caldria valorar de forma fiable aquest nivell de captació, incloure els estalvis de temps que se'n deriven i valorar correctament els seus efectes sobre la congestió, emissions i soroll.

També hem detectat que múltiples hipòtesis assumeixen valors esperats força extrems que afavoreixen la **sobreestimació del beneficis** derivats del projecte, i que no semblen estar recolzades en les evidències consolidades i millors pràctiques:

- S'assumeix una **tendència de creixement "vegetatiu" de la demanda de transport públic** l'1,5% anual durant els primers 15 anys i de l'1% en endavant, justificat amb el creixement del 0,6% per 2006-2009 i del 1,47% per 2013-2014; però no es té en compte que els creixements en els últims 14, 10 i 5 anys han estat molt menors (1,25%, 0,51% i 0.10%; respectivament); i que a més venen determinats en gran part per l'efecte d'increment d'oferta i de cicle econòmic que no corregeixen en la consideració de creixement tendencial. Si considerem una taxa de creixement "vegetatiu" interanual constant al llarg de l'horitzó d'avaluació del 0.5% el VANs es redueix en 13M€ i si l'assumim nul en 30M€, sense cap altra modificació de supòsits.
- El còmput de la **captació d'usuaris del transport privat** planteja diversos problemes d'enfocament al assumir: (a) que la determinació del repartiment modal entre transport públic i privat és independent; (b) l'assignació obtinguda no és un equilibri (feedback entre models); i (c) una quota de captació potencialment massa optimista, que no encaixa amb l'evidència empírica consolidada de l'elevada rigidesa dels usuaris del vehicle privat a canviar de mode de transport. És fonamental proposar un càlcul de la captació metodològicament més adient i fonamentat; així com portar a terme una anàlisi de sensibilitat/risc sobre l'impacte d'aquesta variable per acotar-ne la incertesa.
- S'aplica una **quota d'inducció** del 14,73% sobre els usuaris captats del transport públic, que no es troba fonamentada en evidències ni teòriques ni empíriques suficients i no segueix la recomanació d'estimar-la a partir de l'elasticitat de la demanda (veure SAIT, 2015). Aquesta sembla excessivament optimista, ja per una elasticitat més propera a les evidències consolidades disponibles (-0.33) obtindríem una quota d'inducció de només el 2,8%; obtenint 2.290 nous usuaris enlloc dels 12.055 previstos a l'estudi (que seria equivalent a assumir una elasticitat de -1.74, fora de tot rang raonable). Hem pogut calcular que per cada 10% de desviació a la baixa de la quota d'inducció el VANs es redueix en 1,37M€ de manera lineal, mantenint inalterats la resta d'inputs/hipòtesis emprats/des pels autors de l'avaluació.

Així mateix, també detectem que no s'han tingut en compte diversos costos que les millors pràctiques internacionals recomanen introduir, de manera que s'està **subestimant els costos** derivats del projecte.

- No s'ha tingut en compte l'existència de sobre costos o **desviacions en els costos d'inversió** en els projectes d'infraestructures, tal com recomanen múltiples manuals d'avaluació com ara el SAIT (2015). Els propis projectes del Trambaix i Trambesòs han presentat desviacions en la inversió inicial del voltant del 38% i 32%, respectivament. Introduint aquest factor a l'avaluació trobem que per cada 10% de desviació a l'alça en la inversió en construcció el VANs es redueix de manera lineal en 4,3M€.
- No considera els **costos associats a la fase de planificació** necessaris per portar a terme la intervenció triada **ni les afectacions durant les obres**, tal com recomanen les millors pràctiques. Això afavoreix falsament actuacions en infraestructures respecte de mesures més enfocades a la gestió. Hem valorat que les despeses de planificació ascendeixen com a mínim a 0,74M€ pel projecte constructiu i altres contractes recentment adjudicats per l'ATM en relació a la unificació de les xarxes del tramvia. Cal afegir com a mínim els costos de pèrdua de temps durant les diferents fases de les obres, tant pels usuaris del transport públic com el vehicle privat (si cal amb el mateix model de simulació com és pràctica habitual al Comitè d'Obres).
- No té en compte el cicle complet de la infraestructura i **obvia les emissions que es produeixen en els processos avant-post**; com ara la construcció de la infraestructura, la producció/desballestament del material mòbil i la producció d'energia necessària per al seu funcionament (pre-combustió); tal com recomanen les millors pràctiques. Per falta d'informació aportada no hem pogut valorar l'impacte de la construcció sobre les emissions, tot i que diversos estudis mostren que calen dècades per aconseguir que els estalvis durant l'operació puguin compensar les emissions incorregudes durant la construcció. A partir del projecte constructiu (emissions recollides per partides al banc de preus ITEC) resultaria directa aquesta valoració. L'estudi reconeix l'existència de les emissions per pre-combustió però no les inclou, que nosaltres valorem un augmentar de 798 Tn CO<sub>2</sub> (0,03M€/any) al que caldria descomptar els estalvis derivats de la reducció de combustible pels autobusos alliberats i vehicles privats captats pel tramvia (segons consums). Segons dades d'ALSTOM (2016), l'impacte net de la fabricació del material mòbil (descomptat l'alliberament d'autobusos) ascendeix a un augment 0,54M€; que per si sòl ja és del mateix ordre de magnitud dels estalvis d'emissions nets actualitzats previstos a l'estudi de l'Ajuntament (estalvi de 0,57M€). Així, introduir aquestes consideracions pot molt probablement portar a reduir l'estalvi net estimat fins el moment i, fins i tot, obtenir un increment de costos ambientals.

A la llum d'aquesta anàlisi existeixen dubtes més que raonables de la idoneïtat de la implantació del tramvia en termes de la rendibilitat social considerada per l'Ajuntament, ja que sense modificacions rellevants a la metodologia i als inputs de l'estudi aquesta pot ser molt menor a la prevista, i amb una alta probabilitat resultar socialment negativa. Entenem que cal millorar l'avaluació realitzada, incloure alternatives viables no considerades i traslladar tota la informació disponible al conjunt d'agents socials per una correcta deliberació de les polítiques públiques.

Esperem que els elements de judici presentats en aquest informe serveixin per ajudar a millorar l'estudi de l'Ajuntament, tant per aquest projecte com per a futurs projectes d'infraestructures de transport a la ciutat. Assegurar que els resultats que s'obtinguin dels mateixos siguin el més robustos i rigorosos possible ha de servir per incrementar la certesa sobre les bondats de les intervencions públiques, que requereixen la mobilització de grans quantitats de recursos públics i que afecten, de forma rellevant però desigual, als ciutadans subjectes als impactes d'aquestes mesures.



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA



Facultat  
d'Economia  
i Empresa  
Universitat de Barcelona