

Estudi d'Avaluació ex-post d'Infraestructures de Mobilitat 2017



Gener 2020

Quaderns d'infraestructures i mobilitat

56

Autors



DGIM

Santi Ribas

Albert Palomo

Jordi Janot

Gabriel Gonzalez



CENIT

Sergi Saurí

Javier Garrido

Irene de Cubas

Clau GESPRO EM-XTB-18109

Clau SPE EST 18 289 TR

Índex

MEMÒRIA

1	Introducció.....	5
1.1	Context i objectius.....	5
1.2	Consideracions prèvies	6
2	Resum d'avaluacions ex-post.....	7
2.1	Carreteres. Millora de seguretat viària.....	10
2.1.1	<i>Actuacions de seguretat viària de reforç del ferm</i>	<i>11</i>
2.1.2	<i>Actuacions de seguretat viària de sistemes de contenció.....</i>	<i>26</i>
2.1.3	<i>Actuacions de seguretat viària de separadors de fluxos.....</i>	<i>28</i>
2.1.4	<i>Altres actuacions singulars de seguretat viària de separadors de fluxos corresponents al 2016</i>	<i>30</i>
2.1.5	<i>Actuacions de seguretat viària d'interseccions i millora d'enllaços</i>	<i>36</i>
2.1.6	<i>Altres actuacions singulars de seguretat viària d'interseccions i millora d'enllaços (2016).....</i>	<i>37</i>
2.2	Carreteres. Millora d'enllaços, desdoblament, ampliació de xarxa i variants.....	44
2.2.1	<i>Millora de la connexió de l'AP-7 i la C-33 amb la C-17, del PK 14+700 al PK 15+100</i>	<i>44</i>
2.2.2	<i>Altres actuacions singulars de carreteres: millora d'enllaços, desdoblament, ampliació de xarxa i variants (2016)</i>	<i>50</i>
2.3	Transport públic. Ampliació de la xarxa ferroviària.....	54
2.3.1	<i>Perllongament de la línia dels FGC a Sabadell.....</i>	<i>54</i>
2.3.2	<i>Altres actuacions singulars del 2015: perllongament de la línia dels FGC a Terrassa.....</i>	<i>56</i>
2.4	Transport públic. Nova estació o millora	59
2.4.1	<i>Adaptació PMR de l'estació dels FGC de Putxet</i>	<i>59</i>
2.5	Vies ciclistes	61
2.5.1	<i>Nou carril bici a la carretera B-204 de Viladecans</i>	<i>61</i>
2.6	Millora ambiental. Actuacions de millora ambiental i d'altres de singulars.....	64
2.6.1	<i>Barreres acústiques de la C-17</i>	<i>64</i>
3	Meta-anàlisi.....	66
3.1	Meta-anàlisi d'actuació individual	66
3.1.1	<i>Meta-anàlisi de les actuacions d'ampliacions de xarxa de transport públic</i>	<i>66</i>
3.1.2	<i>Meta-anàlisi d'actuacions de seguretat viària.....</i>	<i>68</i>
3.2	Meta-anàlisi del conjunt de les actuacions del 2017	80
3.2.1	<i>Introducció</i>	<i>80</i>
3.2.2	<i>Taules i gràfics de meta-anàlisi</i>	<i>81</i>
3.2.3	<i>Conclusions</i>	<i>83</i>
3.2.4	<i>Recomanacions</i>	<i>84</i>

ANNEXOS

- 1 Cas pilot. Millora de seguretat viària C-16 Berga-Bagà
- 2 Cas pilot. Nova variant a Valls C-37 / N-240
- 3 Cas pilot. Perllongament dels FGC a Sabadell
- 4 Cas pilot. Millora de l'estació dels FGC de Putxet per adaptació a Persones de Mobilitat Reduïda (PMR)
- 5 Cas pilot. Execució d'una nova via ciclista a Viladecans
- 6 Cas pilot. Col·locació de barreres acústiques a la C-17
- 7 Cas pilot. Millora de la connexió de l'AP-7 i la C-33 amb la C-17, del PK 14+700 al 15+100
- 8 Cas pilot. Perllongament dels FGC a Terrassa

1

Introducció

1.1 Context i objectius

La provisió d'una oferta adequada d'infraestructures de transport és cabdal per a la superació dels actuals reptes en matèria econòmica, social i ambiental. És per això, i més en un context de restriccions pressupostàries, que les decisions d'inversió en infraestructures de transport han d'estar recolzades tècnicament a fi d'assegurar-ne l'eficàcia, l'eficiència i la sostenibilitat a llarg termini.

Els grans volums d'inversió associats a les infraestructures de transport molt sovint deixen poc marge per a la prova i error en les decisions d'inversió. Per tant, la decisió és prèvia a la inversió i ha de conviure amb les limitacions i incerteses pròpies d'un anàlisi *ex-ante*, com són la dificultat de preveure la demanda que tindrà la futura inversió o la magnitud dels seus impactes dins i fora del mercat del transport. D'altra banda, en el context d'aquestes incerteses, s'ha observat que es tendeix sovint a un cert biaix optimista en l'anàlisi *ex-ante*, en el sentit de predir costos inferiors i demanda superior als valors observats durant l'operació (Flybvjerg 2004, 2008).

Per tot això, es fa necessari complementar l'avaluació *ex-ante* d'infraestructures de transport, i en particular el SAIT, amb una avaluació *ex-post* basada en l'evidència de dades registrades durant la fase d'operació que permeti contrastar les hipòtesis adoptades en l'anàlisi *ex-ante* i verificar el compliment dels objectius establerts. D'aquesta manera, s'assegura una monitorització i avaluació contínua del projecte que, de retruc, proporciona un coneixement valuós per disminuir la incertesa en l'avaluació de futures inversions.

L'estudi d'avaluació *ex-post* té quatre grans objectius generals (DGIMT, 2014):

- Disposar d'un retorn d'experiència per avaluar i planificar millor futures inversions, fet que permet calibrar i afinar cada vegada més el cost-benefici d'una actuació futura (cost de la infraestructura, demanda prevista, impactes ambientals, etc.), així com oferir evidència empírica mesurable dels efectes indirectes de les inversions de transport (en mercat de treball, localització residencial i d'empreses, etc.).
- Disposar d'una eina de control de qualitat de tot el cicle d'un projecte d'infraestructura, fet que permet detectar aquells aspectes, tant en fase de disseny com d'obra, que afecten les expectatives inicialment previstes i millorar en el futur el procés de producció de les inversions en infraestructures.

- Avaluar l'eficàcia d'un projecte i la consecució dels beneficis inicialment previstos.
- Demostrar als ciutadans i als usuaris de forma transparent la relació entre despesa invertida i beneficis de les actuacions.

El present document té per objecte l'avaluació *ex-post* de les infraestructures que s'han finalitzat al 2017, però també inclou l'avaluació d'algunes actuacions que es van dur a terme en anys anteriors i s'ha considerat oportú avaluar-les en el marc d'aquest estudi. Aquest document estarà integrat principalment pels següents elements:

- Anàlisi *ex-post* de les actuacions que s'han portat a terme durant el període de 2017 i altres singulars de 2016.
- Meta-anàlisi de les actuacions *ex-post* avaluades, que es dividirà en dos subapartats:
 - Meta-anàlisi segons la tipologia d'actuació, on es realitza una comparativa amb actuacions de caire similar del mateix any o anteriors.
 - Meta-anàlisi del conjunt de totes les actuacions avaluades, sense categoritzar per tipologia, amb el objectiu de presentar als ciutadans i als usuaris de forma transparent la relació entre despesa invertida i beneficis socials de les actuacions.
- En l'annex es presentarà un informe d'avaluació *ex-post* per a cada tipologia d'actuació estudiada.

1.2 Consideracions prèvies

En ésser el primer estudi d'avaluacions *ex-post* que es planteja a la DGIM, el contingut d'aquest informe és susceptible a possibles canvis i millores. Així doncs, la recopilació de dades pel que fa a *ex-ante* i *ex-post* ha tingut certes limitacions, les quals poden condicionar l'abast de l'estudi. Aquest és un exercici teòric d'aplicació de la metodologia que es presenta a la nova versió del manual del SAIT.

2 Resum d'avaluacions ex-post

El propòsit d'aquest capítol és resumir els resultats de l'avaluació *ex-post* de les principals actuacions dutes a terme al 2017, així com d'altres singulars del 2016, amb l'objectiu d'extreure algunes lliçons sistemàtiques. Es recomana utilitzar aquestes lliçons i dades per millorar la comprensió de l'avaluació en general (modelar i pronosticar), i permetre realment que el procediment d'avaluació *ex-ante* estigui ajustat a través d'un procés de retroalimentació continuat.

En els següents apartats es presenten de manera resumida les conclusions de cadascuna de les anàlisis *ex-post* que s'han dut a terme. Les actuacions han estat categoritzades en les següents tipologies:

- Infraestructures de carreteres
 - Millora de seguretat viària
 - Reforç del ferm
 - Sistemes de contenció
 - Separadors de fluxos
 - Interseccions i enllaços
- Millora d'enllaços, desdoblament, ampliació de xarxa i variants
- Infraestructures de transport públic
 - Ampliació de xarxa ferroviària
 - Nova estació o millora
- Vies ciclistes
- Millores ambientals

La inversió total realitzada en les obres que van finalitzar al 2017 és de 468 milions d'euros, dels quals 430 corresponen al perllongament dels FGC a Sabadell. A la taula següent, es presenten els imports de cadascuna de les actuacions del 2017, basats en les dades de la memòria realitzada per la Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat.

Taula 1. Cost de les inversions de les actuacions que van entrar en servei al 2017.

CATEGORIA I ACTUACIÓ	INVERSIÓ [milions d'€]
1. MILLORA DE LA XARXA D'INFRAESTRUCTURES DE TRANSPORT PÚBLIC	
Ampliació de la xarxa ferroviària	
Perllongament dels FGC a Sabadell amb tres noves estacions: la Creu Alta, Sabadell Nord i Parc Nord	430
Millora de l'accessibilitat a la xarxa ferroviària	
Adaptació a PMR a l'estació de Sarrià	5
Adaptació a PMR a l'estació de Putxet	1,4
Estacions d'autobusos	
Nova estació d'autobusos a Girona	8
Aparcament de turismes per a suport a nova llançadora d'autobusos a Tortosa	0,3
2. MILLORA DE LA XARXA VIÀRIA	
Millora de fluïdesa i connectivitat a la xarxa d'altres prestacions. Enllaços	
Millora del nus de connexió entre l'AP-7 i la C-33 amb la carretera C-17	0,8
Millora de seguretat viària. Interseccions	
Millora d'intersecció a la carretera C-66, d'accés a Llofriu	0,4
Millora de seguretat viària. Separadors de fluxos	
Millora de la seguretat viària a la C-44, entre Tivissa i Móra la Nova	0,05
Millora de seguretat viària. Altres actuacions puntuals	
Millora dels sistemes de contenció a la C-12, Tortosa-Flix	1,9
Rehabilitació i manteniment del paviment	
Millora de les característiques superficials i obres complementàries a la B-204, Viladecans – Prat de Llobregat	0,8
Reforç del ferm a la C-17, entre Parets del Vallès-La Garriga	2,9
Millora del ferm i de la seguretat viària de la C-17, La Garriga -Centelles	1
Millora del ferm de la C-17 entre Centelles i Seva	1,2
Reforçament del ferm a la carretera C-42, a Tortosa	0,4
Reforç del ferm a la C-1415b, Caldes de Montbui-Canovelles	1
Reforç del ferm a la b-520 entre Vic i Taradell	1
Reforçament i obres complementàries a la carretera C-1413, a Sant Cugat del Vallès i Sant Quirze del Vallès	0,8
Reforç del ferm a la T-334, entre Horta de Sant Joan i Bot	0,4
Reforç del ferm a la C-1412a, a Ponts-Oliola	1,3
Reforç del ferm i construcció de cunetes trepitjables i col·locació de barreres de seguretat a la carretera C-37	2,2
Millora ambiental	
Mesures correctores d'impacte ambiental de la C-51, Albinyana -Rodonyà	0,5

Impacte acústic	
Barreres acústiques a la C-17, Montcada i Reixac	0,4
Barreres acústiques a Cal Vermell, carretera N-152a, Granollers	0,1
Altres millores d'actius. Ponts, estructures, túnels, actius geotècnics – drenatge – antiallaus	
Reparació del mur d'escullera a la C-16, Terrassa	0,4
Projecte de millora de la senyalització d'orientació a Catalunya. 1a fase. Manresa	0,7
Millora d'integració urbana	
Eixample d'obres de fàbrica i actuacions complementàries a la GI-522	0,7
Condicionament d'un vial urbà municipal (polígon industrial), de la carretera L-303, C-14, Agramunt	0,6
3. VIES CICLISTES	
Via ciclista del Ter: tram Camprodon-Llanars	0,3
Nou carril bici a la B-204, a Viladecans	0,2
4. ALTRES ACTUACIONS	
Obres de pavimentació per millorar el camí d'accés a la B-402	0,4
Obres als laterals de la C-31, prospeccions arqueològiques a Badalona	0,3
TOTAL	465,5

2.1 Carreteres. Millora de seguretat viària

Analitzant les actuacions de millora de seguretat viària dutes a terme al 2017 i altres singulars, s'ha arribat a la conclusió que cadascuna té la seva idiosincràsia, però es poden dividir en quatre grans tipologies:

- Reforç del ferm.
- Incorporació de nous sistemes de contenció.
- Incorporació de separadors de fluxos.
- Millora d'interseccions i d'enllaços des de l'òptica de la seguretat viària.

Per fer un anàlisi de quin ha estat l'efecte de l'obra, s'ha de calcular un escenari de referència, també anomenat contrafactual. Això és, la situació hipotètica en la qual l'actuació no s'hagués portat a terme. L'escenari de referència es calcula com la mitjana del quinquenni o trienni anterior a l'any d'entrada en servei de l'actuació i s'actualitza per al període 2016-2020 mitjançant les tendències d'accidentalitat actuals (reducció de l'accidentalitat a Catalunya del 4,23% durant el període 2011-2015).

D'altra banda, també es monetitza aquest efecte a fi de poder calcular l'Índex de seguretat viària. Aquest indicador, com està definit a la metodologia del Manual del SAIT (2019), és la divisió dels estalvis o costos anuals d'accidentalitat (aplicant els costos unitaris fixats en el SAIT) entre la inversió de l'obra. Aleshores, per una obra concreta i , es troba la següent equació:

$$I_{SV,i} = \frac{\text{estalvi } (\text{€}) \text{ per la reducció d'accidents}_i}{\text{inversió obra}_i}$$

Al fer l'anàlisi, un major $I_{SV,i}$ implica que l'actuació és més eficaç. Per fer més pragmàtica aquesta relació, l'índex es pot traduir com **els euros d'estalvi gràcies a la reducció d'accidents per cada euro invertit**.

Així mateix, a continuació es mostra una taula amb el cost de cada accident segons si és lleu, greu o mortal. Els costos d'accidentalitat s'han actualitzat fent servir la mateixa metodologia definida a la Guia d'avaluació de l'impacte en la seguretat viària, elaborada al 2014 a la DGIM. S'han mantingut els costos directes, indirectes i intangibles de la categoria d'accidents definits a la Guia del 2014.

Taula 2. Costos directes, indirectes i intangibles dels accidents. Font: SAIT 2015.

Morts (30 dies)	Ferits greus	Ferits lleus
2.713.461,67 €	228.293,89 €	19.834,70 €

Taula 3. Costos per accidents a partir de dades d'accidentalitat del Servei Català de Trànsit.

Relació víctimes/accident	Ràtio morts	Ràtio greus	Ràtio lleus	Cost total
Accident mortal	1,12	0,42	0,59	3.152.097,48 €
Accident greu	0,00	1,16	0,56	276.078,11 €
Accident lleu	0,00	0,00	1,47	29.162,57 €

Els valors recomanats de referència es mostren a la taula següent,

Taula 4. Valors de l'Índex de seguretat viària.

Valor de l' $I_{SV,i}$	Descripció
$I_{SV,i} \leq 0$	L'accidentalitat ha augmentat després de la posada en servei de l'actuació. Aleshores, amb les dades disponibles, l'actuació no ha estat eficaç.
$0 \leq I_{SV,i} \leq 1$	L'accidentalitat ha disminuït degut a l'actuació i , en comparació amb la inversió, ha tingut un efecte eficient.
$I_{SV,i} \geq 1$	L'accidentalitat ha disminuït degut a l'actuació i , en comparació amb la inversió, ha tingut un efecte molt eficient i en menys d'un any s'ha recuperat la inversió.

En diverses actuacions que s'han analitzat en aquest apartat, l'objectiu primordial no és la millora de la seguretat viària, però tot i així resulta interessant estudiar-ne l'impacte. Entre aquests casos, podríem trobar les millores d'enllaços o les variants, on l'objectiu principal és la millora de la mobilitat i la reducció d'externalitats negatives derivada del pas de vehicles per un nucli urbà o la congestió. Alhora cal remarcar que en les actuacions de reforç del ferm, les fites importants, a part de millorar la seguretat viària, són la millora dels costos operatius dels vehicles i l'augment de la vida útil del ferm.

2.1.1 Actuacions de seguretat viària de reforç del ferm

L'any 2017 s'han executat actuacions de millora del ferm per un valor aproximat de 13 milions d'euros. Les actuacions de rehabilitació i millora de ferms estudiades són:

- Millora de les característiques superficials i obres complementàries a la B-204, Viladecans-Prat de Llobregat.
- Reforç del ferm a la C-17, entre Parets del Vallès- La Garriga.
- Millora superficial del ferm i de la seguretat viària de la C-17, entre La Garriga i Centelles.
- Millora del ferm de la C-17 entre Centelles i Seva.

- Reforçament del ferm a la carretera C-42, a Tortosa.
- Reforç del ferm a la C-1415b, entre Caldes de Montbui i Canovelles.
- Reforçament i obres complementàries a la carretera C-1413, a Sant Cugat del Vallès i Sant Quirze del Vallès.
- Reforç del ferm a la T-334, entre Horta de Sant Joan i Bot.
- Millora de les característiques superficials i obres complementàries a la carretera B-520, entre Vic i Taradell.
- Reforçament del ferm a la C-1412a, a Ponts-Oliola.
- Reforçament del ferm i construcció de cunetes trepitjables i col·locació de barreres de seguretat a la carretera C-37, del Pont d'Armentera a Querol.

A continuació es presenta una breu descripció de cadascuna d'aquestes actuacions i les conclusions de les anàlisis *ex-post*.

2.1.1.1 Reforç del ferm de la B-204, del PK 1+110 al 4+230

El Departament de Territori i Sostenibilitat va realitzar al 2017 les obres de millora d'un tram de la carretera B-204 a Viladecans (Baix Llobregat), per un import de 615 mil euros. Els treballs van començar a finals del 2016 i es van allargar durant 4 mesos. Aquesta obra ha comportat la renovació del ferm i l'execució de millores complementàries en la senyalització, les barreres de seguretat i el drenatge, així com la construcció d'un carril bici.

Les obres van consistir en la millora d'un tram de tres quilòmetres de la B-204, des del pont sobre l'autopista C-32 fins al final de la carretera a prop de la C-31. L'obra comprèn principalment el terme municipal de Viladecans, però inclou també els termes de Sant Boi de Llobregat i el Prat de Llobregat.

A les següents figures es pot veure la localització de les obres i quin és l'estat actual de la via.



Figura 1. Actuació a la B-204.



Figura 2. Renovació del paviment a la B-204.

La renovació del paviment, que presentava fissures i irregularitats superficials, fou la principal actuació que es va dur a terme. Complementàriament, els treballs van incloure:

- Millora del drenatge mitjançant la neteja de cunetes i la revisió de l'estat de passos inferiors.
- Renovació de la senyalització vertical.
- Instal·lació de noves barreres de seguretat.
- Les obres també incorporen la construcció d'un carril bici, el qual s'estudia en un altre apartat.

Després de l'anàlisi *ex-post* focalitzada en la millora de la seguretat viària, els resultats obtinguts són els següents:

- S'ha comparat el nombre d'accidents amb víctimes i es pot afirmar que l'actuació l'ha reduït amb una significació estadística d'un 92% (el valor de Khi-quadrat és 2,5).
- Dades d'accidentalitat:

B-204	Accidents amb víctimes	Accidents mortals	Accidents greus	Accidents lleus
Esc. Referència Accidents anuals mitjans	8,9	0	0,6	8,3
Esc. Projecte Accidents anuals 2018	8	0	0	8
Impacte net (Esc. Projecte – Referència)	-0,9	0	-0,6	-0,3
Impacte net percentatge	-10%	0%	-100%	-4%

Taula 5. Comparació de l'accidentalitat degut a l'obra de la B-204.

- Costos i beneficis. El cost de la inversió és de 615 mil euros. Degut a la reducció de l'accidentalitat, hi ha un **estalvi de costos anuals externs de 192.866€**.
- L'índex de seguretat és de 0,31. Això es tradueix en **1€ d'inversió a l'obra són 0,31€ d'estalvi d'accidents anuals**, considerant les dades d'un any després de l'entrada en servei de l'actuació.

2.1.1.2 Reforç del ferm de la B-520, del PK 0+000 al 7+000

El Departament de Territori i Sostenibilitat va finalitzar el 2017 les obres de millora de l'estat del paviment i elements complementaris a la B-520 entre els termes municipals de Vic i Taradell. Les obres van comptar amb una inversió de 1.072.000€. L'actuació va ser de 7 quilòmetres de distància entre Vic (PK 0+000) i Taradell (PK 7+000).

Aquesta actuació va incloure les tasques següents:

- Millora del ferm amb fresatges previs i sanejaments, amb l'estesa posterior de cap a cap de la calçada d'una capa d'aglomerat.
- Condicionament dels accessos o encreuaments amb la carretera amb paviment granular, de formigó o d'aglomerat, segons els casos, i formació de passos salvacunetes.
- Millora dels sistemes de drenatge.

- Adequació de la senyalització horitzontal i vertical i millora dels sistemes d'abalisament.
- Millora dels sistemes de contenció, amb la formació de barreres de seguretat amb els suports normalitzats.



Figura 3. Actuació a la B-520.

Els resultats de l'anàlisi *ex-post* són els següents:

- S'ha comparat el nombre d'accidents amb víctimes i es pot afirmar que l'actuació no l'ha modificat amb una significació estadística inferior al 90% (el valor de Khi-quadrat és 0,81).
- Dades d'accidentalitat:

B-520	Accidents amb víctimes	Accidents mortals	Accidents greus	Accidents lleus
Esc. Referència Accidents anuals mitjans	8	0	1,6	6,4
Esc. Projecte Accidents anuals 2018	10	0	0	10
Impacte net (Esc. Projecte – Referència)	2	0	-1,6	6,4
Impacte net percentatge	25%	0%	-100%	57%

Taula 6. Comparació de l'accidentalitat degut a l'obra de la B-520.

- Costos i beneficis. El cost de la inversió és de 1 M€. Degut a la reducció en accidents greus, hi ha un **estalvi de costos anuals externs de 356.063€**.
- L'Índex de seguretat és de 0,32. Això es tradueix en **1€ d'inversió a l'obra són 0,32€ d'estalvi d'accidents anuals**.

2.1.1.3 Reforç del ferm de la C-1412a, del PK 0+000 al 4+330

L'obra realitzada el 2017 tenia com objectiu fer un reforç del ferm per a una millor comoditat i seguretat a la via C-1412a. L'actuació va ser de 4,3 quilòmetres de distància entre Ponts (PK 0+000) i Oliola (PK 4+330). Les obres, amb un import d'1,4 M€, van tenir un termini d'execució de 6 mesos. Aquestes van ser les tasques incloses en aquesta actuació:

- Millora del ferm de la C-1412a, amb un fresatge previ en els punts que ho requerien.
- Condicionament dels accessos en una longitud de 5 metres; reposició d'una vorera.
- Neteja de cunetes i passos salvacunetes.
- Instal·lació de noves barreres de seguretat metàl·liques i renovació de la senyalització horitzontal i vertical.

Els resultats d'aquesta anàlisi *ex-post* són els següents:

- S'ha comparat el nombre d'accidents amb víctimes i es pot afirmar que l'actuació l'ha reduït amb una significació estadística inferior al 90% (el valor de Khi-quadrat és 0,54).
- Dades d'accidentalitat:

C-1412a	Accidents amb víctimes	Accidents mortals	Accidents greus	Accidents lleus
Esc. Referència Accidents anuals mitjans	5,7	0,0	1,0	4,8
Esc. Projecte Accidents anuals 2018	4,0	0,0	0,0	4,0
Impacte net (Esc. Projecte – Referència)	-1,7	0,0	-1,0	-0,8
Impacte net percentatge	-30%	0%	-100%	-16%

Taula 7. Comparació de l'accidentalitat degut a l'obra de la C-1412a.

- Costos i beneficis. El cost de la inversió és de 1,4 M€. Degut a la reducció de l'accidentalitat, hi ha un **estalvi de costos anuals externs de 299.074€**.
- L'índex de seguretat és de 0,225. Això es tradueix en **1€ d'inversió a l'obra són 0,225€ d'estalvi d'accidents**.

Cal remarcar que donat que la significació estadística obtinguda després de dur a terme el test Khi-quadrat és força baixa, els resultats s'han d'anitzar amb prudència.

2.1.1.4 Reforç del ferm de la C-1413a, del PK 8+220 al 14+070

El Departament de Territori i Sostenibilitat va finalitzar el 2017 les obres de millora de la C-1413a, carretera de la xarxa comarcal, entre els termes de Sant Cugat del Vallès i Sant Quirze del Vallès, per un import de 0,87 M€.

La carretera C-1413a és una carretera de la xarxa comarcal que depèn de la Generalitat, que va des de Molins de Rei a Rubí i Sant Quirze del Vallès, on connecta amb l'autopista C-58. El trànsit en aquesta zona és bastant intens, variant entre els 13.000 i els 20.000 vehicles/dia. Les obres van abastar un tram de sis quilòmetres de longitud i van incloure com a principal millora l'estesa d'una nova capa d'asfalt per facilitar la seguretat i la comoditat en la conducció, així com garantir un bon estat de conservació del ferm de la calçada. Aquesta actuació es va completar amb la millora dels elements de drenatge de la carretera, amb la neteja de les cunetes existents, la senyalització vertical i horitzontal i les barreres de seguretat. Les obres van incloure:

- Fressats de gruix variable i reposició d'igual gruix amb mescla bituminosa en calent.
- Extensió de cap a cap de l'actuació d'una capa de trànsit.
- Construcció d'un tram de cuneta de formigó trepitjable i de guals de cuneta, i neteja i reperfilat de cunetes, passos salvacunetes, obres de drenatge transversal i pous.
- Adequació a la nova rasant del ferm de les reixes, tapes de pous o arquetes existents.
- Restitució de la senyalització horitzontal, vertical i millora dels elements d'abalisament.
- Col·locació i adaptació a la normativa vigent de barrera de seguretat.

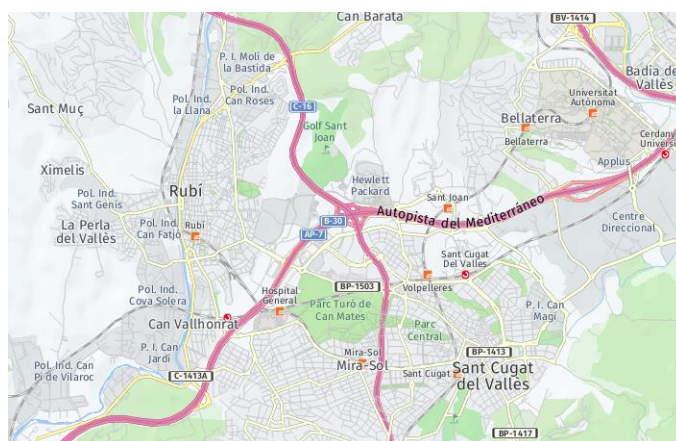


Figura 4. Actuació a la C-1413a.

Els resultats de l'anàlisi *ex-post* són els següents:

- S'ha comparat el nombre d'accidents amb víctimes i es pot afirmar que l'actuació no l'ha modificat amb una significació estadística menor al 90% (el valor de Khi-quadrat és menor a 0,44).
- Dades d'accidentalitat:

C-1413a	Accidents amb víctimes	Accidents mortals	Accidents greus	Accidents lleus
Esc. Referència Accidents anuals mitjans	6,4	0,0	2,2	4,2
Esc. Projecte Accidents anuals 2018	6,0	0,0	0,0	6,0
Impacte net (Esc. Projecte – Referència)	-0,4	0,0	-2,2	1,8
Impacte net percentatge	-6%	0%	-100%	25%

Taula 8. Comparació de l'accidentalitat degut a l'obra de la C-1413a.

- Costos i beneficis. El cost de la inversió és de 869.300€. Degut a la reducció de l'accidentalitat, hi ha un **estalvi de costos anuals externs de 591.256€**.
- L'índex de seguretat és de 0,68. Això es tradueix en **1€ d'inversió a l'obra són 0,68€ d'estalvi d'accidents**.

Cal remarcar que donat que la significació estadística obtinguda després de dur a terme el test Khi-quadrat és força baixa, els resultats s'han d'analitzar amb prudència, en ésser els resultats poc fiables.

2.1.1.5 Reforç del ferm de la C-17

El Departament de Territori i Sostenibilitat va finalitzar l'any 2017 les obres de millora a l'autovia C-17. Aquestes millores es van dividir en tres trams, corresponents als següents projectes:

- Reforç del ferm a la C-17, entre Parets del Vallès - La Garriga amb un import de 2,9M€.
- Millora del ferm i seguretat viària de la C-17, La Garriga - Centelles amb un import de 1M€.
- Millora del ferm de la C-17 entre Centelles i Seva amb un import de 1,2M€.

Aquestes actuacions tenien com a objectiu afavorir la seguretat i la comoditat en la conducció. S'han analitzat aquestes tres actuacions globalment com una, des del PK 27+800 al PK 42+000.

La C-17 és un nexa de comunicació entre l'entorn metropolità de Barcelona i Osona, fins arribar a Ripoll. Té un trànsit molt intens, de prop de 53.000 vehicles al dia a la zona de l'Ametlla del Vallès, amb un percentatge de vehicles pesants superior al 6%, que produeix un desgast del paviment.

Les obres van consistir en una millora general del ferm i l'adequació de les barreres de seguretat i la senyalització vertical i horitzontal. Així mateix, es van reparar i substituir, els junts d'estructures que estaven deteriorats i la millora de les cunetes.



Figura 5. Àmbit d'actuació d'un dels trams analitzats.

Els resultats de l'anàlisi *ex-post* des de l'òptica de la seguretat viària són els següents:

- S'ha comparat el nombre d'accidents amb víctimes i es pot afirmar que l'actuació l'ha reduït amb una significació estadística inferior al 90% (el valor de Khi-quadrat és 0,18).
- Dades d'accidentalitat:

C-17	Accidents amb víctimes	Accidents mortals	Accidents greus	Accidents lleus
Esc. Referència Accidents anuals mitjans	127,1	1,3	9,9	115,9
Esc. Projecte Accidents anuals 2018	124,0	0,0	3,0	121,0
Impacte net (Esc. Projecte – Referència)	-3,1	-1,3	-6,9	5,1
Impacte net percentatge	-2%	-100%	-70%	+4%

Taula 9. Comparació de l'accidentalitat degut a l'obra de la C-17.

- Costos i beneficis. El cost de la inversió és de 5,1 M€. Degut a la reducció de l'accidentalitat, hi ha un **estalvi de costos anuals externs de 6.056.058€**.

- L'índex de seguretat és de 1,19. Això es tradueix en **1€ d'inversió a l'obra són 1,19€ d'estalvi anual d'accidents.**

2.1.1.6 Reforç del ferm de la C-1415b, del PK 1+000 al 10+230

L'obra realitzada l'any 2017 tenia com objectiu fer un reforç del ferm per a una millor comoditat i seguretat a la via C-1415b. Les tasques que es van portar a terme, amb una inversió d'1 M€, van permetre incidir en l'estat del ferm i en els elements de senyalització i seguretat.

L'actuació va ser de 9,2 quilòmetres de distància entre Caldes de Montbui (PK 1+000) i Canovelles (PK 10+230).



Figura 6. Actuació a la C-1415b.

Els resultats d'aquesta anàlisi *ex-post* són els següents:

- S'ha comparat el nombre d'accidents amb víctimes i es pot afirmar que l'actuació l'ha reduït amb una significació estadística d'un 97% (el valor de Khi-quadrat és 4,12).
- Dades d'accidentalitat:

C-1415b	Accidents amb víctimes	Accidents mortals	Accidents greus	Accidents lleus
Esc. Referència Accidents anuals mitjans	30,3	0,0	1,6	28,7
Esc. Projecte Accidents anuals 2018	19,0	0,0	1,0	18,0

Impacte net (Esc. Projecte – Referència)	-11,3	0,0	-0,6	-10,7
Impacte net percentatge	-37%	0%	-37%	-37%

Taula 10. Comparació de l'accidentalitat degut a l'obra de la C-1415b.

- Costos i beneficis. El cost de la inversió és de 1,03 M€. Degut a la reducció de l'accidentalitat, hi ha un **estalvi de costos anuals externs de 481.970€**.
- L'índex de seguretat és de 0,47. Això es tradueix en **1€ d'inversió a l'obra són 0,47€ d'estalvi anual d'accidents**.

2.1.1.7 Reforç del ferm de la C-37, del PK 26+400 al 45+090

L'obra realitzada l'any 2017 tenia com objectiu fer un reforç del ferm per a una millor comoditat i seguretat a la via C-37. L'actuació va ser de 18,7 quilòmetres de distància entre el Pont d'Armentera (PK 26+400) i Querol (PK 45+090). El termini d'execució de les obres va ser de 6 mesos, amb un pressupost de les obres de 2,2 M€.

L'estat que tenia el paviment i l'amplada de la calçada, que variava entre els 5 i els 6 metres en gran part del tram de pas per Tarragona, feia necessàries unes obres de renovació del paviment i de formació de cunetes formigonades trepitjables que facilitessin l'encreuament dels vehicles.

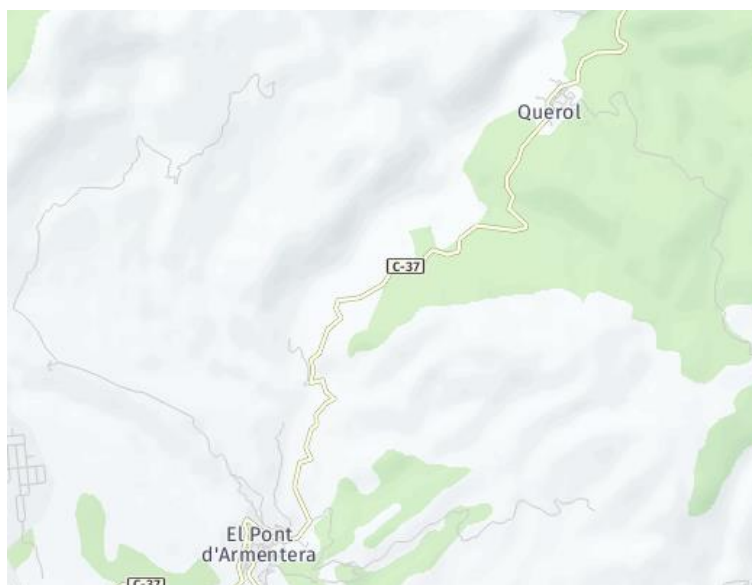


Figura 7. Mapa de situació de l'actuació a la C-37.



Figura 8. Renovació del paviment i formació de cunetes formigonades a la C-37.

Les principals actuacions realitzades van ser:

- Reforçament del ferm amb la reparació de flonjalls i l'estesa, de cap a cap de l'actuació, d'una capa de reforç formada per una capa de 6 centímetres d'aglomerat. També es van condicionar els trams inicials de diversos accessos existents.
- Formació de cunetes formigonades trepitjables d'1 metre o 1,5 metres d'amplada, en una longitud de 19,5 quilòmetres.
- Millora de les barreres de seguretat amb una actuació sobre uns 6 quilòmetres. També es va incloure la col·locació a les barreres de seguretat de faldons de protecció per als motociclistes, en una longitud de 4,5 quilòmetres.
- Millora i neteja de les cunetes i les obres de drenatge transversal.
- Millora i reposició de la pintura (marques viàries) i de la senyalització vertical.

Els resultats d'aquesta anàlisi *ex-post* són els següents:

- S'ha comparat el nombre d'accidents amb víctimes i es pot afirmar que l'actuació l'ha reduït amb una significació estadística d'un 95% (el valor de Khi-quadrat és 5,4).
- Dades d'accidentalitat:

C-37	Accidents amb víctimes	Accidents mortals	Accidents greus	Accidents lleus
Esc. Referència Accidents anuals mitjans	7,0	0,0	1,6	5,4
Esc. Projecte Accidents anuals 2018	5,0	0,0	1,0	4,0

Impacte net (Esc. Projecte – Referència)	-2,0	0,0	-0,6	-1,4
Impacte net percentatge	-29%	0%	-37%	-26%

Taula 11. Comparació de l'accidentalitat degut a l'obra de la C-37.

- Costos i beneficis. El cost de la inversió és de 2,2 M€. Degut a la reducció de l'accidentalitat, hi ha un **estalvi de costos anuals externs de 213.214€**.
- L'índex de seguretat és de 0,09. Això es tradueix en **1€ d'inversió a l'obra són 0,09€ d'estalvi anuals d'accidents**.

2.1.1.8 Reforç del ferm de la C-42, del PK 10+800 al 12+050

L'obra realitzada l'any 2017 tenia com objectiu fer un reforç del ferm per a una millor comoditat i seguretat a la via C-43. L'actuació va ser de 1,25 quilòmetres de distància a Tortosa (entre el PK 10+800 i PK 12+050).

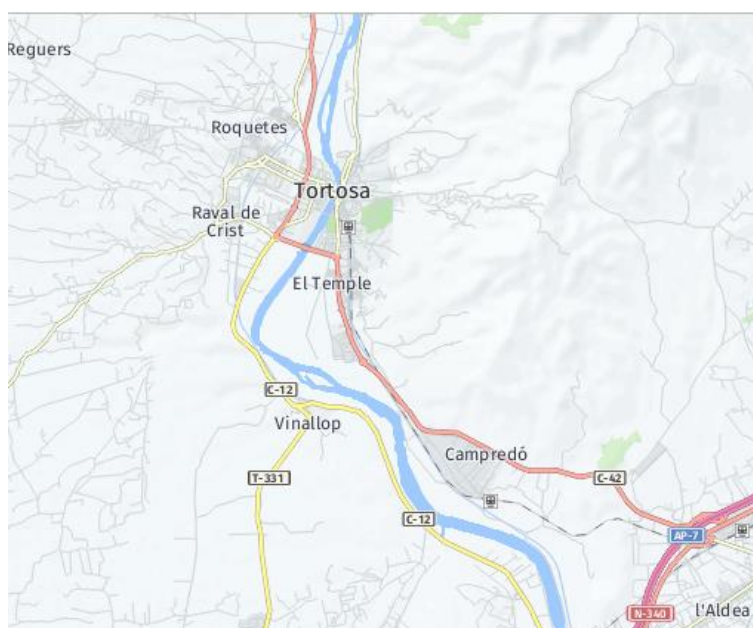


Figura 9. Actuació a la C-42.

Els resultats d'aquesta anàlisi *ex-post* són els següents:

- S'ha comparat el nombre d'accidents amb víctimes i es pot afirmar que l'actuació l'ha reduït amb una significació estadística menor al 90% (el valor de Khi-quadrat és menor a 1).
- Dades d'accidentalitat:

C-42	Accidents amb víctimes	Accidents mortals	Accidents greus	Accidents lleus
Esc. Referència Accidents anuals mitjans	0,3	0,0	0,3	0,0
Esc. Projecte Accidents anuals 2018	0	0	0	0
Impacte net (Esc. Projecte – Referència)	-0,3	0,0	-0,3	0,0
Impacte net percentatge	-100%	0%	-100%	0%

Taula 12. Comparació de l'accidentalitat degut a l'obra de la C-42.

- Costos i beneficis. El cost de la inversió és de 369.600€. Degut a la reducció de l'accidentalitat, hi ha un **estalvi de costos anuals externs de 92.099€**.
- L'índex de seguretat és de 0,25. Això es tradueix en **1€ d'inversió a l'obra són 0,25€ d'estalvi anual d'accidents**.

Cal remarcar que donat que la significació estadística obtinguda després de dur a terme el test Khi-quadrat és força baixa, els resultats s'han d'analitzar amb prudència.

2.1.1.9 Reforç del ferm de la T-334, del PK 0+000 al 14+000

L'obra realitzada l'any 2017 tenia com objectiu millorar la seguretat i la comoditat en la conducció i incloïen com a principal actuació la renovació del paviment al llarg del tram on es va actuar. L'actuació va ser de 14 quilòmetres de distància d'Horta de Sant Joan (PK 0+000) a Bot (PK 14+000).

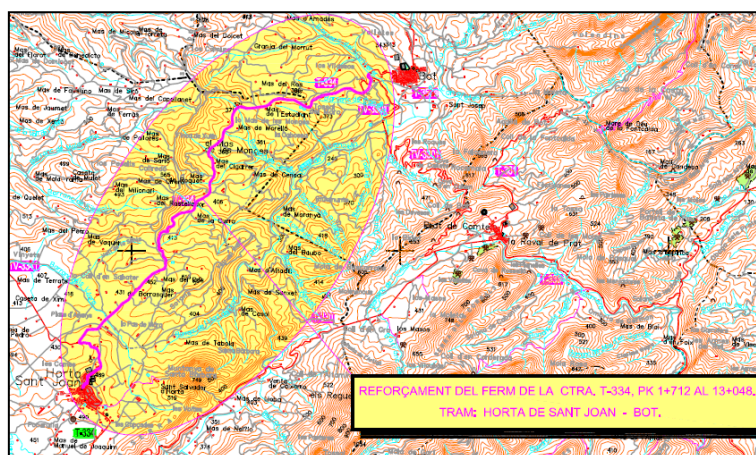


Figura 10. Actuació a la T-334.

La carretera T-334 té un trànsit que varia entre 1.217 vehicles/dia al sud d'Horta de Sant Joan i els 523 vehicles/dia en el tram entre Horta de Sant Joan i Bot, objecte d'aquesta actuació.

Cal tenir en compte que la carretera tenia trams on s'havia actuat durant els darrers 2 o 3 anys i estaven en perfecte estat, però en altres trams no s'actuava des de feia 15 anys i tenien un estat més deficient, sobretot la travessera d'Horta de Sant Joan.

A més del reforçament del ferm (a base de reforç o be fressat i reposició), es van portar a terme les tasques següents:

- Eixamplament de la calçada en el tram entre dos revolts a Horta de Sant Joan.
- Arranjament de determinats accessos a finques confrontants amb la carretera.
- Millora de la visibilitat en un revolt situat poc abans del nucli d'Horta de Sant Joan.
- Realineació de les voreres de la plaça de l'església de Bot.
- Millora i neteja de cunetes i altres elements de drenatge.
- Adequació de la senyalització horitzontal i vertical.
- Millora dels elements d'abalisament i de les barreres de seguretat.

Els resultats d'aquesta anàlisi *ex-post* són els següents:

- S'ha comparat el nombre d'accidents amb víctimes i es pot afirmar que l'actuació l'ha augmentat, tot i que la significació estadística inferior al 90% (el valor de Khi-quadrat és menor a 0,66).
- Dades d'accidentalitat:

T-334	Accidents amb víctimes	Accidents mortals	Accidents greus	Accidents lleus
Esc. Referència Accidents anuals mitjans 2016-2020	0,6	0,0	0,3	0,3
Esc. Projecte Accidents anuals 2018	2,0	0,0	0,0	2,0
Impacte net (Esc. Projecte – Referència)	1,4	0,0	-0,3	1,7
Impacte net percentatge	213%	0%	-100%	527%

Taula 13. Comparació de l'accidentalitat degut a l'obra de la T-334.

- Costos i beneficis. El cost de la inversió és de 337.800 €. Degut a la **reducció de d'accidents greus, hi ha un estalvi de costos anuals externs de 43.549€.**
- L'índex de seguretat és de 0,13. Això es tradueix en **1€ d'inversió a l'obra són 0,13€ d'estalvi d'accidents.**

Cal remarcar que donat que la significació estadística obtinguda després de dur a terme el test Khi-quadrat és força baixa, els resultats s'han d'analitzar amb prudència.

2.1.2 Actuacions de seguretat viària de sistemes de contenció

2.1.2.1 Millora dels sistemes de contenció de la C-12, del PK 7+854 al 94+922

El Departament de Territori i Sostenibilitat va finalitzar el 2017 les obres d'adequació dels sistemes de contenció actualment existents a la carretera C-12, des de Tortosa fins a Flix. Aquesta actuació ha permès millorar la seguretat viària a tota la carretera dins l'àmbit territorial de les Terres de l'Ebre. L'actuació s'ha executat amb una inversió de 1,9 M€.



Figura 11. Actuació a la C-12.



Figura 12. Sistemes de contenció C-12.



Figura 13. Sistemes de contenció en els viaductes.

Les obres van consistir en l'adequació dels sistemes de contenció de vehicles a la carretera C-12, des del PK 5+000 fins el PK 94+817 (límit amb la província de Lleida). A més a més, durant aquesta actualització es van col·locar nous trams de sistemes de contenció per a vehicles i nous trams de barrera per a motoristes.

Els resultats d'aquesta anàlisi *ex-post* són els següents:

- S'ha comparat el nombre d'accidents amb víctimes i es pot afirmar que l'actuació l'ha reduït amb una significació estadística inferior al 90% (el valor de Khi-quadrat és menor a 0,45).
- Dades d'accidentalitat:

C-12	Accidents amb víctimes	Accidents mortals	Accidents greus	Accidents lleus
-------------	------------------------	-------------------	-----------------	-----------------

Esc. Referència Accidents anuals mitjans	44,7	1,6	4,5	38,6
Esc. Projecte Accidents anuals 2018	42,0	1,0	4,0	37,0
Impacte net (Esc. Projecte – Referència)	-2,7	-0,6	-0,5	-1,6
Impacte net percentatge	-6%	-37%	-10%	-4%

Taula 14. Comparació de l'accidentalitat degut a l'obra de la C-12.

- Costos i beneficis. El cost de la inversió és de 1,88 M€. Degut a la **reducció de l'accidentalitat, hi ha un estalvi anual de costos externs de 2.149.950€.**
- L'índex de seguretat és de 1,14. Això es tradueix en **1€ d'inversió a l'obra són 1,14€ d'estalvi anual d'accidents.**

Atès que la significació estadística obtinguda després de dur a terme el test Khi-quadrat és força baixa, els resultats s'han d'analitzar amb prudència.

2.1.3 Actuacions de seguretat viària de separadors de fluxos

2.1.3.1 Actuació de seguretat viària de separador de fluxos de la C-44, del PK 14+287 al 26+757

L'obra realitzada l'any 2017 tenia com objectiu fer un reforç del ferm per a una millor comoditat i seguretat a la via C-44. L'actuació va ser de 12,5 quilòmetres de distància entre l'Hospitalet de l'Infant (PK 14+287) i Móra la Nova (PK 26+757). L'actuació va consistir en la implantació de separadors de fluxos en tres trams puntuals, amb elevada accidentabilitat a la carretera C-44.

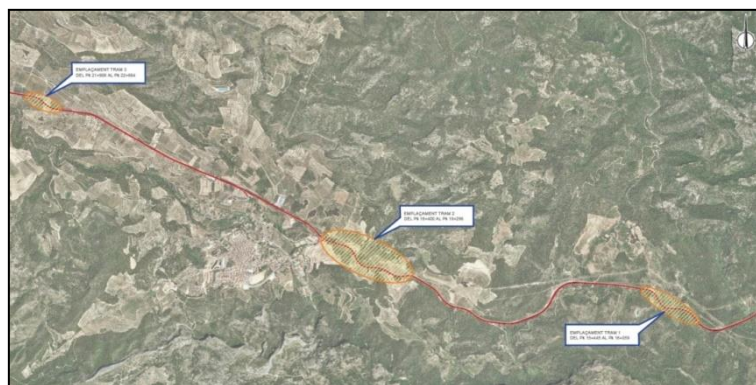


Figura 14. Ortofoto amb l'emplaçament dels trams a la C-44.



Figura 15. Carretera C-44.

Els resultats d'aquest anàlisi *ex-post* són els següents:

- S'ha comparat el nombre d'accidents amb víctimes i es pot afirmar que l'actuació l'ha reduït amb una significació estadística menor al 90% (el valor de Khi-quadrat és 0,06).
- Dades d'accidentalitat:

C-44	Accidents amb víctimes	Accidents mortals	Accidents greus	Accidents lleus
Esc. Referència Accidents anuals mitjans	2,1	0,0	0,8	1,3
Esc. Projecte Accidents anuals 2018	1,0	0,0	0,0	1,0
Impacte net (Esc. Projecte – Referència)	-1,1	0,0	-0,8	-0,3
Impacte net percentatge	-53%	0%	-100%	-25%

Taula 15. Comparació de l'accidentalitat degut a l'obra de la C-44.

- Costos i beneficis. El cost de la inversió és de 50.000 €. Degut a la reducció de l'accidentalitat, **hi ha un estalvi anual de costos externs de 230.882 €.**
- L'índex de seguretat és de 4,62. Això es tradueix en **1 € d'inversió a l'obra són 4,62 € d'estalvi anual d'accidents.**

Cal remarcar que donat que la significació estadística obtinguda després de dur a terme el test Khi-quadrat és força baixa, els resultats s'han d'analitzar amb prudència.

2.1.4 Altres actuacions singulars de seguretat viària de separadors de fluxos corresponents al 2016

Aquestes actuacions es van dur a terme el 2016, però s'analitzen en aquest informe per tal d'avaluar l'impacte d'aquest tipus d'actuacions de seguretat viària en relació a les altres. Tanmateix, aquestes van ser actuacions amb una inversió important i es va considerar necessari incorporar-les en aquest primer estudi *ex-post*, dut a terme per la Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat.

2.1.4.1 Actuació de seguretat viària de separador de fluxos de la C-16, del PK 97+138 al 117+350 (2016)

L'obra realitzada l'any 2016 tenia com objectiu millorar la seguretat a la via C-16. L'actuació va ser de 20,2 quilòmetres de distància entre Berga (PK 97+138) i Bagà (PK 117+350).



Figura 16. Actuació a la C-16.

En concret, les actuacions que es portaren a terme van ser:

Mesures generals:

- Implantació de mitjanes i franges de separació entre sentits de la circulació per evitar xocs frontals. Des de Berga fins a Cercs, es continua la separació de sentits amb un zebra central i un tram amb separació física mitjançant una barrera metàl·lica, fins enllaçar amb la barrera central existent. A partir d'aquest punt, la separació es reforça amb una doble línia contínua.
- Millora del ferm a tot el tram.

- Millora de la senyalització horitzontal i vertical, l'abalisament i les barreres de seguretat.

Mesures específiques, en funció de l'àmbit:

- Implantació de barreres físiques de separació de sentits en un tram de revolts, entre el túnel de Berga i el túnel de Cercs, per evitar la invasió del sentit contrari. Ús de barrera metàl·lica de 60 cm d'alçada, per facilitar la visibilitat.
- Aplicació d'un tractament antilliscant al paviment, en aquelles zones obagues i de revolts on s'ha detectat més risc que el vehicle surti de la carretera. Aquesta mesura permet millorar l'adherència del vehicle i reduir el temps de frenada.
- Modificacions puntuals en enllaços amb l'objectiu de millorar la seguretat viària.

Els resultats de l'anàlisi *ex-post* són els següents:

- S'ha comparat el nombre d'accidents amb víctimes i es pot afirmar que l'actuació l'ha reduït amb una significació estadística d'un 99% (el valor de Khi-quadrat és 15,19).
- Dades d'accidentalitat:

C-16	Accidents amb víctimes	Accidents mortals	Accidents greus	Accidents lleus
Esc. Referència Accidents anuals mitjans	31	2	3	26
Esc. Projecte Accidents anuals mitjans 2017-2018	26	1	2	23
Impacte net (Esc. Projecte – Referència)	-5	-1	-1	-3
Impacte net percentatge	-16%	-50%	-33%	-12%

Taula 16. Comparació de l'accidentalitat degut a l'obra de la C-16.

- Costos i beneficis. El cost de la inversió és de 3,31 M€. Degut a la reducció de l'accidentalitat, **hi ha un estalvi de costos anuals externs de 3,67 M€.**
- L'índex de seguretat és de 1,1. Això es tradueix en **1€ d'inversió a l'obra són 1,2€ d'estalvi anual d'accidents.**

2.1.4.2 Actuació de seguretat viària de separador de fluxos de la C-55, del PK 18+500 al 26+500 (2016)

L'obra realitzada el 2016 tenia com objectiu assolir una millor seguretat a la via C-55. L'actuació va ser de 8 quilòmetres de distància entre Castellbell i el Vilar (PK 18+500) i Manresa (PK 26+500). Les obres van consistir en la implantació d'una barrera a la mitjana central en la totalitat del tram, excepte el tram urbà de Castellsalí. En aquest sentit, es van instal·lar dos tipus de barreres de mitjana, barrera prefabricada de formigó (3.500 m) i barrera metàl·lica (3.300 m). Les obres, que van finalitzar la primavera de 2016, van comptar amb un pressupost de 4 milions d'euros.

D'altra banda, es va reforçar el ferm existent i es va ampliar la calçada existent en diversos trams, es va adequar la senyalització vertical de codi i d'orientació i es va reposar la senyalització horitzontal. Els treballs van incloure:

- Substitució de les barreres de seguretat en mal estat .
- Millora del drenatge existent .
- Recuperació d'un tram del camí Ignasià que discorre paral·lel a la carretera C-55.

La secció de la carretera és variable ja que, si bé en general és d'un carril per sentit de circulació, també hi ha alguns trams amb una secció (1+2), és a dir amb un carril ràpid en un dels dos sentits i fins i tot hi ha un tram on hi ha una secció (2+2), és a dir de dos carrils per sentit de circulació.

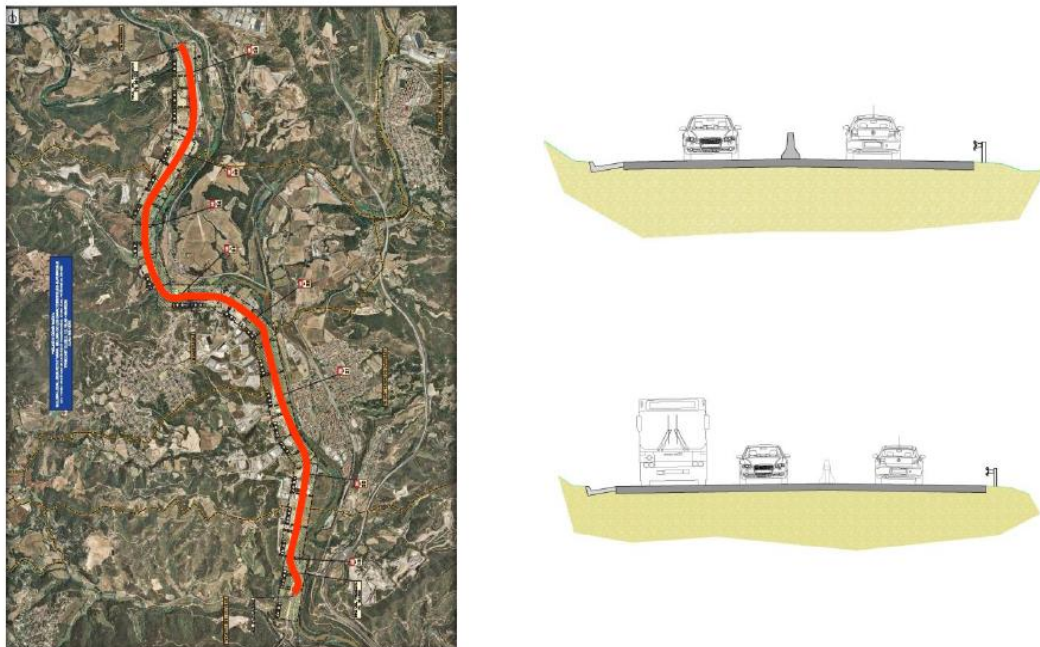


Figura 17. Obres de millora de la seguretat viària a la C-55.

Els resultats d'aquesta anàlisi *ex-post* són els següents:

- S'ha comparat el nombre d'accidents amb víctimes i es pot afirmar que l'actuació l'ha reduït amb una significació estadística d'un 99% (el valor de Khi-quadrat és 5,41).
- Dades d'accidentalitat:

C-55	Accidents amb víctimes	Accidents mortals	Accidents greus	Accidents lleus
Esc. Referència Accidents anuals mitjans	23,6	1,0	2,9	19,8
Esc. Projecte Accidents anuals mitjans 2017-2018	28,0	0,5	1,0	26,5
Impacte net (Esc. Projecte – Referència)	4,4	-0,5	-1,9	6,7
Impacte net percentatge	19%	-48%	-65%	34%

Taula 17. Comparació de l'accidentalitat degut a l'obra de la C-55.

- Costos i beneficis. El cost final de l'obra va ser de 4,05 M€. Degut a la reducció de l'accidentalitat, hi ha un **estalvi de costos anuals externs de 1,85 M€**.
- L'índex de seguretat és de 0,46. Això es tradueix en **1€ d'inversió a l'obra són 0,46€ d'estalvi anual d'accidents**.

2.1.4.3 Actuació de seguretat viària de separador de fluxos de la C-58, del PK 25+360 al 37+790 (2016)

Les obres realitzades el 2016, per tal de millorar la seguretat i la senyalització de la carretera C-58, van consistir en l'adequació de la secció transversal amb separació física de carrils en alguns trams. L'actuació va ser de 12,4 quilòmetres de distància entre Viladecavalls (PK 25+360) i Castellbell i el Vilar (PK 37+790).

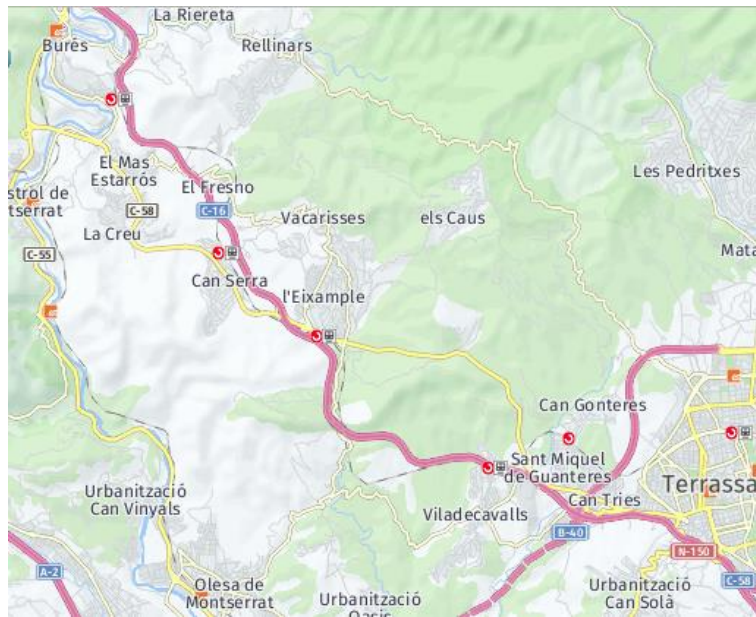


Figura 18. Actuació a la C-58.

Tram Viladecavalls – Vacarisses

Els treballs van incloure:

- Millora del ferm.
- Adequació del drenatge i senyalització.
- Implantació d'un separador central entre els dos sentits de circulació.

Es van preveure dos tipus d'actuacions diferents: barrera de formigó i separació de 40 centímetres d'ample amb doble línia contínua amb ressalts.

La secció de la carretera amb barrera central és:

- En el cas d'un carril per sentit (secció 1+1), es van formar 2 carrils de 3,5 metres, dos vorals exteriors d'1,5 metres (com a mínim d'1,1 metres) i dos vorals interiors de 0,5 metres. Així es garanteix com a mínim una amplada de 5,1 metres per sentit.
- En el cas de trams amb un carril d'avançament en el costat d'un sol carril aquest té 3,5 metres d'amplada, amb voral exterior d'1,5 metres i voral interior de 0,5 metres. En el costat amb dos carrils, aquests tenen una amplada de 3,2 metres, amb voral exterior i interior de 0,5 metres.

A més de les actuacions de separadors centrals, es va realitzar el reforç del ferm en tota la superfície del tram, amb un tractament previ de sanejament dels flonjalls. També es va efectuar el tractament de talussos, la reparació de junts a les obres de fàbrica, l'adequació de la senyalització vertical, i reposició de la senyalització horitzontal en coherència amb l'anterior, l'adequació dels sistemes de contenció i la millora dels sistemes de drenatge.

Tram Vacarisses - Castellbell i el Vilar

Els treballs d'aquest tram afecten en conjunt una longitud de 7,1 quilòmetres. L'actuació va consistir en la implantació d'un separador central entre els dos sentits de circulació per evitar els xocs frontals. Segons l'indret concret es van preveure tres tipus d'actuacions diferents: barrera metàl·lica amb protecció per a motoristes, barrera de formigó tipus New Jersey i doble ratlla contínua o bé un zebra central.



Figura 19. Tram de la C-58 on es va actuar.

A més de les actuacions de separador central, es van ajustar les mides dels carrils de vehicles lents existents, que van passar a carrils addicionals ràpids. També es va formar un nou tram de carril ràpid en sentit cap a Manresa, en una longitud d'1,3 quilòmetres.

D'altra banda, es va realitzar una millora i/o reforç del ferm en tota la superfície del tram i el tractament de talussos, l'adequació de la senyalització vertical de codi i d'orientació, i reposició de la senyalització horitzontal en coherència amb l'anterior, l'adequació dels sistemes de contenció i de l'abalisament, i la millora dels sistemes de drenatge.

L'anàlisi *ex-post* s'ha fet de les dues actuacions en conjunt, contemplant el tram complet entre Viladecavalls i Castellbell i el Vilar. Els resultats d'aquesta anàlisi són els següents:

- S'ha comparat el nombre d'accidents amb víctimes i es pot afirmar que l'actuació l'ha reduït amb una significació estadística d'un 99% (el valor de Khi-quadrat és 8,2).
- Dades d'accidentalitat:

C-58	Accidents amb víctimes	Accidents mortals	Accidents greus	Accidents lleus
Esc. Referència Accidents anuals mitjans	32,2	1,3	4,5	26,5
Esc. Projecte Accidents anuals mitjans 2017-2018	22,5	0,0	3,0	19,5

Impacte net (Esc. Projecte – Referència)	-9,7	-1,3	-1,5	-7,0
Impacte net percentatge	-30%	-100%	-33%	-26%

Taula 18. Comparació de l'accidentalitat degut a l'obra de la C-58.

- Costos i beneficis. El cost de la inversió és de 5,7 M€. Degut a la reducció de l'accidentalitat, hi ha un **estalvi de costos anuals externs de 4.079.560€**.
- L'índex de seguretat és de 0,72. Això es tradueix en **1€ d'inversió a l'obra són 0,72€ d'estalvi anual d'accidents**.

2.1.5 Actuacions de seguretat viària d'interseccions i millora d'enllaços

2.1.5.1 Millora d'intersecció a la C-66 a l'accés a Llofriu, del PK 0+000 al 1+000

L'obra realitzada el 2017 tenia com objectiu millorar la seguretat a la via C-66. Al mateix temps, la nova rotonda tenia com objectiu la millora de la mobilitat en un punt que registrava una circulació intensa, especialment a l'estiu. Per avaluar aquesta actuació s'ha analitzat l'accidentalitat en les immediacions de la intersecció en qüestió.

La construcció comporta la creació d'un giratori amb un diàmetre exterior de 43 metres, amb una anella circular de dos carrils i vuit metres d'amplada. L'illot interior té un diàmetre de 27 metres. La rotonda té enllumenat, parades de bus, drenatge i senyalització, i el perímetre ha quedat pavimentat.



Figura 20. Plànol de la nova rotonda d'accés a Llofriu.

El trànsit de la C-66 a la zona on es va formar la nova rotonda és molt intens, amb una mitjana de 15.630 vehicles al dia, que a l'agost arriba als 23.377 vehicles. En una futura anàlisi *ex-post* s'avaluarà també la mobilitat durant el mesos de més afluència per examinar si s'ha millorat.

Els resultats d'aquesta anàlisi *ex-post*, posant el focus en la seguretat viària, són els següents:

- S'ha comparat el nombre d'accidents amb víctimes i es pot afirmar que l'actuació l'ha reduït amb una significació estadística d'un 92% (el valor de Khi-quadrat és 2,4).
- Dades d'accidentalitat:

C-66	Accidents amb víctimes	Accidents mortals	Accidents greus	Accidents lleus
Esc. Referència Accidents anuals mitjans	1,3	0,0	0,3	0,96
Esc. Projecte Accidents anuals mitjans 2018	1,0	0,0	0,0	1,00
Impacte net (Esc. Projecte – Referència)	-0,3	0,0	-0,3	0,0
Impacte net percentatge	-22%	0%	-100%	4%

Taula 19. Comparació de l'accidentalitat degut a l'obra de la C-66.

- Costos i beneficis. El cost de la inversió és de 499.200€. Degut a la reducció de l'accidentalitat, hi ha un **estalvi de costos anuals externs de 90.877€**.
- L'índex de seguretat és de 0,18. Això es tradueix en **1€ d'inversió a l'obra són 0,18€ d'estalvi anual d'accidents**.

2.1.6 Altres actuacions singulars de seguretat viària d'interseccions i millora d'enllaços (2016)

Aquest conjunt d'actuacions s'ha analitzat des de l'òptica de la seguretat viària, tot i que es considera oportú realitzar en un futur una anàlisi *ex-post* de la millora de la mobilitat, atès que es tracta d'un dels objectius cabdals de l'actuació.

2.1.6.1 Actuació seguretat viària de millora d'enllaços a la C-32 (Sitges), del PK 26+000 al 31+000 (2016)

El juliol de 2016 es va posar en servei el nus de Sitges Centre de l'autopista C-32 (sortida 30), un cop finalitzades les obres de millora que s'hi van dur a terme. Aquesta actuació va comportar una inversió de 5,5 milions d'euros.

L'obra incorpora elements de seguretat, accessibilitat i mobilitat sostenible. Aquesta actuació evita el pas de vehicles pesants per la trama urbana de Sitges i, a més, dona més accessibilitat al polígon industrial les Pruelles - Mas Alba. Per tant, representa un benefici des del punt de vista mediambiental i de la seguretat viària, alhora que permet que el sector sigui més competitiu, que les empreses siguin més competitives i que tinguem més capacitat de generar oportunitats i llocs de treball.

Els treballs van consistir en la remodelació de l'enllaç per donar als vehicles un accés directe al polígon les Pruelles - Mas Alba i millorar la capacitat i seguretat de la calçada en sentit Barcelona fins a la sortida 31 (Port d'Aiguadolç). El nou nus va quedar configurat amb dues rotondes, una de les quals compta amb un ramal d'enllaç directe des de la sortida de l'autopista fins al polígon, de forma que els camions i altres vehicles no han de travessar el nucli urbà de Sitges per efectuar aquest moviment com havien de fer fins llavors.

D'altra banda, es va construir un tercer carril a la calçada de l'autopista en sentit Barcelona, al llarg d'un quilòmetre, per millorar el servei i la seguretat fins a la sortida 31, que permet la connexió entre l'autopista i la carretera C-31. Complementàriament, es va eixamplar el voral interior de la calçada en sentit Tarragona, per afavorir la comoditat i la seguretat viària.

Finalment, es van pavimentar de nou les dues calçades de l'autopista en aquest àmbit i es va adequar la senyalització vertical i horitzontal. L'obra es va completar amb les mesures d'integració ambiental.



Figura 21. Fotografia aèria del nou enllaç.

D'aquesta actuació només s'ha realitzat l'estudi *ex-post* des de l'òptica de la seguretat viària, tot i que es recomana fer un estudi de la millora de la mobilitat, que no s'ha dut a terme perquè no s'han pogut recaptar les dades d'aforaments adients.

Els resultats de l'anàlisi *ex-post* des de l'òptica de la seguretat viària són els següents:

- S'ha comparat el número d'accidents amb víctimes i es pot afirmar que l'actuació ha fet reduir el número d'accidents amb víctimes amb una significació estadística d'un 95% (el valor de Khi-quadrat és 3,1).
- Dades d'accidentalitat:

C-32 Sitges	Accidents amb víctimes	Accidents mortals	Accidents greus	Accidents lleus
Esc. Referència Accidents anuals mitjans	6.7	0.3	0.3	5.7
Esc. Projecte Accidents anuals mitjans 2017-2018	4.0	0.0	1.0	2.5
Impacte net (Esc. Projecte – Referència)	-2.7	-0.3	0.7	-3.2
Impacte net percentatge	-40%	0%	248%	-56%

Taula 20. Comparació de l'accidentalitat degut a l'obra de la C-32 a Sitges.

- Costos i beneficis. El cost de la inversió és de 5,52 M€. Degut a la reducció de l'accidentalitat, hi ha un **estalvi de costos anuals externs de 803.539 €**.
- L'Índex de seguretat és de 0,14. Això es tradueix en **1€ d'inversió a la obra són 0,14€** d'estalvi anual d'accidents.

La reducció d'accidents lleus compensa l'increment dels greus. D'aquesta manera, el balanç global es tradueix en una reducció d'externalitats i un índex de seguretat viària positiu.

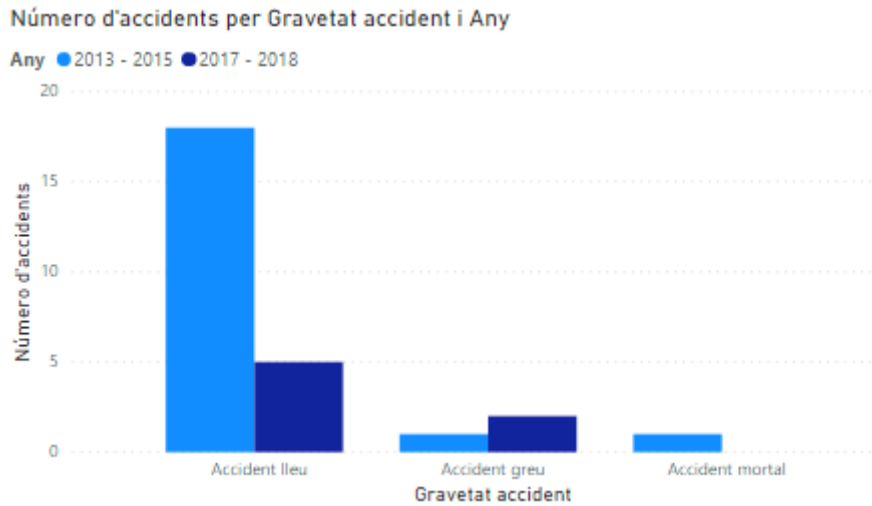


Figura 22. Evolució del número d'accidents segons la gravetat.

Donat que l'objectiu principal de l'actuació no és la reducció d'accidentalitat, l'índex de seguretat viària obtingut és baix.

2.1.6.2 Actuació de seguretat viària de millora d'enllaços a la C-32 (Mataró), del PK 95+000 al 105+000 (2016)

El 2016 es van remodelar els accessos de l'autopista C-32 a Mataró i Argentona (Maresme). La remodelació dels enllaços 99 i 100 va entrar en servei el mes de juliol i va suposar una inversió de 7,2 milions d'euros.

L'actuació va millorar les connexions de l'autopista cap al centre de Mataró, la C-60, l'Hospital Comarcal i el centre comercial Mataró Parc. Aquesta actuació fa més segura la carretera i ajuda Mataró, que reforça la seva funció de capital, impulsant el seu teixit comercial. La disminució de la congestió a l'autopista, a més, ajuda el medi ambient.



Figura 23. Imatge aèria del nou enllaç de Mataró Oest.

La remodelació a l'enllaç 100 (Mataró Oest) afavoreix la fluïdesa del trànsit, en especial en hores punta, tant en les connexions amb el tronc de l'autopista com en els moviments en tot aquest entorn.

L'actuació també va incloure la millora de l'enllaç 99, a Argentona, per afavorir la circulació cap al centre de Mataró des de la calçada en sentit Blanes de l'autopista. Així, una nova rotonda permet que els vehicles que surten de l'autopista s'incorporin a la C-60 en sentit mar, tot arribant a Mataró a través de la Via Sèrgia.



Figura 24. Imatge aèria de la sortida 99, a Argentona.

D'aquesta manera, es van diversificar els punts d'accés a la ciutat des de l'autopista, tot millorant-ne les condicions de servei i facilitant la mobilitat interna del nucli urbà de Mataró i de les poblacions properes. La seguretat va ser una de les premisses d'aquesta actuació.

Així doncs, podem veure com aquesta actuació de carretera tenia com objectiu principal descongestionar la variant C-32 de Mataró. Això és degut a què, en aquest punt, s'ajunten la C-60, la C-32 i la ciutat de Mataró (al costat es troba un centre comercial i botigues de lleure). Per a aquest projecte, s'hauria de realitzar un micro-model del trànsit i analitzar l'estalvi de temps, ja que és l'objectiu primordial de l'actuació. D'aquesta actuació només s'ha realitzat l'estudi *ex-post* des de l'òptica de la seguretat viària. Els resultats són els següents:

- S'ha comparat el número d'accidents amb víctimes i es pot afirmar que l'actuació ha fet augmentar el número d'accidents amb víctimes amb una significació estadística d'un 99% (el valor de Khi-quadrat és 6,5).
- Dades d'accidentalitat:

C-32 Mataró	Accidents amb víctimes	Accidents mortals	Accidents greus	Accidents lleus
Esc. Referència Accidents anuals mitjans	28.7	0.3	1.9	26.1

Esc. Projecte Accidents anuals mitjans 2017-2018	35.0	0.0	1.0	34.0
Impacte net (Esc. Projecte – Referència)	6.3	-0.3	-0.9	7.9
Impacte net percentatge	22%	-100%	-48%	30%

Taula 21. Comparació de l'accidentalitat degut a l'obra de la C-32 a Mataró.

- Costos i beneficis. El cost de la inversió és de 7,2 M€. Degut a la reducció de l'accidentalitat, hi ha un **estalvi de costos anuals externs de 929.285 €**.
- L'Índex de seguretat és de 0,13. Això es tradueix en **1€ d'inversió a la obra són 0,13€ d'estalvi anual d'accidents**.

2.1.6.3 Variant de Calldetenes N-141d, del PK 1+500 al 3+000 (2016)

La variant que va entrar en funcionament el 17 de setembre de 2016 evita el pas per l'interior de Calldetenes i millora així la fluïdesa i la seguretat del trànsit en aquest entorn. Aquesta actuació ha suposat una inversió de 2,8 milions d'euros.



Figura 25. La nova variant de Calldetenes.

La variant aposta per la seguretat, per la pacificació. La carretera N-141d discorre entre Vic, Calldetenes, Folgueroles i Vilanova de Sau. Entre l'enllaç amb l'eix Transversal i Vic, registra un trànsit força intens, d'uns 10.500 vehicles diaris, amb un percentatge elevat de vehicles pesants. Fins la construcció de la variant, aquests vehicles procedents de l'eix havien de travessar el nucli urbà de Calldetenes per dirigir-se a Vic.

La variant creua el serrat de l'Aragall per anar a trobar altre cop l'N-141d just abans de la Torre d'en Marc, on es va construir una tercera rotonda, per a la connexió entre vials i s'hi va formar un nou ramal per accedir directament al polígon industrial.

L'obra va incloure la formació de punts de creuament a les illetes dels ramals de les rotondes i la construcció d'una xarxa d'itineraris per a vianants separats de la carretera per donar permeabilitat a la variant.

Els resultats d'aquesta anàlisi *ex-post*, només contemplant la seguretat viària són els següents:

- S'ha comparat el nombre d'accidents amb víctimes i es pot afirmar que l'actuació l'ha reduït amb una significació estadística d'un 90% (el valor de Khi-quadrat és 1,2).
- Dades d'accidentalitat:

N-141d	Accidents amb víctimes	Accidents mortals	Accidents greus	Accidents lleus
Esc. Referència Accidents anuals mitjans	4,2	0,0	1,0	3,2
Esc. Projecte Accidents anuals mitjans 2017-2018	2,5	0,0	0,0	2,5
Impacte net (Esc. Projecte – Referència)	-1,7	0,0	-1,0	-0,7
Impacte net percentatge	-40%	0%	-100%	-22%

Taula 22. Comparació de l'accidentalitat degut a l'obra de la N-141d.

- Costos i beneficis. El cost de la inversió és de 2,67 M€. Degut a la reducció de l'accidentalitat, hi ha un **estalvi de costos anuals externs de 296.296€**.
- L'índex de seguretat és de 0,11. Això es tradueix en **1€ d'inversió a l'obra són 0,11€ d'estalvi anual d'accidents**.

L'índex és baix perquè el cost d'inversió d'una variant és elevat a causa de la definició d'un nou traçat viari. En l'anàlisi *ex-post* de les variants es recomana estudiar també la millora de la mobilitat i l'estalvi del temps dels usuaris, així com les reduccions en externalitats. A títol d'exemple, s'ha realitzat aquest exercici per a la variant de Valls, que es presenta més endavant.

2.2 Carreteres. Millora d'enllaços, desdoblament, ampliació de xarxa i variants

2.2.1 Millora de la connexió de l'AP-7 i la C-33 amb la C-17, del PK 14+700 al PK 15+100

El Departament de Territori i Sostenibilitat va finalitzar el 2017 les obres de millora del nus de connexió entre l'AP-7 i la C-33, per incorporar-se a la C-17 a Parets del Vallès, amb l'objectiu d'evitar les cogestions en direcció a Vic. L'obra es va finalitzar a finals de 2017.

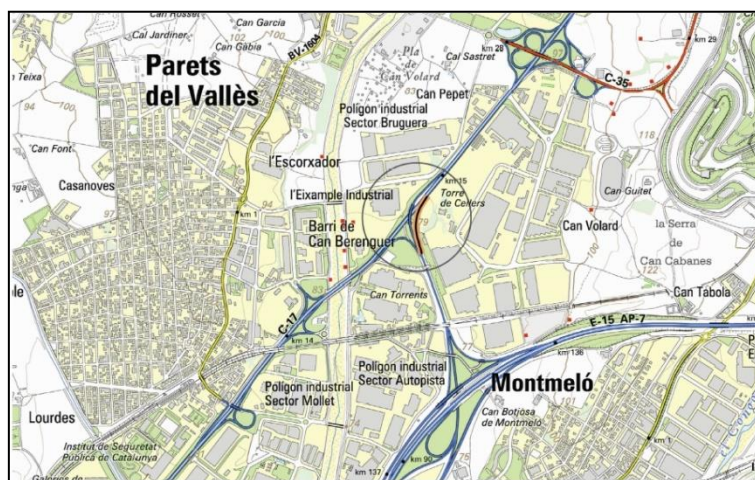


Figura 26. Àmbit d'actuació del projecte.

Abans de l'actuació, la incorporació a la C-17 (en direcció cap a Vic) dels vehicles procedents de les autopistes C-33 i AP-7 tenia problemes de congestió i formació de cues, sobretot a les hores punta. El motiu era que el ramal de connexió tenia dos carrils, un procedent de la C-33 i un altre procedent de l'AP-7, que abans de la confluència amb la C-17 es convertien en un únic carril que és el que arribava al tronc de la C-17. D'altra banda, en períodes de màxima demanda, les cues arribaven al tronc central de les vies d'alta capacitat (AP-7 i C-33), amb el conseqüent risc de col·lisió degut a la sobtada diferència de velocitats.

Per millorar la situació, les obres van consistir en l'ampliació de connexió d'un carril a dos que, quan arriben al tronc de la C-17, enllacen amb un tercer carril ja existent. D'aquesta manera es va formar un ramal de connexió amb 2 carrils. Aquests dos carrils, en arribar al tronc de la C-17 es transformen en un tercer carril (ja existent actualment), i una falca (de nova construcció) de 300 metres, per permetre la pèrdua de l'altre carril. El nou ramal de connexió està format per 2 carrils de 3,5 metres d'amplada, un voral exterior de 2,5 metres i un voral interior d'1 metre. En el tram de la C-17, a més dels tres carrils existents, es forma una falca d'amplada variable (de 3,5 a 0 metres) i un voral interior d'1,5 metres.

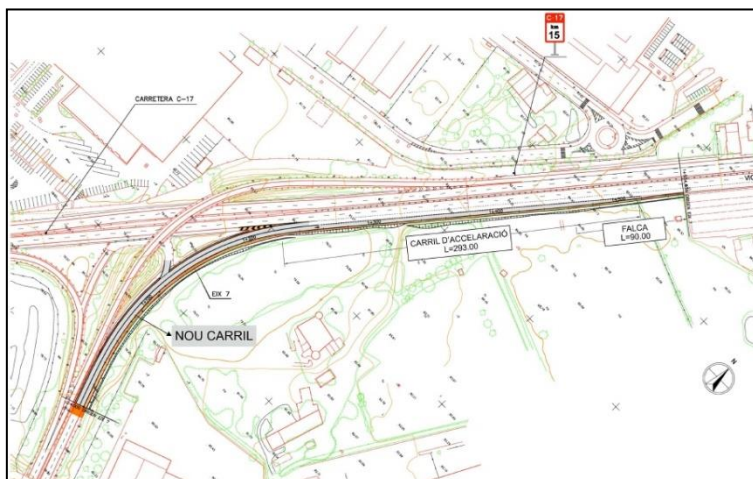


Figura 27. Ampliació del nou carril al tronc de la C-17.

Alhora, l'actuació va reposar l'enllumenat existent, millorar el drenatge i la senyalització vertical i horitzontal. A més de la revegetació dels talussos, també es van desviar diferents serveis elèctrics i de telecomunicació. Les obres van incloure unes pantalles acústiques per protegir la Torre dels Cellers que tindran uns 300 metres de longitud.

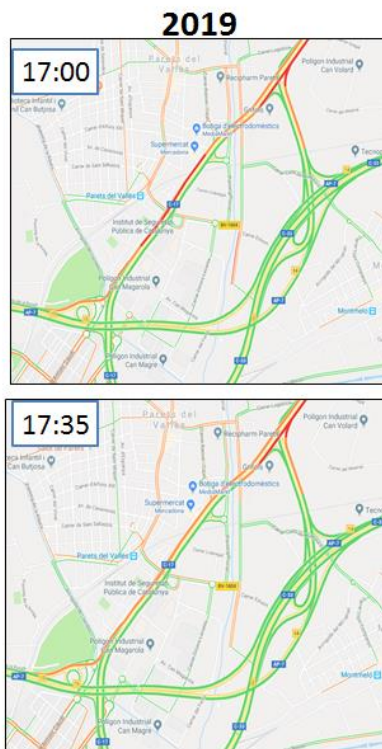
La tecnologia de *Google Maps Transit* té una gran aplicabilitat per als estudis *ex-post*, atès que permet obtenir uns resultats qualitius sobre l'estat del trànsit abans i després d'una actuació, que té com a principal objectiu la millora de la mobilitat. No obstant això, és important recaptar les dades abans de dur a terme l'actuació. En el cas concret d'aquest ramal, sí que es va recopilar aquesta informació l'any 2016, i gràcies a això s'ha pogut realitzar una comparativa amb les dades actuals de 2019. Aquesta anàlisi permet tenir una primera aproximació sobre si s'ha complert l'objectiu de millorar la fluïdesa d'aquest enllaç.

S'han avaluat les velocitats i els aforaments a les tres carreteres que es veuen implicades en aquest enllaç. Donat que el moment més conflictiu del dia és el període de màxima demanda, s'ha analitzat la mobilitat a les hores punta del matí i tarda: 7:00-9:00 i 17:00-19:00.

Avaluació de les hores punta del matí 7-9am

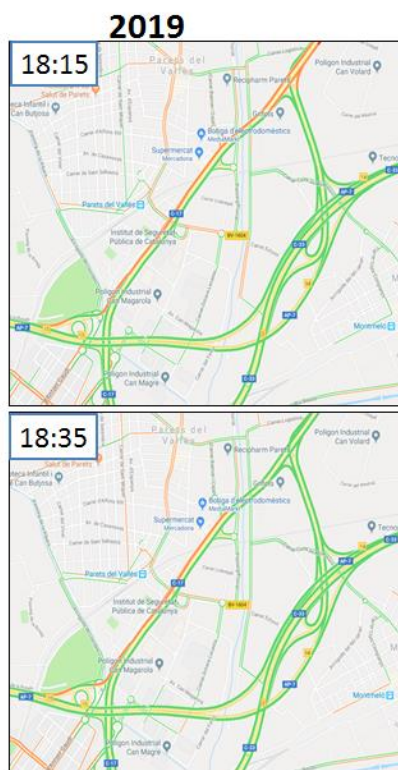
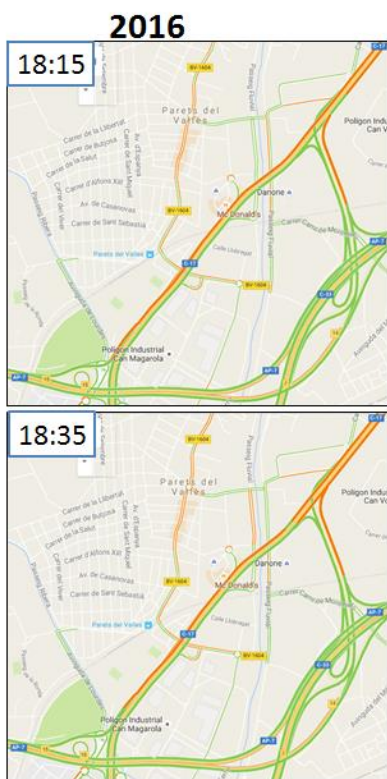


Avaluació de les hores punta de la tarda 17-19pm



- Lleugera reducció de la longitud de la cua al 2019
- El tronc de la C-17 va més congestionat al 2019

- La longitud de la retenció és similar al 2016 i 2019
- El tronc de la C-17 va més congestionat al 2019 en sentit Nord. Sembla que la incorporació del ramal afecta al tronc de la C-17



- A les 18:15 el ramal encara presenta congestions al 2016, mentre que al 2019 el trànsit és fluït.

- A les 18:35 el ramal encara presenta congestions al 2016, mentre que al 2019 el trànsit és fluït.

Tot i que aquesta anàlisi qualitativa a través de *Google Maps Transit* presenta resultats força consistents, es considera necessari complementar l'anàlisi *ex-post* amb una micro-simulació, que de retruc ens permet obtenir quins són els estalvis de temps dels usuaris del vehicle privat en hora punta. Així doncs, s'ha realitzat un model de simulació del trànsit amb el *Visum*, a partir de les IMD del 2016 (escenari de referència) i les IMD del 2019, com a evidències per a l'anàlisi *ex-post*.

Els resultats de l'estudi *ex-post* són els següents:

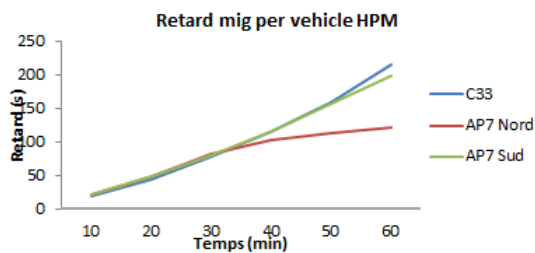
ESCENARI 2016



ESCENARI 2019



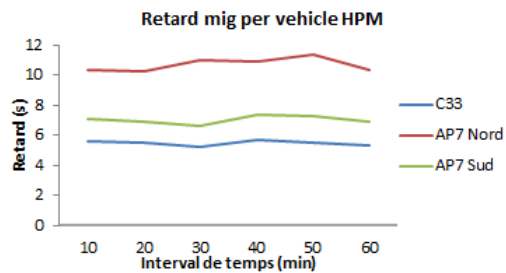
ESCENARI 2016



Retard C-33: 215 segons
 Retard AP7 Sud: 200 segons
 Retard : 121 segons

Pèrdua de temps total en una hora C33: 12,3 hores
 Pèrdua de temps total en una hora AP7 Sud : 4,96 hores
 Pèrdua de temps total en una hora AP7 Nord: 26,7 hores

ESCENARI 2019



Retard C33: 5 segons
 Retard AP7 Sud: 7 segons
 Retard Nord: 11 segons

Pèrdua de temps total en una hora C33: 0,7 hores
 Pèrdua de temps total en una hora AP7 Sud : 2,1 hores
 Pèrdua de temps total en una hora AP7 Nord: 0,7 hores

A partir dels resultats obtinguts, s'ha realitzat una avaluació cost benefici simplificada segons la metodologia definida en el manual del SAIT, amb verificació dels objectius.

De l'anàlisi *ex-post* es conclou que en hora punta, que és quan el ramal es troba congestionat, els vehicles s'estalvien un total de 41 hores, que segons el valor del temps definit en el manual del SAIT, equival a **1,8M€ d'estalvi si es realitza una avaluació cost benefici amb un horitzó temporal a 30 anys. El VAN actualitzat de l'actuació és de 0,94M€ i la TIR del 10%. En aquest cas l'índex de VAN/Inversió és de 1,1.**

2.2.2 Altres actuacions singulars de carreteres: millora d'enllaços, desdoblament, ampliació de xarxa i variants (2016)

2.2.2.1 Variant de Valls. Connexió de la C-37, PK 5+800, amb la N-240, PK 17+450. (2016)

La construcció de la variant ha comportat una inversió de la Generalitat de 2,7 milions d'euros i es va posar en servei al 2016. El traçat de la nova variant comença a la rotonda ja existent al punt quilomètric 17,5 de l'N-240, i enllaça amb la C-37 a través d'una rotonda de nova construcció. Amb la nova connexió, a més d'alliberar de trànsit tota la zona sud de Valls i millorar la mobilitat, es garanteix una connexió òptima amb l'autovia A-27.

La nova variant se situa al sud-oest del nucli de Valls i té una longitud de 800 metres. Està formada per dos carrils de circulació de 3,5 metres d'amplada i dos vorals d'1 metre i té amb una franja central zebrada de separació dels dos sentits, d'1 metre d'amplada.



Figura 28. Imatge general de la nova variant.

Les obres van incloure la construcció d'un pont sobre el torrent del Puig de 85 metres de longitud, format per dos trams de 42,5 metres, amb una pila central circular de 9,6 metres d'alçada. D'altra banda, es va aprofitar un pas inferior, format per un calaix de 7 metres d'amplada per donar continuïtat a un camí. Addicionalment, es va condicionar un tram d'uns 200 metres de la carretera C-37 i s'hi va construir una rotonda de 48 metres de diàmetre exterior. A partir d'aquesta connexió amb la C-37, els vehicles poden accedir cap a l'autovia A-27.

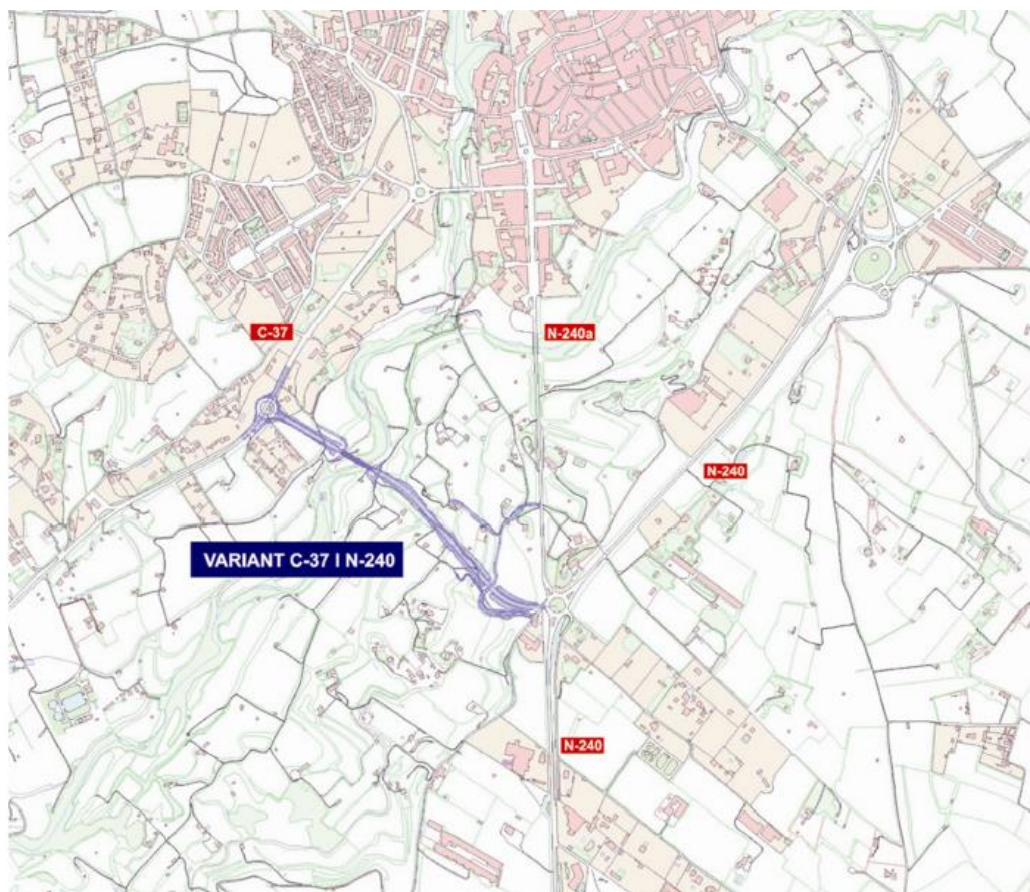


Figura 29. Mapa de l'actuació.

L'objectiu principal de l'estudi *ex-post* és determinar si es produeix una reducció de trànsit en el nucli urbà de Valls i conseqüentment les externalitats derivades. Al mateix temps, un objectiu important de l'actuació és la millora de la connexió amb la C-37 en direcció Alcover-Reus i amb l'A-27. Així doncs, cal realitzar un estudi de la demanda per tal de determinar si aquestes connexions es poden efectuar d'una manera més ràpida i sense la necessitat de crear el nucli urbà.

Al no tenir dades actualitzades dels aforaments situats a la N-240a per a l'avaluació cost benefici *ex-post*, s'ha estimat el trànsit de la variant mitjançant el software *Visum* i amb el graf de mobilitat de Catalunya de 2012. Els resultats obtinguts són que la variant capta un total de 184 vehicles en hora punta, així que la IMD estimada és de 2447, dels quals 1820 són vehicles lleugers i 627 són pesants, tenint en compte la ràtio de pesants de 2016.



Figura 30. Trànsits a Valls modelitzat amb Visum amb les dades del graf de mobilitat de Catalunya de 2012.

De l'avaluació *ex-post* es conclou que l'estalvi de temps pels nous usuaris de la variant és de com a mínim 2 minuts. D'altra banda, s'ha estimat que la distància estalviada en àmbit urbà de cada vehicle captat és de 1,2 km.

Els resultats de l'estudi *ex-post* són els següents:

	Valor <i>ex-post</i>	Comentari
Cost d'inversió	2,7 M€	El VAN/ inversió és de 2,25, la qual cosa implica que l'actuació ha tingut un efecte molt positiu per a la societat
Reducció de vehicles en trama urbana	2447	Aquesta alliberació de trànsit en part de la trama urbana de Valls redueix les externalitats en 1,1 M€. Es compleixen els objectius de la infraestructura: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Millora la seguretat (accidentalitat) ✓ Millora la qualitat ambiental (contaminació atmosfèrica i soroll)
Reducció de temps de viatge	2 min	Reducció de 2 minuts de viatge per usuari de la variant. Això es reflecteix en un benefici de 4,7 M€.

VAN	6,1 M€	Avaluació cost benefici simplificada positiva a l'horitzó temporal de 30 anys
Rendibilitat social TIR	16%	Taxa de rendibilitat social molt elevada

A partir dels costos de referència del SAIT s'ha realitzat una avaluació cost benefici simplificada, tenint en compte la reducció de vehicles en trama urbana i la reducció del temps de viatge gràcies a la variant. El resultat és un VAN de 6,1 milions d'euros i una TIR del 16%. En aquest cas el VAN/inversió és de 2,25.

2.3 Transport públic. Ampliació de la xarxa ferroviària

2.3.1 Perllongament de la línia dels FGC a Sabadell

El perllongament del metro del Vallès a la ciutat de Sabadell suposa la construcció de tres noves estacions en el nucli urbà, a més de l'estació de Sabadell Passeig, que substitueix l'actual estació de Sabadell Rambla. Aquest perllongament permet la cobertura de bona part de la ciutat de Sabadell (llevat de la part oest), la qual cosa permet reduir notablement els temps de viatge a la conurbació de Barcelona i a l'eix de Manresa. La nova infraestructura també permet potenciar i millorar la connectivitat en transport públic en el marc de referència del Vallès Occidental.



Figura 31. Plànol de la xarxa de FGC Barcelona-Vallès amb les noves línies ampliades.

L'obra ha comportat una inversió de 334 milions d'euros. L'actuació facilita l'intercanvi amb Rodalies mitjançant l'estació de Sabadell Nord (amb l'R4, línia Sant Vicenç de Calders - Barcelona - Manresa); i permet arribar fins als barris del nord de la ciutat.



Figura 32. Noves línies ampliades: 1a fase 2016 (blau), 2a fase 2017 (verd).

La posada el 2017 d'aquest servei culmina la prolongació de la línia dels FGC a Sabadell. Des de setembre de 2016 ja estaven en servei dues estacions: Can Feu | Gràcia i Sabadell Plaça Major, i 1,5 quilòmetres de via. En total, doncs, el perllongament del metro del Vallès a Sabadell ha abastat un total de 5,2 quilòmetres i cinc estacions. En aquest nou tram en servei de 3,7 quilòmetres:

- 2,1 quilòmetres excavats amb tuneladora (tram Plaça Major– Parc del Nord).
- 1,6 quilòmetres executats entre pantalles (tram túnel entre Parc del Nord-Ca n'Oriac, estacions i cotxeres).

Els resultats de l'estudi *ex-post* són els següents:

EX-ANTE	VS	EX-POST
Previsió fase planejament (PDI 2010-2020)		Resultats estudi <i>ex-post</i> evidències 18'
➔ 21.325 passatgers diaris en dia feiner	✗	12.784 passatgers diaris (40% inferior)
➔ 1.862 viatges captats en vehicle privat	✓	Captació de 1.790 cotxes (4% inferior)
➔ 3.981 hores estalviades pels usuaris beneficiats en dia feiner	✗	Estalvi de 2.019 hores (49% inferior)
➔ Cobertura completa de transport per ferrocarril en la direcció Nord-Sud	✓	Increment relatiu de viatges del 40% respecte a l'escenari de referència.
➔ Reducció del temps d'accessibilitat a FGC	✓	L'estalvi mitjà en el temps d'accés dels usuaris d'FGC de 11 minuts.
➔ Millora de la connexió amb la xarxa de Rodalies (R4)	✓	9% dels usuaris fan intercanvi modal entre en RENFE i FGC
➔ 11 d'estalvi de temps de viatge per usuari	✓	12 minuts d'estalvi per usuari (7% superior)
➔ Cost d'inversió estimat de 288 M€	✗	Cost final de 334 M€ (16% superior).

En termes econòmics, s'han analitzat les desviacions respecte les previsions inicials i es pot concloure que la inversió liquidada (334 M€) ha estat un 16% superior a la prevista en fase de planejament. Aquesta desviació es deu principalment a compensacions per l'endarreriment dels terminis d'execució, una infravaloració de la inversió necessària en fase de plantejament i el canvi de procés constructiu d'excavació de túnel en mina per l'ús de tuneladores.

Segons la demanda registrada a les noves estacions, el 2018 i amb una previsió de creixement interanual del 2% fins a 2030, la demanda captada és un 40% inferior a la prevista al PDI 2010-2020. La demanda captada de les noves estacions segons les evidències de 2018 és de 12.784 passatgers diaris en dia feiner.

L'increment net d'usuaris dels FGC és de 971.475 al 2018, que suposa aproximadament uns 3.216 passatgers d'entrada diaris en dia feiner. Això es tradueix en un 40% d'increment d'usuaris. Aquestes són les dades considerades respecte l'escenari de referència.

La captació de desplaçaments en vehicle privat (1.790 diaris) és un 4% inferior a la prevista al PDI 2010-2020, de manera que l'estimació va ser força bona.

Segons les evidències *ex-post* de l'anàlisi de les enquestes realitzades, es pot concloure que l'estalvi mig de temps de viatge dels usuaris captats de les noves estacions de FGC és de 12 minuts. L'estalvi mig segons el mode de transport d'on provenen és el següent:

- Caminant: 11,7 min

- Autobús de Sabadell o altres: 13,2 min
- Vehicle privat: 11,8 min
- Renfe: 10,4 min
- Usuaris FGC altres estacions 12,1 min

El perllongament ha afavorit la interconnectivitat entre la xarxa de FGC i Rodalies-Renfe, evidenciant-se segons els resultats de l'*ex-post* que un 9% dels viatgers utilitzen RENFE i posteriorment FGC. Segons l'enquesta, el perllongament de FGC a Sabadell és molt utilitzat com a metro urbà. En efecte, el 21% dels usuaris de les noves estacions de FGC realitzen desplaçaments urbans.

Analitzant l'ACB de la rendibilitat de l'actuació actualitzada amb les dades *ex-post* en termes de VAN és de 17,9 milions d'euros, mentre que la TIR resulta ser de 3,4%, superior a l'estimada en fase de planejament. Així mateix, tot i que en fase de planejament, la TIR resulta ser inferior a les taxes socials de descompte que típicament es fixen per a l'ACB de les inversions de transport, en l'anàlisi *ex-post* resulta ser superior, en part, gràcies a la considerable captació de vehicles privats (cotxes i motocicletes) i per un increment en la previsió d'estalvi mig per usuari dels FGC. Cal remarcar que no es disposa de dades sobre els costos unitaris que es van fer servir en les avaluacions *ex-ante* del PDI 2010-2020 (inclòs el valor del temps), de manera que la comparativa pot tenir un cert biaix. Així doncs, podem concloure que és molt important utilitzar valors de costos unitaris que siguin comparables en el temps i entre diferents tipologies d'actuacions.

2.3.2 Altres actuacions singulars del 2015: perllongament de la línia dels FGC a Terrassa

Aquest perllongament suposa la construcció de tres noves estacions del metro del Vallès (servei suburbà S1) dels FGC, per millorar la cobertura territorial de la línia al municipi de Terrassa i permetre un intercanvi amb la línia R4 de Rodalies-Renfe.

L'actuació se circumscriu a la ciutat de Terrassa, al Vallès Occidental. Es perllonga la línia de FGC des de l'estació ja existent de Terrassa-Rambla, situada al sud-oest del nucli urbà en direcció nord, tot connectant amb la zona del campus de la UPC a Vallparadís, amb l'estació de Rodalies-Renfe Terrassa Nord i amb el barri de Can Roca al nord de la ciutat. La longitud total del perllongament és de 4.510 m.



Figura 33. Esquema de situació de l'actuació a la ciutat de Terrassa. Font: FGC.

La primera estació se situa a la zona universitària Campus UPC (àmbit de Vallparadís). La segona estació té correspondència amb l'estació Terrassa Nord de Rodalies-Renfe i dona servei a la zona central-nord. La tercera estació, situada al pla de Can Roca i associada a un aparcament de dissuasió, dona servei a les noves zones urbanes de la part nord del municipi i, fins i tot, al municipi de Matadepera, per a viatgers amb destinació a Barcelona.

Els resultats de l'estudi *ex-post* són els següents:

EX-ANTE	VS	EX-POST
Previsió fase planejament (PDI 2010-2020)		Resultats estudi ex-post evidències 17'-18'
➔ 21.990 passatgers diaris en dia feiner		✗ 14.136 passatgers diaris (36% inferior)
➔ 1.596 viatges captats en vehicle privat		✓ Captació de 1.400 cotxes (12% inferior)
➔ 4.287 hores estalviades pels usuaris beneficiats en dia feiner		✗ Estalvi de 3.064 hores (29% inferior)
➔ Cobertura completa de transport per ferrocarril en la direcció Nord-Sud		✓ Increment relatiu de viatges del 47% respecte a l'escenari de referència.
➔ Reducció del temps d'accessibilitat a FGC		✓ L'estalvi mitjà en el temps d'accés dels usuaris d'FGC de 17 minuts.
➔ Millora de la connexió amb la xarxa de Rodalies (R4)		✓ 7% dels usuaris fan intercanvi modal entre en RENFE i FGC
➔ Cost d'inversió estimat de 294,3 M€		✗ Cost final de 404 M€ (37% superior). ▪ Infravaloració en fase de plantejament per canvi en el procés constructiu ▪ Endarreriment dels terminis d'execució

En termes econòmics, s'han analitzat les desviacions respecte a les previsions inicials, i es pot concloure que la inversió liquidada (404 M€) per a aquesta actuació ha estat un 37% superior a la prevista en fase de planejament. Aquesta desviació es deu principalment a compensacions per l'endarreriment dels terminis d'execució, una infravaloració de la inversió necessària en fase de plantejament i el canvi de procés constructiu d'excavació de túnel en mina per l'ús de tuneladores.

Pel que fa a la demanda de les noves estacions, aquesta ha estat de 2.111.891 validacions el 2017, 7.068 entrades de mitjana en dia feiner. Així doncs, en comparativa a la prevista en el

PDI 2010-2020 és un 36% inferior. L'estació amb més demanda és la de Vallparadís (>1M pax), seguida de Terrassa-Nord i Nacions Unides.

Cal remarcar també un increment net de 1.325.144 entrades el 2017 a FGC Terrassa, que suposa uns 4.289 passatgers d'entrada diaris en dia feiner, i un increment relatiu respecte les 2.794.676 entrades de l'escenari de referència del 47%.

En termes de captació de vehicle privat, les noves estacions capten 1.400 desplaçaments diaris (2017). La captació de desplaçaments en vehicle privat és un 12% inferior a la prevista al PDI 2010-2020.

Analitzant la millora de l'accessibilitat als FGC, les evidències dels resultats *ex-post* declaren 17 minuts d'estalvi. És a dir, l'estalvi mitjà en el temps d'accés dels usuaris dels FGC, que abans realitzaven el viatge a través de les estacions de Terrassa-Rambla o Les Fonts i ara utilitza una de les noves estacions, és de 17 minuts. L'estalvi dels usuaris que abans realitzaven el viatge a peu (60%) és de 19,7 min.

El perllongament ha afavorit la interconnectivitat entre la xarxa dels FGC i Rodalies-Renfe, evidenciant-se segons els resultats de l'*ex-post* que un 7% dels viatgers utilitzen RENFE i posteriorment FGC. Així doncs, el perllongament dels FGC a Terrassa és molt utilitzat com a última milla a la ciutat per viatges en Rodalies-Renfe (dades del nombre de transbordaments no disponibles). Es capten 288.387 entrades a FGC el 2017, que prèviament viatjaven en Renfe-Rodalies.

Analitzant l'ACB de la rendibilitat de l'actuació actualitzada amb les dades *ex-post* en termes de VAN és de -4 milions d'euros, mentre que la TIR resulta ser de 2,9%, inferior a l'estimada en fase de planejament. El VAN resulta negatiu principalment per causa de la desviació econòmica relacionada amb la inversió inicial.

2.4 Transport públic. Nova estació o millora

2.4.1 Adaptació PMR de l'estació dels FGC de Putxet

Els treballs, amb una inversió d'1,57 milions d'euros, han comportat la instal·lació de dos ascensors per facilitar les connexions entre el carrer i les andanes.

Per a l'estudi d'avaluació *ex-post* de l'adaptació PMR de l'estació de Putxet, s'ha pres com a metodologia de partida la definida a l'estudi de l'Autoritat del Transport Metropolità (ATM), que es titula "Influència de l'adaptació d'estacions de metro i FGC a PMR en l'augment del passatge" de juny de 2011.

Els resultats de l'estudi *ex-post* es resumeixen a la següent fitxa:

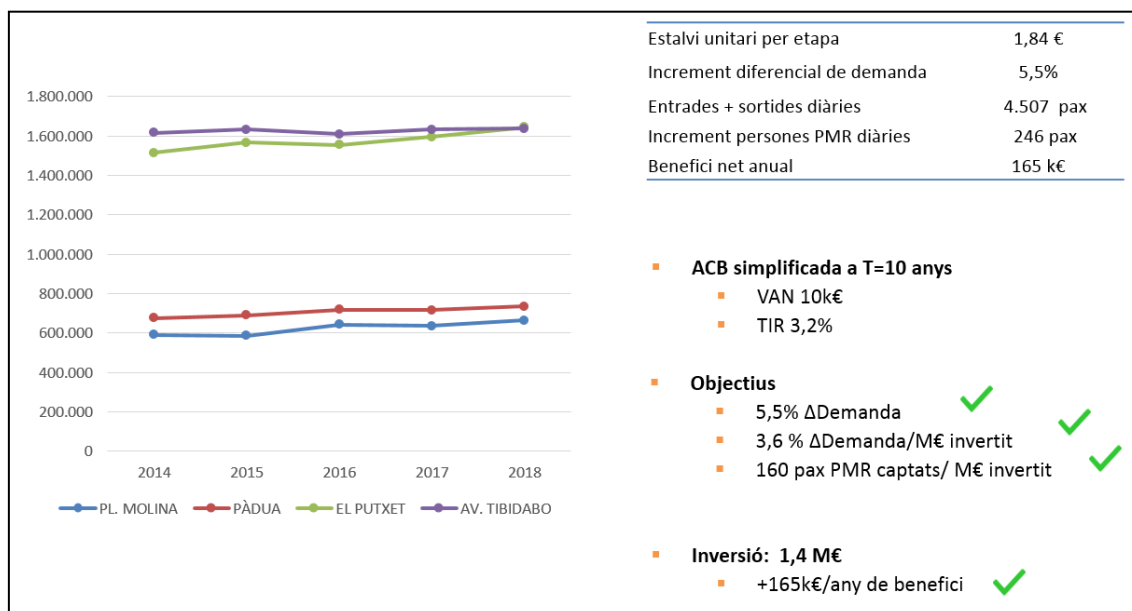


Figura 34. Resultats adaptació PMR de Putxet.

Segons l'estudi *ex-post*, l'adaptació PMR de l'estació ha provocat un increment de la demanda normalitzada del 5,5%. S'han definit dos indicadors d'eficàcia de l'actuació:

- Indicador: 3,6 % ΔDemanda / M€ invertit
- Indicador: 160 pax PMR captats / M€ invertit

Els indicadors d'eficàcia definits poden ser útils per realitzar una meta-anàlisi amb actuacions de millora d'estacions similars, podent així analitzar quines són més rendibles i identificar els motius.

Per a una estació d'1.645.173 'entrades + sortides' anuals (dades memòria FGC 2017), l'estudi dona un increment de 4.507 persones, que amb un estalvi unitari de 1,84 € per etapa, dona un

benefici net anual de 165 mil €, equivalents a 1,65 M€ en un període de 10 anys. D'altra banda, analitzant les validacions de la línia, destaquem que des de l'adaptació PMR del Putxet, la demanda del Putxet ha augmentat més que a les altres estacions de la línia.

Aquesta metodologia també es podria aplicar per estudiar els increments de demanda d'una estació un cop es realitza una millora de qualsevol tipologia, com per exemple una ampliació d'andanes, una millora dels accessos, etc.

2.5 Vies ciclistes

2.5.1 Nou carril bici a la carretera B-204 de Viladecans

El Departament de Territori i Sostenibilitat va finalitzar el 2017 les obres de millora d'un tram de la carretera B-204 a Viladecans (Baix Llobregat).



Figura 35. Mapa de situació.

Els treballs pel que fa el carril bici van incloure:

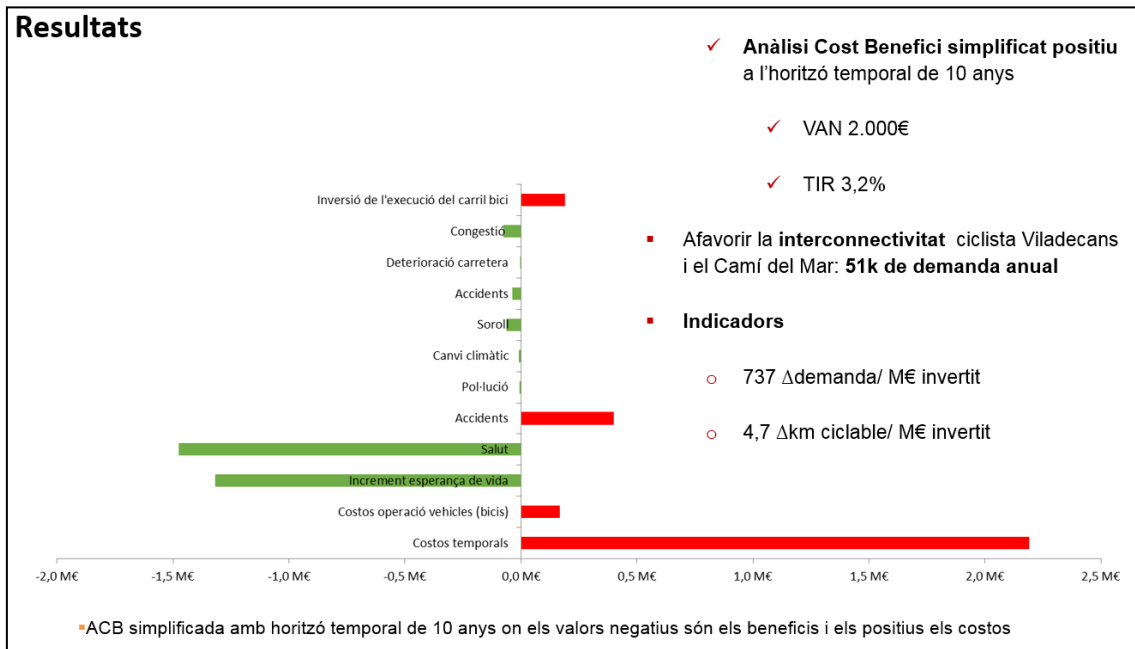
- Millora del drenatge.
- Senyalització vertical.
- Instal·lació de noves barreres de seguretat.



Figura 36. Carril bici a la carretera B-204.

L'estudi d'avaluació *ex-post* se centra en l'anàlisi del nou carril bici de 900 metres de longitud, des del pont sobre la C-32 fins a l'encreuament amb la B-210, per enllaçar amb el carril bici que ja existeix al camí de les Filipines. El nou carril té una amplada de 2,2 metres i es va situar al costat dret de la carretera.

Els resultats de l'avaluació *ex-post* es resumeixen a la següent fitxa:



Analitzant els costos d'inversió, que són d'un total de 0,19 M€, s'han definit dos indicadors que permeten comparar l'eficàcia d'aquesta actuació respecte altres de la mateixa tipologia:

- 737 Δdemanda diària/ M€ invertit

- 4,7 Δkm ciclable/ M€ invertit

Les evidències *ex-post*, segons els comptatges realitzats, indiquen que la demanda anual del carril bici és superior als 51.000 ciclistes. Així doncs, s'afavoreix la interconnectivitat de les vies ciclistes entre Viladecans i el Camí del Mar, amb una demanda captada diària en dia laborable de 110 ciclistes i 217 en cap de setmana.

En aquest cas s'ha realitzat l'avaluació cost benefici simplificada amb evidències *ex-post* 2019, i tenint en compte els criteris i costos de referència definits en el "*Economic evaluation of cycle projects – methodology and unit prices*", un estudi publicat al desembre de 2009 de COWI per la ciutat de Copenhagen. Per a un horitzó temporal de 10 anys, l'ACB simplificada dona un VAN de 2 mil € i una TIR de 3,22%. La taxa de rendibilitat social és superior a la taxa de descompte social del projecte.

2.6 Millora ambiental. Actuacions de millora ambiental i d'altres de singulars

2.6.1 Barreres acústiques de la C-17

L'estudi d'avaluació *ex-post* se centra en l'anàlisi de la construcció d'unes barreres acústiques a la C-17, entre el PK 4+600 i PK 4+850. Aquest projecte de 250 metres de longitud es localitza al municipi de Montcada i Reixac.

De l'estudi acústic abans de l'actuació es va despendre una disminució de la contaminació acústica, però els valors es mantienien per sobre dels que marcava la legislació vigent. Conseqüentment es va proposar una actuació per atenuar el soroll del trànsit, concretament a través del revestiment dels murs amb panells fono-absorbents.



Figura 37. Localització del tram de l'actuació abans i després de l'actuació.

L'import final d'execució de l'actuació va ser de 407.934,62 €, un 33% més respecte a la quantitat estimada del projecte original.

En relació a actuacions de millora mediambiental i més concretament de reducció de contaminació acústica, és essencial prendre mesures abans de l'actuació, per tal de concretar la solució potencial (actuació) i prendre mesures després de l'actuació en els mateixos horaris, dies de la setmana, i lloc on es van prendre els mesuraments abans de decidir l'actuació. Així mateix, en un horitzó temporal raonable i suposant un increment de la circulació al mateix tram, es recomanaria tornar a mesurar el soroll i comparar amb l'escenari de referència (abans de l'actuació). Com no s'han pogut prendre les mateixes mesures que en l'escenari *ex-ante*, l'avaluació *ex-post* és molt limitada.

Com a pràctica estàndard es proposa mesurar de nou el soroll en uns sis mesos i en els mateixos intervals *ex-ante*. Igualment, si en els períodes conseqüents es fan obres d'ampliació del tram, on s'hi han instal·lat les barreres acústiques, que impliquin més circulació o un increment de la freqüència de pas, es recomana tornar a mesurar el soroll independentment de l'horitzó dels sis mesos. En el cas d'aquesta actuació, la variabilitat de la IMD de la carretera que s'ha incrementat en els últims anys, fa que s'hagin de prendre mesures acústiques d'una manera més periòdica per avaluar l'actuació.

La rellevància de les actuacions en relació a la contaminació acústica radica en la fiabilitat de les dades en les zones confrontants a la zona crítica (on la contaminació acústica excedeixi el

llindar establert per la regulació actual). En aquest sentit és essencial assegurar que el mesurament es fa en un escenari estàndard i en diferents horaris, i dies de la setmana, per valorar l'impacte de la quantitat de vehicles (circulació) i freqüència de pas per unitat de temps (p. ex. hora). D'igual manera la fiabilitat assegurarà l'adequació del tipus i l'abast de l'obra suposant no incórrer en costos excessius o desviacions en relació al cost d'execució.

3

Meta-anàlisi

Per avaluar els possibles efectes d'un projecte, s'han de realitzar múltiples hipòtesis. És per això que, després d'haver estudiat els projectes de l'any 2017 individualment, es pot analitzar la situació del conjunt de les actuacions i treure conclusions de quines de les suposicions extretes són errònies i en quina quantitat.

Aquest apartat es divideix en dues parts: meta-anàlisi per tipologia d'actuació i meta-anàlisi del conjunt d'actuacions del 2017. En l'apartat 3.1 es durà a terme una meta-anàlisi per a cada tipologia d'actuació, seguint pautes similars a altres manuals europeus que es presenten al "Manual del sistema d'avaluació d'inversions en transport (SAIT)". En l'apartat 3.2 s'analitzen en conjunt tots els resultats de les actuacions i es realitza una meta-anàlisi del període avaluat.

3.1 Meta-anàlisi d'actuació individual

L'actuació individual té uns objectius a validar i, paral·lelament, una diferència entre els valors estimats en l'anàlisi *ex-ante* i els valors empírics, després de la posada en servei del projecte. És per això que s'han de comparar els resultats obtinguts amb altres actuacions de caire similar.

Aquest apartat analitza la meta-anàlisi de dos tipus d'actuacions: ampliació de la xarxa de transport públic i millora de la seguretat viària. S'ha realitzat una meta-anàlisi de les actuacions d'ampliacions de transport públic dels Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya a Terrassa i Sabadell, atès que aquestes actuacions van suposar una inversió total superior als 700 M€. Per altra part, donat l'elevat nombre d'actuacions de seguretat viària que es van dur a terme al 2017, s'ha decidit fer una meta-anàlisi d'aquesta tipologia d'actuacions.

3.1.1 Meta-anàlisi de les actuacions d'ampliacions de xarxa de transport públic

Per a l'ampliació d'una xarxa de tren i noves estacions, seguint les actuacions estudiades (veure fitxes), es pot fer una anàlisi global de les possibles desviacions respecte l'estudi *ex-ante*. Els principals indicadors suposats en l'*ex-ante* són, entre d'altres, la demanda (usuaris captats i induïts), el cost d'inversió final i els valors de la TIR i el VAN. Analitzant totes les actuacions d'aquesta tipologia es troben els següents resultats:

- Demanda

La demanda d'un projecte de transport públic cal dividir-la pels següents segments d'usuaris:

- *Demanda existent*, que són aquells usuaris que emprenen el mateix mode/ruta/hora que abans i després de la implantació del projecte.
- *Demanda captada*, que són usuaris que utilitzaven un mode/ruta/hora diferent, però ara han modificat el seu comportament.
- *Demanda induïda*, que són usuaris que realitzen nous desplaçaments. Aquesta nova demanda es dona degut a la reducció en el cost generalitzat del transport, que fa que sigui menor que el benefici que l'usuari obté per realitzar-lo, ja sigui a partir d'usuaris existents que ara fan més desplaçaments, com per nous usuaris que abans no en realitzaven cap.

Seguidament es realitza l'anàlisi de les dues actuacions d'ampliacions de transport públic corresponents als projectes del perllongament dels Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya (FGC) a Terrassa (2015) i Sabadell (2017). La següent taula presenta les desviacions de l'estudi *ex-post* respecte a les estimacions *ex-ante* del PDI 2010-2020.

Taula 23. Taula comparativa entre les actuacions dels FGC Sabadell i Terrassa.

	FGC Terrassa	Desviació respecte el PDI 2010-20	FGC Sabadell	Desviació respecte el PDI 2010-20	Desviació mitja d'ambdues actuacions
Passatgers diaris en dia feiner	14.136 pax	-36%	12.784 pax	-40%	-38%
Viatges captats en vehicle privat	1.400 veh/dia	-12%	1.790 veh/dia	-4%	-8%
Hores estalviades pels usuaris	3.064 hores	-29%	2.019 hores	-49%	-40%
Cost d'Inversió	404 M€	+37%	334 M€	+16%	+26%
Increment de viatges	+47%		+40%		44%
Estalvi del temps d'accés	+17 minuts		+11 minuts		+14 min
Increment dels intercanvis modals	+7%		+9%		8%

VAN	-4,1 M€	+17,9 M€
TIR	2,9%	3,4%

Una de les variables amb més pes és la diferència entre la demanda suposada en l'*ex-ante* i la demanda real *ex-post* en els diferents projectes. Com sol ser habitual, la demanda diària d'usuaris en un dia feiner és menor a la prevista; com a mitja de les actuacions, la demanda d'usuaris en un dia feiner és un 38% menys que la prevista.

Posteriorment, s'analitza la desviació en percentatge d'usuaris captats del vehicle privat, el qual, al igual que la demanda total, el previst és major que el real. Com a mitjana de les actuacions, la demanda d'usuaris captats de vehicles privats és un 8% menys que la prevista. Tot i així, aquesta demanda de captació d'usuaris del vehicle privat, s'assembla més a la real que la demanda total. Això fa que, prenent la hipòtesi de què la demanda existent és la mateixa, la demanda induïda és el paràmetre que fa variar els dos casos. Com s'ha explicat anteriorment, la demanda induïda és un valor molt subjectiu i que pot fer que no s'entengui en enquestes, invalidant els resultats d'aquestes.

Així mateix, s'estudia la diferència entre els costos finals d'inversió, ja que s'ha de tenir en compte possibles modificacions, complementaris i altres canvis en l'obra. En aquest cas el valor d'inversió és molt més elevat en la realitat que a l'hora de la suposició; com a mitjana de les actuacions, el cost final d'inversió suposa un sobrecost d'un 26% més del previst inicialment. El motiu d'aquesta desviació es deu principalment al canvi en el procediment constructiu. Cal remarcar que per una inversió tan elevada, una petita variació del percentatge de desviació representa un augment significatiu del cost d'inversió.

3.1.2 Meta-anàlisi d'actuacions de seguretat viària

Les actuacions de reforç del ferm, millora de nusos, variants i seguretat viària tenen l'objectiu en comú de reduir l'accidentalitat a la via. En aquesta meta-anàlisi s'estudien 18 casos d'actuacions del 2017 on l'objectiu s'hauria de complir i, d'aquesta manera, reduir el cost extern degut a l'accidentalitat.

Aquest apartat de meta-anàlisi de seguretat viària es divideix en tres apartats:

- Índex de seguretat viària
- Reducció d'accidents en percentatges
- Conclusions dels resultats obtinguts

3.1.2.1 Índex de seguretat viària

L'Índex de seguretat viària, ja definit al Manual SAIT, es defineix com la divisió entre l'estalvi en un període temporal de reducció d'accidents i la inversió de l'obra. Aquest índex no es diferencia pel volum d'un projecte, cosa que ajuda a poder comparar totes les obres de seguretat viària. Aleshores, per una obra concreta i , es troba la següent equació:

$$I_{SV,i} = \frac{\text{estalvi anual (€) per la reducció d'accidents}_i}{\text{inversió obra}_i}$$

Al fer l'anàlisi, un major $I_{SV,i}$ implica que té majors beneficis pel que fa a la reducció de l'accidentalitat.

Els valors recomanats de referència es mostren a la Taula 4. Valors de l'Índex de seguretat viària.

Tenint en compte les 18 actuacions de seguretat viària, la mitjana és de **0,69**. A continuació s'analitzen les diferents actuacions, segons l'Índex de seguretat viària que s'hagi obtingut: major a 1 i entre 0 i 1. En els casos en què l'accidentalitat augmenta, l'índex té un valor inferior a 0 i no es calcularà.

– Índex de seguretat viària major a 1

Les actuacions del territori català on l'Índex de seguretat viària és superior a 1 són el 22% de les obres estudiades (C-12, C-16, C-17 i C-44). Aquestes actuacions han disminuït l'accidentalitat mortal (-37%, -58%, -100% i 0% respectivament).

Els projectes tenen una eficiència molt alta, tenint en compte que en menys d'un any ja s'ha recuperat la inversió de l'obra en termes de reducció dels costos vinculats a l'accidentalitat.

D'aquestes actuacions, una correspon als separadors de fluxos, C-16, la qual cosa confirma que aquesta tipologia de projectes són molt eficients i la rendibilitat és molt elevada, recuperant-se la inversió en menys d'un any.

Pel que fa a l'actuació a la C-17, suposa una gran millora en el ferm de la via i un gran estalvi en costos d'accidentalitat. S'han reduït un 100% els accidents mortals i un 70% els greus. En canvi, els lleus han augmentat un 4%.

Les obres de la C-12 han consistit en l'adequació dels sistemes de contenció de vehicles i han tingut un gran impacte en la reducció d'accidentalitat, assolint una disminució del 37% dels mortals i un 10% dels greus.

Finalment, l'actuació a la C-44 on s'hi ha instal·lat el separador de fluxos, també ha tingut un gran impacte en l'accidentalitat, degut a que ha suposat una reducció del 100% dels accidents greus i un 25% els lleus.

– Índex de seguretat viària entre 0 i 1

Les actuacions amb l'índex de seguretat entre 0 i 1 són actuacions on la reducció d'accidentalitat és un objectiu de segon pla: es tracta de projectes de reforç del ferm, variants, millora de nus, etc.

En aquest cas, es troben el 78% de les actuacions estudiades. Aquests 14 projectes també es divideixen en dues parts: menor a 0,5 i major a 0,5. Les actuacions amb un índex major a 0,5 (C-1413a i C-58) tenen un punt en comú: el nombre d'accidents greus disminueix de manera molt considerable i, en el cas de la C-58 també es redueixen un 100% els accidents mortals i un 26% els accidents lleus, en ser una actuació de separadors de fluxos eficaç.

En el següent gràfic s'il·lustren els índex de seguretat viària de totes les actuacions analitzades, la qual cosa permet extreure les següents conclusions:

- Totes les actuacions tenen un índex de seguretat viària superior a 0, comportant que les inversions siguin recuperades i l'accidentalitat reduïda.
- Les actuacions de separadors de fluxos són molt eficients.
- Totes les actuacions del ferm han reduït els costos de l'accidentalitat i de mitjana, la recuperació de la inversió es fa en dos anys.

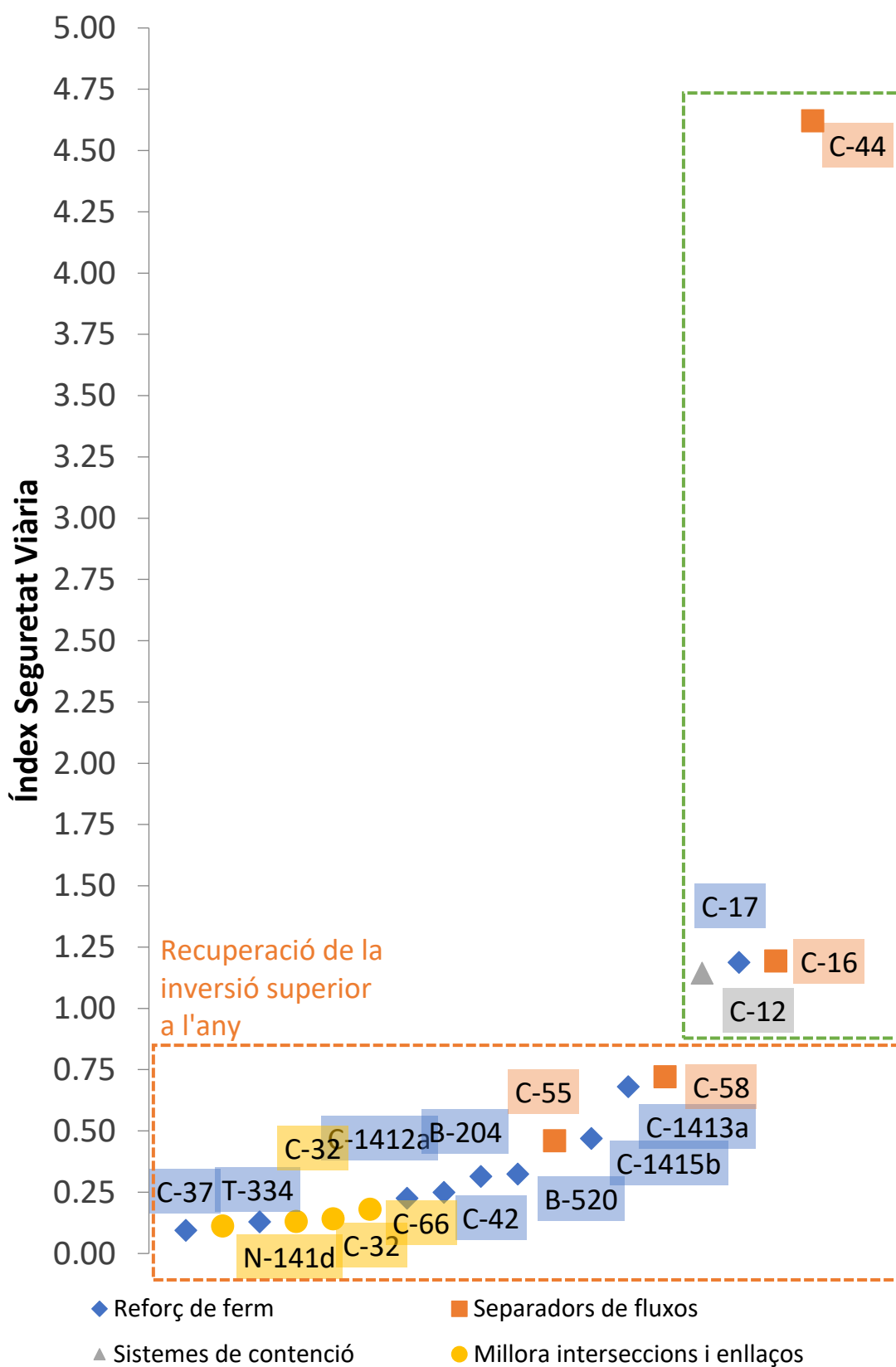


Figura 38. Gràfic il·lustratiu dels Índex de seguretat viària de les actuacions analitzades.

La millora d'interseccions i enllaços són un conjunt d'actuacions que s'ha analitzat des de l'òptica de la seguretat viària, tot i que es considera oportú realitzar en un futur una anàlisi ex-post de la millora de la mobilitat, atès que es tracta d'un dels objectius cabdals de l'actuació.

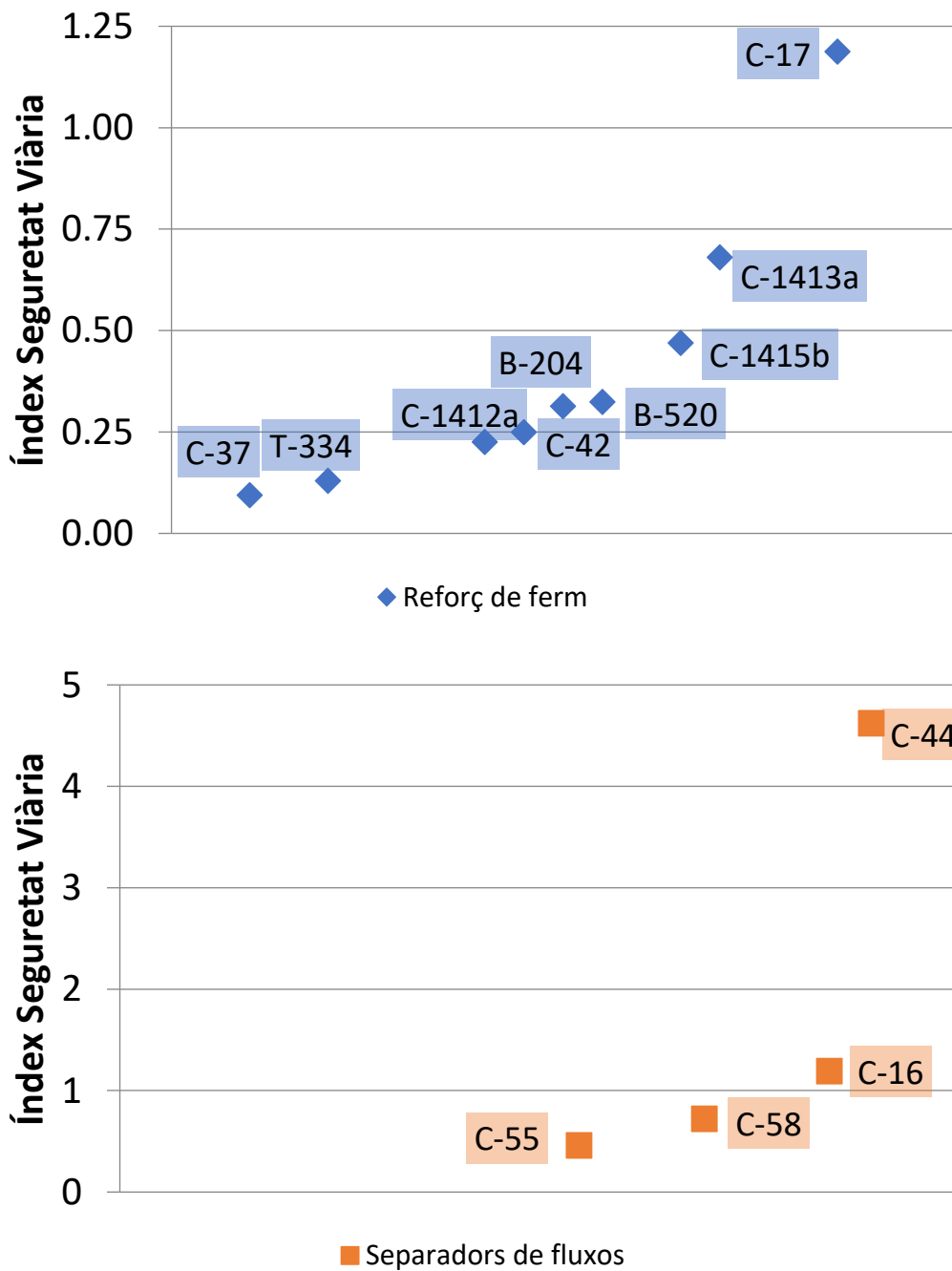


Figura 39. Índex de seguretat viària per a les actuacions de reforç del ferm i els separadors de fluxos.

El 50% de les actuacions de separadors de fluxos tenen un retorn de la inversió de menys d'un any. Pel que fa el reforç del ferm, la major part d'actuacions tenen un Índex de seguretat viària inferior al 0.5, de manera que la recuperació de la inversió es fa en més de dos anys. De mitjana, amb les actuacions de reforç del ferm, es recupera la inversió en tres anys.

3.1.2.2 Reducció d'accidents en percentatges

De mitjana, per cada actuació s'ha estalviat 1,2 M€ en costos externs en termes d'accidentalitat i s'han invertit 2,6 M€. És important dividir els beneficis de reducció d'accidentalitat en mortals, greus, lleus i totals.

– Accidents mortals

En la Figura 40 (pàgina 75) es mostra la diferència en percentatge d'accidents mortals respecte a l'escenari de referència. La mitjana de reducció d'accidents mortals en una actuació és de -25%. Es pot veure al gràfic com, sense tenir en compte actuacions extremes, la majoria de projectes es troben en l'esquema entre -20% i 0%.

Cap projecte ha augmentat els accidents mortals, en **12 actuacions l'accidentalitat no s'ha modificat, i en 6 d'aquestes l'accidentalitat mortal ha disminuït (C-12, C-32, C-16, C-17, C-58 i C-55).**

– Accidents greus

En la Figura 411 (pàgina 76) es mostra la diferència en percentatge d'accidents greus segons l'escenari de referència. La mitjana de reducció d'accidents greus en una actuació és de -56%. Es pot veure a la gràfica la tendència de la reducció d'accidents greus en totes les actuacions, fins al punt que 9 projectes es troben en l'esquema entre una reducció de -100% i -80%.

El 94% dels projectes (17) han disminuït els accidents greus. L'actuació restant ha augmentat els accidents greus en un 250% (C-32 Sitges).

– Accidents lleus

En la Figura 42 (pàgina 77) es mostra la diferència en percentatge d'accidents lleus segons l'escenari de referència. Es pot veure a la gràfica com l'increment d'accidents lleus és mínim, i 6 projectes es troben en l'esquema entre una reducció de -40% i -20%.

En 11 actuacions s'han reduït els accidents lleus i en 7 han augmentat.

– Accidents amb víctimes en total

Es considera accidents amb víctimes la suma dels mortals, greus i lleus. En la Figura 43 (pàgina 78) es mostra la diferència en percentatge d'accidents totals segons l'escenari de referència. La mitjana de reducció d'accidents amb víctimes en una actuació és del 9%. De

manera global, es mostra una tendència a una reducció d'accidents, tenint dos grans grups: 7 actuacions entre -40% i -20% i 4 actuacions entre -20% i 0%.

En general, en un **78% dels projectes l'accidentalitat amb víctimes ha disminuït.**

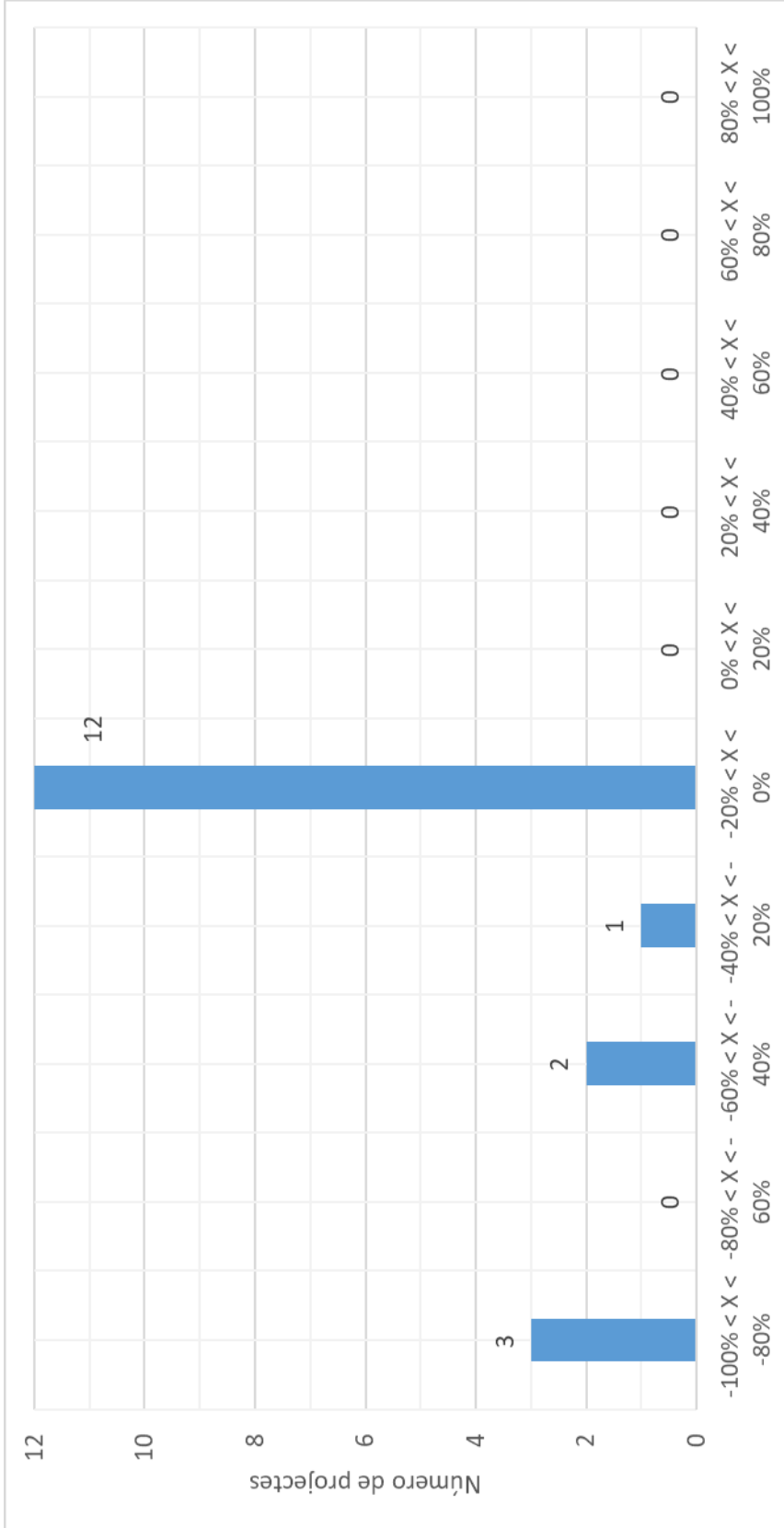


Figura 40. Reducció d'accidents mortals degut a les actuacions.

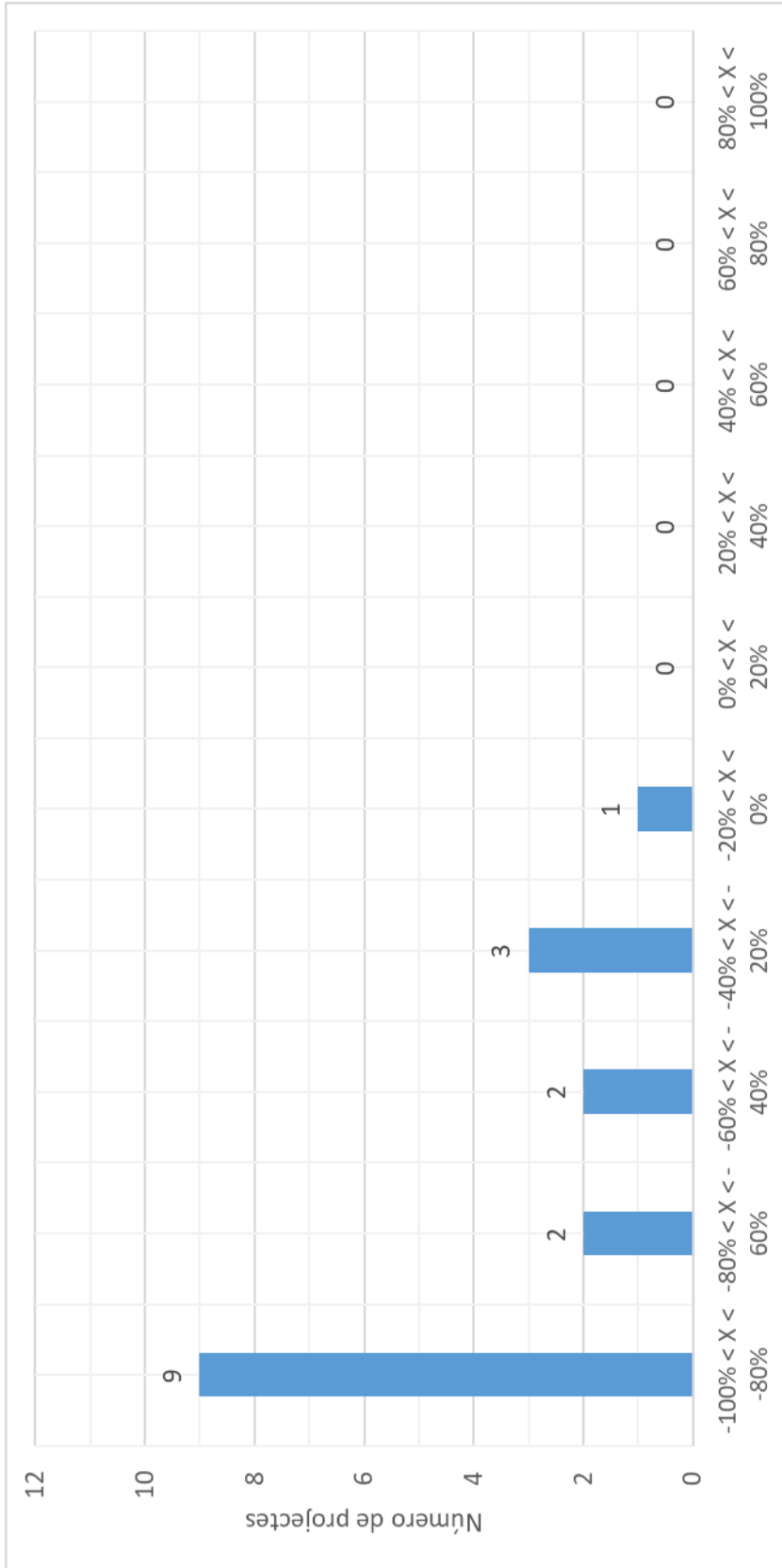


Figura 41. Reducció d'accidents greus degut a les actuacions

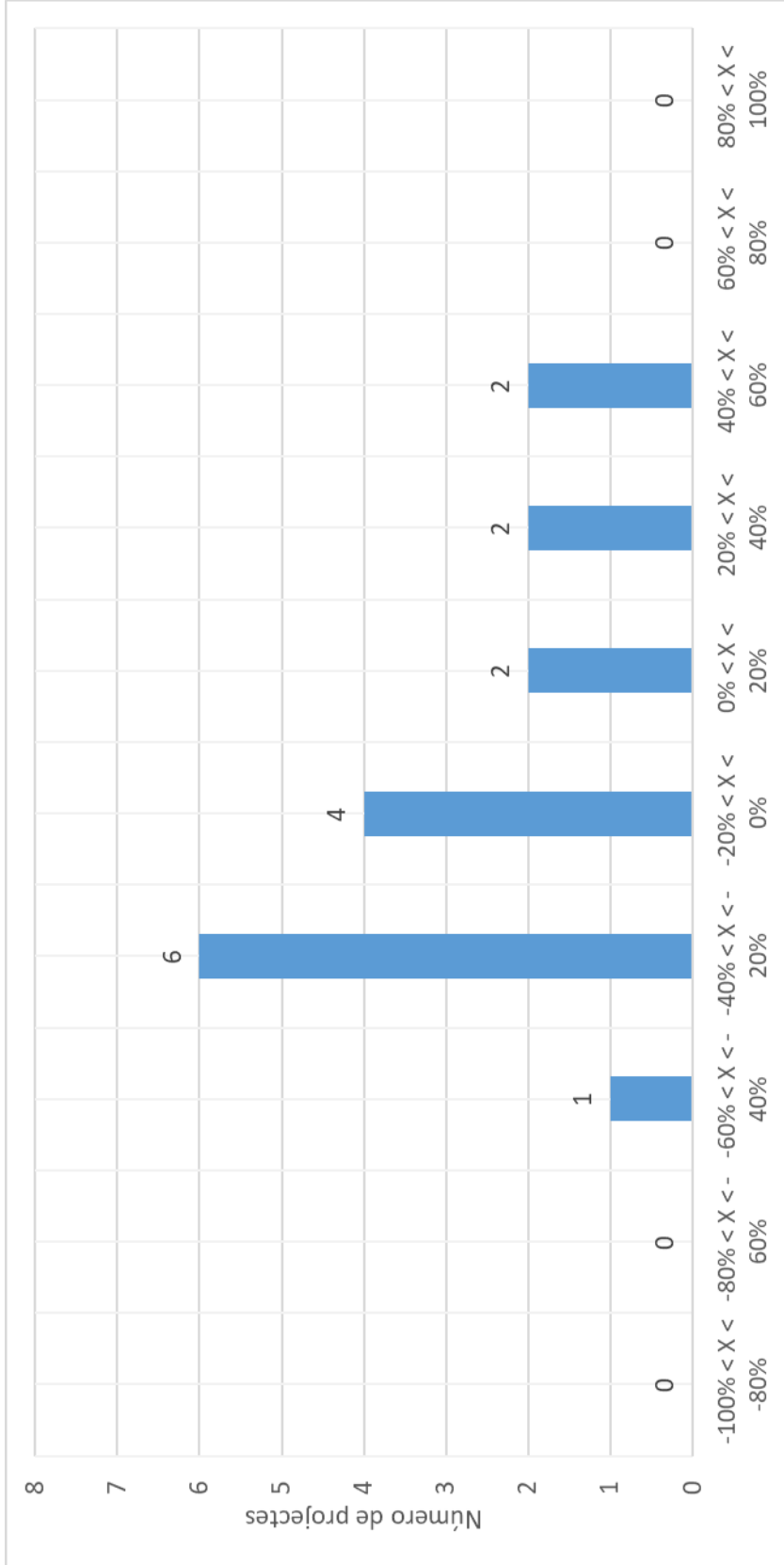


Figura 42. Reducció d'accidents lleus degut a les actuacions.

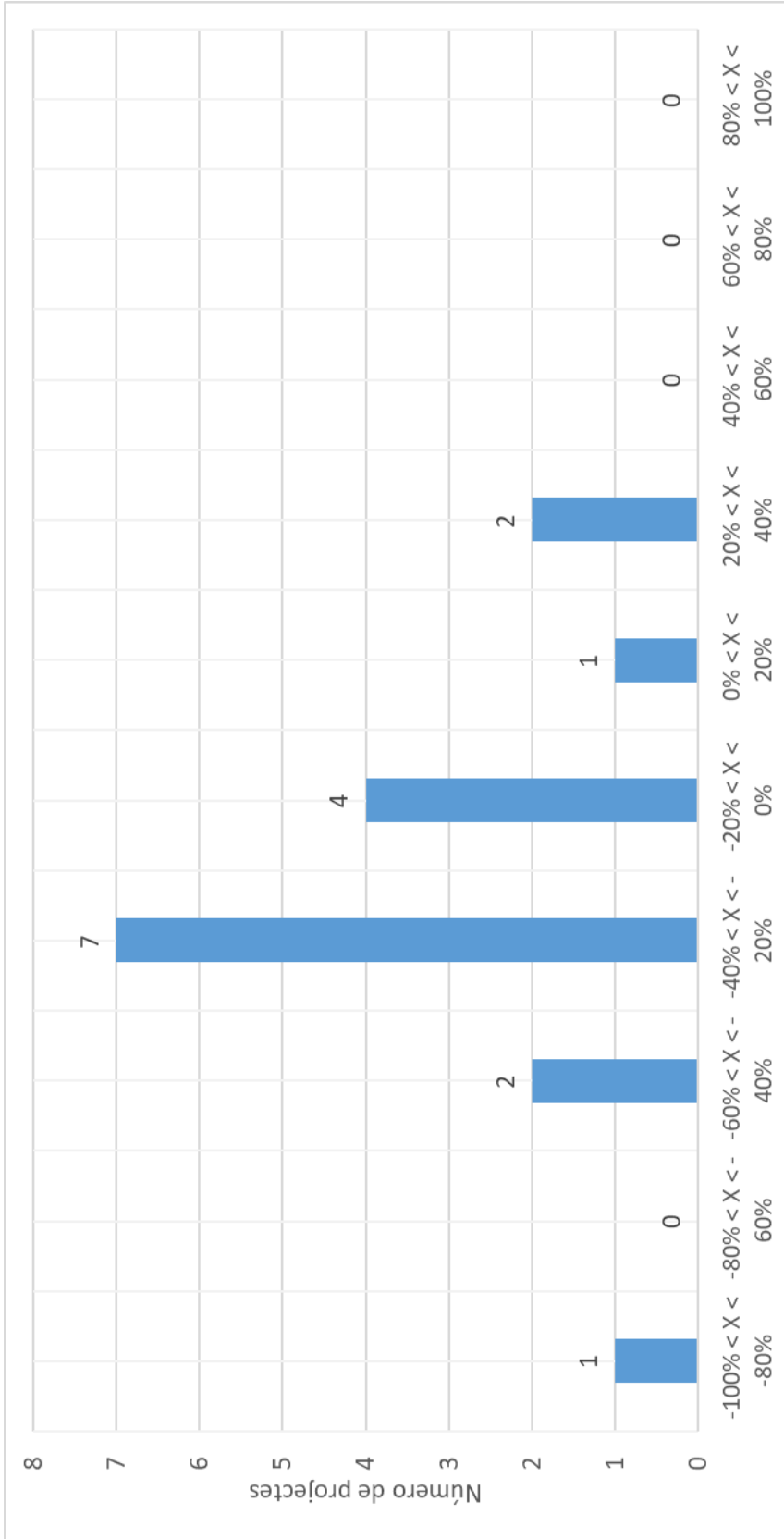


Figura 43. Reducció d'accidents totals de víctimes degut a les actuacions.

3.1.2.3 Conclusions de les actuacions de seguretat viària

En total, degut a les actuacions realitzades i com s'observa a la Taula 24, s'han pogut **prevenir 38 accidents amb víctimes**, dels quals serien **5 accidents mortals, 22 accidents greus i 11 accidents lleus**. Aleshores, això es tradueix en una **disminució** del 10% d'accidents amb víctimes, 70% d'accidents mortals, 57% d'accidents greus i 3% d'accidents lleus.

	Accidents amb víctimes	Accidents mortals	Accidents greus	Accidents lleus
Esc. Referència	372	7	39	326
Esc. Projecte	334	2	17	315
Impacte net	-38	-5	-22	-11
Impacte net percentatge	-10%	-70%	-57%	-3%

Taula 24. Comparació de l'accidentalitat degut a les actuacions totals.

Monetàriament, aquestes reduccions es tradueixen en un estalvi de 22 M€ de costos d'accidentalitat. Per l'altra part, de les actuacions considerades, s'han invertit 43 M€ en actuacions per millorar la seguretat viària, reforç del ferm, variants i millora de nus. Llavors, en un any s'ha recuperat el 51% de les inversions de les 18 actuacions analitzades. En altres paraules, **la inversió d'aquestes 18 actuacions realitzades es recuperaria aproximadament en 2 anys, considerant exclusivament els estalvis en accidentalitat. D'aquesta manera, des d'un punt de vista socioeconòmic, a dia d'avui les actuacions ja estarien rentabilitzades.**

Analitzant per separat les actuacions de reforç del ferm i de separadors de fluxos, que són les actuacions més eficients, els resultats finals que obtenim són els següents:

	Accidents amb víctimes	Accidents mortals	Accidents greus	Accidents lleus
Esc. Referència	194	1	19	174
Esc. Projecte	178	0	5	173
Impacte net	-16	-1	-14	-1
Impacte net percentatge	-9%	-100%	-74%	0%

Taula 25. Comparació de l'accidentalitat degut a les actuacions de reforç del ferm.

Monetàriament, pel que fa les actuacions de **reforç del ferm**, aquestes reduccions es tradueixen en un estalvi de 8 M€ de costos d'accidentalitat. Per l'altra part, de les actuacions considerades, s'han invertit 13 M€. Llavors, en un any s'ha recuperat el 61% de les inversions de les 9 actuacions analitzades. En altres paraules, **la inversió d'aquestes 9 actuacions de reforç del ferm realitzades es recuperaria aproximadament en menys de 2 anys, considerant exclusivament els estalvis en accidentalitat.**

	Accidents amb víctimes	Accidents mortals	Accidents greus	Accidents lleus
Esc. Referència	93	4	12	77
Esc. Projecte	72	1	6	65
Impacte net	-21	-3	-6	-12
Impacte net percentatge	-22%	-75%	-50%	-15%

Taula 26. Comparació de l'accidentalitat degut a les actuacions de separadors de fluxos

Pel que fa les actuacions de **separadors de fluxos**, aquestes reduccions es tradueixen en un estalvi de 9 M€ de costos d'accidentalitat. Per l'altra part, de les actuacions considerades, s'han invertit 13 M€. Llavors, en un any s'ha recuperat el 69% de les inversions de les 4 actuacions analitzades. En altres paraules, **la inversió d'aquestes 4 actuacions de separadors de fluxos realitzats es recuperaria en menys de 2 anys, considerant exclusivament els estalvis en accidentalitat.**

3.2 Meta-anàlisi del conjunt de les actuacions del 2017

3.2.1 Introducció

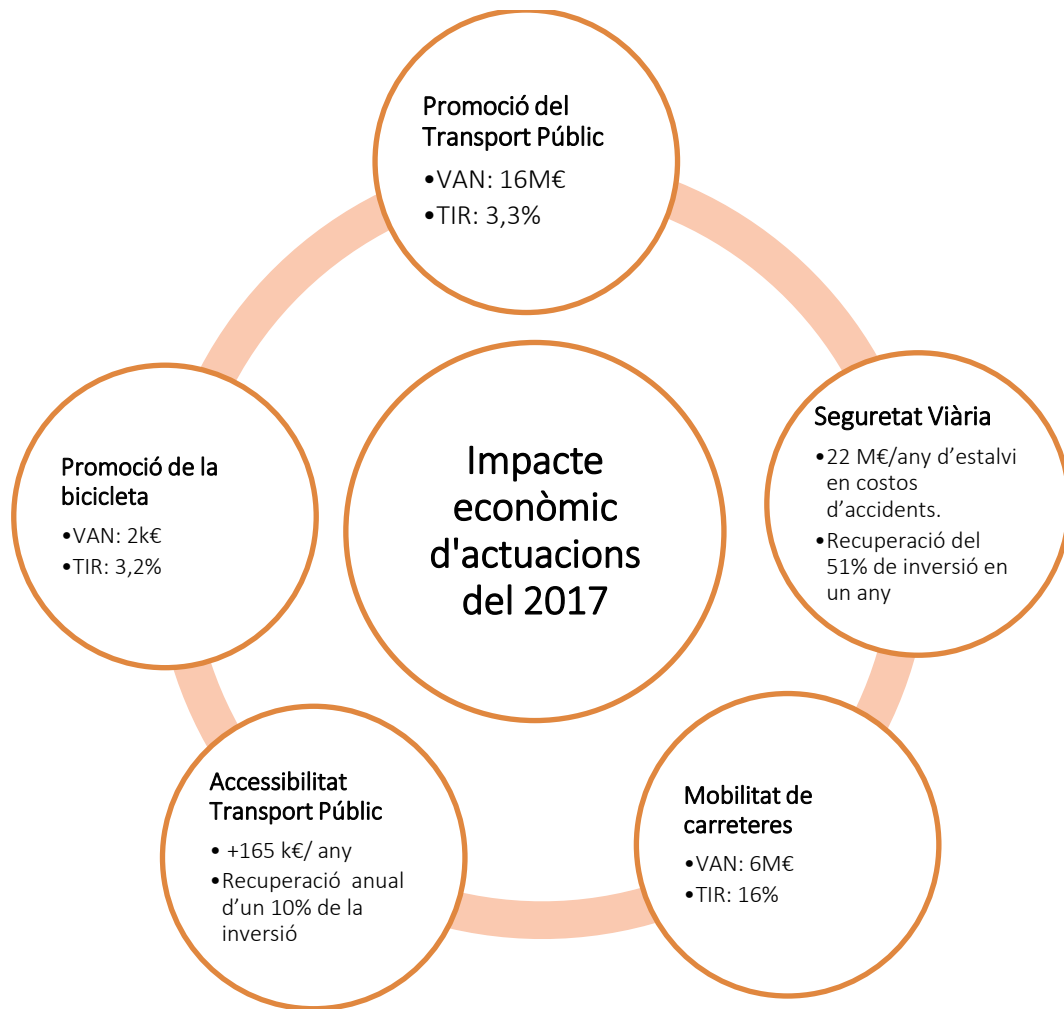
En aquest apartat l'objectiu és realitzar una anàlisi conjunta de totes les actuacions per extreure conclusions sobre el benefici de les inversions realitzades, i veure les desviacions respecte a les previsions *ex-ante*. Al mateix temps, aquest exercici permet demostrar als ciutadans i als usuaris de forma transparent, la relació entre despesa invertida i beneficis de les actuacions.

Així com l'anàlisi de l'apartat 3.1 és un exercici més exhaustiu i quantitatiu, per estudiar tot el conjunt d'actuacions, donat el seu caràcter diferent, es planteja una anàlisi més qualitativa i que permeti obtenir unes conclusions globals sobre els beneficis obtinguts per a la societat, de les inversions en infraestructures al 2017.

3.2.2 Taules i gràfics de meta-anàlisi

Es presenta un resum de totes les actuacions estudiades en format taula. Així mateix, per tal de fer més pragmàtics els resultats, es mostra una figura com a resum d'aquest Informe d'avaluacions *ex-post* de 2017 i d'altres de singulars.





3.2.3 Conclusions

Analitzant en global, les actuacions avaluades del 2017 i alguna singular podem concloure que més del 95% de les actuacions estudiades tenen una avaluació *ex-post* positiva.

De les divuit actuacions de seguretat viària avaluades, es conclou que s'ha produït una reducció de 38 accidents amb víctimes, dels quals serien 5 accidents mortals, 22 accidents greus i 11 accidents lleus. Aquestes reduccions es tradueixen en un estalvi de 22 M€ de costos d'accidentalitat. En un any s'ha recuperat el 51% de les inversions de les 18 actuacions analitzades.

Les actuacions de promoció de transport públic, concretament els perllongaments dels Ferrocarrils de la Generalitat a Sabadell i Terrassa, tenen un VAN total de 30 milions d'euros i les TIR d'ambdues se situen al voltant del 3%, gràcies a un increment de més de 7.000 usuaris diaris i una captació de més de 3.000 vehicles privats. L'accessibilitat dels usuaris a les línies dels FGC en qüestió s'ha reduït en 12 minuts gràcies a les noves estacions.

L'actuació de la via ciclista analitzada al 2017 té un VAN de 2 mil euros i una TIR del 3,2% gràcies a la captació de 130 ciclistes al dia. En aquest anàlisi cost benefici s'han avaluat els guanys en salut per l'activitat física dels ciclistes i la reducció d'externalitats gràcies a la promoció de la bicicleta.

Pel que fa a les actuacions de millora de la mobilitat viària, que inclou l'avaluació d'una variant i la millora d'un ramal d'accés, l'avaluació *ex-post* conjunta conclou que han estalviat de mitjana més de 2 minuts de temps de viatge dels usuaris de la carretera. Alhora, s'han reduït les externalitats produïdes sobre el municipi de Valls gràcies a la captació de 2.000 vehicles/dia per la variant. Les actuacions en conjunt tenen un VAN de 6 M€ i una TIR del 16%.

L'actuació de millora d'accessibilitat de les estacions de transport públic (PMR Putxet) té una recuperació anual del 10% de la inversió i ha captat un total de 4.500 d'usuaris PMR. De l'avaluació cost benefici simplificada es conclou un guany de més de 160.000 euros per any, a més d'assolir l'objectiu de garantir l'accessibilitat universal al transport públic.

Cal remarcar que en ser les primeres avaluacions *ex-post* que està duent a terme la Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat, la captació de dades abans de realitzar la infraestructura no s'han pogut portar a terme en determinats casos, i això ha complicat algunes de les estimacions *ex-post*.

3.2.4 Recomanacions

Les recomanacions que s'extreuen després de l'avaluació *ex-post* de les actuacions del 2017 i d'algunes singulars són:

- És important recopilar dades per a l'avaluació des del primer moment.
- Gran part de les dades necessàries per a una avaluació exacta no estaran disponibles si no es recullen durant les fases de planificació, contractació, construcció i operació.
- Es recomana establir un estàndard per a cada tipologia d'actuació de recollida de dades, per després realitzar les avaluacions *ex-post* de manera àgil i eficient.
- Aquest estudi *ex-post* s'engloba dins d'un projecte a llarg termini i l'objectiu és anar millorant any rere any aquestes avaluacions.
- Les metodologies establertes per a aquest estudi són orientatives i han de ser flexibles, en funció de les característiques de cada infraestructura de transport que s'avalua.
- Per a grans projectes de transport, es recomana fer un seguiment durant tot el cicle de vida del projecte i anar monitoritzant amb avaluacions *ex-post* la rendibilitat socioeconòmica del projecte, amb l'objectiu de detectar incoherències del mateix amb la demanda, el desenvolupament territorial o el cost de la inversió.
- L'avaluació pot posar de relleu els riscos per a l'execució satisfactòria del projecte i recomanar canvis quan sigui necessari per reduir el risc de retards en els projectes o sobre costos.
- Elaboració d'una guia marc per a la recollida de dades per a futures avaluacions *ex-post*, en funció de la tipologia d'actuació.
- És molt important utilitzar valors de costos unitaris que siguin comparables en el temps i entre diferents tipologies d'actuacions.

Annex 1

Cas pilot. Millora de seguretat viària C-16 Berga-Bagà

Avaluació ex-post de la millora de seguretat viària a la C-16 entre Berga i Bagà



Data de redacció

Juliol 2019

Documents

Avaluació ex-post



Direcció

**Santiago Ribas
Albert Palomo**

Autors

**Aleix Pons
Javier Garrido**



Generalitat de Catalunya
Departament de Territori i Sostenibilitat
**Direcció General d'Infraestructures
de Mobilitat**



Índex

1	Introducció i metodologia	5
2	Dades generals de l'actuació	5
2.1	Àmbit de l'actuació	6
2.2	Situació prèvia i antecedents de l'actuació	7
2.3	Descripció de l'actuació	7
2.4	Desviacions i modificacions	8
3	Costos d'inversió	8
4	Accidentalitat.....	10
4.1	Anàlisi de dades	10
4.2	Avaluació de l'impacte.....	11
5	Conclusions.....	12
5.1	Verificació d'objectius.....	12
5.2	Lliçons apreses.....	12

1 Introducció i metodologia

Aquest informe presenta l'avaluació ex-post de l'actuació "Millora de les característiques superficials del ferm i reestudi de la secció transversal. C-16. PK 97+138-117+350. Berga-Bagà".

L'avaluació es realitza 2 anys després de la posada en servei de la millora del tram de la C-16 i s'inscriu dins de l'ordre d'estudi EM-XTB-18109 "Estudi d'Avaluació ex post d'Infraestructures de Mobilitat 2017 i actuacions singulars" emesa per la Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat.

L'avaluació es fonamenta en la metodologia descrita a la "Guia per a l'avaluació ex-post d'infraestructures de mobilitat", complementària del Sistema d'Avaluació d'Infraestructures de Transport (SAIT). En el marc d'aquesta metodologia, la present actuació s'inclou dins de la categoria de "Milliores de seguretat viària" i, en conseqüència, l'anàlisi ex-post se centra en els següents elements:

- Anàlisi dels costos d'inversió i de possibles desviacions
- Anàlisi de dades d'accidentalitat i comparació amb l'escenari de referència

2 Dades generals de l'actuació

Taula 1: Dades generals de l'actuació

Títol de l'actuació	Millora de les característiques superficials del ferm i reestudi de la secció transversal. C-16. PK 97+138-117+350. Berga-Bagà
Clau projecte constructiu (i modificats i complementaris)	MB-13009 MB-13009-C1 (complementari 1) MB-13009-M1 (modificat 1)
Tipus d'actuació	Millora de seguretat viària
Cost total de la inversió (IVA exclòs)	3,5 M€
Objectius principals de l'actuació	Reducció de l'accidentalitat en aquest tram de carretera
Data de redacció del projecte	Febrer 2015
Data d'inici de les obres	Agost 2015
Data de posada en servei	30 de setembre de 2016
Contractista	José Antonio Romero Polo, SAU
Direcció d'obra	Geovial, SLP



2.1 Àmbit de l'actuació

L'actuació que s'avalua afecta els següents municipis: Berga, Cercs, La Nou de Berguedà, Guardiola de Berguedà i Bagà; tots ells pertanyent a la comarca del Berguedà i a la província de Barcelona.

Es realitza una millora de seguretat viària a la carretera C-16 (E-9 segons la nomenclatura comuna Europea), també anomenada Eix del Llobregat, que uneix Barcelona amb Puigcerdà i fins la frontera francesa.

El tram subjecte a l'actuació queda limitat, pel costat sud, pel PK 97+138 a Berga, allà on la concessió de CEDINSA acaba i, pel costat nord, pel PK 112,6, just a la boca sud del túnel de Castell de Guardiola a Guardiola de Berguedà. A partir de la boca nord del túnel del Castell de Guardiola PK 112,8 i fins el límit de la concessió del túnel del Cadí PK 117+350 el projecte contempla també la extensió d'una nova capa de trànsit al tronc i als ramals dels enllaços nord i sud de la variant de Guardiola de Berguedà. Les obres previstes només afecten a la plataforma de la carretera i als seus marges. El tram d'actuació és d'una sola calçada amb una secció general d'un carril per sentit, si bé en determinats trams s'inclou un carril addicional per a vehicles lents.

El tram de l'actuació és d'autovia en ser lliure de peatge i és de titularitat de la Generalitat de Catalunya.



Figura 1: Localització del tram de l'actuació

2.2 Situació prèvia i antecedents de l'actuació

La carretera, que discorre per un terreny d'orografia accidentada, té en aquest àmbit una calçada única, amb un carril per sentit i trams de carril addicional per a l'avançament de vehicles lents. Registra un trànsit elevat, d'uns 12.000 vehicles diaris, amb puntes de trànsit més elevades durant els caps de setmana.

Amb data 17 de juny de 2013 la Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat Terrestre del Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya emet l'Ordre d'Estudi núm. 130601 per a la redacció del projecte constructiu de "Millora local. Seguretat Viària. Millora de les característiques superficials del ferm i re estudi de la secció transversal. Carretera C-16. Pk 97+138 al 112+630. Tram: Berga – Guardiola de Berguedà", amb clau MB-13009.

Amb data 5 de febrer de 2015 la Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat Terrestre del Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya emet la Modificació d'Ordre d'Estudi núm. 130601 per a la redacció del projecte constructiu de "Millora local. Seguretat Viària. Millora de les característiques superficials del ferm i re estudi de la secció transversal. Carretera C-16. Pk 97+138 al 117+300. Tram: Berga – Bagà", amb clau MB-13009. L'àmbit del projecte s'allarga, per tant, fins a l'inici de la concessió del Túnel del Cadí.

Les actuacions que aquí s'estudien, s'han d'entendre dins d'un marc més general d'actuacions de condicionament i millora de la seguretat vial de la carretera C-16. En aquest sentit actualment es troba en fase de redacció el projecte d'implementació d'un tercer carril reversible, concretament el projecte de millora general: Eix del Llobregat. Implementació d'un tercer carril reversible a la carretera C-16, del PK 96+500 al 117+300. Tram: Berga-Bagà de Clau: NB-01134.F1 el qual desenvolupa una solució que a més de potenciar la seguretat viària millorarà la capacitat de la carretera dins el tram de la carretera C-16 entre el final de la concessió de CEDINSA a Berga i l'inici de la concessió del túnel del Cadí a Bagà.

2.3 Descripció de l'actuació

Les obres tenen com a objectiu principal millorar la seguretat viària a la C-16 mitjançant actuacions sobre la redistribució de la secció transversal, el ferm, la senyalització, l'abalisament i defenses, etc., al llarg del tram de 20 quilòmetres entre Berga i l'inici de la concessió del túnel del Cadí, a Bagà.

En concret, les actuacions que es portaran a terme són:

Mesures generals:

- Implantació de mitjanes i franges de separació entre sentits de la circulació per evitar xocs frontals. Des de Berga fins a Cercs, es continua la separació de sentits amb un zebrejat central i un tram amb separació física mitjançant una barrera metàl·lica, fins



enllaçar amb la barrera central existent. A partir d'aquest punt, la separació es reforça amb una doble línia continua

- Millora del ferm a tot el tram
- Millora de la senyalització horitzontal i vertical, l'abalisament i les barreres de seguretat

Mesures específiques, en funció de l'àmbit:

- Implantació de barreres físiques de separació de sentits en un tram de revolts entre el túnel de Berga i el túnel de Cercs per evitar la invasió del sentit contrari. El sistema que s'emprarà és una barrera metàl·lica de 60 cm d'alçada, per a facilitar la visibilitat.
- Aplicació d'un tractament antilliscant al paviment, en aquelles zones obagues i de revolts on s'ha detectat més risc que el vehicle se surti de la carretera. Aquesta mesura permet millorar l'adherència del vehicle i reduir el temps de frenada.
- Modificacions puntuals en enllaços amb l'objectiu de millorar la seguretat viària

2.4 Desviacions i modificacions

Durant el desenvolupament de les obres, diverses peticions de les administracions i replantejaments tècnics motiven la introducció de modificacions al projecte original.

Taula 2: Modificacions/desviacions principals de l'actuació

Data	Modificació/Desviació	Motiu(s)	Impacte(s)
Juny 2016	Introducció d'un carril central de gir a l'esquerra a la intersecció amb la carretera BV-4022 a la Nou de Berguedà	El canvi de sentit inicialment previst per evitar el gir a l'esquerra a la Nou tenia un radi insuficient pels camions	<ul style="list-style-type: none"> - Necessitat d'un projecte complementari - Expropiació de terrenys i afectació de serveis - Increment del cost d'inversió
Maig 2016	Diverses modificacions d'elements del projecte (accessos, fermes, senyalització)	Peticions d'administracions i replantejaments tècnics	<ul style="list-style-type: none"> - Necessitat d'un projecte modificat - Increment del costos d'inversió

3 Costos d'inversió

Es presenta a continuació l'estudi ex-post de costos d'inversió derivats de l'actuació amb l'objectiu de comprovar el cost final que ha significat i les possibles desviacions respecte a les

estimacions inicials. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** il·lustra gràficament l'evolució de l'import respecte a la previsió inicial.

L'import final després de les modificacions introduïdes durant l'execució de l'obra és de 3,5 M€, quantitat pràcticament igual a l'estimada al projecte original. Així, la rebaixa realitzada en l'adjudicació fins a 2,7 M€ es neutralitza amb els increments inclosos al modificat i complementari del projecte.

Taula 3: Costos d'inversió estimats en les diferents fases de l'actuació

Pressupost de licitació	Pressupost d'Execució per Contracte (PEC) (IVA exclòs)	3.304.818,87 €
	Afectacions i expropiacions	0 €
	Import total (IVA exclòs)	3.304.818,87 €
Pressupost d'adjudicació	Pressupost d'Execució per Contracte (PEC) (IVA exclòs)	2.670.279,54 €
	Afectacions i expropiacions	0 €
	Import total (IVA exclòs)	2.670.279,54 €
Pressupost projecte modificat i complementari	Pressupost d'Execució per Contracte (PEC) (IVA exclòs)	Modificat (M1): 2.908.243,59 € Complementari (C1): 394.446,11 €
	Afectacions i expropiacions	Complementari (C1): 387,20 €
	Import total (IVA exclòs)	3.303.076,90 €
Import liquidat	Pressupost d'Execució per Contracte (PEC) (IVA exclòs)	3.553.651,08 €
	Afectacions i expropiacions	387,20 €
	Import total (IVA exclòs)	3.554.038,28

Podem concloure que entre el pressupost licitat de l'obra i el import final liquidat hi ha una lleugera desviació del 8%.

4 Accidentalitat

4.1 Anàlisi de dades

Segons les dades d'accidentalitat proporcionades pel Servei de Seguretat Viària i Sistemes de Gestió de la Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat i incloses a la Taula 4, en el període 2010-2015 previ a l'actuació es van produir 39 accidents amb víctimes anualment de mitjana en el tram d'estudi de la C-16. D'aquests, de mitjana, 2 accidents van ser mortals, 4 greus i 33 lleus. En el període 2017-2018 posterior a l'actuació, es produeixen 26 accidents anuals de mitjana, dels quals 1 és mortal, 2 greus i 23 lleus.

Taula 4: Dades d'accidentalitat a la C-16 entre el pk 97+138 i el pk 117-350 en el període 2010-2018

	Accidents amb víctimes	Accidents mortals	Accidents greus	Accidents lleus	Morts	F. Greus	F. Lleus
2010	43	1	4	38	1	10	81
2011	39	4	3	32	5	7	61
2012	39	0	7	32	0	13	62
2013	45	3	2	40	3	6	77
2014	40	1	7	32	1	9	61
2015	25	1	2	22	1	4	42
Mitjana 2010-2015	39	2	4	33	2	8	64
2016	14	0	1	13	0	3	23
2017	25	1	3	21	1	3	57
2018 (*)	26	1	1	24	1	4	34
Mitjana 2017-2018	26	1	2	23	1	4	46

(*) Les dades de 2018 es recullen fins a data de 24/10/2018 i s'extrapolen a l'any complet

A fi de comprovar que aquesta disminució en la mitjana d'accidentalitat abans i després de l'actuació és estadísticament significativa segons les dades disponibles, es realitza un test chi-quadrat.

$$X^2 = \frac{(n_1 t_2 - n_2 t_1)^2}{t_1 t_2 (n_1 + n_2)} \geq X_{norm}^2$$

A on:

t_1 i t_2 són el període de temps en anys abans i després de l'actuació, n_1 i n_2 corresponen al nombre d'accidents totals del període abans i després de l'actuació, X_{norm}^2 correspon al valor mínim de Chi quadrat en el qual la probabilitat de desviació entre els accidents abans i després de l'actuació és o no significativa a un determinat nivell P.

P	10	8	5	3	2	1	0.1
X^2_{norm}	1.71	2	2.7	3.6	4.25	5.41	9.6

Fent el càlcul, ens surt $X^2_{norm} = 15,19 > 9,6$. Per tant, podem afirmar que l'actuació de millora vial ha fet disminuir el número d'accidents de mitjana amb una probabilitat del 99%.

4.2 Avaluació de l'impacte

Per tal d'avaluar l'impacte que ha tingut l'actuació en termes de reducció d'accidentalitat cal, en primer lloc, construir un escenari de referència, que representi la situació hipotètica en què l'actuació no s'hagués dut a terme. Per a definir aquest escenari de referència es pren l'increment mitjà interanual del conjunt de l'accidentalitat registrada a carreteres interurbanes a Catalunya. S'assumeix que aquest increment interanual segueix constant en el futur en l'escenari de referència i s'aplica sobre els nivells d'accidentalitat del tram de carretera d'estudi agrupats en períodes de 5 anys. El nombre d'accidents amb víctimes va disminuir a Catalunya de mitjana un 4,23% durant el període 2011-2015. Aplicant aquest creixement interanual sobre la mitjana d'accidentalitat del període 2011-2015, resulta que en l'escenari de referència pel període 2016-2020 hi hauria 31 accidents. S'assumeix, a més, que en l'escenari de referència la proporció d'accidents mortals, greus i lleus es manté constant.

L'escenari de projecte, per la seva banda, representa la mitjana anual pel període 2017-2018, després de l'entrada en servei de la millora de seguretat viària. Fent la diferència respecte l'escenari de referència, resulta que l'actuació hauria contribuït a reduir en 5 el número d'accidents amb víctimes, dels quals 1 seria mortal, 1 greu i 3 lleus.

Si es valoren aquests accidents amb els costos unitaris recomanats al SAIT, es pot concloure que l'actuació comporta un estalvi en costos externs d'accidentalitat de 3,68 M€ anuals. Aquest conjunt de càlculs es detallen a la Taula 5.

Taula 5: Avaluació d'impacte en l'accidentalitat

	Accidents amb víctimes	Accidents mortals	Accidents greus	Accidents lleus
Esc. Referència Accidents anuals mitjans 2016-2020	31	2	3	26
Esc. Projecte Accidents anuals mitjans 2017-2018	26	1	2	23
Impacte net Diferència accidents anuals mitjans 2017-2018	-5	-1	-1	-3
Cost unitari (€) Cost extern per tipus d'accident		3.300.356	288.501	28.886

Cost total (€) Diferència anual en costos externs d'accidentalitat	-3.675.515	-3.300.356	-288.501	-86.658
--	-------------------	------------	----------	---------

5 Conclusions

5.1 Verificació d'objectius

Objectius	Verificació
Reducció de l'accidentalitat en aquest tram de carretera	<ul style="list-style-type: none"> ✓ L'actuació hauria disminuït en 5 el número d'accidents anuals amb víctimes en aquest tram de carretera, dels quals 1 seria mortal, 1 greu i 3 lleus. ✓ Aquesta reducció d'accidentalitat comportaria un estalvi en costos externs de 3,56 M€ anuals, quantitat superior al cost total d'inversió de l'actuació

5.2 Lliçons apreses

El projecte té una eficiència molt alta, tenint en compte que en menys d'un any ja s'ha recuperat la inversió de l'obra en termes de reducció dels costos vinculats a l'accidentalitat.

Aquest cas d'estudi ens indica que les actuacions de separadors de fluxos són molt eficients per reduir l'accidentalitat i la rendibilitat és molt elevada, recuperant-se la inversió en menys d'un any.

Annex 2

Cas pilot. Nova variant a Valls C-37 / N-240

**Avaluació ex-post
de la variant de
Valls. Connexió
de la C-37, PK
5+800, amb la N-
240, PK 17+450.**



Data de redacció

Juliol 2019

Documents

Avaluació ex-post

Direcció

**Santi Ribas
Albert Palomo**

Autors

**Javier Garrido Salsas
Gabriel Rayco González**



Generalitat de Catalunya
Departament de Territori i Sostenibilitat
**Direcció General d'Infraestructures
de Mobilitat**

Índex

1	Introducció i metodologia	5
2	Dades generals de l'actuació	5
2.1	Àmbit i descripció de l'actuació	6
3	Costos d'inversió	7
4	Anàlisi de la demanda.....	8
5	Millora de la mobilitat.....	10
5.1	Reducció del temps de viatge	10
5.2	Reducció del trànsit de pas i les congestions a la urbe de Valls	11
6	Avaluació Cost Benefici Simplificada	11
6.1	Costos de referència	11
6.2	Variables d'entrada per a l'avaluació cost benefici simplificada	12
6.3	Resultats.....	12
7	Conclusions.....	14
7.1	Resum d'impactes i verificació d'objectius ex-post	14
7.2	Lliçons apreses.....	15

1 Introducció i metodologia

Aquest informe presenta l'avaluació ex-post de l'actuació “ Variant. Connexió de la C-37, PK 5+800, amb la N-240,PK 17+450. Valls.”.

L'avaluació es realitza dos anys després de la posada en servei de la connexió i s'inscriu dins de l'ordre d'estudi EM-XTB-18109 “Estudi d'Avaluació ex post d'Infraestructures de Mobilitat 2017 i actuacions singulars” emesa per la Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat.

L'avaluació es fonamenta en la metodologia descrita al manual del Sistema d'Avaluació d'Infraestructures de Transport (SAIT). En el marc d'aquesta metodologia, la present actuació s'inclou dins de la categoria de “Millors d'enllaços i variants” i, en conseqüència, l'anàlisi ex-post se centra en els següents elements:

- Anàlisi dels costos d'inversió
- Anàlisi de dades d'aforaments per avaluar la demanda
- Avaluació cost benefici simplificada
- Validació dels objectius

2 Dades generals de l'actuació

Taula 1: Dades generals de l'actuació

Títol de l'actuació	VARIANT. CONNEXIÓ DE LA C-37, PK 5+800, AMB LA N-240, PK 17+450. VALLS.
Clau projecte constructiu	VT-13007
Tipus d'actuació	Connexió de dues xarxes viàries
Cost total de la inversió (IVA inclòs)	2,7 M€
Objectius principals de l'actuació	<ul style="list-style-type: none">- Reducció de l'accidentalitat en aquest tram de carretera- Reducció de la congestió i el trànsit de pas al municipi de Valls- Millora de fluïdesa i connectivitat de la xarxa
Data de redacció del projecte	Maig 2015
Data d'inici de les obres	Desembre 2015
Data de posada en servei	Setembre 2016
Contractista	CRC Obras y Servicios, SL

Direcció d'obra	PISAN
-----------------	-------

2.1 Àmbit i descripció de l'actuació

L'actuació que s'avalua afecta al municipi de Valls i correspon a les obres executades del projecte: "Millora general. Variant. Connexió de la carretera C-37, PK 5+800 amb la N-240, PK 17+450. Tram Valls" i clau VT-13007. Es tracta de les obres per a la connexió de la carretera C-37 amb la N-240 evitant el pas per l'interior de Valls.

Les obres són les definides al projecte modificat núm. 1 "Autovia A-27. Tarragona – Montblanc. Tram: El Morell – Variant de Valls" amb clau: 12-T-3350, redactat pel Ministerio de Fomento, corresponents a la connexió de la carretera C-37 amb la N-240. Es re-estudia la definició geomètrica longitudinal del viaducte, sobre el torrent del Puig. Concretament, s'analitza l'eliminació del vòxel extrem de 35,70m, cantó de la N-240, i es comprova la comptabilitat amb els requeriments de l'ACA. S'estudia l'ocupació temporal d'alguna/es finques vora la traça projectada per tal d'acopiar temporalment uns 45.000m³ de material procedent de l'excavació de desmunts de la A-270.

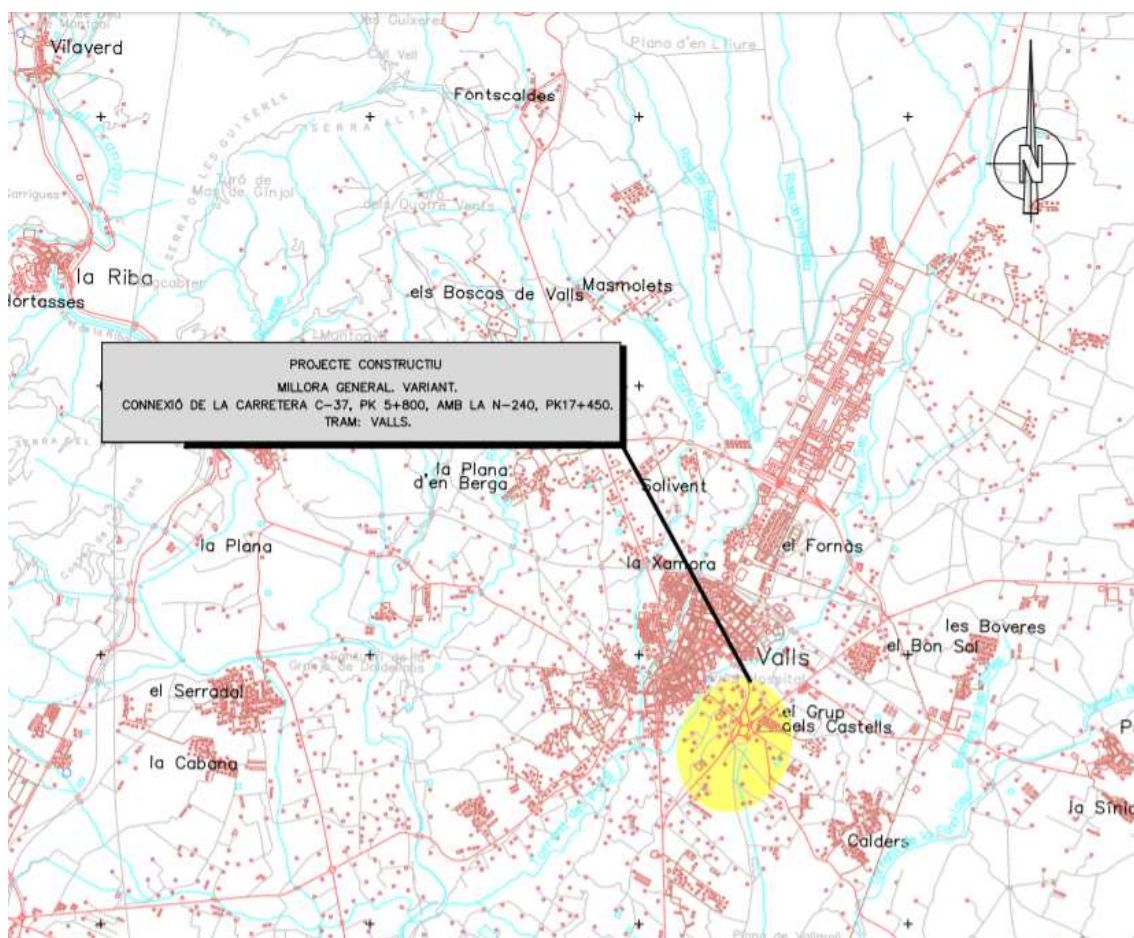


Figura 1: Localització de la zona de l'actuació

La nova connexió que enllaça les carreteres Valls-Alcover C-37 i l'N-240, té una longitud de 800 metres, evita el pas de vehicles i millora la seguretat de la circulació i la mobilitat d'aquesta entrada a la ciutat per les carreteres d'Alcover, Tarragona i Portal Nou, actualment una de les àrees més congestionades.

Es destaca la importància estratègica que té per a la ciutat la variant al descongestionar de trànsit tota la zona urbana del sud de la ciutat i, a la vegada, la millora de les comunicacions que representa en l'accés de l'autovia A-27 i pel conjunt de les comarques del Camp de Tarragona.

La construcció de la variant ha comportat una inversió de la Generalitat de 2,7 milions d'euros i les obres s'han executat durant el 2016.

El traçat de la nova variant comença a la rotonda ja existent al punt quilomètric 17,5 de l'N-240 i enllaça amb la C-37 a través d'una rotonda de nova construcció. La via té dos carrils de 3,5 metres, vorals exteriors d'1 metre i franja central zeburada de separació d'1 metre i ha estat necessari també la construcció d'un viaducte de 85 metres de longitud per superar el torrent del Puig. Amb la nova connexió, a més d'alliberar de trànsit a tota la zona sud de Valls i millorar la mobilitat, es garanteix una connexió òptima amb l'autovia A-27.

D'aquesta manera, la connexió de bona part de la ciutat amb l'autovia, així com la connexió amb la C-37 en direcció Alcover i Reus, es podrà efectuar d'una manera més ràpida i sense la necessitat de creuar el nucli urbà. A la vegada, es reduirà també el trànsit de vehicles pesants a les entrades de Valls per les carreteres de Tarragona i Alcover. Les obres executades per la Generalitat han inclòs també la millora i pavimentació de camins de la zona.

3 Costos d'inversió

Es presenta a continuació l'estudi ex-post de costos d'inversió derivats de l'actuació amb l'objectiu de comprovar el cost final que ha significat i les possibles desviacions respecte a les estimacions inicials. La Figura 2 il·lustra gràficament l'evolució de l'import respecte a la previsió inicial.

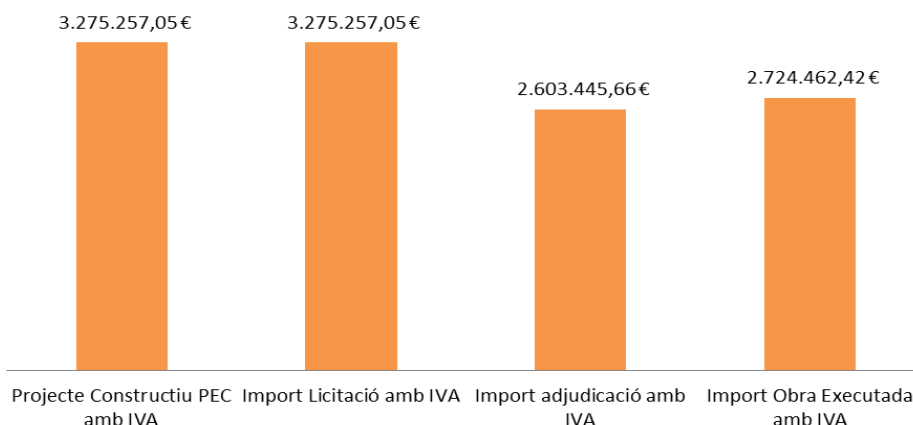


Figura 2: Evolució de les estimacions de costos d'inversió

El pressupost del projecte constructiu és de 3,2 M€ i l'adjudicació va ser de 2,6M€, sent la baixa del 23%. L'import final després de les modificacions introduïdes durant l'execució de l'obra és de 2,7 M€, un 18% inferior a l'estimat al projecte inicial.

4 Anàlisi de la demanda

L'objectiu principal de l'estudi ex-post és determinar si es produeix una reducció de trànsit en el nucli urbà de Valls i conseqüentment les externalitats derivades. Tanmateix, un objectiu important de l'actuació és la millora de la connexió amb la C-37 en direcció Alcover-Reus i amb la A-27. Així doncs, cal realitzar un estudi de la demanda per tal de determinar si aquestes connexions es poden efectuar d'una manera més ràpida i sense la necessitat de creuar el nucli urbà.

En primer lloc s'han consultat les següents estacions d'aforaments a partir de la base de dades del Departament de Territori i Sostenibilitat i, tant mateix, del visor de mapes de trànsit del Ministeri de Fomento:

Província	TARRAGONA
Estació	T-357-3
Tipus de estació	COBERTURA
Carretera	N-240A
PK	17,90
Nombre de calçades	1 calçada
Configuració	1+1
IMD total 2016	5.259

IMD lleugers 2016	3.912
IMD pesats 2016	1.347
% VP 2016	25,61
IMD total 2015	6.322
IMD lleugers 2015	4.623
IMD pesats 2015	1.669
% VP 2015	26,40
Días aforados	2
Dies aforats	2

Sent aquest últim un aforament precisament en el tram de la N-240a d'entrada a Valls, ens permet identificar ràpidament la variació del trànsit a l'interior del nucli urbà gràcies al trànsit captat per la variant. No obstant això, al no constar a les dates dels dies aforats en la base de dades del Ministerio de Fomento, no podem considerar aquestes dades fiables per l'anàlisi. Tot i així, aquestes dades si que ens permeten conèixer quin és el percentatge de pesants. Amb el objectiu d'obtenir unes dades més robustes per a l'avaluació cost benefici ex-post de s'ha estimat el trànsit de la variant mitjançant el software Visum i amb el graf de mobilitat Catalunya de 2012. A continuació es presenten els grafs extrets mitjançant Visum:



Figura 3. Trànsits a Valls modelitzat amb Visum amb les dades del graf de mobilitat

Catalunya de 2012.

Els resultats obtinguts són que la variant capta un total de 184 vehicles en hora punta, així que la **IMD estimada és de 2447, dels quals 1820 són vehicles lleugers i 627 són pesants**, tenint en compte el percentatge de pesants de 2016.

5 Millora de la mobilitat

5.1 Reducció del temps de viatge

Per a l'anàlisi de la millora de la mobilitat s'ha mesurat l'estalvi de temps mitjançant les dades del transit en temps real i habitual de Google Maps. No obstant això, es recomana realitzar una modelització de trànsit més precisa amb programari adient (Visum, Aimsun, etc).

A continuació s'analiza els temps de viatge per trajectes en direcció Est-Oest fent ús de la nova variant i es compara amb el escenari anterior. dels vehicles que circulen per la C-37 i connecten amb la N-240 / C-51

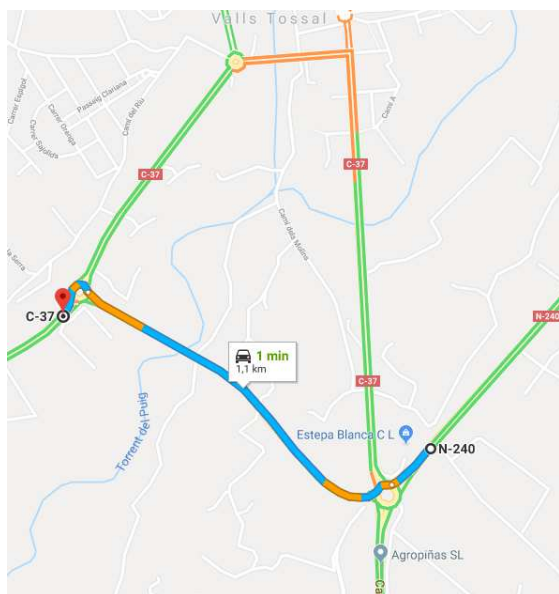


Figura 4. Temps de viatge en l'escenari actual per un dia laborable tipus fent ús de la nova variant. Font: Google Maps.

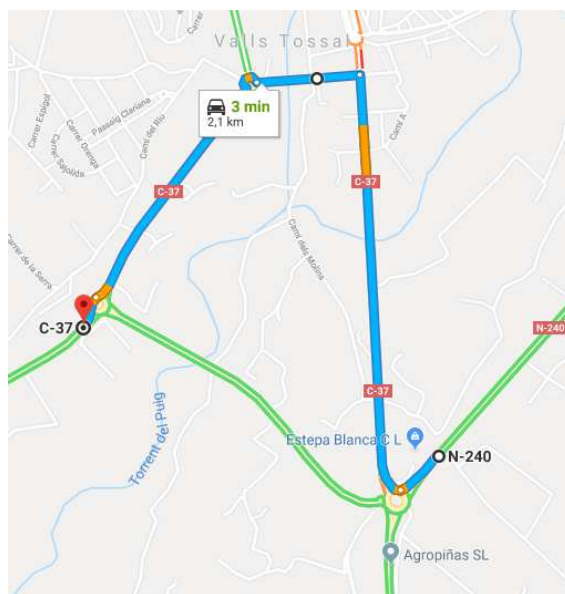


Figura 5. Temps de viatge en l'escenari anterior (sense variant) per un dia laborable tipus. Font: Google Maps.

Cal remarcar que el temps en el temps de viatge estimat de 3 minuts per l'escenari anterior (sense variant) no es té en compte la congestió existent abans de l'execució de la nova variant. Tot i així, destaquem que **l'estalvi de temps pels nous usuaris de la variant és de com a**

mínim 2 minuts.

5.2 Reducció del trànsit de pas i les congestions a la urbe de Valls

La reducció del transit de pas per l'interior del municipi de Valls es tradueix en determinats beneficis per la societat gràcies a la reducció de les externalitats ocasionades pels vehicles lleugers i pesants.

Així doncs, per tal de determinar quin són els beneficis en raó d'externalitats reduïdes pels veïns de Valls, s'ha estimat que la **distància estalviada en àmbit urbà de cada vehicle captat és de 1,2km.**

Tanmateix, aquesta reducció de trànsit es tradueix en una disminució de la congestió del nucli urbà i conseqüentment, en una millora dels temps de viatge pels desplaçaments intramunicipals. Tot i això, aquesta variable no s'ha tingut en compte en l'estudi, però suposaria un benefici adicional pels usuaris de Valls.

6 Avaluació Cost Benefici Simplificada

6.1 Costos de referència

Com a costos de referència, s'han utilitzat els valors unitaris dels costos ambientals contemplats en el Sistema d'Avaluació d'Inversions en Infraestructures (SAIT), manual de referència de la Generalitat de Catalunya, que utilitza valors de referència a nivell europeu i particularitzats per l'àmbit interurbà i urbà.

Cal remarcar que per al càlcul de les externalitats de contaminació atmosfèrica d'aquesta actuació, s'ha definit un cost unitari que resulta de la diferència entre els costos urbans i interurbans, atès que la variant aconsegueix evitar els vehicles en el àmbit urbà, però no en el interurbà.

POL·LUCIÓ

Carretera	Urbà	Suburbà	Diferència
Turismes	0,0189	0,0113	0,0076
Mercaderies lleugeres	0,0507	0,0224	0,0283
Mercaderies pesants	0,1122	0,0684	0,0438

CANVI CLIMÀTIC

Tipus vehicle	Urbà	Suburbà	Diferència
Turismes	0,0104	0,0065	0,0039
Mercaderies lleugeres	0,0122	0,0078	0,0044
Mercaderies pesants	0,0244	0,0193	0,0051
Autobús	0,031	0,0224	0,0086

Taula 2. valors unitaris dels costos ambientals contemplats en el Sistema d'Avaluació d'Inversions en Infraestructures (SAIT), manual de referència de la Generalitat de Catalunya

6.2 Variables d'entrada per a l'avaluació cost benefici simplificada

En la següent taula resum es detallen les diferents variables d'entrada per tal de dur a terme un l'avaluació cost benefici simplificada.

Valor del temps vehicles lleugers [€/h]	9
Valor del temps vehicles pesants de mercaderies [€/h]	18
Taxa social de descompte	3%
Període d'avaluació [anys]	30
IMD total	2447
IMD vehicles lleugers	1820
IMD vehicles pesants	627
Temps estalviats pels usuaris de la variant [min/pax]	2
Distància estalviada en àmbit urbà per vehicle [km]	1,2

Taula 3. Variables d'entrada per a l'avaluació cost benefici simplificada

6.3 Resultats

A la Figura 6 es presenta l'avaluació cost benefici simplificada amb evidències ex-post 2019 segons les variables d'entrada definides anteriorment i tenint en compte els criteris i costos de referència del manual del SAIT i els definits en el apartat anterior.

CARRETERES-Variant

		AGENTS						SUMATORI ACB
		Administració	Contractistes		Usuaris		No usuaris (societat)	
			Infraestructura	Enginy./Consult.	Turismes	Mercad. carret.		
Actius	Invers.	1. Planificació	-512.198,93		32.693,55			-479.505,39
		2. Obra civil	-2.108.034,80	163.467,75	0,00			-1.944.567,06
		4. Expropiacions	-46.754,51				0,00	-46.754,51
		5. Manteniment Infr.	-285.319,44	21.382,82				-263.936,62
		14. Temps				2.790.181,63	1.922.450,49	4.712.632,12
Usuaris							3.024.493,14	
							253.224,19	
Externalitats							10.524,59	
							409.645,22	
		0,00			0,00	0,00	502.222,11	
SUMATORI AGENTS		-2.952.307,69	184.850,57	32.693,55	5.814.674,77	1.922.450,49	1.175.616,11	VAN total
								6.177.977,79
								VAN total/inversió
								2,32
								TIR
								16,0%

Figura 6 Avaluació Cost Benefici Simplificada de la Variant de Valls.

7 Conclusions

7.1 Resum d'impactes i verificació d'objectius ex-post

A mode de resum de la present avaluació ex-post es presenta un resum dels impactes de l'actuació (Taula 4) així com una verificació dels objectius de l'actuació basats en l'evidència ex-post

Taula 4: Resum d'impactes de l'actuació

	Valor ex-post	Comentari
Cost d'inversió	2,7 M€	Cada milió d'euro invertit té un retorn de 2,25M€
Reducció de vehicles en trama urbana	2447	Aquesta alliberació de trànsit en part la trama urbana de Valls redueix les externalitats en 1,1M€. Així doncs, es compleixen els objectius de la infraestructura: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Millora la seguretat (Accidentalitat) ✓ Millora la qualitat ambiental (Contaminació atmosfèrica i soroll)
Reducció de temps de viatge	2 min	Reducció de 2 minuts de viatge per usuari de la variant. Això es reflecteix en un benefici de 4,7M€.
VAN	6,1 M€	Avaluació Cost Benefici simplificada positiva a l'horitzó temporal de 30 anys
Rendibilitat social TIR	16%	Taxa de rendibilitat social molt elevada

7.2 Lliçons apreses

En primer lloc cal remarcar que aquesta inversió té un gran retorn social gràcies a l'estalvi de temps de viatge i a la reducció de temps de viatge, tenint un benefici de 4,7 i 1,1 M€ respectivament.

Per una valoració ex-post fiable, s'ha de preveure una campanya d'aforaments abans de l'inici de les obres i una altra immediatament després de l'entrada en servei de la variant. El present estudi ha realitzat l'estudi de demanda mitjançant el programa de modelització VISUM, però es considera més convenient realitzar un pla d'aforaments específic que s'hauria de preveure en el propi projecte constructiu.

Annex

3

Cas pilot. Perllongament dels FGC a Sabadell

Avaluació ex-post del perllongament de la línia de FGC a Sabadell



Data de redacció

Juliol de 2019

Documents

Avaluació ex-post



Direcció

**Santiago Ribas
Albert Palomo**

Autors

**Javier Garrido
Jordi Janot**



Generalitat de Catalunya
Departament de Territori i Sostenibilitat
**Direcció General d'Infraestructures
de Mobilitat**

Índex

1	Introducció i metodologia	5
2	Dades generals de l'actuació	5
2.1	Àmbit de l'actuació	6
2.2	Situació prèvia i antecedents de l'actuació	7
2.3	Descripció de l'actuació.....	8
2.4	Desviacions i modificacions	8
3	Costos	10
3.1	Costos d'inversió	10
3.2	Costos d'explotació i manteniment.....	11
4	Demanda	12
4.1	Escenari de referència	12
4.2	Demanda ex-post	13
4.2.1	<i>Dades de demanda ex-post</i>	<i>13</i>
4.2.2	<i>Avaluació d'efectes en la demanda.....</i>	<i>16</i>
5	ACB actualitzat.....	18
6	Conclusions.....	21
6.1	Resum d'impactes i verificació d'objectius	21
6.2	Lliçons apreses.....	22
	Annex I. Taules auxiliars de càlcul per a l'actualització del ACB de l'avaluació ex-post	23

Annex II. Resum dels resultats de les enquestes del perllongament dels FGC a Sabadell 24

1 Introducció i metodologia

Aquest informe presenta l'avaluació ex-post de l'actuació "Perllongament de la línia de FGC a Sabadell".

L'avaluació es realitza 1 any després de la posada en servei del nou tram i les noves estacions i s'inscriu dins de l'ordre d'estudi EM-XTB-18109 "Estudi d'Avaluació ex post d'Infraestructures de Mobilitat 2017 i actuacions singulars" emesa per la Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat.

L'avaluació es fonamenta en la metodologia descrita al manual del SAIT. En el marc d'aquesta metodologia, la present actuació s'inclou dins de la categoria de "Ampliació de la xarxa de transport públic" i, en conseqüència, l'anàlisi ex-post se centra en els següents elements:

- Anàlisi dels costos d'inversió i de possibles desviacions
- Anàlisi de dades de demanda i comparació amb l'escenari de referència
- Anàlisi cost-benefici actualitzat

2 Dades generals de l'actuació

Taula 1: Dades generals de l'actuació

Títol de l'actuació	Perllongament de la línia de FGC a Sabadell amb tres noves estacions: La Creu Alta, Sabadell Nord i Parc Nord.
Clau estudi informatiu i estudi d'impacte ambiental	EI-TF-02676 IA-TF-02676
Clau projecte(s) constructiu(s) (i modificats i complementaris)	TF-02676.1 TF-02676.2 TF- 02676.3 TF-02676.2-M1 TF-02676.2-M2 TF-02676.2-M3 TF-02676.2-M4 TF-02676.2-M5 TF-02676.2-M6
Tipus d'actuació	Ampliació de la xarxa ferroviària de transport públic
Cost total de la inversió (IVA inclòs)	334 M€

Objectius principals de l'actuació	1) Millorar l'accessibilitat en transport públic a Sabadell 2) Afavorir la interconnectivitat entre la xarxa de FGC i Rodalies-Renfe 3) Generar 22.000 beneficiats a l'any horitzó
Data de redacció del projecte	2004-2015
Data d'inici de les obres	Febrer de 2015
Data de posada en servei	Juliol de 2017
Contractista	ACCIONA INFRAESTRUCTURAS, SA & COMSA, SA & ACSA, OBRAS E INFRAESTRUCTURAS, SA (UTE TÚNEL SABADELL)
Direcció d'obra	Sr. Josep M. Codony Salcedo. GPO INGENIERIA / SA & SGS TECNOS, SA / AMBERG ENGINEERING AG, UTE.

2.1 Àmbit de l'actuació

L'actuació es circumscriu a la ciutat de Sabadell, al Vallès Occidental. El municipi de Sabadell juntament amb Terrassa, assoleix un paper capdavanter com a ciutat de serveis i comerç per a tots els municipis de la seva àrea d'influència, alhora que es manté com una de les principals ciutats de la segona corona metropolitana a l'entorn de Barcelona.

El juliol del 2017 es va posar en servei l'últim tram del perllongament de Ferrocarrils de la Generalitat (FGC) a Sabadell (línia Barcelona-Vallès), una obra de 3,7 quilòmetres de doble via i tres estacions.



Figura 1: Esquema de situació de l'actuació a la ciutat de Sabadell. Noves línies ampliades: 1era fase 2016 (blau), 2na fase 2017 (verd)

Les tres noves estacions realitzades al 2017 són les següents: la Creu Alta, Sabadell Nord i Sabadell Parc Nord. D'altra banda, també s'han executat unes cotxeres a Ca n'Oriac.

L'actuació facilita l'intercanvi amb Rodalies mitjançant l'estació de Sabadell Nord (amb l'R4, línia Sant Vicenç de Calders – Barcelona - Manresa); i permet arribar fins als barris del nord de la ciutat.

L'actuació amplia la cobertura en transport públic a la ciutat de Sabadell. La nova infraestructura també permet potenciar i millorar la connectivitat en transport públic en el marc de referència del Vallès Occidental.

2.2 Situació prèvia i antecedents de l'actuació

La referència més antiga de l'obra és l'"Estudi d'alternatives de traçat: Sabadell – Plaça Espanya. Línia del Vallès (FGC)" de l'Autoritat del Transport Metropolità (ATM), redactat per TYPESA al desembre de 2001, dins el "Pla Director d'Infraestructures 2001-2004", en el que es van estudiar les 3 alternatives de corredor pel perllongament de la línia del Vallès d'FGC per aconseguir la intermodalitat amb RENFE.

També per encàrrec de l'ATM, TYPESA va redactar l'"Estudi de viabilitat del perllongament: Sabadell (Plaça Espanya) – Castellar del Vallès. Línia del Vallès (FGC)", on es conclouia que no resultava viable perllongar la línia fins a Castellar del Vallès en una primera fase, però sí que ho era fins al barri de Ca n'Oriac.

El Pla Director d'Infraestructures 2001-2010, versió d'abril de 2002, en el seu apartat "Ampliacions de xarxa ferroviària", incorporà l'actuació AX15 "FGC Perllongament Sabadell Estació – Pl. Espanya".

El juliol de 2002 la Direcció General de Ports i Transports encarregà a GISA (actualment INFRAESTRUCTURES.CAT) l'estudi Informatiu i l'Estudi d'Impacte Ambiental "Perllongament de la línia d'FGC a Sabadell", clau EI-TF-02676 / IA-TF-02676. Aquests estudis van ser redactats el maig de 2005, i al juny de 2006 es van actualitzar, mes en què es realitzà la seva aprovació tècnica.

El desembre de 2004 la Direcció General de Ports i Transports encarregà a GISA el Projecte Constructiu "Perllongament de la línia d'FGC a Sabadell. Infraestructura, superestructura de via i catenària", clau TF-02676.1, consistent en perllongar 5'2 quilòmetres la línia dels FGC, des de Sabadell Estació fins a Ca n'Oriac, mitjançant l'excavació amb tuneladora de dos túnels paral·lels de 6 metres de diàmetre interior, i construint cinc noves estacions, una cua de maniobres i unes cotxeres. El febrer de 2005 el Govern de la Generalitat de Catalunya acordà encomanar a GISA l'execució d'aquestes obres.

Amb posterioritat, i a conseqüència de les al·legacions a l'estudi informatiu, la Direcció General del Transport Terrestre (DGTT) encarregà la divisió del projecte TF-02676.1 en la part

d'infraestructures i en la part de via i catenària. Així al setembre de 2007, IDOM - PAYMACOTAS redacten el "Projecte constructiu de perllongament de la línia d'FGC a Sabadell. Infraestructura", clau TF-02676.2, que va ser aprovat per la DGTT a l'octubre de 2007.

2.3 Descripció de l'actuació

El perllongament del Metro del Vallès a la ciutat de Sabadell suposa la construcció de tres noves estacions en el nucli urbà, a més de l'estació de Sabadell Passeig que substitueix l'actual estació de Sabadell Rambla.

La segona estació, Creu Alta, està situada en un barri d'ús residencial de mitja densitat però amb una important activitat comercial i terciària. La tercera estació (Sabadell Nord) s'ubica a la plaça Espanya, en correspondència amb el servei R4 de Rodalies (R4 Sant Vicenç de Calders – Barcelona – Manresa), ubicada en un àmbit on domina l'ús residencial. La darrera estació, Ca n'Oriac, està situada en un barri plenament residencial a l'extrem nord de la ciutat de Sabadell, servit únicament per serveis de bus.

Aquest perllongament permet la cobertura de bona part de la ciutat de Sabadell (llevat de la part oest), la qual cosa permet reduir notablement els temps de viatge a la conurbació de Barcelona i a l'eix de Manresa.

La nova infraestructura també permet potenciar i millorar la connectivitat en transport públic en el marc de referència del Vallès Occidental.

2.4 Desviacions i modificacions

El projecte constructiu que definia l'actuació va començar a desenvolupar-se l'any 2004. Durant els 13 anys transcorreguts fins a la posada en servei de l'actuació el juliol de 2017 el projecte inicial ha estat subjecte a múltiples modificacions motivades per imprevistos sorgits o pel propi context polític i econòmic que han tingut impactes significatius en el procés constructiu adoptat i, evidentment, en el cost i termini d'execució final de l'obra.

El contracte d'execució de les obres es va signar el febrer de 2008, i l'acta de replanteig el mes següent, en data 5 de març. L'acta de recepció es signa amb data 27 de febrer de 2015.

Des de llavors, l'actual Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat Terrestre (anteriorment anomenada Direcció General de Ports i Transports, i posteriorment Direcció General del Transport Terrestre) ha aprovat 6 projectes modificats:

- TF-02676.2-M1, redactat per les empreses GPO Ingeniería SA, SGS Tecnos SA i Amberg Engineering AG, i aprovat l'abril de 2009, que modifica:

- 1) El traçat de la via provisional de Sabadell Estació, per allunyar-se dels habitatges i millorar la seva accessibilitat
- 2) El tram entre pantalles de l'Avinguda Josep Tarradellas, per construir un nou aparcament de 2 plantes i nous forjats per l'aparcament de Plaça Major
- 3) La situació de l'estació de Plaça Espanya, desplaçant-la completament cap al costat Sud, de forma que sota l'estació d'ADIF "Sabadell Nord" s'excaven els túnels amb tuneladora enlloc de l'estació amb mina
- 4) El tram del pou d'atac fins a Ronda Navacerrada, per executar-se en túnel a cert obert enlloc de entre pantalles.

- TF-02676.2-M2, redactat per les empreses IDOM i Paymacotas i aprovat el juny de 2010, que modifica:

- 1) La tipologia de les dovelles i la incorporació de fibres d'acer i de polipropilè
- 2) Les estructures de connexió túnel - estacions, incorporant recintes d'entrada/sortida de tuneladora i paraigües de micropilons
- 3) L'emplaçament de l'estació de Ca n'Oriac i les Cotxeres – Cua de maniobres, per permetre la futura continuació del perllongament fins a Castellar del Vallès i evitar afeccions a una edificació.

- TF-02676.2-M3, redactat per les empreses GPO Ingeniería SA i Amberg Engineering AG, i aprovat el novembre de 2010, que modifica els forjats de l'estació Plaça Major per optimitzar el procés constructiu.

- TF-02676.2-M4, redactat per les empresa GPO Ingeniería SA i Amberg Engineering AG, i aprovat l'octubre de 2011, que modifica:

- 1) La distribució de les galeries de connexió i els punts baixos on s'instal·laran pous de bombament
- 2) L'estructura provisional de reforç a Rambla Iberia per evitar carregar la llosa existent
- 3) La definició de les fases constructives de la inversió de la Rambla Iberia
- 4) Actuacions de menor entitat, com amples de passera, pous de ventilació, sortides d'emergència o tractaments especials de pous de sortida o a edificis
- 5) Execució dels túnels amb una única tuneladora.

- TF-02676.2-M5, redactat per GPO Ingeniería SA i aprovat el març de 2014, que modifica

- 1) La definició geomètrica i estructural de les cotxeres, per adaptar-les a la necessitat de

trens actual

- 2) La definició geomètrica i de l'estructura de reforç de les galeries de connexió, optimitzada amb els paràmetres del terreny obtinguts després de l'execució del primer túnel
- 3) El cobriment de Rambla Iberia, on s'eliminarà el rebliment amb terres per substituir-lo per un cobriment i un reblert amb material alleugerit per evitar sobrecàrregues al col·lector existent
- 4) La passera secundària dels túnels, per ser eliminada
- 5) El tram entre l'estació de Ca n'Oriac i la Cua de maniobres, que passarà a executar-se amb pantalles de pilons enlloc de amb murs pantalla degut a la presència d'una capa carbonatada molt competent
- 6) Actuacions de menor entitat, com urbanitzacions provisionals durant la suspensió de les obres, canvis en tipologies de cobertes i estructures accessòries o l'eliminació del contracte d'urbanitzacions restants en virtut del Conveni de col·laboració entre el Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya, l'Ajuntament de Sabadell, Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya i Infraestructures de la Generalitat de Catalunya SAU, per a la integració urbana de la línia d'FGC als barris de Gràcia i Can Feu de Sabadell, signat el 14 de juny de 2012.

- TF-02676.2-M6, redactat per l'empresa GPO Ingeniería SA, i aprovat el febrer de 2015, que segrega unitats d'obra per possibilitar l'execució dels contractes successius d'arquitectura, instal·lacions, via i catenària.

3 Costos

3.1 Costos d'inversió

Es presenta a continuació l'estudi ex-post de costos d'inversió derivats de l'actuació amb l'objectiu de comprovar el cost final que ha significat i les possibles desviacions respecte a les estimacions inicials. Cal remarcar que malgrat que l'actuació es fragmenta en múltiples projectes constructius i contractes d'obra, els costos d'inversió es presenten de forma agregada amb la intenció de donar una visió global del conjunt de l'actuació.

L'import total de la inversió liquidada ha estat finalment de 334 M€ (IVA exclòs), mentre que la inversió prevista al estudi informatiu era de 288 M€ (IVA exclòs) i la prevista als projectes constructius base de la licitació era de 314 M€. Així doncs, la inversió liquidada per aquesta actuació ha estat un 16% superior a la prevista en fase de planejament i un 7% superior a la

prevista en fase de projecte.

Taula 2: Costos d'inversió estimats en les diferents fases de l'actuació

	Import (IVA exclòs) [M€]
Estudi informatiu (EI-TF-02676.A-EI; Alternativa 2)	288 M€
Pressupost de licitació amb modificats i complementaris	314 M€
Pressupost d'adjudicació amb modificats i complementaris	289 M€
Import liquidat incloent indemnitzacions, revisió de preus, compensacions financeres i afectacions i expropiacions	334 M €

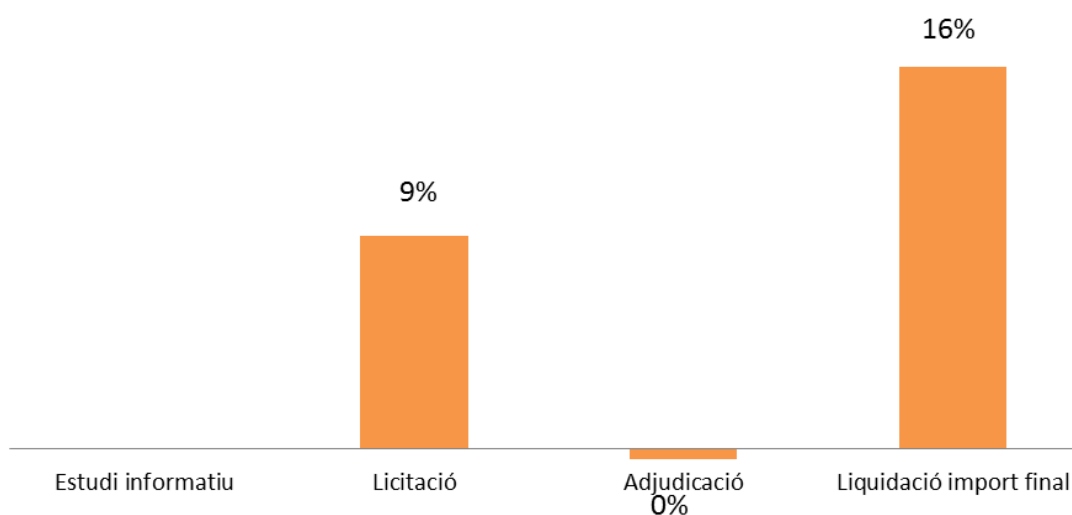


Figura 2: Evolució de les estimacions de costos d'inversió

La desviació total de l'import liquidat respecte a la inversió prevista en fase de planejament (+16%) es deu principalment a:

- Indemnitzacions, compensacions financeres i revisions de preus abonats a les empreses constructores per l'endarreriment dels terminis d'execució
- Infravaloració de la inversió necessària en fase de plantejament respecte a la pressupostada en fase de projecte

3.2 Costos d'explotació i manteniment

L'estudi de rendibilitat socioeconòmica desenvolupat en el marc del PDI 2010-2020 preveu la necessitat d'incorporar dues unitats de tren a la flota actual i uns costos d'operació i

manteniment afegits de 2,5 M€ anuals.

4 Demanda

Segons les estimacions el PDI 2010-2020 la construcció d'aquest perllongament comporta la captació de 21.325 passatgers diaris (en dia feiner), dels quals 1.862 provenen del vehicle privat. D'altra banda, les estimacions del PDI van definir un estalvi per part dels usuaris beneficiats per l'actuació ferroviària de 3.981 hores en dia feiner.

Aquestes estimacions de demanda es contrasten amb l'evidència empírica ex-post registrada després de l'entrada en servei del perllongament. La demanda captada i induïda per les noves estacions i el nou tram de FGC a Sabadell resulta de calcular la diferència entre les dades de demanda registrada després de l'entrada en servei i un escenari de referència, que representa la situació hipotètica en que l'actuació no s'hagués fet efectiva.

4.1 Escenari de referència

L'escenari de referència vol representar de manera raonable el comportament de la demanda en el cas hipotètic que l'actuació no s'hagués fet efectiva, amb l'ambició de servir de punt de partida a partir del qual es valora la nova demanda incorporada.

L'escenari de referència de demanda per a les dues estacions pre-existents a Sabadell, Can Feu – Gràcia i Rambla-Plaça Major, es construeix assumint que el número de passatgers registrats l'any 2014, abans de l'entrada en servei del perllongament, creix fins al 2018 segons el creixement interanual d'usuaris de transport públic registrat al conjunt del Sistema Tarifari Integrat (STI). S'adopta la referència de creixement de demanda del conjunt del STI perquè aquesta escala representa un creixement tendencial per factors socioeconòmics i independent d'actuacions particulars que s'hagin dut a terme, incloent el propi perllongament de FGC a Sabadell.

Com a resultat de la projecció elaborada per a l'escenari de referència, mostrada a la Taula 3 i la

Taula 4, la demanda anual a 2017 en termes de validacions d'entrada a les dues estacions pre-existents seria de 2,4 milions de passatgers a l'any amb una mitjana diària de validacions en dia feiner de 7.814.

Taula 3: Demanda en validacions (entrades) totals anuals en l'escenari de referència

	Validacions totals anuals			
	Can Feu – Gràcia	Rambla-Plaça Major	Total	Total STI (*10^6)
2014	662.950	1.458.332	2.121.282	915,6
2015	679.823	1.477.889	2.157.712	938,9
2016	672.868	1.522.773	2.195.641	954
2017	695.015	1.572.894	2.267.909	985,4
2018	736.346	1.666.431	2.402.777	1.044

Taula 4: Demanda en validacions (entrades) mitjanes diàries en dia feiner en l'escenari de referència

	Validacions diàries mitjanes en dia feiner		
	Can Feu – Gràcia	Rambla-Plaça Major	Total
2014	2.217	4.986	7.203
2015	2.284	5.055	7.339
2016	2.235	5.153	7.388
2017	2.309	5.323	7.632
2018	2.445	5.640	8.085

4.2 Demanda ex-post

Un cop construït l'escenari de referència, s'estudien les dades registrades de demanda efectiva i es comparen amb les de l'escenari de referència a fi d'extreure informació sobre l'efecte de l'actuació implementada en termes de demanda.

4.2.1 Dades de demanda ex-post

Les dades de demanda ex-post utilitzades s'obtenen de dues fonts principalment:

- Dades de validacions d'entrada a les estacions de FGC estudiades mitjançant bitllets de títols propis i de l'ATM

- Enquesta elaborada per FGC a les noves estacions per a caracteritzar la demanda els dies 11, 12 i 13 de desembre de 2018. En el Annex 2 es presenten els resultats i l'anàlisi de les enquestes.

Les dades de validacions registrades es mostren a la Taula 5 i Taula 6. S'observa que a 2018 s'arriba a la xifra de 3,4 milions de passatgers d'entrada anuals al conjunt d'estacions de Sabadell, que el 2014 era de 2,8 milions a les dues estacions pre-existents. En termes de passatgers d'entrada diaris en dia feiner, es registren 11.301 entrades de mitjana el 2018.

Taula 5: Demanda en validacions (entrades) totals anuals en l'escenari de projecte.

	Validacions totals anuals					
	Sabadell estació/Can Feu-Gràcia	Sabadell-Rambla/PI Major	Creu Alta	Sabadell Nord	Parc Nord	Total
2014	662.950	1.458.332	-	-	-	2.121.282
2015	679.823	1.477.889	-	-	-	2.157.712
2016	672.868	1.522.773	-	-	-	2.195.641
(*) 2017	651.772	1.569.146	238.251	278.015	153.557	2.890.741
2018	611.055	1.242.228	548.158	604.963	367.848	3.374.252

Taula 6: Demanda en validacions (entrades) mitjanes diàries en dia feiner en l'escenari de projecte

	Validacions diàries mitjanes en dia feiner					
	Sabadell estació/Can Feu-Gràcia	Sabadell-Rambla/PI Major	Creu Alta	Sabadell Nord	Parc Nord	Total
2014	2.217	4.986				7.203
2015	2.284	5.055				7.339
2016	2.235	5.153				7.388
(*) 2017	2.184	5.318	1.691	2.037	1.065	12.295
2018	2.055	4.206	1.805	2.041	1.194	11.301

(*) Dades 2017 a les noves estacions corresponents a període 20/07/17-31/12/17

L'enquesta realitzada per FGC informa de quina proporció de la demanda a les noves

estacions és induïda, és a dir que prèviament no realitzava el desplaçament, i quina és captada, és a dir que prèviament realitzava el desplaçament però d'una altra manera, incloent altres modes de transport o usuaris de les estacions de FGC pre-existents.

Segons els resultats de l'enquesta (Taula 7), un 26% d'usuaris de les noves estacions són induïts i, per tant, no realitzaven el desplaçament abans de l'entrada en servei del perllongament. Cal remarcar que a l'estació amb més usuaris, que és la de Sabadell Nord la proporció de demanda induïda és especialment elevada, amb un 39%. D'aquesta proporció tan elevada, el 34% es deu a un canvi de treball, un 33% per l'inici o canvi d'estudis i un 17 % al canvi de domicili. Pel que fa l'estació de Sabadell Parc del Nord, la proporció de demanda induïda és només del 8% i, per tant, els usuaris d'aquesta estació provenen molt majoritàriament d'altres modes de transport. Pel que fa la Creu Alta, la proporció de demanda induïda és equivalent a la total de les tres estacions, sent aquesta d'un 26%.

La Taula 8 caracteritza la demanda captada segons el mode de transport d'origen. S'observa que un 27% d'usuaris captats utilitzava prèviament les estacions de FGC a Sabadell pre-existents. Bàsicament es tracta d'usuaris que prèviament accedien a la línia de FGC per majoritàriament per l'estació de Sabadell / Plaça Major i ara ho fan a través de les noves estacions. De la resta de la demanda captada, un 31 % utilitzava prèviament modes de transport públic col·lectiu, un 4% es desplaçava en medis de transport personals i modes no motoritzats i un 14% es desplaçaven en vehicle privat.

Cal remarcar que un 12% dels passatgers captats utilitzaven prèviament el servei R-4 de Rodalies-Renfe, que representa una clara alternativa a la línia de FGC per desplaçaments a Barcelona. Tanmateix, es pot afirmar que la captació d'altres estacions de FGC (27%) és clarament superior a la captació d'usuaris de Rodalies-Renfe (de l'ordre del 12%).

Taula 7: Proporció de demanda captada i induïda en els usuaris de les noves estacions de FGC a Sabadell. Font: Enquesta d'elaboració pròpia a novembre 2018

	Total	La Creu Alta	Sabadell Nord	Sabadell -Parc del Nord
Demanda induïda	26%	26%	39%	8%
Demanda captada	74%	74%	61%	92%

Taula 8: Proporció de demanda captada segons mode de transport d'origen

Origen		Origen	
FGC	27%	FGC Can Feu / Gràcia	3%
		FGC Sabadell / Plaça Major	24%
Altres TPC	31%	RENFE	12%
		Busos urbans e interurbans	18%
		Taxi	1%
Altres medis transport personals no motoritzats	3%	Peu i altres	3%

Altres vehicle privat	14%	Cotxe conductor	11%
		Cotxe acompanyant	3%

4.2.2 Avaluació d'efectes en la demanda

Les estacions de FGC a Sabadell van rebre uns 3,4 milions de passatgers d'entrada al 2018, amb un increment del 54% de demanda respecte el 2016, l'any abans de l'entrada en servei del perllongament. Aquest increment tan significatiu és propi de períodes d'adaptació o *ramp-up* en què s'està assolint progressivament una nova situació d'equilibri després de l'entrada en servei de l'actuació. En termes diaris, aquesta xifra de demanda es tradueix en 25.412 validacions diàries de mitjana en dia feiner. Les estacions amb més usuaris són la de La Creu Alta i la de Sabadell Nord, amb respectivament 36% i 41% dels usuaris del perllongament. L'estació de Sabadell Parc del Nord registra una demanda inferior a les anteriors amb un 23%.

L'increment net derivat de l'actuació respecte l'escenari de referència al conjunt de les estacions FGC a Sabadell i, per extensió, al conjunt de la xarxa de FGC és de 1.248.698 passatgers d'entrada el 2018, ja que del total de nous usuaris de les noves estacions cal descomptar 302.989 usuaris que, segons l'escenari de referència, haguessin accedit a la xarxa de FGC per les estacions pre-existent i ara ho fan a través de les noves estacions. Aquesta xifra es tradueix en un increment net de 4.460 passatgers d'entrada diaris de mitjana en dia feiner.

Taula 9: Increment en validacions (entrades) totals anuals en l'escenari de projecte respecte l'escenari de referència

	Sabadell estació Can Feu-Gràcia	Sabadell-Rambla PI Major	Creu Alta	Sabadell Nord	Parc Nord	Total
Dif. 2017	-43.243	-3.748	238.251	278.015	153.557	622.832
Dif. 2018	-125.291	-424.203	548.158	604.963	367.848	971.475

Taula 10: Increment en validacions (entrades) mitjanes diàries en dia feiner en l'escenari de projecte respecte l'escenari de referència

	Sabadell estació Can Feu-Gràcia	Sabadell-Rambla PI Major	Creu Alta	Sabadell Nord	Parc Nord	Total
Dif. 2017	-124	-5	1.691	2.037	4.664	4.431
Dif. 2018	-390	-780	1.805	2.041	3.870	4.460

Tot combinant les dues fonts de dades disponibles, les validacions i l'enquesta, s'obté una caracterització de la demanda a les noves estacions segons si és induïda o captada i, en aquest darrer cas, segons el mode de transport que utilitzaven abans de l'entrada en servei del perllongament.

Els resultats es mostren a la Taula 11 i la Taula 12. Respecte l'escenari de referència, es realitzen 212.936 desplaçaments menys d'anada en vehicle privat o acompanyant, que representen 1.411 desplaçaments d'anada i tornada diaris de mitjana en dia feiner.

Taula 11: Validacions (entrades) totals anuals a noves estacions segons induïda/captada i segons mode d'origen

Total validacions noves estacions	1.520.969		
Dem. Induïda	380.242		
Dem. Captada	1.140.727	FGC estació de Can Feu/ Gràcia	45.629
		FGC estació de Sabadell / Plaça Major	365.033
		RENFE	182.516
		Vehicle privat	167.307
		Cotxe acompanyant	45.629
		Bus urbà Sabadell o altres busos	273.774
		Peu	45.629
		Taxi	15.210

Taula 12: Validacions (entrades) mitjanes diàries en dia feiner a noves estacions segons induïda/captada i segons mode d'origen

Total validacions noves estacions	5.040		
Dem. Induïda	1.260		
Dem. Captada	3.780	FGC estació de Can Feu/ Gràcia	151
		FGC estació de Sabadell / Plaça Major	1.210
		RENFE	605
		Vehicle privat	554
		Cotxe acompanyant	151
		Bus urbà Sabadell o altres busos	907
		Peu	151
		Taxi	50

5 ACB actualitzat

Segons les estimacions del PDI 2010-2020 l'estalvi total per part dels usuaris beneficiats per l'actuació ferroviària s'estima en 3.981 hores en dia feiner, mentre que l'estalvi per menor congestió a la xarxa viària seria de 1.995 hores. Aquesta actuació presentaria una rendibilitat segons la TIR del 1,5%.

Aquestes estimacions es contrasten amb un anàlisi cost-benefici amb la metodologia SAIT i fent ús de l'evidència ex-post. S'han tingut en compte les hipòtesis càlcul resumides a la Taula 13.

Taula 13: Principals hipòtesis de càlcul per a l'ACB actualitzat

Valor del temps	9 €/h
Taxa social de descompte	3%
Període d'avaluació	30 anys
Increment anual de demanda	2%
Hores anuals estalviades per nous usuaris FGC	778.988 h
Hores anuals estalviades per usuaris vehicle privat	118.125 h
Reducció anual de veh.km en vehicle privat	7.189.337,25 € veh.km

En el Annex 1 es presenten les taules auxiliars d'on s'han extret aquestes dades que posteriorment s'han incorporat al SAIT per a l'actualització del ACB.

		AGENTS									SUMATORI ACB	
		Administració	Contractistes		Operadors			Usuaris		No usuaris (societat)		
			Infraestructura	Enginy./Consult.	Bus urbà	Rodalies	FGC	Turismes	Rod./FGC			
Actius	Invers.	1. Planificació	-11.636.276	742.741							-10.893.535	
		2. Obra civil	-239.454.560	0							-220.886.035	
erats	Direcció	4. Expropiacions	-4.327.192							0	-4.327.192	
		5. Manteniment Infr.	-19.009.280	1.439.072							-17.570.208	
Usuaris	Direct.	8. Oper.veh.			0	0	27.092.710				-27.092.710	
		14. Temps						6.093.812	180.638.817		186.732.629	
Externalitats		15. Tarifes	0		-12.120.286	-18.265.318	55.942.796	0	-25.557.192		0	
		16. Impostos	0		0	0	0	11.273.135	0	0	11.273.135	
		17. Cost.op.veh							76.375.487		76.375.487	
		20. Pol·lució								5.326.556	5.326.556	
		21. Canvi climàtic								2.931.015	2.931.015	
		22. Soroll								8.736.679	8.736.679	
		24. Accidents	0			0	0	0	0	7.327.538	7.327.538	
SUMATORI AGENTS			-274.427.309	20.007.597	742.741	-12.120.286	-18.265.318	28.850.086	93.742.434	155.081.625	24.321.788	VAN total
											17.933.358	
											VAN total/inversió	
											0,07	
											TIR: 3,4%	

Figura 3: Resum de la matriu efectes-agents

Analitzant el ACB de la rendibilitat de l'actuació actualitzada amb les dades ex-post en termes de VAN és de 18 milions d'euros mentre que la TIR resulta ser de 3,4%, superior a l'estimada en fase de planejament. Tanmateix, tot i que en fase de planejament la TIR resulta és inferior a les taxes socials de descompte que típicament es fixen per a l'ACB de les inversions de transport, en l'anàlisi ex-post resulta ser superior, en part, gràcies a la considerable captació de vehicles privats (cotxes i motocicletes).

Cal remarcar que no es disposa de dades sobre els costos unitaris que es van fer servir en les avaluacions ex-ante del PDI 2010-2020 (inclòs el valor del temps), de manera que la comparativa pot tenir un cert biaix. Tampoc es disposa del valor del VAN de l'acvaluació ex-ante. Així doncs, podem concloure que és molt important utilitzar valors de costos unitaris que siguin comparables en el temps i entre diferents tipologies d'actuacions.

A continuació es presenta una taula recapitulativa de la repercussió de l'actuació sobre els diferents agents afectats:

Taula 14. Anàlisi del ACB pels diferents agents implicats en l'actuació

	Comentari
Administració	L'administració suporta principalment la càrrega econòmica de l'actuació amb 274M€, en esser aquesta la impulsora de la infraestructura.
Contractistes	Els executors de la infraestructura sortirien beneficiats amb 20M€ mentre que les enginyeries i consultories que han dissenyat el projecte amb 0,7M€.
Operadors	FGC sortiria beneficiat amb 28M€ de l'actuació mentre que Rodalies-Renfe i l'operador del bus urbà de Sabadell en sortirien perjudicats en perdre recaptació per tarifes, amb una càrrega de 18M€ i 12M€ respectivament.
Usuaris	Els usuaris de transport captius de les noves estacions sortirien beneficiats, principalment gràcies al estalvi de temps, amb un benefici de 180M€. D'altra banda, els usuaris captats del vehicle privat en sortirien beneficiats amb 76M€ amb la reducció de costos d'operació dels seus vehicles.
No usuaris (societat)	Els no usuaris també sortirien beneficiats en forma de disminució de costos externs generats pel vehicle privat (12M€)

6 Conclusions

6.1 Resum d'impactes i verificació d'objectius

A mode de resum de la present avaluació ex-post es presenta un resum dels impactes de l'actuació (Taula 15).

Taula 15: Resum d'impactes de l'actuació

	Valor ex-ante	Valor ex-post	Comentari
Cost d'inversió (Import final liquidat)	288 M€	334 M€	La inversió liquidada per aquesta actuació ha estat un 16% superior a la prevista en fase de planejament. Aquesta desviació es deu principalment a compensacions per l'endarreriment dels terminis d'execució i a una infravaloració de la inversió necessària en fase de plantejament.
Demanda noves estacions	21.325 passatgers diaris en dia feiner	12.784 passatgers diaris en dia feiner (1)	Segons la demanda registrada a les noves estacions el 2018 i amb una previsió de creixement interanual del 2% fins a 2030, la demanda captada és un 40% inferior a la prevista al PDI 2010-2020.
Increment usuaris FGC		40% d'increment	Increment net de 971.475 entrades al 2018 als FGC de Sabadell, que suposa aproximadament uns 3.216 passatgers d'entrada diaris en dia feiner. Aquestes són les dades considerades respecte al escenari de referència
Captació vehicle privat	1.862	1.790(1)	La captació de desplaçaments en vehicle privat és un 4% inferior a la prevista al PDI 2010-2020, de manera que l'estimació va ser força bona.
Estalvi mig de temps de viatge dels usuaris captats de les noves estacions de FGC		12 minuts d'estalvi	L'estalvi mig de temps viatge dels usuaris FGC segons el mode de transport d'on provenen és el següent: <ul style="list-style-type: none"> • Caminant: 11,7 min • Autobús de Sabadell o altres: 13,2 min • Vehicle privat: 11,8 min • Renfe: 10,4 min • Usuaris FGC altres estacions 12,1 min

			Aquets estalvis de temps correspon a la mitja del valors declarats dels enquestats.
Millora connexió de FGC - RENFE		9 % dels usuaris viatgen en RENFE i posteriorment en FGC	Segons l'enquesta, el perllongament de FGC a Sabadell és molt utilitzat com a metro urbà. En efecte, el 21% dels usuaris de les noves estacions de FGC realitzen desplaçaments urbans.

(1) Aquest és el valor ex-post estimat a 2030 segons les evidències de 2018. Com a hipòtesi s'ha suposat un increment interanual de la demanda del 2% fins al 2030.

A l'Annex 2 es presenten els resultats de l'enquesta realitzada als usuaris de les noves estacions, en el qual trobem informació addicional tant quantitativa com qualitativa molt interessant i que no s'ha tractat en el informe.

6.2 Lliçons apreses

Aquest anàlisi ex-post ens ha permès detectar quin ha estat l'impacte de l'actuació prenent com a base de partida les dades reals mesurades un cop la infraestructura ha entrat en servei. D'altra banda, aquest estudi ens ha donat la possibilitat realitzar una comparativa entre el ex-ante realitzat (PDI 2000-2010 i 2010-2020) i el ex-post, podent així valorar l'eficàcia del Sistema d'Avaluació d'Infraestructures de Transport (SAIT).

Annex I. Taules auxiliars de càlcul per a l'actualització del ACB de l'avaluació ex-post

Comparativa ex-ante VS ex-post 18'

	Ex ante (PDI 2010-2020)	Ex-post 18'	Desviació
Passatgers diaris (en dia feiner)	21.325	10.080	-53%
Vehicles privats captats (en dia feiner)	1.862	1.411	-24% (1)
Estalvi hores usuaris beneficiats (en dia feiner)	3.981	2.019	-49% (2)
Estalvi hores per menor congestió xarxa viària (en dia feiner)	1.995	1.012	-49%

Hipòtesis

- (1) De la demanda captada el 13% prové del vehicle privat
(2) Segons enquesta desembre 2018 el temps mig estalviat per usuari és de 12 minuts per viatge.

Comparativa ex-ante VS ex-post 30'

	Ex ante (PDI 2010-2020)	Ex-post 2030	Desviació
Passatgers diaris (en dia feiner)	21.325	12.784	-40%
Vehicles privats captats (en dia feiner)	1.862	1.790	-4% (1)
Estalvi hores usuaris beneficiats (en dia feiner)	3.981	2.561	-36% (2)
Estalvi hores per menor congestió xarxa viària (en dia feiner)	1.995	1.283	-36%

Hipòtesis

- (1) De la demanda captada el 13% prové del vehicle privat
(2) Segons enquesta desembre 2018 el temps mig estalviat per usuari és de 12 minuts per viatge.
(3) Taxa creixement demanda 2%

Hores estalviades VP captats

Pax anuals 2030	599.111
Estalvi mig usuaris captats del VP [min]	11,83
Estalvi total anual dels usuaris captats del VP [hores]	118.125

Hores estalviades FGC captats

Pax anuals 2030 (sense captats del VP)	3.680.256 (3)
Estalvi mig usuaris captats pel FGC [hores]	0,21
Estalvi total anual dels usuaris de FGC [hores]	778.988

Cost per Bus urbà Sabadell

Pax anuals totals 2030	4.279.367
Usuaris anuals captats del bus urbà sabadell (TUS)	727.492
Tarifa TUS	0,85 € (4)
Cost per bus urbà sabadell (TUS)	618.368,59 €

(4) Segons preu T-10 Sabadell

Cost per Rodalies RENFE

Pax anuals totals 2030	4.279.367
Usuaris anuals captats de Rodalies Renfe	727.492
Tarifa Renfe	1,28 € (5)
Cost per RENFE	931.883,20 €

(5) Segons dades transmet ATM 2017 (viatges/€recaptats)

Benefici per FGC

Pax anuals totals 2030	4.279.367
Usuaris anuals captats per FGC	3.123.938
Tarifa FGC	0,91 € (5)
Cost per RENFE	2.854.160,39 €

(5) Segons dades transmet ATM 2017 (viatges/€recaptats)

Estalvi km VP

Pax anuals totals 2030	4.279.367
Usuaris anuals captats del VP	599.111
Km VP estalviat mig per usuari captat del VP [vh-km/pax]	12
Total km VP estalviats [km]	7.189.337,25 €

Annex II. Resum dels resultats de les enquestes del perllongament dels FGC a Sabadell

Gener 2019
EM-XTB-18109

Perllongament dels FGC a Sabadell

Avaluació Enquesta

Introducció

Dates enquesta: dimarts 11, dimecres 12 i dijous 13 de desembre del 2018 – **Dies laborables**

Univers i mostra: viatgers entrats a les 3 noves estacions d'FGC de Sabadell

- La Creu Alta
- Sabadell Nord
- Sabadell Parc del Nord

Distribució per estacions

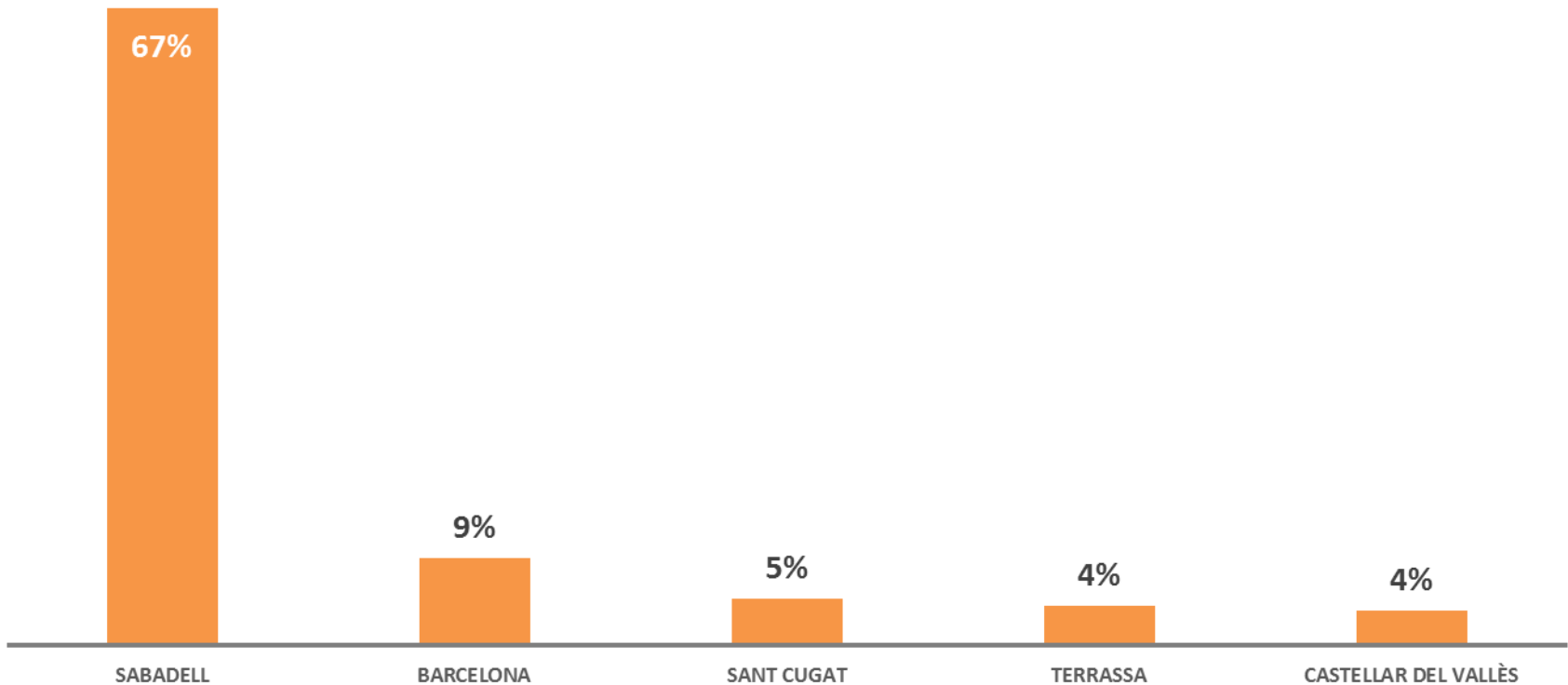
ESTACIO	Univers (entrades)	Mostra	Factor
Sabadell Parc del Nord	1.065	100	11
Creu Alta	1.691	151	11
Sabadell Nord	2.037	149	14
Total	4.793	400	12



Error mostral: +/- 5%, nivell de confiança del 95% amb P=Q=50%.

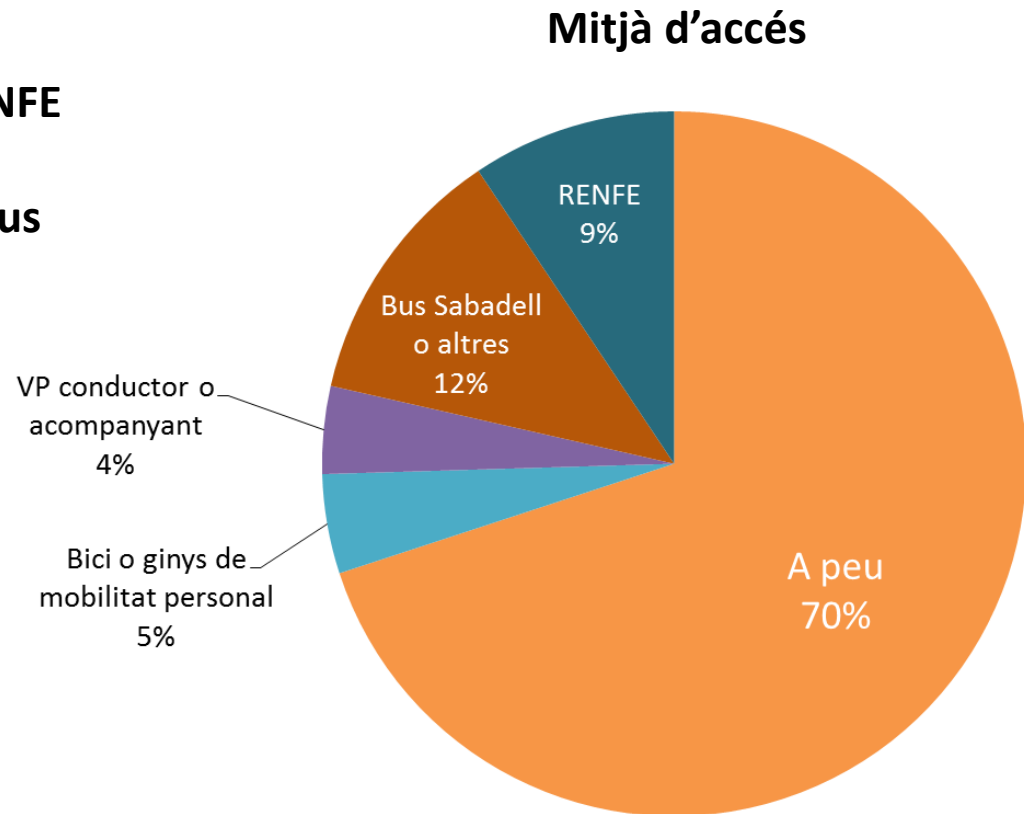
Perfil – Municipi de residència

- 67% dels usuaris de les noves estacions de FGC viuen a Sabadell



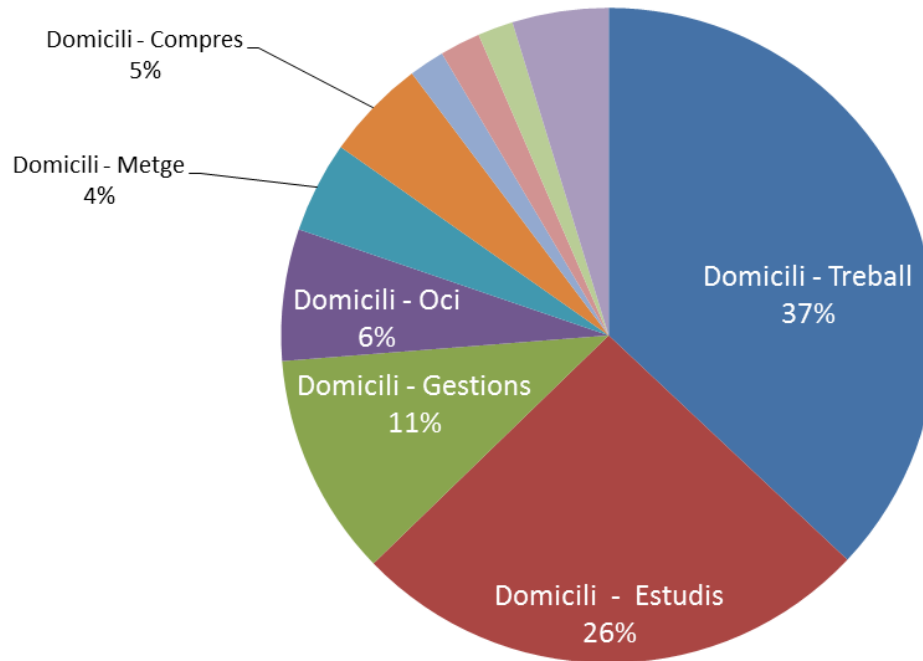
Mitjà d'accés dels usuaris de les noves estacions del perllongament

- **70%** accedeixen a **peu**
- **9%** Intercanvi modal **RENFE**
- **12%** Intercanvi modal **Bus**



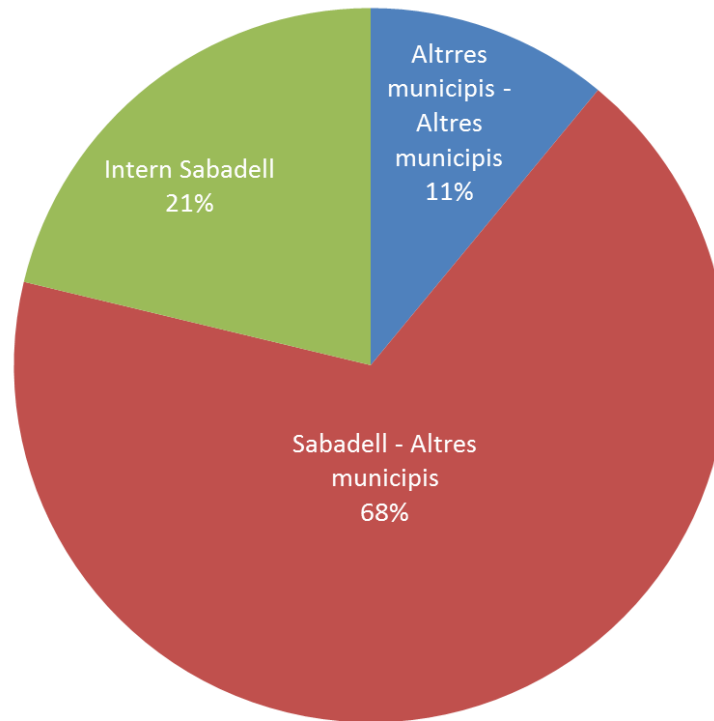
Motiu viatge

- **90 % dels desplaçaments són amb O/D el Domicili.**
- **63% mobilitat per motiu estudi o treball**



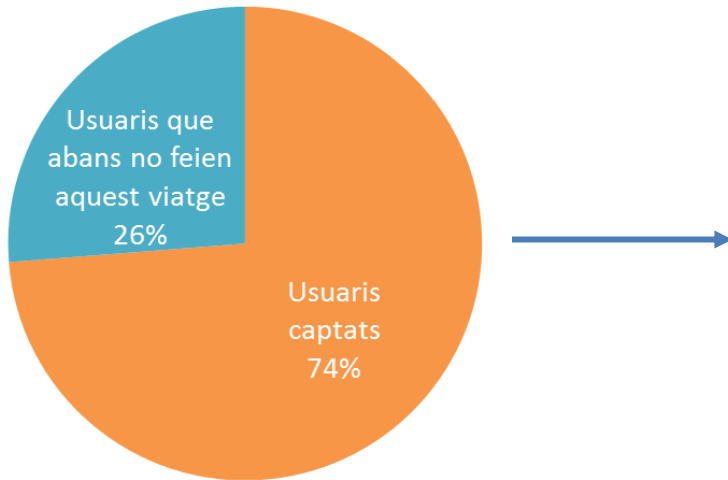
Municipi d'origen i de destinació dels usuaris de les noves estacions

- **21%** no surten de la ciutat, són **urbans**
- **68 % són des de Sabadell fins un altre municipi** o a la inversa
- **11 %** passen per la ciutat però **no és ni l'origen ni el destinació**



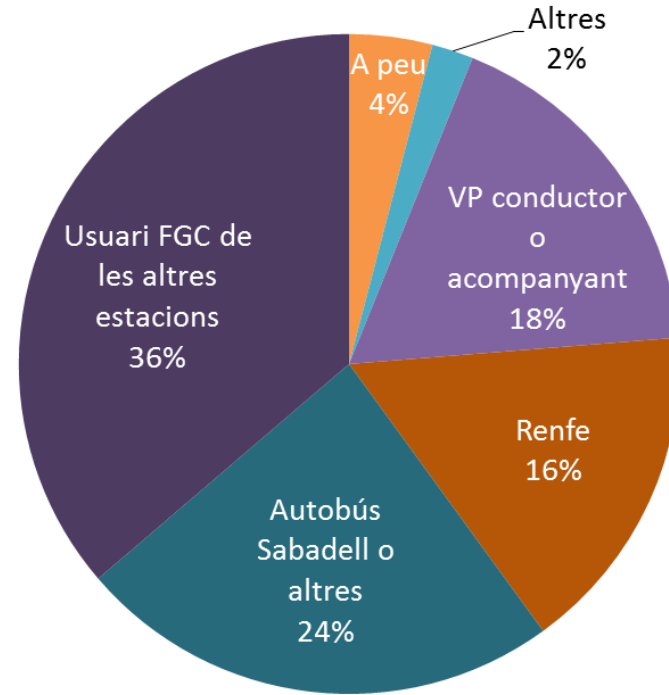
Demanda captada

- **74 % demanda captada**
- **26 % demanda que abans no feia aquest viatge**



Demanda captada VS Usuaris que abans no feien aquest viatge

- **76 %** dels usuaris captats prové del **Transport Públic**
- **18 %** dels usuaris captats prové del **Vehicle Privat**
- **Només un 36%** dels usuaris captats **ja eren usuaris de FGC**
- **24%** de viatges interns **captats del bus urbà**
- **16%** de captació d'usuaris de **Renfe Rodalies**

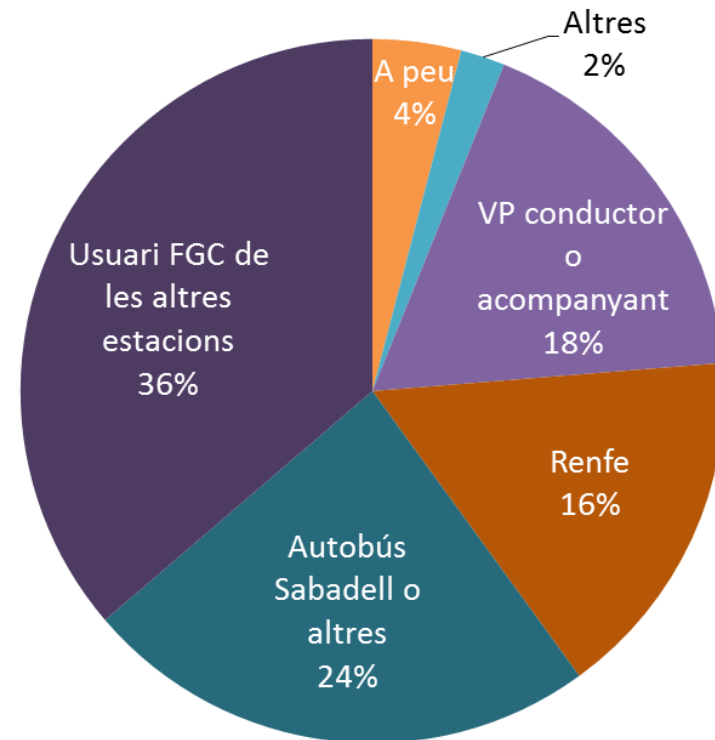


Demanda captada

Demanda captada

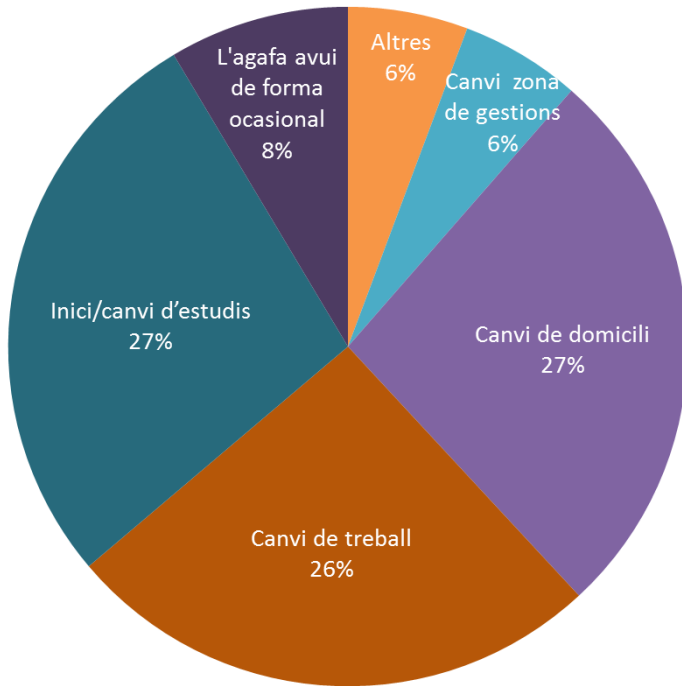
- **76 %** provinent del **Transport Públic**
- **18 %** provinent del **Vehicle Privat**

- **Només un 36%** dels usuaris captats ja **eren usuaris de FGC**
- **Un 24% són viatges interns captats del bus urbà**
- **16%** de captació d'usuaris de **Renfe Rodalies**

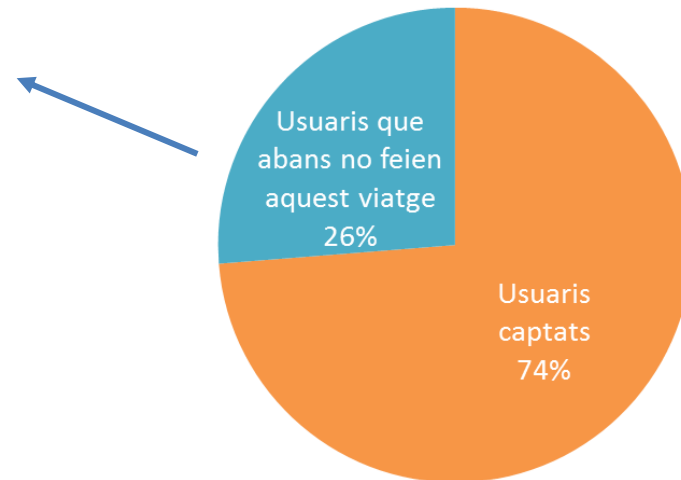


Demanda induïda real

- **26 % de demanda induïda fictícia** (usuaris que abans no feien aquest viatge)
- **79% dels usuaris que abans no feien aquest viatge és per canvi d'estudis, de feina o de domicili** → no són realment atribuïbles com a demanda induïda
- **Demanda induïda real = 26% * 0,21 = 5,46 %**

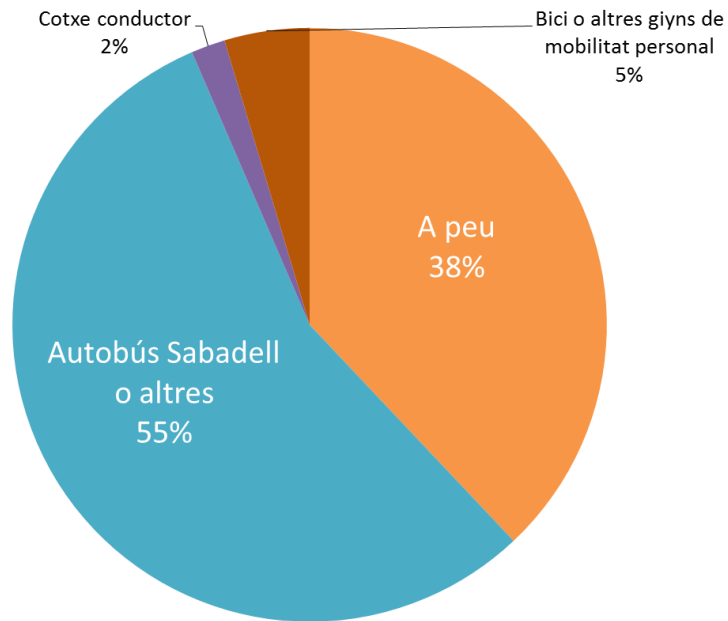


Motius dels usuaris que abans no feien aquest viatge



Demanda captada VS Usuaris que abans no feien aquest viatge

Demanda captada d'usuaris d'altres estacions de FGC

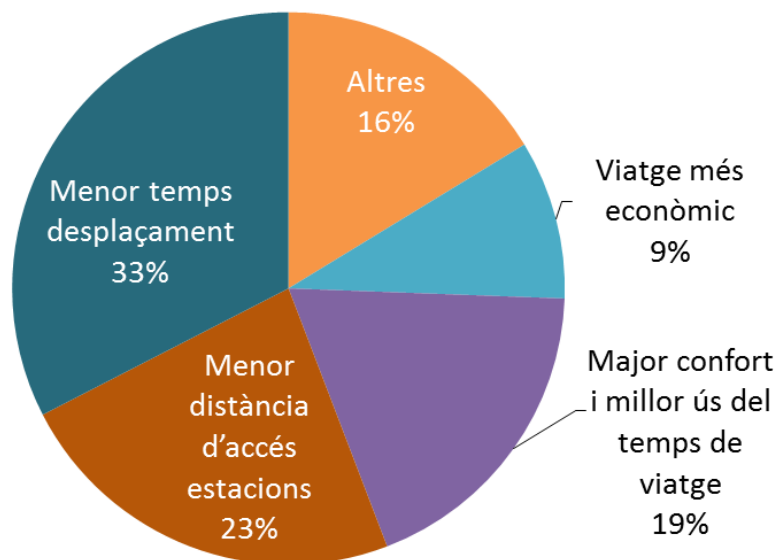


Mitjà d'accés dels usuaris que abans utilitzaven les estacions de FGC de Plaça Major o de Can Feu

✓ **36%** de captació d'usuaris de les noves estacions prové de **FGC (Pl. Major o Can Feu)**

- **Accessibilitat als FGC abans de l'entrada en servei del perllongament**
 - 55% d'usuaris accedien en autobús urbà de Sabadell
 - 37% accedien caminant
- **Millora d'accessibilitat : 11 minuts d'estalvi mig per usuari per accedir a les estacions noves de FGC.**

Demanda captada del RENFE

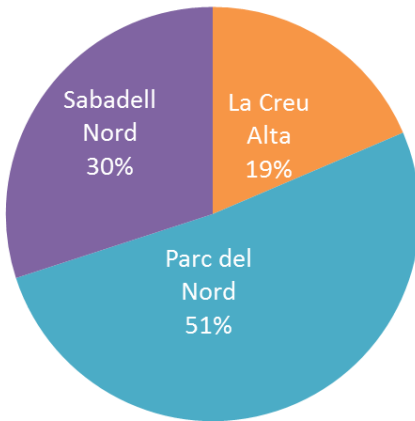


Perquè millora la mobilitat el perllongament dels usuaris captats de RENFE ?

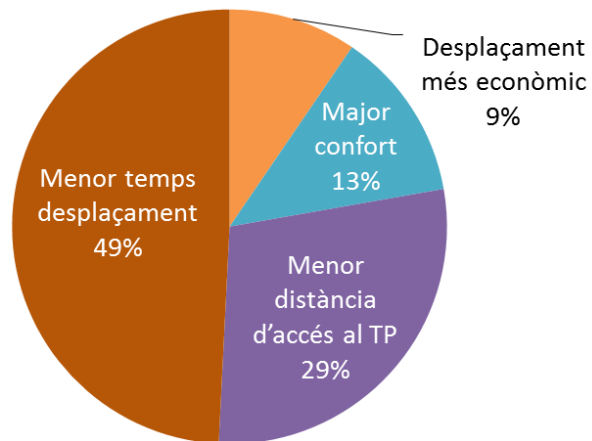
✓ **16%** de captació d'usuaris de les noves estacions prové de **Renfe Rodalies**

- **33%** dels usuaris valoren el **menor temps de desplaçament → 10 minuts d'estalvi mig**
- **23%** han estat captats gràcies a la **millora en l'accessibilitat al TP del perllongament**
- **Valoració de 9/10** de millora de la seva mobilitat gràcies al perllongament

Demanda captada del Autobús urbà de Sabadell



Estacions utilitzades pels usuaris captats del autobús



Perquè millora la mobilitat dels usuaris captats del autobús?

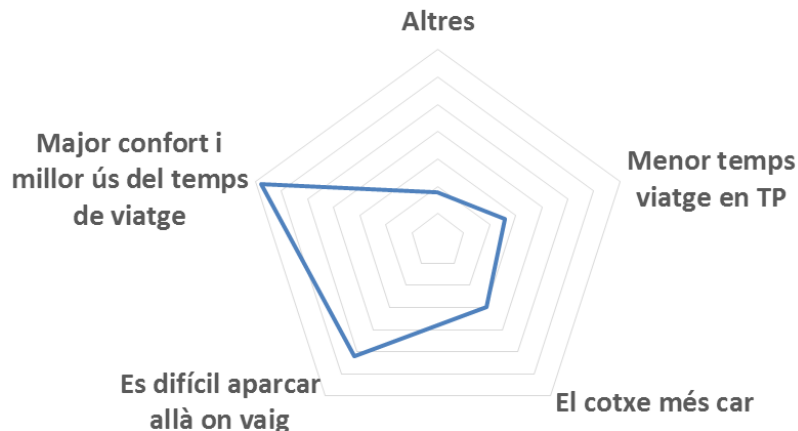
- ✓ Un 24% són viatges interns captats del bus urbà.
- 51% dels usuaris captats de l'autobús utilitzen la nova estació de **Parc del Nord**
- Ús dels FGC com a metro de Terrassa
- 49% dels usuaris valoren el **menor temps de desplaçament → 13 minuts d'estalvi mig**
- 29% han estat captats gràcies a la **millora en l'accessibilitat al TP**

Demanda captada del Vehicle Privat

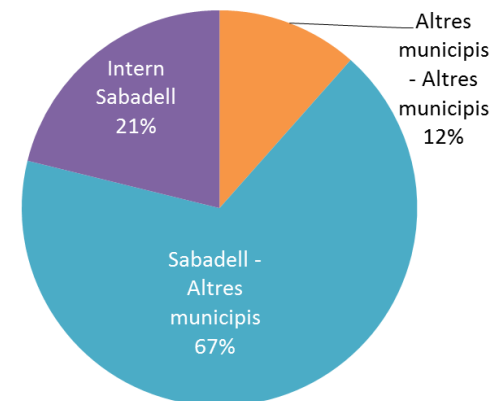
✓ 18 % de la demanda captada per les noves estacions prové del Vehicle Privat

- 80 % dels viatges de VP captats són **intermunicipals**, dels quals **67% amb O/D Sabadell**
- 21% dels viatges captats del VP són **interns**
- **Motiu principal per deixar el cotxe → Major confort i millor ús del temps de viatge**
- **12 minuts d'estalvi mig** dels usuaris captats del cotxe

Quins són els motius per deixar el cotxe?

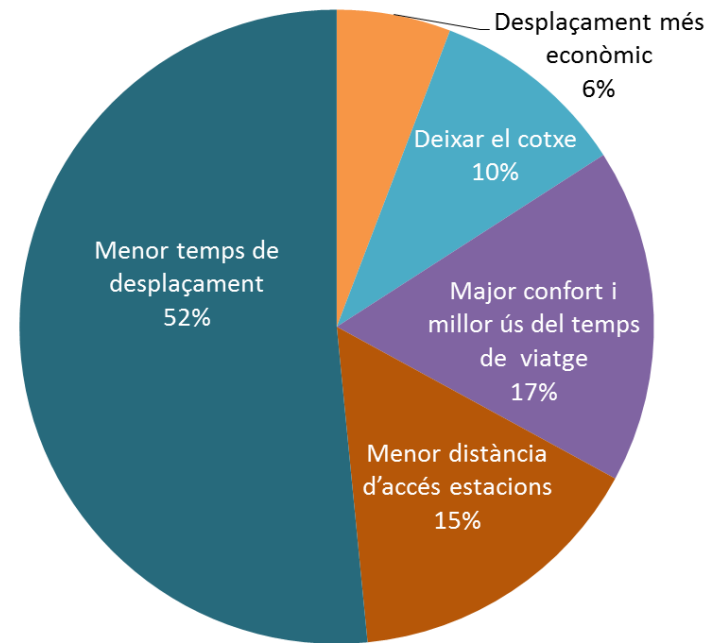
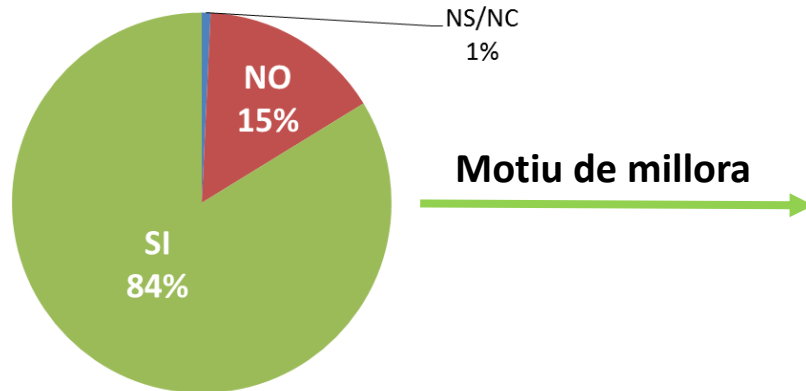


O/D dels viatges de VP captats



Valoració del perllongament dels FGC dins de Sabadell

Consideren els usuaris que el perllongament suposa una millora per la seva mobilitat ?



- **Valoració** dels usuaris de la millora de la mobilitat gràcies al perllongament: **9 / 10**.
- Principal **motiu**: **Menor temps de desplaçament**
- Grau de **satisfacció** amb el perllongament: **8,75 / 10**.

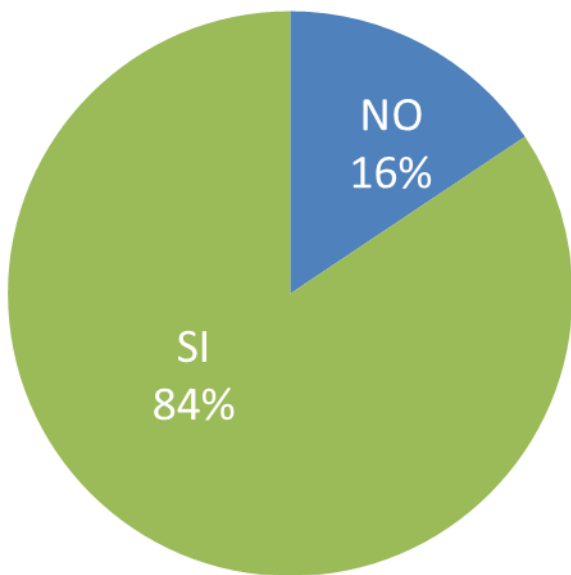
Valoració del temps total de viatge estalviat

Mode de transport de la demanda captada	Temps mig estalviat [min/pax]
A peu	12
Autobús urba de Sabadell o altres	13
Vehicle privat	12
Renfe	10
FGC	12

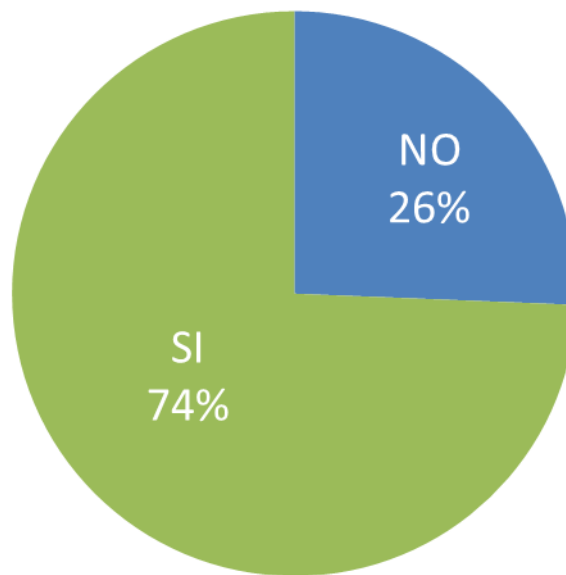
- **12 minuts/pax d'estalvi mig per viatge**

Fidelitat dels usuaris enquestats

- El **84%** dels usuaris enquestats són **habituals**. Es considera que els usuaris són habituals si són usuaris de FGC més de dos cops per setmana.
- El **75%** dels usuaris fan el mateix viatge d'anada i tornada en FGC



És l'usuari de les noves estacions habitual?



Fa l'usuari enquestat el mateix viatge d'anada i tornada?



Centre d'Innovació del Transport (CENIT)
C/ Jordi Girona, 1-3, C3, S120, 08034, Barcelona

www.cenit.es

Annex

4

Cas pilot. Millora de l'estació dels FGC de Putxet per adaptació a Persones de Mobilitat Reduïda (PMR)

Avaluació ex-post de l'adaptació PMR de l'estació del Putxet



Data de redacció

Juliol 2019

Documents

Avaluació ex-post



Direcció

**Santiago Ribas
Albert Palomo**

Autors

Javier Garrido



Generalitat de Catalunya
Departament de Territori i Sostenibilitat
**Direcció General d'Infraestructures
de Mobilitat**

Índex

1	Introducció i metodologia	4
2	Dades generals de l'actuació	4
2.1	Descripció i antecedents	5
3	Costos d'inversió	6
4	Anàlisi de la demanda.....	6
5	Avaluació Cost Benefici simplificada.....	8
6	Conclusions.....	9
6.1	Verificació d'objectius i definició d'indicadors d'eficàcia	9
6.2	Lliçons apreses.....	10

1 Introducció i metodologia

Aquest informe presenta l'avaluació ex-post de l'actuació "Adaptació a la normativa i millora de l'accessibilitat de l'estació de Putxet dels FGC. remodelació d'accessos a vestíbul i andanes per a l'execució d'itineraris adaptats".

L'avaluació es realitza 2 anys després de l'actuació i s'inscriu dins de l'ordre d'estudi MB-05004-A1 "Estudi d'Avaluació ex post d'Infraestructures de Mobilitat 2017 i actuacions singulars" emesa per la Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat.

L'avaluació es fonamenta en la metodologia descrita al Sistema d'Avaluació d'Infraestructures de Transport (SAIT). En el marc d'aquesta metodologia, la present actuació s'inclou dins de la categoria de "Millora d'estacions" i, en conseqüència, l'anàlisi ex-post es centra en els següents elements:

- Anàlisi dels costos d'inversió i de possibles desviacions
- Anàlisi de dades de demanda
- Avaluació cost benefici simplificada

2 Dades generals de l'actuació

Taula 1: Dades generals de l'actuació

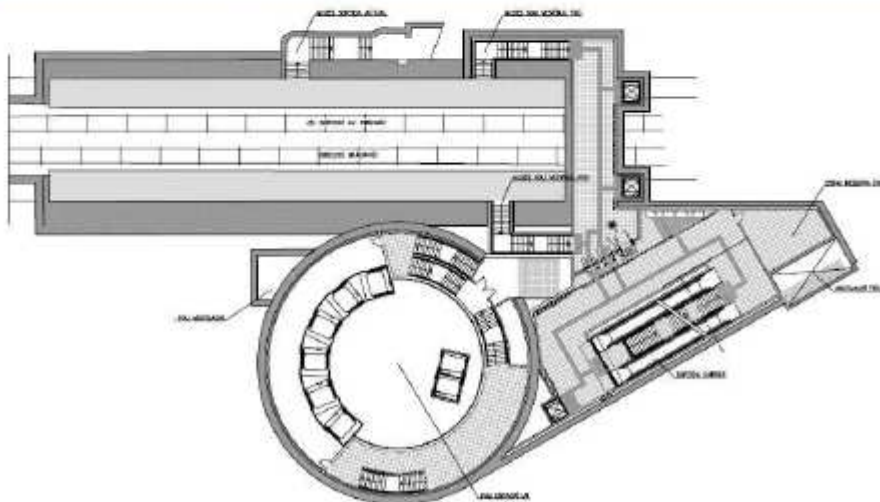
Títol de l'actuació	Adaptació a la normativa i millora de l'accessibilitat de l'estació de Putxet dels FGC. remodelació d'accessos a vestíbul i andanes per a l'execució d'itineraris adaptats
Clau projecte constructiu (i modificats i complementaris)	TF-13290
Tipus d'actuació	Millora d'estació
Cost total de la inversió (IVA exclòs)	1.573.048€
Objectius principals de l'actuació	Adaptació de l'estació a PMR.
Data de redacció del projecte	Desembre 2015
Data d'inici de les obres	Juliol de 2017

Data de posada en servei	Setembre de 2017
--------------------------	------------------

2.1 Descripció i antecedents

Els treballs, amb una inversió d'1,57 milions d'euros, han comportat la instal·lació de dos ascensors per a facilitar les connexions entre el carrer i les andanes.

Les obres d'adaptació han consistit en la remodelació i l'ampliació de l'edicle situat a la plaça de Joaquim Folguera i la instal·lació de dos ascensors: un que permet la connexió entre el nivell carrer (edicle) i el pas superior existent de comunicació entre andanes i l'andana sentit plaça de Catalunya i un ascensor de connexió de l'altre extrem del pas superior amb l'andana sentit avinguda del Tibidabo.



Il·lustració 1. L'estació del Putxet amb l'accés adaptat

3 Costos d'inversió

Es presenta a continuació l'estudi ex-post de costos d'inversió derivats de l'actuació amb l'objectiu de comprovar el cost final que ha significat i les possibles desviacions respecte a les estimacions inicials. La Figura 1 il·lustra gràficament l'evolució de l'import respecte a la previsió inicial.

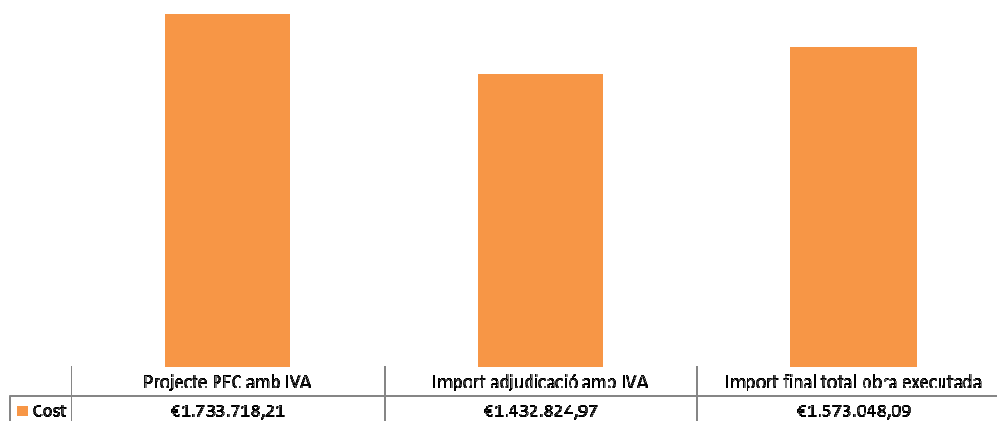


Figura. 1: Evolució de les estimacions de costos d'inversió

En funció de les dades s'ha considerat adient la definició dels següents indicadors d'eficàcia econòmica per tal de comparar aquesta actuació amb d'altres de similars:

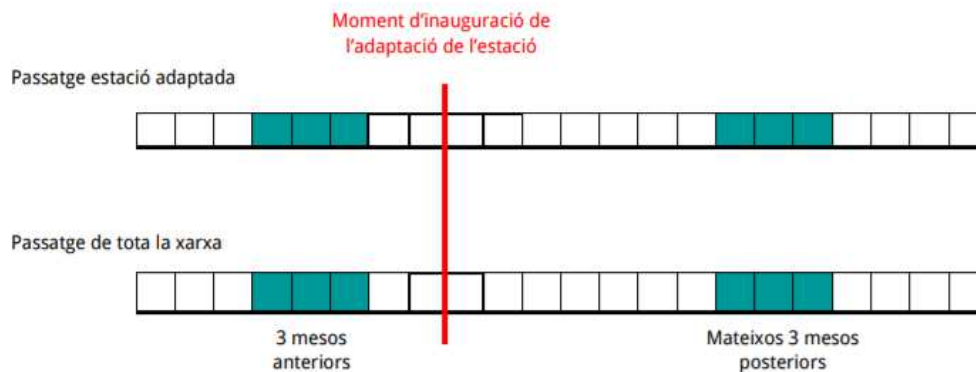
- Indicador: **3,6 % ΔDemanda / M€ invertit**
- Indicador: **160 pax PMR captats / M€ invertit**

4 Anàlisi de la demanda

Per l'estudi d'avaluació ex-post de l'adaptació PMR de l'estació de Putxet, s'ha pres com a metodologia de partida la definida a l'estudi de l'Autoritat del Transport Metropolità (ATM) que es titula "Influència de l'adaptació d'estacions de metro i FGC a PMR en l'augment del passatge" del juny del 2011".

Seguint aquest informe citat anteriorment, per avaluar l'efecte de l'adaptació es comparà el

passatge de les estacions durant 3 mesos, escollits poc abans de la inauguració, i els mateixos 3 mesos un any més tard. La durada dels períodes considerats és prou gran per atenuar els efectes de la estacionalitat.



Il·lustració 2. Esquema per a la presa de dades. Font: ATM.

Així doncs, les dades de partida són les validacions dels següents mesos:

- Abril, Maig i Juny de 2017
- Abril, Maig i Juny de 2018

Analitzant aquestes dades aplicant la metodologia del informe de l'ATM hem arribat a les següents conclusions:

- Demanda en dia feiner 3 mesos abans de la data d'inauguració de la remodelació de l'estació: **412.623 pax**
- Demanda en dia feiner 1 any després de la data d'inauguració, prenent els mateixos 3 mesos : **446.999 pax**
- A partir de les dues dades anteriors, es calcula l'increment de la demanda: **7,7%**
 Δ Demanda
- Es calcula la variació global de la demanda de la línia a la que pertany l'estació en aquest mateix període de 12 mesos: **2,2%**
- **Increment de la demanda normalitzada: 5,5%**

Analitzant les validacions de la línia destaquem que des de l'adaptació PMR del Putxet, **la demanda del Putxet ha augmentat més que a les altres estacions de la línia.** Aquest fet es

pot apreciar a la següent figura:

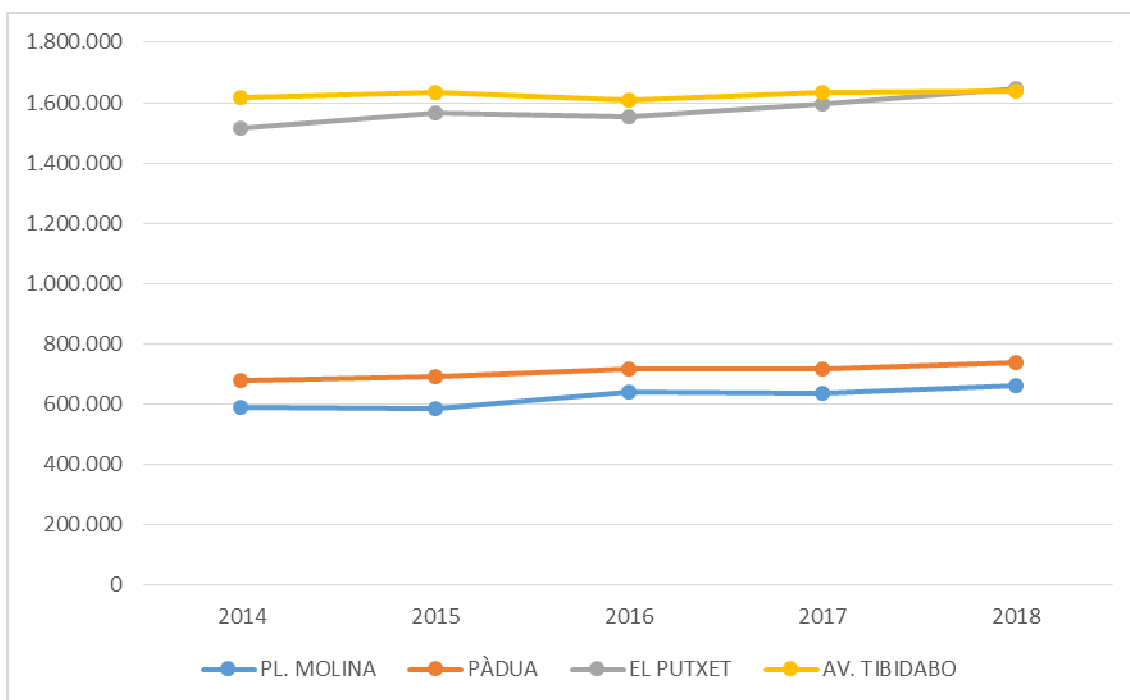


Figura 1. Evolució del passatge durant el període 2014-2018 a les estacions de la línia 7 de FGC.

5 Avaluació Cost Benefici simplificada

En primer lloc s'han definir quines són les variables d'entrada per realitzar una avaluació cost benefici simplificada. Per tal de monetitzar els beneficis s'ha de definir el estalvi unitari per etapa per un usuari PMR. Per definir aquest estalvi s'estima els guanys dels usuaris PMR que es troben a l'àrea d'influència de l'estació del Putxet, però que en no estar habilitada, es desplacen a les altres de la línia que es troben mes allunyades del seu origen/destí de viatge. Així doncs, suposant un estalvi de 500 metres de recorregut i una velocitat de desplaçament de les persones PMR de 2,5km/h, el estalvi és de 1,84€ per etapa.

Per una estació de 1.645.173 'entrades + sortides' anuals (Dades memòria FGC 2017), l'estudi dóna un increment de 4.507 persones, que amb un estalvi unitari de 1,84 € per etapa, dóna un benefici net anual de 165k€, equivalents a **1,65 M€ en un període de 10 anys**.

Aquest benefici cal entendre'l com un plus addicional de rendibilitat a la necessitat, per normativa, d'adaptació de l'estació.

En la següent taula resum es detallen les diferents variables d'entrada per tal de dur a terme un l'avaluació cost benefici simplificada.

Estalvi unitari per etapa	1,84 €
Increment diferencial de demanda	5,5%
Entrades + sortides diàries	4.507 pax
Increment persones PMR diàries	246 pax
Benefici net anual	165 k€
Benefici als 10 anys	1,65M€
Estalvi unitari per etapa	1,84 €
Increment diferencial de demanda	5,5%
Entrades + sortides diàries	4.507 pax
Increment persones PMR diàries	246 pax
Benefici net anual	165 k€

Taula 2. Variables d'entrada per a l'avaluació cost benefici simplificada

6 Conclusions

6.1 Verificació d'objectius i definició d'indicadors d'eficàcia

Objectius	Verificació
Adaptació PMR de l'estació i increment de la demanda	✓ Increment de la demanda normalitzada del 5,5% gràcies a l'adaptació PMR.
Indicadors d'eficàcia	✓ Indicador: 3,6 % ΔDemanda / M€ invertit ✓ Indicador: 160 pax PMR captats / M€ invertit

6.2 Lliçons apreses

Per a la valoració ex-post es pot utilitzar la metodologia definida a l'estudi de l'Autoritat del Transport Metropolità (ATM) que es titula "Influència de l'adaptació d'estacions de metro i FGC a PMR en l'augment del passatge" del juny del 2011", que permet obtenir un increment de la demanda de passatgers normalitzada després d'una actuació PMR a una estació.

Aquesta metodologia també es podria aplicar per estudiar els increments de demanda d'una estació un cop es realitza una millora de qualsevol tipologia, com per exemple una ampliació d'andanes, una millora dels accessos, etc.

Els indicadors d'eficàcia definits poden ser útils per realitzar una meta-anàlisi amb actuacions de millora d'estacions similars, podent així analitzar quines són més rentables i identificar els motius.

Annex 5

Cas pilot. Execució d'una nova via ciclista a Viladecans

Avaluació ex-post del nou carril bici a la carretera B-204 de Viladecans



Data de redacció

Juliol 2019

Documents

Avaluació ex-post



Direcció

**Santi Ribas
Albert Palomo**

Autors

Javier Garrido



Generalitat de Catalunya
Departament de Territori i Sostenibilitat
**Direcció General d'Infraestructures
de Mobilitat**

Avaluació ex-post de l'actuació de Millora de les característiques superficials i obres complementàries a la carretera B-204 del PK 1+110 al PK 4+230. Tram: Viladecans -El Prat de Llobregat. Clau:RB-09097

Índex

1	Introducció i metodologia	5
2	Dades generals de l'actuació	5
2.1	Antecedents.....	6
2.2	Àmbit i descripció de l'actuació	6
3	Costos	7
3.1	Costos d'inversió	7
4	Demanda	8
5	Avaluació Cost Benefici Simplificada	9
5.1	Costos de referència	9
5.2	Variables d'entrada per a l'avaluació cost benefici simplificada	11
5.3	Resultats.....	11
6	Conclusions.....	13
6.1	Resum d'impactes i verificació d'objectius ex-post	13
6.2	Lliçons apreses per a la valoració del ex-ante	13

1 Introducció i metodologia

Aquest informe presenta l'avaluació ex-post de l'actuació "Ferm. Millora de les característiques superficials i obres complementàries a la carretera B-204 del PK 1+110 al PK 4+230 Tram: Viladecans -El Prat de Llobregat. Clau:RB-09097". Concretament l'estudi s'ha centrat en l'avaluació de l'execució del carril bici.

L'avaluació es realitza 2 anys després de la posada en servei del mateix i s'inscriu dins de l'ordre d'estudi EM-XTB-18109 "Estudi d'Avaluació ex post d'Infraestructures de Mobilitat 2017 i actuacions singulars" emesa per la Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat.

L'avaluació es fonamenta en la metodologia descrita a la "Guia per a l'avaluació ex-post d'infraestructures de mobilitat", complementària del Sistema d'Avaluació d'Infraestructures de Transport (SAIT). En el marc d'aquesta metodologia, la present actuació s'inclou dins de la categoria de "Vies ciclistes" i, en conseqüència, l'anàlisi ex-post se centra en els següents elements:

- Anàlisi dels costos d'inversió i comparativa amb altres inversions de caire similar
- Anàlisi de dades de demanda i comparació amb l'escenari de referència
- Anàlisi cost-benefici simplificat

2 Dades generals de l'actuació

Taula 1: Dades generals de l'actuació

Títol de l'actuació	Ferm. Millora de les característiques superficials i obres complementàries a la carretera B-204 del PK 1+110 al PK 4+230 Tram: Viladecans -El Prat de Llobregat. Clau:RB-09097
Clau estudi informatiu i estudi d'impacte ambiental	100115
Clau projecte(s) constructiu(s) (i modificats i complementaris)	RB-09097 AB-04103
Tipus d'actuació	Execució d'un nou carril bici
Cost total de la inversió (IVA exclòs)	806.437,48€ (Inversió de total de les obres de millora de ferm i l'execució del nou carril bici).
Objectius principals de l'actuació	1) Millora de les característiques superficials del ferm 2) Afavorir la interconnectivitat de les vies ciclistes entre

	Viladecans i el Camí del Mar
Data de redacció del projecte	Juny 2010
Data d'inici de les obres	2016
Data de posada en servei	2017
Durada de les obres	4 mesos
Contractista	INNOVIA COPTALIA, SAU & PABASA EUROASFALT, SA (UTE)

2.1 Antecedents

En data de 20 de gener de 2010 la Direcció General de Carreteres aprova l'ordre d' estudi núm. 100115 per a la redacció del projecte constructiu "Ferm. Millora de les característiques superficials i obres complementàries a la carretera B-204 del PK 1+110 al PK 4+230. Tram: Viladecans – El Prat de Llobregat".

2.2 Àmbit i descripció de l'actuació

El projecte consisteix en la millora del ferm de la carretera B-204 en el tram comprès entre el PK 1+110 i el PK 4+230. A banda es planteja un vial de bicicletes en el tram comprès entre el PK 1+380 i el PK 2+200 que connecti amb el carril bici existent al camí de Les Filipines. A més a més s'executaran les obres complementàries de drenatge longitudinal, senyalització i seguretat viària necessàries per deixar el tram en perfecte estat de conservació.

L'estudi d'avaluació ex-post es centra l'anàlisi del nou carril bici de 900 metres de longitud, des del pont sobre la C-32 fins a l'encreuament amb la B-210, per enllaçar amb el carril bici que ja existeix al camí de les Filipines. El nou carril, té una amplada de 2,2 metres, i es va situar al costat dret de la carretera.



Figura 1. Localització del nou carril bici executat a Viladecans

Els treballs van començar a finals del 2016 i es van allargar durant 4 mesos. L'àmbit d'aquest projecte compren des del PK 1+110 al PK 4+230, afectant als termes municipals de Viladecans, Sant Boi de Llobregat i El Prat de Llobregat, totes ells poblacions del Baix Llobregat.

3 Costos

3.1 Costos d'inversió

Es presenta a continuació l'estudi ex-post de costos d'inversió derivats de l'actuació amb l'objectiu de comprovar el cost final que ha significat i les possibles desviacions respecte a les estimacions inicials.

Els costos del conjunt de l'actuació es resumeixen en a

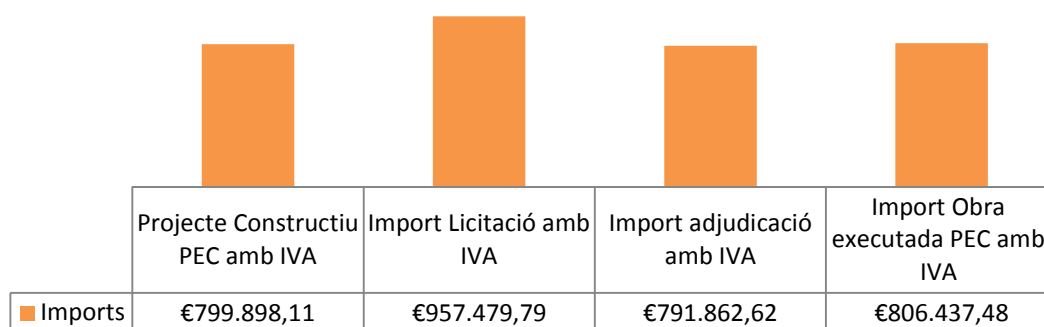


Figura 2. Evolució de les estimacions de costos d'inversió

Cal remarcar que aquests costos corresponen al conjunt de l'actuació, incloent la millora de ferm, la nova via ciclista i altres obres complementàries. L'import total de la inversió liquidada ha estat finalment de 806.437,48 M€, mentre que la prevista als projectes constructius base de la licitació era de 957.479,79 M€. Així doncs, la inversió liquidada per aquesta actuació ha estat un 18% inferior a la prevista en fase de projecte.

En concret, la inversió per a l'execució del carril bici el projecte constructiu havia previst uns costos de 191.642,59€ sense IVA. Amb l'objectiu de definir indicadors que ens permetin comparar en un futur amb altres actuacions de caire similar i poder fer un meta-anàlisi, a continuació es defineixen els següents:

- Indicador del cost d'atracció de demanda: 260 nous ciclistes / M€ invertit

- Indicador del cost quilomètric de nova via ciclable: 4,7 Δkm ciclable/ M€ invertit

4 Demanda

Amb el objectiu de definir la demanda, s'ha realitzat un aforament de la via ciclista en hora punta i s'han calibrat les dades obtingudes a partir d'altres aforaments permanents col·locats en vies ciclistes situades a proximitat directe. El comptatge es va dur a terme el dissabte 3 de febrer de 2019 en el PK 1+110 de la B-204 i els resultats obtinguts es resumeixen a la següent taula següents:

Data	03/02/2019
Inici	13:00
Final	14:00
Bicicletes	39
Vianants	27
Patinet o altres	1
Bicicleta per calçada cotxes	14

Taula 2. Resultats del comptatge realitzat el carril bici de Viladecans.

Aquests es van comparar amb l'aforador permanent situat a proximitat d'aquest carril, col·locat en un pas a la C-31. A continuació es presenten les dades d'aforaments del mateixa dia i setmana:

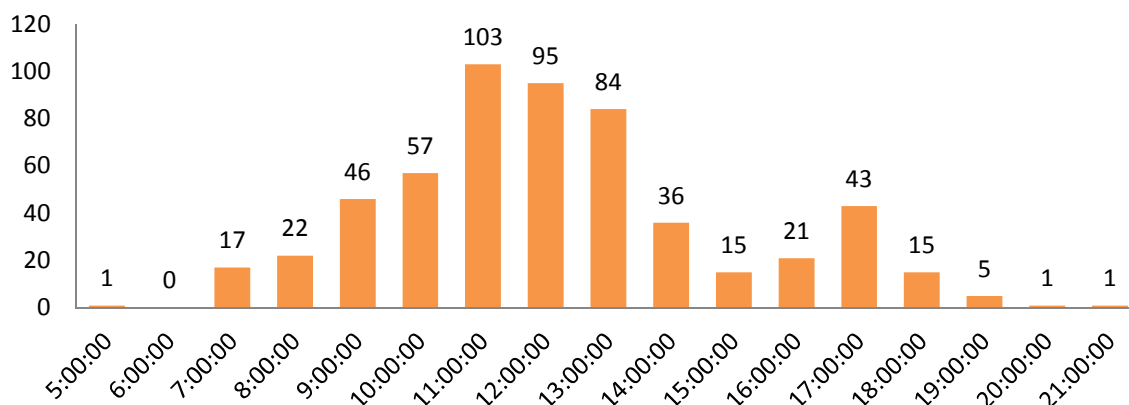


Figura 3. Comptatge de l'aforament permanent de la C-31 durant el diumenge 3 de març de 2019

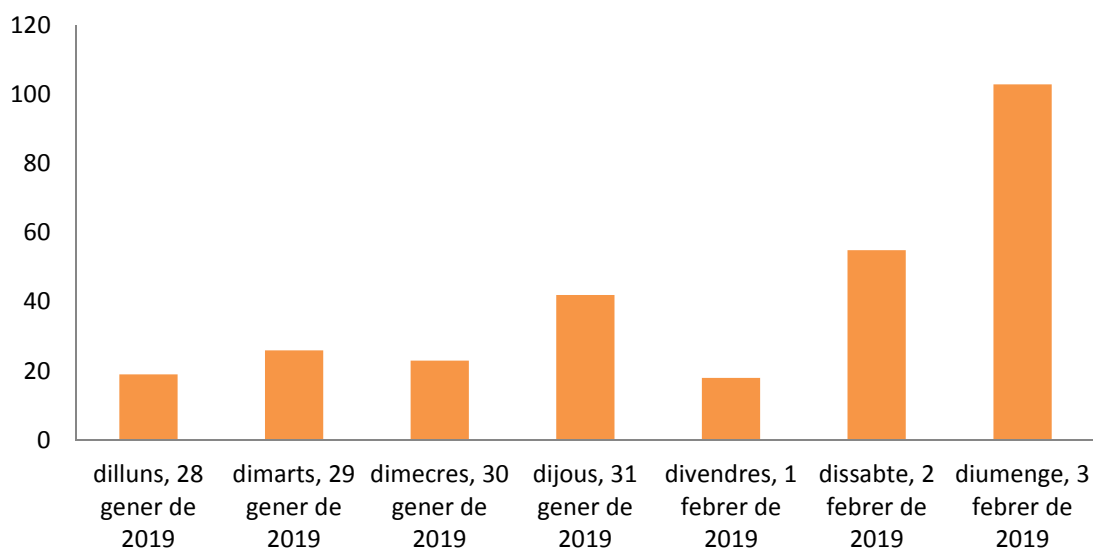


Figura 4. Dades de l'aforador permanent de la via ciclista de la C-31 durant la mateixa setmana a la qual es va dur a terme

Comparant el comptatge en el nou carril bici de Viladecans (39pax) amb el aforament permanent de la C-31 (84 pax), destaquem que pel nou carril bici circulen aproximadament el 50% de bicicletes.

A partir de la hipòtesi que pel carril bici de la C-31 circulen el doble de bicicletes, com que tenim un aforador permanent, hem estimat que la demanda del carril bici de Viladecans és la següent:

Demanda diària dies laborables mitjana	110
Demanda diària en cap de setmana	217
Demanda anual	51.038

Taula 3. Demanda estimada pel carril bici de Viladecans

5 Avaluació Cost Benefici Simplificada

5.1 Costos de referència

Com a costos de referència, s'han escollit els definits en el [“Economic evaluation of cycle projects – methodology and unit prices”](#) un estudi publicat al desembre del 2009 de COWI per la ciutat de Copenhagen.

	Us bicicleta (16km/h)		
	Internalitzats	Externalitats	Total
Costos temporals	0,5625 ¹	0	0,560
Costos operació vehicles	0,0429	0	0,0429
Increment esperança de vida	-0,3458	0,0078	-0,338
Salut	-0,1443	-0,234	-0,3783
Accidents	0,0325	0,070	0,1027
Total	0,1453	-0,156	-0,0107

Taula 4. Costos mitjans en € per km recorregut en bicicleta a una velocitat de 16km/h. Aplicada taxa de canvi DKK-€ 2008.

Transferència de mode	Cotxe (hora vall)	Cotxe (hora punta)	Bus	Tren
Pol·lució	0,0026	0,0039	0,0143	0,0013
Canvi climàtic	0,0039	0,0052	0,0026	0,0026
Soroll	0,0312	0,0429	0,013	0,0013
Accidents	0,0195	0,026	0,0039	0,0026
Deterioració carretera	0,0013	0,0013	0,0052	0,0091
Congestió	0,0390	0,1794	0,0065	0

Taula 5. Costos externs evitats en € per transferència de mode a bicicleta per km recorregut en bicicleta a una velocitat de 16km/h. Aplicada taxa de canvi DKK-€ 2008.

¹ S'ha utilitzat el valor del temps recomanat en el SAIT (2014) de 9€/h. Tenint en compte una velocitat de 16km/h en bicicleta, els cost és de 0,5625 €/km.

5.2 Variables d'entrada per a l'avaluació cost benefici simplificada

En la següent taula resum es detallen les diferents variables d'entrada per tal de dur a terme un l'avaluació cost benefici simplificada.

Valor del temps	9 €/h
Taxa social de descompte	3%
Període d'avaluació	10 anys
Increment anual de demanda ²	0,4%
Demanda diària dies laborables	110
Demanda diària en cap de setmana	217
Demanda anual	51.038
Distància mitja recorreguda per usuari suposant un desplaçament habitual des de Viladecans fins a la platja pel camí del Mar	15 km
Captació vehicle privat (Hipòtesi)	50%
Captació bus (Hipòtesi)	40%
Demanda induïda (Hipòtesi)	10%

Taula 6. Variables d'entrada per a l'avaluació cost benefici simplificada

5.3 Resultats

A la Figura 5 es presenta l'avaluació cost benefici simplificada amb evidències ex-post 2019 segons les variables d'entrada definides anteriorment i tenint en compte els criteris i costos de referència definits en el ["Economic evaluation of cycle projects – methodology and unit prices"](#) un estudi publicat al desembre del 2009 de COWI per la ciutat de Copenhagen.

² Elaboració pròpia a partir de la sèrie històrica 2010-2017 d'us de la bicicleta segons les dades de la EMEF

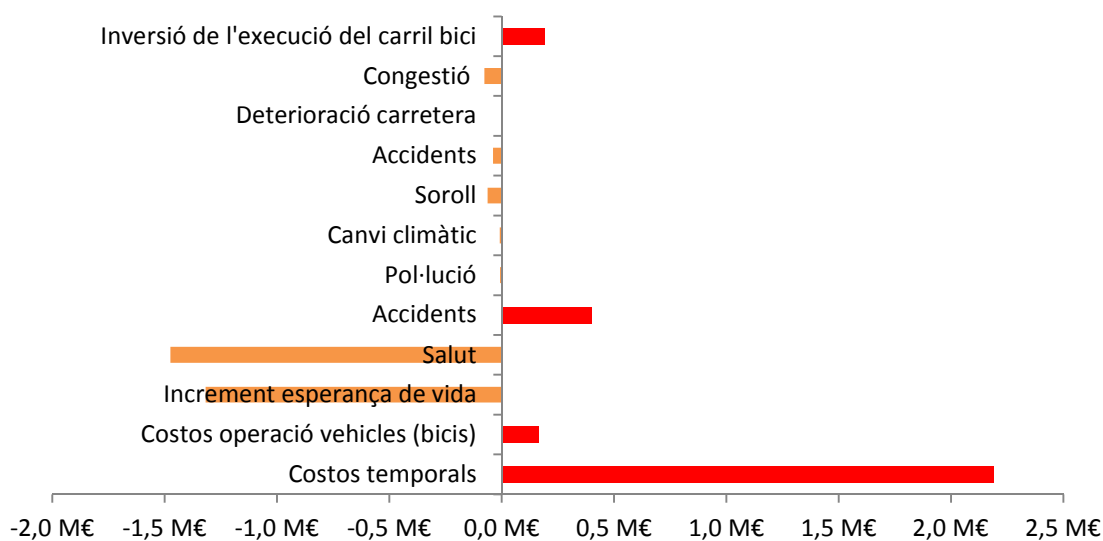


Figura 5 Avaluació Cost Benefici Simplificada del carril bici de Viladecans

Tanmateix, a la següent taula es detallen els costos per quilòmetre recorregut en bicicleta, així com la reducció de les externalitats associades al canvi de mode.

	Variable	Total
Costos anuals segons els km de bici recorreguts	Costos temporals	2.192.338,92 €
	Costos operació vehicles (bicis)	167.202,38 €
	Increment esperança de vida	-1.317.352,10 €
	Salut	-1.474.421,00 €
	Accidents	400.272,37 €
Externalitats evitades per transferència de mode a la bicicleta	Pol·lució	-6.552,98 €
	Canvi climàtic	-7.870,33 €
	Soroll	-62.152,00 €
	Accidents	-38.405,88 €
	Deterioració carretera	-3.073,82 €
	Congestió	-76.676,65 €

Taula 7. Costos detallats de l'avaluació Cost Benefici Simplificada del carril bici de Viladecans

6 Conclusions

6.1 Resum d'impactes i verificació d'objectius ex-post

A mode de resum de la present avaluació ex-post es presenta un resum dels impactes de l'actuació (Taula 8) així com una verificació dels objectius de l'actuació mitjançant indicadors basats en l'evidència ex-post

Taula 8: Resum d'impactes de l'actuació

	Valor ex-post	Comentari
Cost d'inversió	0,19 M€	Indicadors d'eficiència i eficàcia per a l'avaluació de la inversió: <ul style="list-style-type: none"> • 737 Δdemanda diària/ M€ invertit • 4,7 Δkm ciclable/ M€ invertit
Demanda anual carril bici	51k pax	S'afavoreix la interconnectivitat de les vies ciclistes entre Viladecans i el Camí del Mar amb una demanda captada diària en dia laborable de 110 ciclistes i 217 en cap de setmana
VAN	2k €	Avaluació Cost Benefici simplificada positiva a l'horitzó temporal de 10 anys
Rendibilitat social TIR	3,22%	Taxa de rendibilitat social superior a la taxa de descompte social del projecte

6.2 Lliçons apreses per a la valoració del ex-ante

Per a la valoració ex-ante s'han trobat costos de referència que poden ser aplicables en el SAIT, bastats en el estudi un estudi publicat al desembre del 2009 de COWI per la ciutat de Copenhagen.

Annex 6

Cas pilot. Col·locació de barreres acústiques a la C-17

Avaluació ex-post barreres acústiques C-17



Data de redacció

Març 2019

Documents

Avaluació ex-post

Direcció

Santi Ribas

Autors

Ane Ripoll

Javier Garrido



Generalitat de Catalunya
Departament de Territori i Sostenibilitat
**Direcció General d'Infraestructures
de Mobilitat**

Índex

1	Introducció i metodologia	5
2	Dades generals de l'actuació	5
2.1	Àmbit de l'actuació	6
2.2	Situació prèvia: antecedents de l'actuació	7
2.3	Descripció de l'actuació	8
3	Costos d'inversió	9
4	Contaminació Acústica.....	10
4.1	Anàlisi de dades	10
5	Conclusions.....	12
5.1	Verificació d'objectius	12
5.2	Lliçons apreses.....	12

1 Introducció i metodologia

Aquest informe presenta l'avaluació ex-post de l'actuació "Millora local. Barreres acústiques. Carretera C-17, del PK 4+600 al 4+850. Tram: Montcada i Reixac", com a actuació per la millora ambiental i d'altres mesures correctives.

L'avaluació es realitza dos anys després de la posada en servei de la millora del tram de la C-17 i s'inscriu dins de l'ordre d'estudi EM-XTB-18109 "Estudi d'Avaluació ex post d'Infraestructures de Mobilitat 2017 i actuacions singulars" emesa per la Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat.

L'avaluació es fonamenta en la metodologia descrita a l'apartat de metodologia ex-post del manual del Sistema d'Avaluació d'Infraestructures de Transport (SAIT), però degut a la manca de dades disponibles es considera aquest informe com un cas pràctic d'estudi. L'anàlisi ex-post es centra en els següents elements:

- Anàlisi dels costos d'inversió i de possibles desviacions
- Anàlisi de dades de soroll i comparació amb l'escenari de referència abans de l'actuació i comprovació de compliment amb la normativa vigent.

2 Dades generals de l'actuació

Taula 1: Dades generals de l'actuació

Títol de l'actuació	'Millora local. Barreres acústiques. Carretera C-17, del PK 4+600 al 4+850. Tram: Montcada i Reixac'
Clau estudi informatiu	-
Clau projecte constructiu (i modificats i complementaris)	MB-10027
Tipus d'actuació	Millora ambiental
Cost total de la inversió (IVA exclòs)	407.934,62 €
Objectius principals de l'actuació	Reducció de la contaminació acústica
Data de redacció del projecte	Març 2014
Data d'inici de les obres	Desembre 2016
Data de posada en servei	Abril 2017
Contractista	"SERVEIS INTEGRALS D'ENGINYERIA I ARQUITECTURA, SIENA, SL" (assistència tècnica)

2.1 Àmbit de l'actuació

El Departament de Territori i Sostenibilitat va finalitzar a principis del 2017 les obres per reduir l'impacte sonor de la C-17 al seu pas per Montcada i Reixac (Vallès Occidental). Els treballs, adjudicats per un **import de 371.000 euros**, van començar a finals del 2016.



En groc el tram on es va actuar per disminuir l'impacte sonor

Aquesta actuació constituïa la instal·lació de panells fonoabsorbents en un tram de 240 metres de longitud, prop de la plaça d'Espanya. Les obres han permès reduir l'impacte acústic provocat pel trànsit mitjançant el revestiment dels murs de la boca sud d'entrada al pas per sota de la C-17 fins als murs exteriors del tram a cel obert de la rotonda de plaça d'Espanya. Per aquest entorn, circulen uns 55.000 vehicles diaris de mitjana.

Es van instal·lar panells fonoabsorbents que eviten l'efecte rebot del so als murs laterals de cada costat de la calçada soterrada de l'autovia. En total, es col·loquen 480 metres de panells, que tenen entre 0,5 i 9 metres d'alçada.

Els treballs, que van tenir una durada aproximada de 3 mesos, incloïen les tasques prèvies de desmuntatge dels panells d'acer vitrificat i dels elements elèctrics i accessoris existents.

L'actuació que s'avalua afecta 250 metres del tram de la C-17 en el seu accés a la Plaça d'Espanya de Montcada i Reixac. Aquesta és una de les tres fases de un projecte de reducció acústica de la C-17 en el seu pas pels entorns urbans més propers a Barcelona.



Figura 1: Localització del tram de l'actuació

2.2 Situació prèvia: antecedents de l'actuació

Al setembre de 2006 la Direcció General de Carreteres elabora un estudi acústic al nucli urbà de Montcada i Reixac, abans del soterrament del tram de la C-17. El 28 de novembre de 2006 es va realitzar el primer mesurament a peu pla de l'edifici situat a la plaça d'Espanya núm. 28. L'11 de desembre de 2006 es va fer un mesurament de llarga durada, 72 hores amb integració de 15 minuts. Al març de 2010, un cop acabades les obres del soterrament es van realitzar nous mesuraments.



Figura 2. Antecedents. Punt de mesura del soroll

De l'estudi acústic abans de l'actuació es va despendre una disminució de la contaminació acústica, però els valors es mantenien per sobre dels que marcava la legislació vigent. Conseqüentment es va proposar actuacions per atenuar part del trànsit i concretament: projectar un tram d'apantallament acústic a la rotonda de plaça Espanya, així com folrar amb material fonoabsorbent els murs situats aproximadament entre els PK 4+600 i 4+800 (trams a cel obert de la rotonda)

2.3 Descripció de l'actuació

L'objectiu de l'actuació és la disminució de la contaminació acústica produïda per la C-17 en el seu pas per la plaça Espanya, al terme municipal de Montcada i Reixac a través del revestiment dels murs de la boca sud d'entrada al pas deprimat fins als murs exteriors del segon tram (trams a cel obert de la rotonda) amb panells fonoabsorbents.

- Folrat amb panell fonoabsorbent dels paraments dels murs de la boca sud d'entrada al Pas Deprimat, els murs exteriors del Pas Deprimat en el 1er tram fins a la rotonda, els murs exteriors del Pas Deprimat en el 2on tram (trams a cel obert de la rotonda) i els murs exteriors del Pas Deprimat en l'inici de tram llarg de túnel.
- Els panells fonoabsorbents són de tipus sandvitx de 50 mm de gruix, amb acer de 0,5 mm de gruix i reblert de llana mineral de 100 kg/m³ de densitat, lacat en color blanc per donar continuïtat al color dels panells d'acer vitrificat ja existents. Els panells van ancorats als paraments de les pantalles mitjançant una estructura suport formada per perfils omega d'acer galvanitzat i van rematats tant inferior com superiorment amb xapes d'acer galvanitzat pintat.



Figura 3. Obra finalitzada

3 Costos d'inversió

Es presenta a continuació l'estudi ex-post de costos d'inversió derivats de l'actuació amb l'objectiu de comprovar el cost final que ha significat i les possibles desviacions respecte a les estimacions inicials. La Taula mostra els costos d'inversió desagregats segons les diferents fases de l'actuació. Tots els treballs inclosos en aquest projecte es van realitzar a zones de domini públic, per aquest motiu no hi han expropiacions. L'import final d'execució de l'actuació és de 407.934,62 €, un **33% superior** respecte a la quantitat estimada del projecte original.

Taula 2: Costos d'inversió en les diferents fases de l'actuació

Pressupost d'adjudicació	Pressupost d'Execució per Contracte (PEC) (IVA exclòs)	306.768,63 €
	Afectacions i expropiacions	0 €
	Import total (IVA exclòs)	306.768,63 €
Import liquidat	Pressupost d'Execució per Contracte (PEC) (IVA exclòs)	407.934,62 €
	Afectacions i expropiacions	0 €
	Import total (IVA exclòs)	407.934,62 €

4 Contaminació Acústica

Segons la legislació el soroll no pot excedir a 50 LAeq (dB). L'Organització Mundial de la Salut (OMS)¹ recomana un interval de 45 a 50 dB durant la nit, encara que a Espanya els límits registrats són 55 (a la nit en zones residencials) a 65 dB durant el dia per les zones exteriors habitables, sent el 50 dB el llindar de nivell moderat.

4.1 Anàlisi de dades

La situació ideal seria tenir el nivell de soroll abans de l'actuació (escenari de referència) i el nivell de soroll després de l'actuació en els mateixos punts geogràfics i trams (hores). La idea és poder comparar dos escenaris equivalents en relació a la circulació de vehicles, i que per tant, es pugui mesurar l'efectivitat i l'eficiència de l'actuació (en aquest cas dels panells instal·lats) sense cap condicionant extern que pugui esbiaixar les mesures de soroll obtingudes.

En aquest cas, les mesures de soroll es van fer al març del 2010 en diferents nivells (tercer pis i àtic), dies, i hores (diürn, vespre, nocturn de 23:00 a 7:00 hores). Es considera que aquestes dades són massa antigues, sent l'escenari de referència ex-ante poc robust.

¹ <https://www.who.int/es>

Taula 3: Mesurament escenari de referència (2010)

	15/03/2010	16/03/2010	17/03/2010	Llindar diürn i vespre 65dB	Llindar nocturn 55dB
Diürn (3r 1a)	68.90	68.80	69.00	X	-
Vespre	66.20	66.60	66.80	X	-
Nocturn	62.20	63.00	63.00	-	X
Diürn (Àtic 2a)	66.40	67.20	67.40	X	
Vespre	65.10	65.10	65.50	≈	
Nocturn	61.40	61.60	61.80		X

Els resultats mostren que en el període diürn, vespre i nocturn el soroll supera el llindar estipulat de 65dB (en diürn i vespre) i de 55 dB (nocturn).

Per tal de valorar l'efectivitat de l'actuació seria convenient tornar a mesurar durant tres dies seguits i als mateixos llocs el soroll un cop estigui finalitzada i la circulació establerta. Al no tenir aquestes dades, s'han analitzat els mesuraments es van fer en els dies finals de l'acabament de les obres i horaris nocturns. Cal remarcar que, per tal de que les dades siguin comparatives, els mesuraments haurien d'haver estat després de la finalització de l'actuació i els mateixos horaris.

La Taula 4 proporciona les dades recollides de soroll abans de la finalització de l'actuació amb data 4 d'abril de 2017. Durant els caps de setmana, divendres i dissabte no es realitzen treballs nocturns. Les obres finalitzen el dimarts 4 d'abril.

Taula 2: Dades de soroll immediatament abans de finalitzar l'actuació dBA (23-7h) (LAeq)

	Setmana 27/02 a 05/03	Setmana 06/03 a 12/03	Setmana 13/03 a 19/03	Setmana 20/03 a 26/03	Setmana 27/03 a 02/04	Setmana 03/04 a 06/04
Dilluns	67	67	67	66	67	66
Dimarts	67	68	67	66	67	66
Dimecres	68	68	67	66	67	68
Dijous	67	68	67	67	67	67
Divendres	70	66	66	70	66	-
Dissabte	67	65	65	67	67	-
Diumenge	68	67	66	67	67	-
Mitjana per setmana	67,71	67,00	66,43	67,00	66,86	-

Els resultats mostren que abans que s'acabi l'actuació tots els mesuraments superen el llindar, excepte per dos dissabtes, i que en general són superiors als mesuraments de l'escenari de referència. A l'acabament de l'actuació, els resultats també mostren comportaments similars.

Amb data sis de novembre 2017 es fa un informe acústic per tal de valorar el compliment de la norma UNE-EN 1793-3 que determina l'aïllament acústic d'una pantalla acústica per a l'espectre normalitzar del soroll del trànsit, per les solucions constructives destinades a millorar

el coeficient d'absorció de les superfícies laterals de la calçada de la carretera C-17 entre els punts quilomètrics 4+460 i 4+485, al seu pas pel terme municipal de Montcada i Reixach. Les conclusions són que tan els valors de l'absorció acústica dels panells instal·lats com l'aïllament acústic s'aproximen o superen la corba definida a la Norma UNE-EN 1793-3, i per tant són adients per a reduir el soroll generat pel trànsit.

5 Conclusions

5.1 Verificació d'objectius

L'anàlisi ex-post es basa en una anàlisi del grau de compliment dels objectius determinats ex-ante.

Objectius	Verificació
Reducció del soroll en el tram especificat de la C-17	<p>✓ L'actuació hauria aconseguit l'absorció acústica i l'aïllament necessari per tal de aproximar-se a la normativa UNE-EN 1793-3.</p> <p>✗ L'actuació no hauria disminuït el soroll acústic en el llindar estipulat per l'OMS.</p>

5.2 Lliçons apreses

En relació a actuacions de millora mediambiental i més concretament de reducció de contaminació acústica, és essencial prendre mesures abans de l'actuació, per tal de poder concretar la solució potencial (actuació) i prendre mesures després de l'actuació en els mateixos horaris, dies de la setmana, i lloc on es van prendre els mesuraments abans de decidir l'actuació. Així mateix en un horitzó temporal raonable i suposant un increment de la circulació pel mateix tram, es recomanaria tornar a mesurar el soroll i comparar amb l'escenari de referència (abans de l'actuació).

Aquest horitzó dependrà de la grandària de l'obra executada però com a pràctica estàndard es proposa mesurar de nou el soroll en uns sis mesos i en els mateixos intervals ex-ante. Igualment, si en els períodes conseqüents es fan obres d'ampliació del tram, on s'hi han instal·lat les barreres acústiques, que impliquin més circulació o un increment de la freqüència de pas, es recomana tornar a mesurar el soroll independentment de l'horitzó dels sis mesos.

La rellevància de les actuacions en relació a la contaminació acústica radica en la fiabilitat de les dades en les zones confrontants a la zona crítica (on la contaminació acústica excedeixi el llindar establert per la regulació actual). En aquest sentit és essencial assegurar que el mesurament es fa un escenari estàndard i en diferents horaris, i dies de la setmana, per valorar

l'impacte de la quantitat de vehicles (circulació) i freqüència de pas per unitat de temps (p. ex. hora). D'igual manera la fiabilitat assegurarà l'adequació del tipus i l'abast de l'obra suposant no incórrer en costos excessius o desviacions en relació al cost d'execució.

Annex 7

Cas pilot. Millora de la connexió de l'AP-7 i la C-33 amb la C-17, del PK 14+700 al 15+100.

Avaluació ex-post del projecte de millora de la connexió de l'AP-7 i la C-33 amb la C-17, del PK 14+700 al 15+100. tram: Parets del Vallès



Data de redacció

Juliol 2019

Documents

Avaluació ex-post



Direcció

**Santiago Ribas
Albert Palomo**

Autors

**Javier Garrido
Moisés Ortega**



Generalitat de Catalunya
Departament de Territori i Sostenibilitat
**Direcció General d'Infraestructures
de Mobilitat**

Índex

1	Introducció i metodologia	3
2	Dades generals de l'actuació	3
2.1	Àmbit de l'actuació	4
2.2	Situació prèvia i antecedents de l'actuació	4
2.3	Descripció de l'actuació	7
3	Costos d'inversió	7
4	Estudi de mobilitat	9
4.1	Anàlisi ex-post amb Google Maps Transit	9
4.2	Microsimulació de l'enllaç amb VISUM	12
4.2.1	<i>Escenari de referència.....</i>	<i>12</i>
4.2.2	<i>Avaluació de l'impacte a partir de les evidències de 2019.....</i>	<i>14</i>
5	Avaluació Cost Benefici	16
6	Conclusions.....	18
6.1	Verificació d'objectius	18
6.2	Lliçons apreses.....	18
Annex I.	Informe INVICAT ex-post de l'actuació.....	19

1 Introducció i metodologia

Aquest informe presenta l'avaluació ex-post de l'actuació "Millora de la connexió de l'AP-7 de i la C-33 amb la C-17, del PK 14+700 al 15+100".

L'avaluació es realitza 2 anys després de la posada en servei de la millora dels ramals de connexió amb la C-17 i s'inscriu dins de l'ordre d'estudi MB-05004-A1 "Estudi d'Avaluació ex post d'Infraestructures de Mobilitat 2017 i actuacions singulars" emesa per la Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat.

L'avaluació es fonamenta en la metodologia descrita al Sistema d'Avaluació d'Infraestructures de Transport (SAIT). En el marc d'aquesta metodologia, la present actuació s'inclou dins de la categoria de "Milliores d'enllaços" i, en conseqüència, l'anàlisi ex-post es centra en els següents elements:

- Anàlisi dels costos d'inversió i de possibles desviacions
- Anàlisi de la demanda: dades de velocitats mitjanes de la via i aforaments
- Avaluació Cost Benefici Simplificada

2 Dades generals de l'actuació

Taula 1: Dades generals de l'actuació

Títol de l'actuació	Millora dels accessos de Montmeló amb les carreteres C-33, C-17, C-35 i AP-7. Tram: Montmeló - Parets del Vallès
Clau estudi informatiu	Estudi de Trànsit. ET-MB-05004
Clau projecte constructiu (i modificats i complementaris)	MB-05004-A1
Tipus d'actuació	Millora nus de connexió
Cost total de la inversió (IVA exclòs)	872.363,40€
Objectius principals de l'actuació	Reducció de congestió dels ramals de connexió amb la C-17.
Data de redacció del projecte	Octubre 2010
Data d'inici de les obres	2 de maig de 2017

Data de posada en servei	3 de novembre de 2017
Contractista	M. y J. Gruas, S.A.
Direcció d'obra	PISAN

2.1 Àmbit de l'actuació

L'àmbit territorial d'influència de la modificació del ramal d'accés a la C-17 plantejat queda conformat per 5 municipis: Parets del Vallès, Montmeló, Montornès del Vallès, Mollet del Vallès i Martorelles. Tots ells pertanyen a la comarca del Vallès Oriental.

El tram subjecte a l'actuació queda limitat, pel ramal d'enllaç C-33 sentit nord amb C-17 PK 88-91, ramal 2, enllaç AP-7 PK 136-138, en sentit Nord amb la C-17, ramal 4 enllaç AP-7 sentit sud amb C-17.



Figura 1. Mapa de les carreteres implicades en l'execució de l'obra. Mapa extret de la Memòria de l'obra executada infraestructures.cat, gener 2018

2.2 Situació prèvia i antecedents de l'actuació

Tant la C-33 com l'AP-7, en els punts connexió amb la C-17, són dues de les vies amb més

volum de trànsit de tot el territori. La IMD en totes tres vies supera els 50.000 vehicles en la majoria dels trams, superant els 100.000 vehicles a l'AP-7 en el punt on conflueixen totes tres. Pel que fa a les vies locals, gestionades per la Diputació de Barcelona i que exerceixen de connexió amb els nuclis de població i zones industrials, on se superen els 20.000 vehicles/dia.

Segons informes previs realitzats per la consultora "Ingeniería de Tráfico S.L.", a l'estudi de Trànsit que es va realitzar a l'any 2008, l'eix de connexió entre l'AP-7 i C-33 amb la C-17 és un punt conflictiu des del punt de vista de trànsit, ja que els vehicles de l'AP-7 en direcció C-17 es troben amb els vehicles de la C-33 provinents del peatge de Mollet. Segons apunta aquest estudi de INTRA S.L el trànsit mai arribava a estar aturat totalment, però el coll d'ampolla que es creava en el pas de 2 a 1 carrils abans de la connexió amb la C-17 generava cues de més de 1 km. Al 2008, durant les hores punta de matí i tarda circulaven pel vial d'enllaç 2.000 vehicles/hora, la intensitat màxima que permetia la pèrdua d'un dels dos carrils, generant una situació de nivell de servei F. D'altra banda, l'estudi cita que el posterior Cediu el Pas d'incorporació a la C-17 no tenia uns efectes tan negatius en la restricció de capacitat.



Figura 1. Modelització de l'estat previ de l'enllaç Font: estudi previ ex-ante de INTRA S.L.

Aquest estudi ex-ante conclou que la continuïtat dels dos carrils fins a l'entrada de la C-17 dissiparà l'efecte de coll d'ampolla, augmentant considerablement la capacitat. En comptes dels 2.000 vehicles/hora fins a 2.500 vehicles podrà absorbir el nou vial. L'estudi també remarca que continua existint una reducció de carril però en comptes de passar de 2 a 1 carril, al prolongar-se el tram de dos carrils fins a la connexió amb la C-17, es passa de 4 a 3 carrils.

Es important remarcar que l'estudi ex-ante de INTRA SL indica que degut a la forta demanda que presenta aquest tram de la xarxa viària és possible que en hora punta persisteixi un nivell de servei F. La diferència amb la situació sense l'actuació és que hi passaran 500 vehicles més i que la prolongació de les cues en el temps disminuirà. A més a més, es preveia que aquesta disminució de les cues i també del temps de recorregut podia tenir un efecte d'augment de la demanda per inducció, al captar vehicles que estaven utilitzant una alternativa per la C-17.

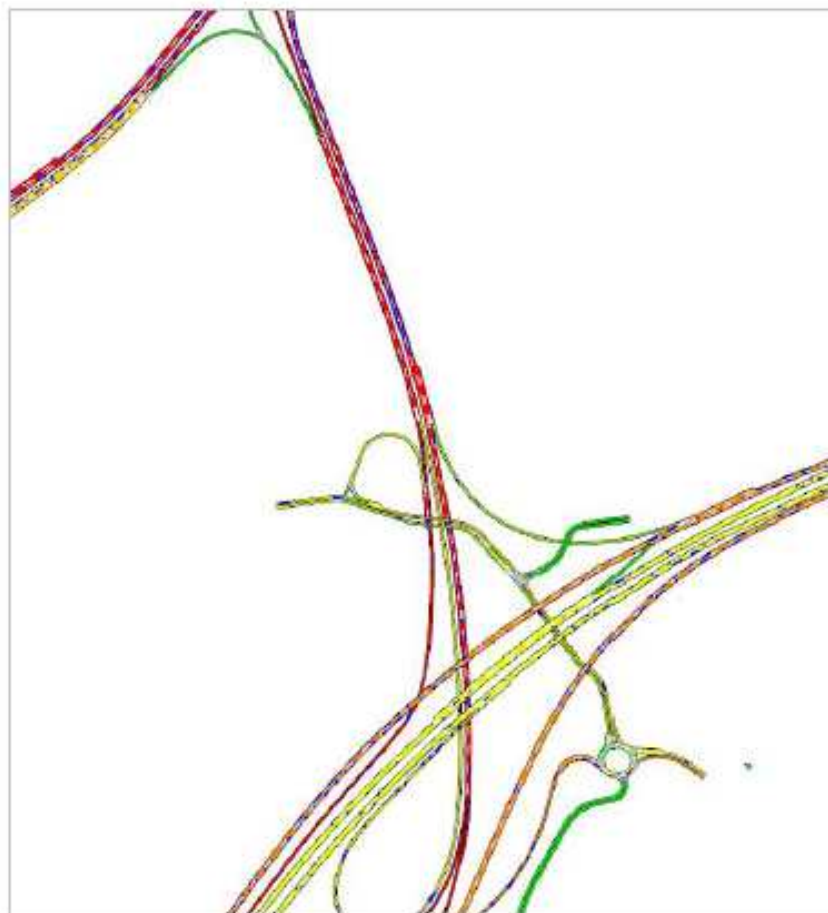


Figura 2. Modelització de l'enllaç amb el nou carril del ramal Font: estudi previ ex-ante de INTRA S.L.

Finalment l'estudi ex-ante conclou que des de les 7:30 fins a les 10:30 del matí el vial de connexió presenta un trànsit constant. En aquestes 3 hores accedien 6.000 vehicles a la C-17. Amb la situació proposada es preveia arribar als 7.500 vehicles.

Amb data de juny de 2008 es redacta el primer projecte constructiu amb títol "Millora dels accessos de Montmeló amb les carreteres C-33, C-17, C-35 i AP-7. Tram: Montmeló - Parets del Vallès" i clau MB-05004. En data 20 de juliol de 2010 la Direcció General de Carreteres va emetre l'Ordre d'Estudi núm.100705 per tal de redactar el projecte segregat i actualitzat de l'anterior, que únicament contempla una de les actuacions de l'esmentat projecte, concretament la millora de la connexió de l'AP-7 i la C-33 amb la carretera C-17. Posteriorment, en data 15

de setembre de 2010, l'empresa pública GISA va encarregar a Consultor de Enginyeria Civil (CICSA) del projecte constructiu de l'obra que es formalitza i acaba a l'any 2015. Posteriorment, el projecte va ser aprovat per la direcció d'Infraestructures de Mobilitat Terrestre amb data 12 juny de 2015 amb clau MB-05004-A1.

Amb posterioritat a l'adjudicació del projecte constructiu es van produir una sèrie d'incidències que van aconsellar la modificació del projecte, amb motiu d'aquests incidents, es va aprovar la modificació del projecte amb títol: "Modificat núm.0 del projecte de Millora local millora de nus. Millora de la connexió de l'AP-7 i la C-33 amb la C-17, del PK14+700 al 15+100. tram: Parets del Vallès".

2.3 Descripció de l'actuació

Les obres tenen com a objectiu principal millorar el ramal de connexió a la C-17. El ramal de connexió de l'AP-7 i la C-33 amb la C-17 en sentit Parets contemplava dos carrils, un provinent de l'AP-7 i l'altre de la C-33. Aquests dos carrils, en el mateix sentit de circulació, convergeixen en un mateix carril immediatament abans de la seva confluència amb la C-17. Aquest fet provoca que els vehicles que circulaven per la dreta, com a conseqüència del escorçament de la via en un únic carril, s'han de desplaçar cap a la dreta provocant fortes retencions, que en alguns casos arriben a desbordar la capacitat del ramal i la cua arriba al tronc de les vies principals.

Com esmentat al document desenvolupat per Jordi Rosich Sánchez, per BAC ECG, en el projecte constructiu d'aquesta mateixa actuació, els serveis tècnics de la Direcció General de Carreteres i els responsables dels Ajuntaments de Parets del Vallès i Montmeló, municipis directament afectats per les solucions estudiades, varen concloure que amb 4 carrils no resulta possible en la longitud total del tram comprès entre el ramal de sortida de la C-33 i l'enllaç amb la C-35, l'execució adient de les maniobres d'incorporació a la C-17.

La mesura que es va considerar que podia donar solució a l'afectació al pati de maniobres de la zona industrial així com en l'edifici catalogat situat en el marge dret de la C-17, ampliant a 2 carrils el ramal de connexió de les autopistes AP-7 i C-33 amb la carretera C-17 fins la seva incorporació a la C-17 a la qual s'adossa i on s'hi forma un tram de 4 carrils que passen a 3 amb una falca de la via d'acceleració en una longitud total de 300 m. Amb aquesta disposició s'evitarà l'actual formació de cues dins del ramal de connexió motivada per l'actual disminució de velocitat que es produeix en les maniobres de desacceleració en canviar de via.

3 Costos d'inversió

Es presenta a continuació l'estudi ex-post de costos d'inversió derivats de l'actuació amb l'objectiu de comprovar el cost final que ha significat i les possibles desviacions respecte a les estimacions inicials. La Taula 2 mostra els costos d'inversió desagregats en fase de projecte

constructiu i Figura 1 il·lustra gràficament l'evolució de l'import respecte a la previsió inicial.

<i>Despesa</i>	<i>Projecte constructiu</i>
1. Treballs previs	14.812,86
2. Moviment de terres	13.069,47
3. Drenatges	30.969,47
4. Afermats	151.487,04
5. Senyalització i barreres de seguretat	23.542,84
6. Enllumenat	23.484,13
7. Obres complementaries/mesures correctores	162.579,26
8. Serveis	131.108,91
9. Partides alçades	70.198,98
Pressupost connexió C-33 / C-17	621.252,96
Pressupost d'execució per contracta:	872.363,40
Pressupost coneixement administració:	1.008.431,87

Taula 2. Costos d'inversió estimats en fase de projecte constructiu

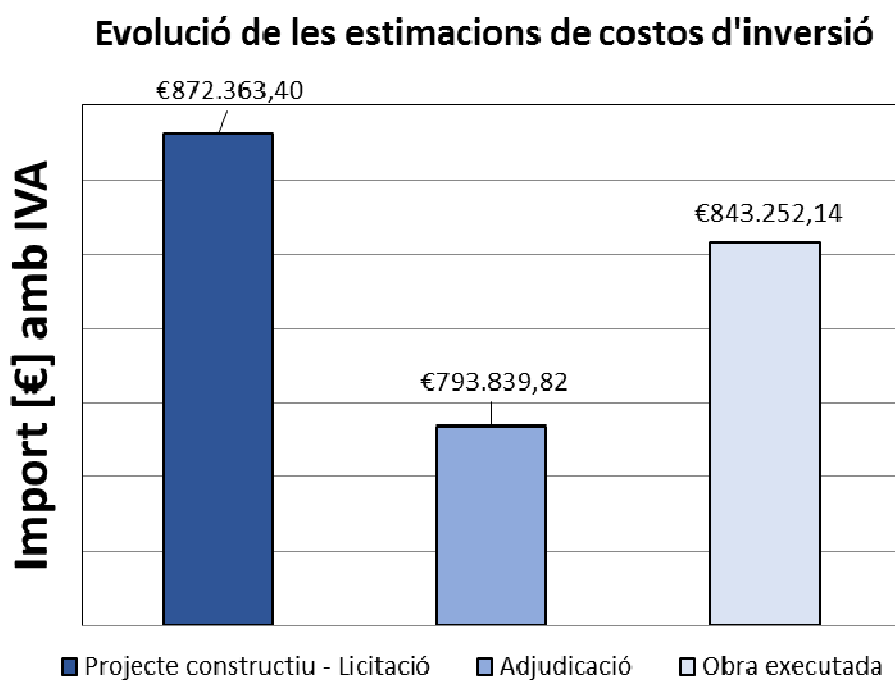


Figura. 1: Evolució de les estimacions de costos d'inversió

L'import final després de les modificacions introduïdes durant l'execució de l'obra és de 843.252,14€ ,quantitat que es diferencia respecte el projecte constructiu en un 3,6%.

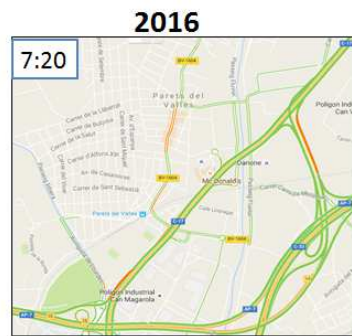
4 Estudi de mobilitat

4.1 Anàlisi ex-post amb Google Maps Transit

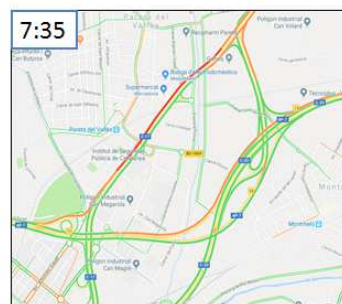
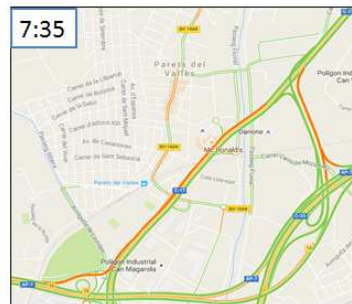
La tecnologia de Google Maps Transit té una gran aplicabilitat pels estudis ex-post, atès que permet obtenir uns resultats qualitius sobre l'estat del trànsit abans i després d'una actuació que té com a principal objectiu la millora de la mobilitat. No obstant això, és important recaptar les dades abans de dur a terme l'actuació. En el cas concret d'aquest ramal, si que es va recopilar aquesta informació l'any 2016, i gràcies a això hem pogut realitzar una comparativa amb les dades actuals de 2019.

S'han avaluat les velocitats i els aforaments a les tres carreteres que es veuen implicades en aquest enllaç. Donat que el moment més conflictiu del dia és el període de màxima demanda, s'han analitzat aquestes dues variables de 7-9am i de 7-9pm, les hores punta.

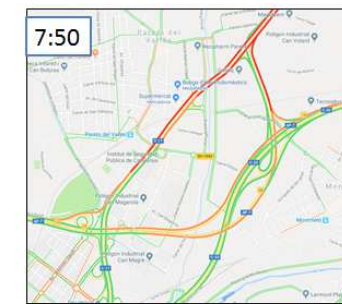
Avaluació de les hores punta del matí 7-9am



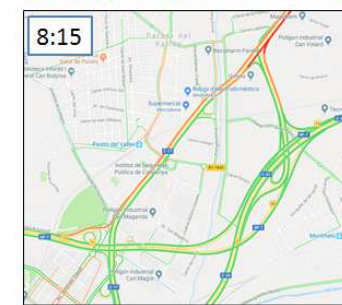
- A les 7:20 el ramal presenta una lleugera congestió al 2016, mentre que al 2019 el trànsit és fluït



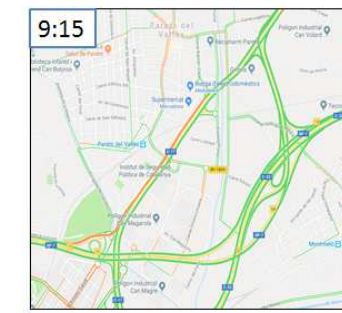
- A les 7:35 hi ha congestió en el ramal tant abans com després de l'actuació
- Reducció de la longitud de la cua
- El tronç de la C-17 va més congestionat al 2019



- Augment de la longitud de la cua que arriba al tronç de l'AP-7 sentit Nord al 2019
- El tronç de la C-17 va més congestionat al 2019

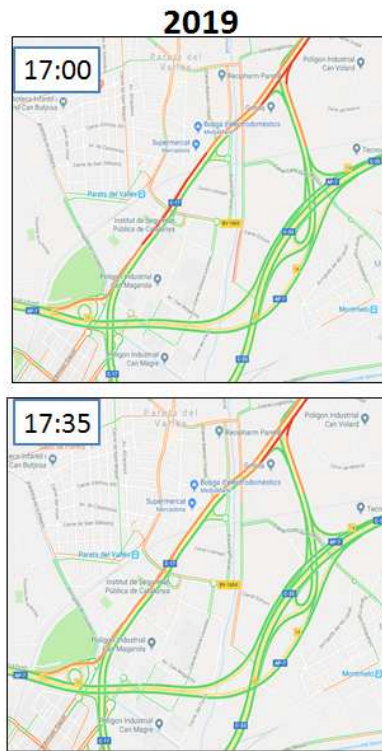


- Reducció de la longitud de la cua considerable.
- Canvi de tràfic molt congestionat (vermell) al 2016 a dens (taronja) al 2019
- El tronç de la C-17 va més congestionat al 2019



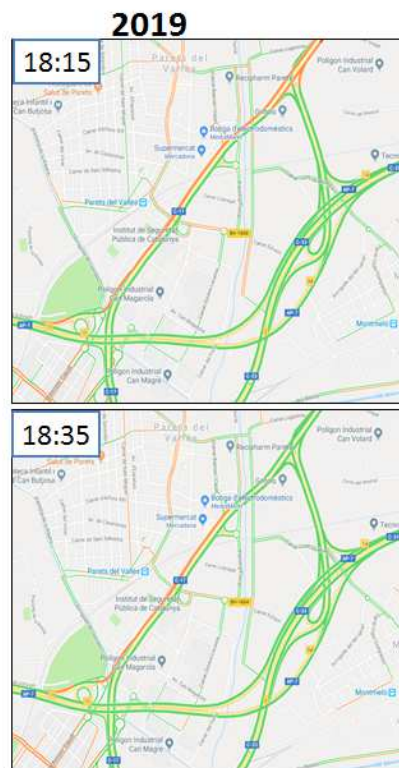
- La cua ja s'ha dissipat a les 9:15 al 2019

Avaluació de les hores punta de la tarda 17-18:35



- Lleugera reducció de la longitud de la cua al 2019
- El tronc de la C-17 va més congestionat al 2019

- La longitud de la retenció és similar al 2016 i 2019
- El tronc de la C-17 va més congestionat al 2019 en sentit Nord. Sembla que la incorporació del ramal afecta al tronc de la C-17



- A les 18:15 el ramal encara presenta cogestions al 2016, mentre que al 2019 el trànsit és fluït.

- A les 18:35 el ramal encara presenta cogestions al 2016, mentre que al 2019 el trànsit és fluït.

Així doncs, analitzant els resultats del matí i de la tarda, podem veure com l'ampliació del ramal ha reduït les cues i a més a fet que aquestes es dissipin més ràpidament.

Tot i que aquest anàlisi qualitatiu a través de Google Maps Transit presenta resultats força consistents, es considera necessari complementar aquest anàlisi ex-post amb una microsimulació. Així doncs, s'ha realitzat un model de simulació del transit amb el VISUM a partir de les IMD del 2016 (escenari de referència) i les IMD del 2019 com a evidències per a l'anàlisi ex-post.

4.2 Microsimulació de l'enllaç amb VISUM

4.2.1 Escenari de referència

Per tractar de comprovar com l'obra ha modificat l'estat del trànsit en les zones d'influència, s'ha realitzat una microsimulació de transit amb el VISUM, realitzat una calibració del model a partir de les dades d'aforaments de 2016, abans de l'actuació.

Els ramals, no sempre es troben en congestió, és per això que, per determinar si ha hagut una diferència significativa en congestió dels ramals, únicament té sentit analitzar les dades en aquells períodes en que aquests es troben més congestionats. Per a cada via, es comprova els períodes de més activitat.

Primerament, cal triar els períodes en què hi ha més congestió de tràfic per a cada zona analitzada, ja que cal considerar que aquesta mesura és efectiva en moments en que la densitat de tràfic desborda la capacitat de la via. Aquests s'han obtingut de l'anàlisi amb Google Maps Transit. Tanmateix, la concessionària INVICAT ens ha facilitat dades sobre els accessos al ramal que ens han permès identificar les hores punta i vall.

Com a dades de partida s'han pres a partir de les dades d'aforaments les següents Intensitats en Hora Punta (IHP):



Figura 3. Intensitats en hora punta del ramal al 2016, considerant les connexions de l'AP-7 sentit Nord i Sud i la C-33 sentit Nord

Un cop introduïdes aquestes dades de calibració del model de simulació, s'han obtingut els següents resultats per a l'escenari de referència, construït amb les dades de 2016:

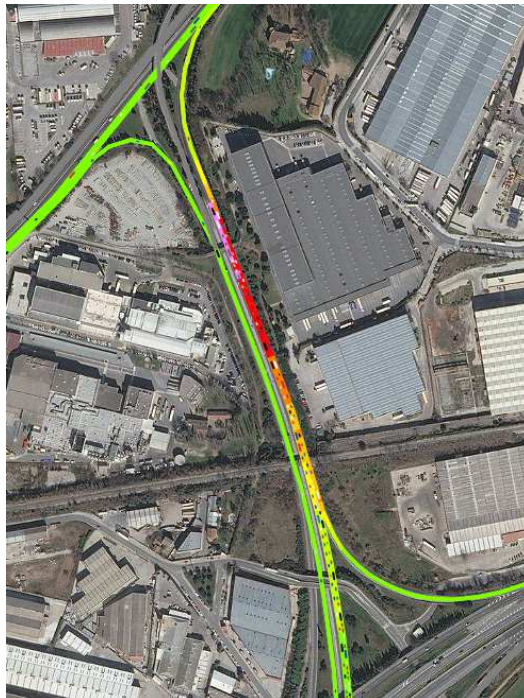


Figura 4. Resultat obtingut en VISUM de la simulació del escenari de referència de 2016. El color vermell i taronja representen les zones més congestionades.

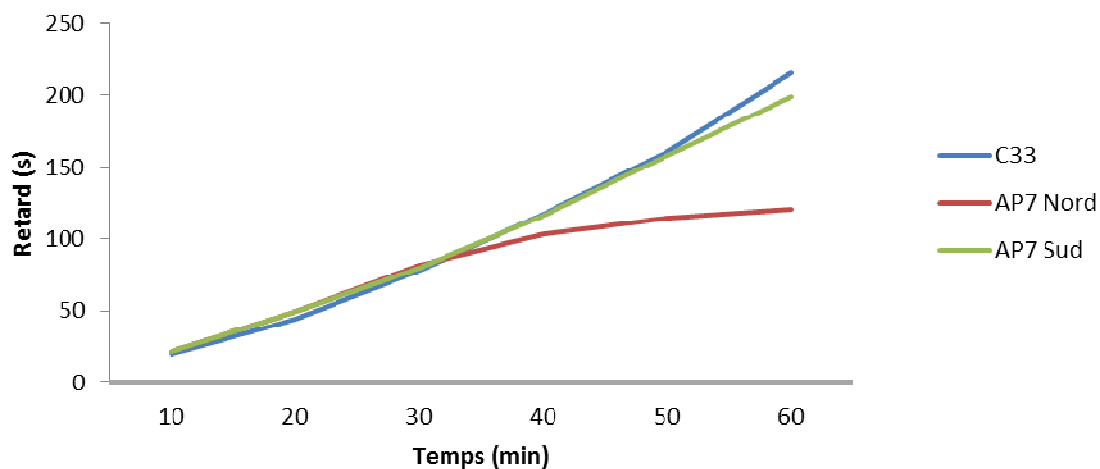


Figura 5. Retard mig per vehicle en hora punta al 2016 en funció d'on prové el vehicle

Els resultats obtinguts de la simulació de l'escenari de referència de 2016 són els següents:

- Retard mitjà màxim dels vehicles provinents de
 - C33: 215 segons
 - AP7 Sud: 200 segons
 - AP7 Nord: 121 segons
- Pèrdua de temps total en una hora dels vehicles provinents de
 - C33: 12,3 hores
 - AP7 Sud : 4,96 hores
 - AP7 Nord: 26,7 hores

4.2.2 Avaluació de l'impacte a partir de les evidències de 2019

S'ha procedit a realitzar el mateix procés que per l'escenari de referència, però en aquest cas amb els aforaments i les intensitats en hora punta de 2019, per poder així avaluar l'impacte de l'actuació. En aquest cas els resultats obtinguts són els següents:



Figura 6. Intensitats en hora punta del ramal al 2019, considerant les connexions de l'AP-7 sentit Nord i Sud i la C-33 sentit Nord

Un cop introduïdes aquestes dades de calibració del model de simulació, s'han obtingut els següents resultats per a l'escenari de referència, construït amb les dades de 2016:

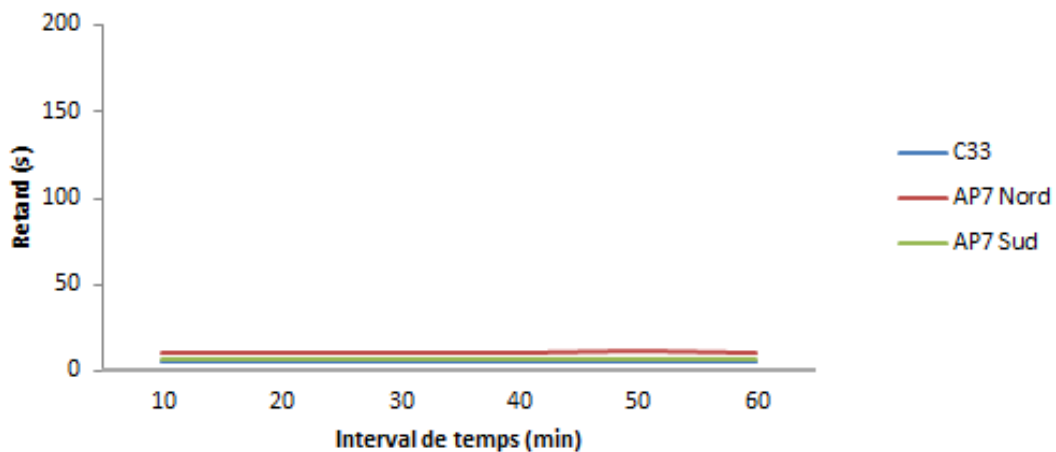


Figura 7. Retard mig per vehicle en hora punta al 2019 en funció d'on prové el vehicle

Els resultats obtinguts de la simulació de l'escenari de referència de 2016 són els següents:

- Retard mitjà màxim vehicles provinents

- C33: 5 segons
- AP7 Sud: 7 segons
- AP7 Nord: 11 segons
- Pèrdua de temps total en una hora dels vehicles provinents de
 - C33: 0,7 hores
 - AP7 Sud : 2,1 hores
 - AP7 Nord: 0,7 hores

Avaluant l'impacte, veiem com la reducció de la congestió ha sigut molt important gràcies al nou ramal, sent el temps de congestió pràcticament menyspreable. A més, cal remarcar que tot i que la intensitat en hora punta ha pujat dels 1670 veh/h al 2016 fins als 1900 veh/h al 2019, el ramal l'ha pogut absorbir bé.

Cal remarcar també que no s'ha arribat a les capacitats que estimava el estudi ex-ante de 2500 veh/h, atès que des de 2008 s'ha produït un transvasament de trànsit de la C-33 cap a la C-17, degut a les millores dutes a terme a aquesta última.

5 Avaluació Cost Benefici

A partir de les dades que s'han presentat en els apartats anteriors, s'ha realitzat una Avaluació Cost Benefici Simplificada utilitzant el SAIT.

De l'anàlisi ex-post es conclou que en hora punta, que és quan el ramal es troba congestionat, els vehicles s'estalvien un total de 41 hores, que segons el valor dels temps definit en el manual del SAIT, equival a 1,8M€ d'estalvi si es realitza un Anàlisi Cost Benefici amb un horitzó temporal de 30 anys. El VAN actualitzat de l'actuació és de 0,94M€ i la TIR del 10%. A continuació es mostra la matriu de resultats obtinguts del SAIT:

			AGENTS			SUMATORI ACB
		Administració	Usuaris		No usuaris (societat)	
			Turismes			
Actius	Invers.	1. Planificació	-31.706,28			-31.706,28
		2. Obra civil	-652.460,67			-652.460,67
	5. Manteniment Infr.	-169.833,00				-169.833,00
Usuaris	14. Temps			1.793.650,39		1.793.650,39
Externalitats	20. Pol·lució				0,00	0,00
	21. Canvi climàtic				0,00	0,00
	22. Soroll				0,00	0,00
	23. Vibracions					0,00
	24. Accidents		0,00	0,00	0,00	0,00
	25. Paisatge				0,00	0,00
	26. Efecte barrera					0,00
	27. Ecosistemes				0,00	0,00
28. Contam. sòl/aigua				0,00	0,00	0,00
SUMATORI AGENTS			-853.999,94	1.793.650,39	0,00	
VAN total						939.650,45
VAN total/inversió						1,37
TIR						10,4%

ACTU

Figura 8. Matriu de resultats del SAIT

6 Conclusions

6.1 Verificació d'objectius

Objectius	Verificació
Impacte de l'obra en la reducció de la congestió dels ramals	<ul style="list-style-type: none"> ✓ S'ha reduït la congestió en el ramal en hora punta del matí i de la tarda ✓ A dia d'avui encara es genera una petita congestió però la cua és molt més reduïda gràcies a l'actuació. ✓ La cua es dissipa més ràpidament ✓ Estalvi de 39 hores de temps de viatge pel conjunt de tots els cotxes en hora punta del matí
Avaluació Cost Benefici positiva	<ul style="list-style-type: none"> ✓ VAN: 939.650€ ✓ TIR: 10,4% ✓ VAN/Inversió : 1,37

6.2 Lliçons apreses

Es considera molt convenient instal·lar en cadascun dels ramals modificats espires d'aforaments abans de realitzar l'actuació i a posteriori, amb el objectiu de donar una dada més precisa de l'absorció de vehicles en el propi ramal..

Amb les dades dels aforaments en el ramal, es podria establir la relació entre, capacitat de la via i congestió de la mateixa i per tant, comparar els anys previs a la modificació amb els subseqüents.

Annex I. Informe INVICAT ex-post de l'actuació

Annex 8

Cas pilot. Perllongament dels FGC a Terrassa

Avaluació ex-post del perllongament de la línia de FGC a Terrassa



Data de redacció

Juliol 2019

Documents

Avaluació ex-post



Direcció

**Santiago Ribas
Albert Palomo**

Autors

**Aleix Pons
Javier Garrido**



Generalitat de Catalunya
Departament de Territori i Sostenibilitat
**Direcció General d'Infraestructures
de Mobilitat**



Science
for Transport

Índex

1	Introducció i metodologia	6
2	Dades generals de l'actuació	6
2.1	Àmbit de l'actuació	7
2.2	Situació prèvia i antecedents de l'actuació	7
2.3	Descripció de l'actuació.....	9
2.4	Desviacions i modificacions	9
3	Costos	9
3.1	Costos d'inversió	10
3.2	Costos d'exploració i manteniment.....	13
4	Demanda	13
4.1	Escenari de referència	13
4.2	Demanda ex-post	14
4.2.1	<i>Dades de demanda ex-post</i>	<i>14</i>
4.2.2	<i>Avaluació d'efectes en la demanda.....</i>	<i>16</i>
4.2.3	<i>Desviació respecte d'estimacions prèvies.....</i>	<i>18</i>
5	Estalvi de temps en l'accessibilitat i dispersió a les estacions de transport públic de FGC	19
6	ACB actualitzat	22

7	Conclusions.....	26
7.1	Resum d'impactes i verificació d'objectius	26
7.2	Lliçons apreses.....	27

1 Introducció i metodologia

Aquest informe presenta l'avaluació ex-post de l'actuació "Perllongament de la línia de FGC a Terrassa".

L'avaluació es realitza 3 anys després de la posada en servei del nou tram i les noves estacions i s'inscriu dins de l'ordre d'estudi EM-XTB-18109 "Estudi d'Avaluació ex post d'Infraestructures de Mobilitat 2017 i actuacions singulars" emesa per la Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat.

L'avaluació es fonamenta en la metodologia descrita a la "Guia per a l'avaluació ex-post d'infraestructures de mobilitat", complementària del Sistema d'Avaluació d'Infraestructures de Transport (SAIT). En el marc d'aquesta metodologia, la present actuació s'inclou dins de la categoria de "Ampliació de la xarxa de transport públic" i, en conseqüència, l'anàlisi ex-post se centra en els següents elements:

- Anàlisi dels costos d'inversió i de possibles desviacions
- Anàlisi de dades de demanda i comparació amb l'escenari de referència
- Anàlisi cost-benefici actualitzat
- Impactes socioeconòmics

2 Dades generals de l'actuació

Taula 1: Dades generals de l'actuació

Títol de l'actuació	Perllongament de la línia de FGC a Terrassa
Clau estudi informatiu	-
Clau projecte(s) constructiu(s) (i modificats i complementaris)	<ul style="list-style-type: none"> • TF-99457.1-M4 • TF-03474.1.R-M6 • TF-03474.R-C1 • TF-03474.R-C2 • TF-03474.R-C3 • TF-03474.3A-M1 • TF-03474.3B-M1
Tipus d'actuació	Ampliació de la xarxa ferroviària de transport públic
Cost total de la inversió (IVA exclòs)	404 M€

Objectius principals de l'actuació	1) Millorar l'accessibilitat en transport públic a Terrassa 2) Afavorir la interconnectivitat entre la xarxa de FGC i Rodalies-Renfe
Data de redacció del projecte	2003-2009
Data d'inici de les obres	Octubre 2003
Data de posada en servei	Juliol 2015
Contractista	Guinovart-COPISA COPISA-FCC-OHL SIEMENS
Direcció d'obra	CICSA-NORCONTROL AYESA-AUROGEOTECNIA-CICSA AUDINGINTRAESA-IDOM SENER

2.1 Àmbit de l'actuació

L'actuació es circumscriu a la ciutat de Terrassa, al Vallès Occidental. Es perllonga la línia de FGC des de l'estació ja existent de Terrassa-Rambla situada al sud-oest del nucli urbà en direcció nord, tot connectant amb la zona del campus de la UPC a Vallparadís, amb l'estació de Rodalies-Renfe Terrassa Nord i amb el barri de Can Roca al nord de la ciutat. La longitud total del perllongament és de 4.510 m.



Figura 1: Esquema de situació de l'actuació a la ciutat de Terrassa. Font: FGC

2.2 Situació prèvia i antecedents de l'actuació

La línia de FGC a Terrassa és una línia d'ample internacional (1,435 m), amb origen a la Plaça Catalunya de Barcelona. Com a part de la xarxa Metro Vallès de FGC, aquesta línia té un tronc comú fins a Sant Cugat, on es bifurca en dos ramals fins a les ciutats de Sabadell i Terrassa.

Diversos motius impulsen el projecte de perllongament de FGC a Terrassa, amb tres noves estacions. En primer lloc, a la ciutat de Terrassa la línia de FGC arribava només fins a l'estació Terrassa-Rambla en ple centre urbà de Terrassa, sota la Rambla d'Egara, però amb una situació excèntrica respecte del conjunt nucli urbà i, per tant, oferint una accessibilitat desigual a la ciutat. En segon lloc, la línia de FGC no estava connectada amb l'estació d'Adif a Terrassa, que forma part de la línia de Rodalies R4 servida per Renfe. Aquesta connexió entre xarxes ferroviàries de caire metropolitana es veu com a estratègica ja al Pla Intermodal del Transport elaborat l'any 1992. En tercer lloc, es constata també la manca d'accessibilitat per transport públic al campus de la UPC a la zona de Vallparadís, que tenia l'ambició de consolidar-se com un pol universitari important. Finalment, es preveien un seguit d'actuacions urbanístiques residencials dins del terme municipal de Terrassa que podien fer-ne créixer la població en 50.000 habitants. Al barri de Can Roca, al Nord de Terrassa, on s'ubica la terminal es preveia un increment de població de 9.000 habitants. Prèviament a l'actuació, el nombre de viatgers generats i atrets diàriament per la línia de FGC a Terrassa era d'uns 12.000 i es volia augmentar substancialment.

Per tot això el 1998 es realitza un estudi de viabilitat d'aquest perllongament i el projecte s'inclou al Pla Director d'Infraestructures (PDI) de la regió metropolitana de Barcelona 2001-2010, com a actuació amb codi AX-14. El PDI estima que la demanda de viatgers diaris (en dia feiner) que utilitzin la línia de FGC a Terrassa pugui incrementar de 12.000 a 25.000 després de l'entrada en servei de les tres noves estacions. Segons el mateix pla, el total de les hores estalviades per part dels usuaris beneficiats per aquest perllongament d'FGC seria de 3.825 hores diàries, mentre que el nombre d'hores estalviades als usuaris de cotxes seria de 1.120 hores, per menor congestió. De resultes, el PDI avalua la rendibilitat socioeconòmica de l'actuació amb una TIR del 1,8%, comptant que la inversió necessària seria de 294,8 M€ (IVA exclòs).

El projecte constructiu per definir l'obra civil de l'actuació es divideix inicialment en dues fases segons dos trams clarament delimitats, el primer des de Terrassa-Rambla fins a UPC-Vallparadís i el segon des d'aquesta estació fins al final del perllongament a Terrassa-Nacions Unides (referit com a Can Roca en fase de projecte). El projecte amb clau TF-99457.1 defineix el tram entre Terrassa-Rambla i UPC-Vallparadís, inclosa l'estació de UPC-Vallparadís, mentre que el tram entre UPC-Vallparadís i Terrassa-Nacions Unides es deixa per una segona fase. Inicialment el primer tram s'executava excavant el túnel tipus mina i el segon amb tuneladora, però l'any 2005, un cop ja iniciada la primera fase, es decideix realitzar tota l'obra en una única fase mitjançant tuneladora tot aprofitant l'obra ja executada. Per aquest motiu, es realitza un projecte constructiu refós amb clau TF-03474.1R que inclou tot el tram entre Terrassa-Rambla i Terrassa-Nacions Unides i les dues estacions restants: Terrassa-Estació del Nord i Terrassa-Nacions Unides.

Per altra banda, el projecte amb clau TF-03474.3A defineix el condicionament arquitectònic i les instal·lacions per a les tres noves estacions, la reforma de l'estació Terrassa-Rambla, els túnels i les construccions auxiliars. Finalment, el projecte TF-03474.3B defineix la instal·lació dels equips de senyalització, enclavaments, ATP/ATO DTG (distància objectiu),

telecomandament i equips embarcats.

2.3 Descripció de l'actuació

Aquest perllongament suposa la construcció de tres noves estacions del Metro del Vallès (servei suburbà S1) de FGC, per millorar la cobertura territorial de la línia al municipi de Terrassa i permetre un intercanvi amb la línia R4 de Rodalies-Renfe.

La primera estació se situa en la zona universitària Campus UPC (àmbit de Vallparadís). La segona estació té correspondència amb l'estació Terrassa Nord de Rodalies-Renfe i dona servei a la zona central-nord. La tercera estació, situada al pla de Can Roca i associada a un aparcament de dissuasió, dóna servei a les noves zones urbanes de la part nord del municipi i, fins i tot, al municipi de Matadepera per a viatges amb destinació a Barcelona.

2.4 Desviacions i modificacions

El projecte constructiu que definia l'actuació va començar a desenvolupar-se l'any 2003. Durant els 12 anys transcorreguts fins a la posada en servei de l'actuació el juliol de 2015 el projecte inicial ha estat subjecte a múltiples modificacions motivades per imprevistos sorgits o pel propi context polític i econòmic que han tingut impactes significatius en el procés constructiu adoptat i, evidentment, en el cost i termini d'execució final de l'obra.

Taula 2: Modificacions/desviacions principals de l'actuació

Data	Modificació/Desviació	Motiu(s)	Impacte(s)
2005	Tram Terrassa-Rambla fins a UPC-Vallparadís: Procés constructiu amb tuneladora TBM (Tunnel Boring Maching) enlloc d'excavació túnel mina	- Minimitzar els riscos de subsidències no tolerables i les obres en superfície que afecten a la població	- Necessitat d'un nou projecte constructiu (refós) - Major cost per adaptació de traçat i elements estructurals - Procés constructiu i entrada en servei en una única fase enlloc de les dues inicialment previstes
2003-2015	Ajornament dels terminis d'execució de les obres	- Trobada de restes arqueològiques al tram Rambla/UPC-Vallparadís - Manca de finançament	- Ajornament significatiu de la posada en servei - Increment de costos de compensació/indemnització

3 Costos

3.1 Costos d'inversió

Es presenta a continuació l'estudi ex-post de costos d'inversió derivats de l'actuació amb l'objectiu de comprovar el cost final que ha significat i les possibles desviacions respecte a les estimacions inicials. Cal remarcar que malgrat que l'actuació es fragmenta en múltiples projectes constructius i contractes d'obra, els costos d'inversió es presenten de forma agregada amb la intenció de donar una visió global del conjunt de l'actuació. La Taula 3 mostra els costos d'inversió desagregats segons les diferents fases de l'actuació.

Taula 3: Costos d'inversió estimats en les diferents fases de l'actuació

Pressupost estudi informatiu ¹	Pressupost d'Execució per Contracte (PEC) (IVA exclòs)	-
	Afectacions i expropiacions	-
	Import total (IVA exclòs)	294.300.000,00 €
Pressupost de licitació	Pressupost d'Execució per Contracte (PEC) (IVA exclòs)	324.585.049,07 €
	Afectacions i expropiacions	8.252.050,12 €
	Import total (IVA exclòs)	332.837.099,19 €
Pressupost d'adjudicació	Pressupost d'Execució per Contracte (PEC) (IVA exclòs)	264.021.682,32 €
	Afectacions i expropiacions	6.273.960,24 €
	Import total (IVA exclòs)	270.295.642,56 €
Pressupost projecte modificat i complementari	Pressupost d'Execució per Contracte (PEC) (IVA exclòs)	343.984.614,86 €
	Afectacions i expropiacions	708.292,81 €
	Import total (IVA exclòs)	344.692.907,67 €
Import liquidat	Contractes obra (inclòs despeses generals i benefici industrial) (IVA exclòs)	350.436.634,86 €

¹ Pressupost inclòs al PDI 2001-2010

	Indemnitzacions	14.167.821,13 €
	Revisió de preus	21.548.213,36 €
	Compensacions financeres	18.170.609,48 €
	Afectacions i expropiacions	
	Import total (IVA exclòs)	404.323.278,83 €

L'import total de la inversió liquidada ha estat finalment de 404 M€(IVA exclòs), mentre que la inversió prevista al PDI 2001-2010 era de 294 M€(IVA exclòs) i la prevista als projectes constructius base de la licitació era de 333 M€(IVA exclòs). A continuació s'analitza la desviació respecte a les estimacions previstes i a l'import liquidat per a cadascuna de les fases, resumint-se a la següent taula:

Taula 4. Comparativa dels costos estimats amb els reals i càlcul de la desviació per a cadascuna de les fases del projecte

	Total Estimad (IVA exclòs)	Total liquidat (IVA exclòs)	Desviació	%Desviació
Estudi informatiu	294.300.000,00	404.323.278,83	110.023.278,83	+37%
Pressupost licitació	332.837.099,19	404.323.278,83	71.486.179,64	+21%
Pressupost adjudicació	270.295.642,56	404.323.278,83	134.027.636,27	+50%
Pressupost modificats i complementaris	344.692.907,67	404.323.278,83	59.630.371,16	+17%

Així doncs, la inversió liquidada per aquesta actuació ha estat un 37% superior a la prevista en fase de planejament i un 21% superior a la prevista en fase de projecte.

Pel que fa el pressupost d'adjudicació, veiem com la desviació és del 50%, degut a la baixa realitzada pel contractista. Les modificacions i projectes complementaris introduïts no suposen un increment significatiu respecte a l'import pressupostat inicialment en la licitació sinó que tendeixen a recuperar la baixa en l'adjudicació a través de millores o canvis per imprevistos.

Finalment, cal remarcar que l'import liquidat sí que és clarament superior (un 17% més) al pressupostat en els darrers modificats i complementaris aprovats en fase d'obra. Aquesta diferència es deu a les indemnitzacions (14 M€), compensacions financeres (18 M€) i revisions de preus (22 M€) derivades dels endarreriments en els terminis d'execució de les obres i d'incompliments de contractes.

La Figura 2 il·lustra gràficament les desviacions en les estimacions de costos respecte a la previsió inicial, prenent el cost estimat en l'estudi informatiu com a referència.

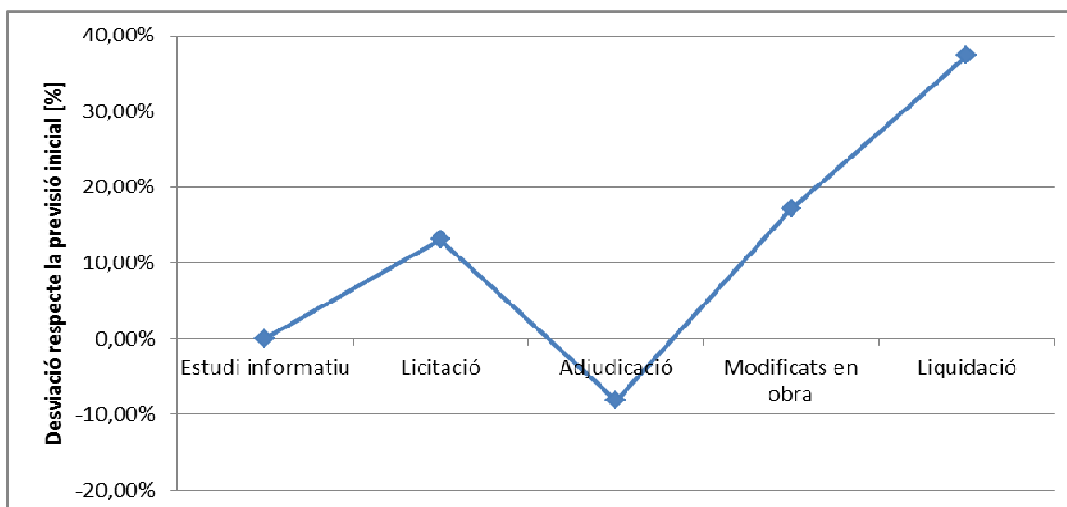


Figura 2: Desviacions de les estimacions de costos respecte a la previsió inicial del PDI 2001-2010

D'altra banda, resulta interessant analitzar la repercussió dels costos de cada fase del projecte.

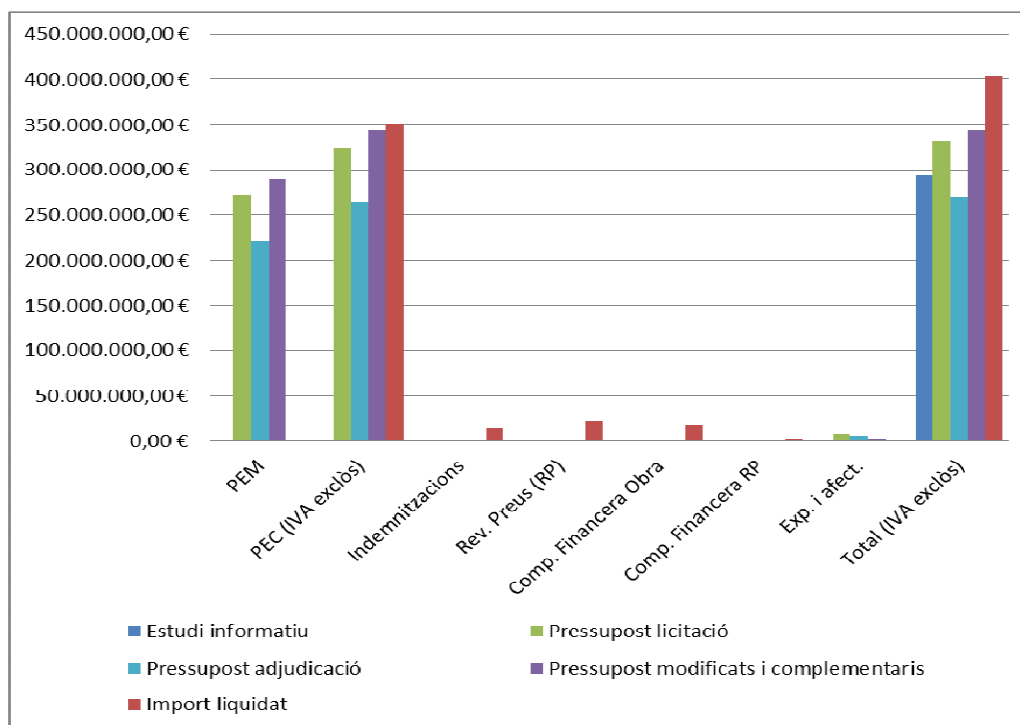


Figura 3: Comparativa dels costos previstos per a cada fase d'estudi respecte al cost final real segons els import liquidats per l'administració. Font: Elaboració pròpia.

Així es pot afirmar que la desviació total de l'import liquidat respecte a la inversió prevista en fase de planejament (+37%) es deu principalment a:

- Indemnitzacions, compensacions financeres i revisions de preus abonats a les empreses constructores per l'endarreriment dels terminis d'execució
- Infravaloració de la inversió necessària en fase de plantejament respecte a la pressupostada en fase de projecte

3.2 Costos d'exploració i manteniment

L'estudi de rendibilitat socioeconòmica desenvolupat en el marc del PDI 2010-2020 preveu la necessitat d'incorporar dues unitats de tren a la flota actual i uns costos d'operació i manteniment afegits de 2,4 M€ anuals.

4 Demanda

Segons les estimacions el PDI 2010-2020 la construcció d'aquest perllongament comporta la captació de 21.990 passatgers diaris (en dia feiner), dels quals 1.596 provenen del vehicle privat.

Aquestes estimacions de demanda es contrasten amb l'evidència empírica ex-post registrada després de l'entrada en servei del perllongament. La demanda captada i induïda per les noves estacions i el nou tram de FGC a Terrassa resulta de calcular la diferència entre les dades de demanda registrada després de l'entrada en servei i un escenari de referència, que representa la situació hipotètica en que l'actuació no s'hagués fet efectiva.

4.1 Escenari de referència

L'escenari de referència vol representar de manera raonable el comportament de la demanda en el cas hipotètic que l'actuació no s'hagués fet efectiva, amb l'ambició de servir de punt de partida a partir del qual es valora la nova demanda incorporada.

L'escenari de referència de demanda per a les dues estacions pre-existent a Terrassa, Les Fonts i Terrassa-Rambla, es construeix assumint que el número de passatgers registrats l'any 2014, abans de l'entrada en servei del perllongament, creix fins al 2017 segons el creixement interanual d'usuaris de transport públic registrat al conjunt del Sistema Tarifari Integrat (STI). S'adopta la referència de creixement de demanda del conjunt del STI perquè aquesta escala representa un creixement tendencial per factors socioeconòmics i independent d'actuacions particulars que s'hagin dut a terme, incloent el propi perllongament de FGC a Terrassa.

Com a resultat de la projecció elaborada per a l'escenari de referència, mostrada a la Taula 5 i la Taula 6, la demanda anual a 2017 en termes de validacions d'entrada a les dues estacions pre-existents seria de 2,8 milions de passatgers a l'any amb una mitjana diària de validacions en dia feiner de 9.340.

Taula 5: Demanda en validacions (entrades) totals anuals en l'escenari de referència

	Validacions totals anuals			
	Les Fonts	Terrassa-Rambla	Total	Total STI (*10^6)
2014	392.675	2.204.043	2.596.718	915,6
2015	402.668	2.260.131	2.662.799	938,9
2016	409.144	2.296.480	2.705.624	954,0
2017	422.610	2.372.066	2.794.676	985,4

Taula 6: Demanda en validacions (entrades) mitjanes diàries en dia feiner en l'escenari de referència

	Validacions diàries mitjanes en dia feiner		
	Les Fonts	Terrassa-Rambla	Total
2014	1.302	7.377	8.679
2015	1.335	7.565	8.900
2016	1.357	7.686	9.043
2017	1.401	7.939	9.340

4.2 Demanda ex-post

Un cop construït l'escenari de referència, s'estudien les dades registrades de demanda efectiva i es comparen amb les de l'escenari de referència a fi d'extreure informació sobre l'efecte de l'actuació implementada en termes de demanda.

4.2.1 Dades de demanda ex-post

Les dades de demanda ex-post utilitzades s'obtenen de dues fonts principalment:

- Dades de validacions d'entrada a les estacions de FGC estudiades mitjançant bitllets de títols propis i de l'ATM
- Enquesta elaborada per FGC a les noves estacions per a caracteritzar la demanda el novembre de 2016

Les dades de validacions registrades es mostren a la Taula 7 i Taula 8. S'observa que a 2017 s'arriba a la xifra de 4,1 milions de passatgers d'entrada anuals al conjunt d'estacions de Terrassa, que el 2014 era de 2,6 milions a les dues estacions pre-existents. En termes de

passatgers d'entrada diaris en dia feiner, es registren 13.629 entrades de mitjana el 2017.

Taula 7: Demanda en validacions (entrades) totals anuals en l'escenari de projecte.

	Validacions totals anuals					
	Les Fonts	Terrassa-Rambla	Vallparadís	Estació del Nord	Nacions Unides	Total
2014	392.675	2.204.043	-	-	-	2.596.718
(*) 2015	390.835	1.981.407	340.001	204.167	155.091	3.071.501
2016	384.757	1.556.468	911.505	547.466	415.087	3.815.283
2017	405.851	1.602.078	1.001.221	631.799	478.871	4.119.820

(*) Dades 2015 a les noves estacions corresponents a període 28/07-31/12

Taula 8: Demanda en validacions (entrades) mitjanes diàries en dia feiner en l'escenari de projecte

	Validacions diàries mitjanes en dia feiner					
	Les Fonts	Terrassa-Rambla	Vallparadís	Estació del Nord	Nacions Unides	Total
2014	1.302	7.377	-	-	-	8.679
2015	1.282	6.591	2.649	1.562	1.170	13.254
2016	1.267	5.093	3.068	1.817	1.369	12.614
2017	1.331	5.230	3.375	2.108	1.585	13.629

L'enquesta realitzada per FGC informa de quina proporció de la demanda a les noves estacions és induïda, és a dir que prèviament no realitzava el desplaçament, i quina és captada, és a dir que prèviament realitzava el desplaçament però d'una altra manera, incloent altres modes de transport o usuaris de les estacions de FGC pre-existents.

Segons els resultats de l'enquesta, un 41% d'usuaris de les noves estacions són induïts i, per tant, no realitzaven el desplaçament abans de l'entrada en servei del perllongament. No obstant això, aquesta informació no es considera suficientment robusta, atès que la pregunta formulada en el qüestionari és ambigua. Així doncs, es pren com a hipòtesi que el 10% de la demanda es induïda i el 90% captada.

La Taula 9 caracteritza la demanda captada segons el mode de transport d'origen. S'observa que un 58% d'usuaris captats utilitzava prèviament les estacions de FGC a Terrassa pre-existents. Bàsicament es tracta d'usuaris que prèviament accedien a la línia de FGC per l'estació de Terrassa-Rambla i ara ho fan a través de les noves estacions. De la resta de la demanda captada, un 29% utilitzava prèviament modes de transport públic col·lectiu i modes no motoritzats i un 13% es desplaçaven en vehicle privat.

D'altra banda, cal remarcar que un 19% dels passatgers captats utilitzaven prèviament el servei R-4 de Rodalies-Renfe, que representa una clara alternativa a la línia de FGC per desplaçaments a Barcelona. Tanmateix, es pot afirmar que la captació d'altres estacions de

FGC (de l'ordre del 60%) és clarament superior a la captació d'usuaris de Rodalies-Renfe (de l'ordre del 20%).

Taula 9: Proporció de demanda captada segons mode de transport d'origen

Origen	Ratio	Origen	Ratio
FGC	58%	FGC. Terrassa-rambla	53%
		FGC. Les Fonts	5%
Altres TPC i no motoritzat	29%	RENFE	19%
		Bus urbà Terrassa	7%
		A peu	3%
Altres vehicle privat	13%	Cotxe conductor	10%
		Cotxe acompanyant	2%
		Moto	1%

4.2.2 Avaluació d'efectes en la demanda

Les tres noves estacions de FGC a Terrassa van rebre uns 2,1 milions de passatgers d'entrada el 2017, amb un increment del 12,7% de demanda respecte el 2016. Aquest increment tan significatiu és propi de períodes d'adaptació o *ramp-up* en què s'està assolint progressivament una nova situació d'equilibri després de l'entrada en servei de l'actuació. En termes diaris, aquesta xifra de demanda es tradueix en 7.068 validacions diàries de mitjana en dia feiner. L'estació amb més usuaris és la de Vallparadís, que acull més de la meitat dels usuaris del perllongament. Les altres dues estacions es reparteixen la resta de la demanda, si bé l'Estació del Nord registra una demanda lleugerament major a la de Nacions Unides.

L'increment net derivat de l'actuació respecte l'escenari de referència al conjunt de les estacions FGC a Terrassa i, per extensió, al conjunt de la xarxa de FGC és de 1.325.144 passatgers d'entrada el 2017, ja que del total de nous usuaris de les noves estacions cal descomptar 786.747 usuaris que, segons l'escenari de referència, haguessin accedit a la xarxa de FGC per les estacions pre-existents i ara ho fan a través de les noves estacions. Aquesta xifra es tradueix en un increment net de 4.289 passatgers d'entrada diaris de mitjana en dia feiner.

Taula 10: Increment en validacions (entrades) totals anuals en l'escenari de projecte respecte l'escenari de referència

	Increment validacions totals anuals						Total noves estacions	Total FGC Terrassa
	Les Fonts	Terrassa-Rambla	Vall-paradís	Estació del Nord	Nacions Unides			
Increment 2016	-24.387	-740.012	911.505	547.466	415.087	1.874.058	1.109.659	
Increment 2017	-16.759	-769.988	1.001.221	631.799	478.871	2.111.891	1.325.144	

Taula 11: Increment en validacions (entrades) mitjanes diàries en dia feiner en l'escenari de projecte respecte l'escenari de referència

	Increment validacions diàries mitjanes en dia feiner						
	Les Fonts	Terrassa-Rambla	Vall-paradís	Estació del Nord	Nacions Unides	Total noves estacions	Total FGC Terrassa
Increment 2016	-90	-2.593	3.068	1.817	1.369	6.254	3.571
Increment 2017	-70	-2.709	3.375	2.108	1.585	7.068	4.289

Tot combinant les dues fonts de dades disponibles, les validacions i l'enquesta, s'obté una caracterització de la demanda a les noves estacions segons si és induïda o captada i, en aquest darrer cas, segons el mode de transport que utilitzaven abans de l'entrada en servei del perllongament.

Els resultats es mostren a la Taula 12 i la Taula 13. Respecte l'escenari de referència, es realitzen 209.077 desplaçaments menys d'anada en vehicle privat (cotxe i moto), que representen 700 desplaçaments d'anada diaris de mitjana en dia feiner.

Taula 12: Validacions (entrades) totals anuals a noves estacions segons induïda/captada i segons mode d'origen

Total validacions noves estacions	2.111.891		
Dem. Induïda	211.189		
Dem. Captada	1.900.702	FGC. Terrassa-Rambla	1.007.372
		FGC. Les Fonts	95.035
		RENFE	361.134
		Cotxe conductor	190.070
		Cotxe acompanyant	38.014
		Moto	19.007
		A peu	57.022
		Bus urbà Terrassa	133.049

Taula 13: Validacions (entrades) mitjanes diàries en dia feiner a noves estacions segons induïda/captada i segons mode d'origen

Total nous usuaris	7.068		
Dem. Induïda	707		
Dem. Captada	6.362	FGC. Terrassa-Rambla	3.371
		FGC. Les Fonts	318
		RENFE	1.208
		Cotxe conductor	637
		Cotxe acompanyant	128

	Moto	63
	A peu	191
	Bus urbà Terrassa	446

4.2.3 Desviació respecte d'estimacions prèvies

El PDI 2010-2020 assumia que les noves estacions del perllongament de FGC a Terrassa tindrien una demanda de 21.990 passatgers diaris (en dia feiner), dels quals 1.596 provindrien del vehicle privat. Aquesta hipòtesi de demanda ja es rebaixa respecte les primeres previsions en el marc del PDI 2000-2010, on s'assumia que les noves estacions serien utilitzades per 25.000 passatgers de mitjana en dia feiner.

La darrera hipòtesi de demanda del PDI 2010-2020 es contrasta amb l'evidència empírica ex-post. Cal però primer expressar-ho en els mateixos termes ja que mentre que les previsions de demanda s'expressen en termes de passatgers totals, les dades de demanda ex-post es registren en forma de validacions i, per tant, només es comptabilitzen passatgers d'entrada i no de sortida. Per tal de convertir-ho a passatgers totals (entrades i sortides), s'assumeix simetria perfecta entre desplaçaments d'anada i tornada i es multipliquen les dades de validacions d'entrada per 2. Aquesta hipòtesi serà més vàlida com més gran sigui la proporció de viatges inter-municipals, que en aquest cas és de prop del 90% segons l'enquesta de demanda realitzada.

Amb aquesta hipòtesi, el 2017, de mitjana en dia feiner, 14.136 passatgers utilitzen les tres estacions del perllongament i 1400 d'aquests realitzaven prèviament el desplaçament en vehicle privat (Taula 14). Així, la demanda registrada l'any 2017 i, per tant, dos anys després de l'entrada en servei del perllongament, és un 36% inferior a la demanda prevista en fase de planejament en el marc del PDI 2010-2020. Pel que fa la desviació en les estimacions de passatgers captats del vehicle privat veiem que és un 12% inferior a la prevista en el marc del PDI 2010-2020.

Taula 14: Desviació de demanda a 2017 en passatgers totals (entrades i sortides) respecte d'estimacions prèvies

	PDI 2010-2020	Evidència ex-post 2017	Desviació 2017
Demanda noves estacions (passatgers totals diaris dia feiner)	21.990	14.136	-36%
Captació vehicle privat (passatgers totals diaris dia feiner) considerant viatges d'anada i tornada	1.596	1.400	-12%

Assumint un creixement de demanda interanual del 2% després de 2017, que seria el creixement mitjà base un cop passat el període de *ramp-up* i d'estabilització de la població ocupada, es pot estimar la demanda a 2030, any corresponent al mig del període d'avaluació

de 30 anys. Tal i com s'observa a la Taula 15, a l'any 2030 encara no s'assoliria la demanda de passatgers totals diaris en dia feiner prevista al PDI 2010-2020, amb una desviació a la baixa del 17%. En canvi, en relació a la captació de vehicles privats, destaquem una desviació positiva del 13% respecte a la prevista al PDI 2010-2020.

Taula 15: Desviació de demanda a 2030 en passatgers totals (entrades i sortides) respecte d'estimacions prèvies

	PDI 2010-2020	Estimació a 2030	Desviació 2030
Demanda noves estacions (passatgers totals diaris dia feiner)	21.990	18.286	-17%
Captació vehicle privat (passatgers totals diaris dia feiner)	1.596	1.811	13%

5 Estalvi de temps en l'accessibilitat i dispersió a les estacions de transport públic de FGC

Segons els resultats de l'enquesta, un 90% dels viatges són inter-municipals, de manera que una millora en l'accessibilitat a peu a les estacions esdevé una variable cabdal pels usuaris del transport públic.

En el següent núvol de punts es mostra el punt d'origen dels viatgers que utilitzaven l'estació de FGC de Terrassa-Rambla i ara utilitzen una altra de les noves estacions.

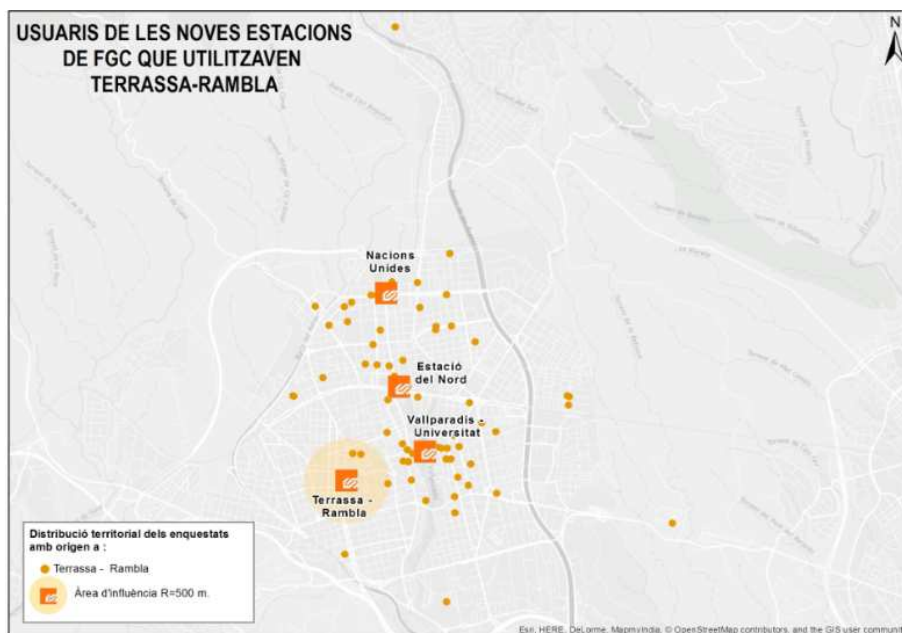


Figura 4. Núvol de punts amb el punt d'origen dels viatgers que utilitzaven l'estació de FGC de Terrassa-Rambla i ara utilitzen una altra de les noves estacions. Font: Enquesta als usuaris de les noves estacions d'FGC de Terrassa (Novembre 2016)

A continuació es mostra en quin mode de transport es desplaçaven els usuaris que abans realitzaven el viatge a través de les estacions de FGC Terrassa- Rambla i Les Fonts, abans del la inauguració del perllongament.

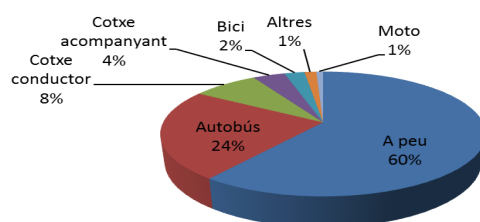


Figura 5. Mode de transport en el que es desplaçaven els usuaris que abans realitzaven el viatge a través de les estacions de FGC Terrassa-Rambla i Les Fonts

Per a determinar els temps d'estalvi dels usuaris que abans realitzaven el viatge a través de les estacions de FGC Terrassa-Rambla i Les Fonts, i que ara utilitzen les noves s'han suposat les següents hipòtesis:

- Hipòtesi 1: La diferència en temps d'accés d'un usuari mitjà captiu d'una estació X que abans utilitzava l'estació Terrassa-Rambla és el temps de desplaçament entre l'estació X i la de Terrassa Rambla
- Hipòtesi 2: La diferència en temps d'accés d'un usuari que abans entrava a Terrassa-

Les Fonts és el temps de viatge en cotxe entre Terrassa-Nord i Les Fonts

Taula 16. Estalvi de temps d'accessibilitat dels usuaris captats d'altres estacions de FGC

	Repartiment modal previ	Increment temps accés Usuari típic captiu Vallparadís (min)	Increment temps accés Usuari típic captiu Nord (min)	Increment temps accés Usuari típic captiu N. Unides (min)
A peu	60%	16	17	31
Bici	2%	4	3	10
Bus urbà	24%	15	12	21
Moto	1%	8	12	14
Cotxe conductor	8%	8	12	14
Cotxe acompanyant	4%	8	12	14
Altres	1%	0	0	0
Temps estalvi per estació (min)		14,32	14,70	25,66
Validacions per estació		1.001.221	631.799	478.871
Temps estalvi mitjà (min)		17,01		

Realitzant una mitja ponderada en funció dels viatges captats per cadascuna de les noves estacions, arribem a la conclusió que **l'estalvi mitjà en el temps d'accés dels usuaris d'FGC és de 17 minuts.**

Donat que el 60% dels usuaris captats per les noves estacions feien els seu desplaçament a peu fins a les estacions de Terrassa-Rambla o Les Fonts, s'ha analitzat el temps d'estalvi per aquest usuaris.

Taula 17. Estalvi de temps d'accessibilitat dels usuaris que van a peu i que han estat captats d'altres estacions de FGC

	Increment temps accés Usuari típic captiu Vallparadís (min)	Increment temps accés Usuari típic captiu Nord (min)	Increment temps accés Usuari típic captiu N. Unides (min)
Temps estalvi per estació (min)	16	17	31
Validacions per estació	1.001.221	631.799	478.871
Temps estalvi mitjà (min)	19,70		

Així doncs, podem concloure que l'estalvi dels usuaris que abans realitzaven el viatge a peu (60%) és de 19,7 min.

6 ACB actualitzat

Segons les estimacions del PDI 2010-2020 l'estalvi total per part dels usuaris beneficiats per l'actuació ferroviària s'estima en 4.287 hores en dia feiner, mentre que l'estalvi per menor congestió a la xarxa viària seria de 1.254 hores. Aquesta actuació presentaria una rendibilitat segons la TIR del 2,2%. Aquestes estimacions es contrasten amb un anàlisi cost-benefici amb la metodologia SAIT i fent ús de l'evidència ex-post. S'han tingut en compte les hipòtesis càlcul resumides a la Taula 18.

Taula 18: Principals hipòtesis de càlcul per a l'ACB actualitzat

Valor del temps	9 €/h
Taxa social de descompte	3%
Període d'avaluació	30 anys
Increment anual de demanda	2%
Hores estalviades en dia feiner per nous usuaris FGC (2030)	3.963 h
Hores estalviades en dia feiner per usuaris vehicle privat (2030)	1.423 h
Reducció veh.km en vehicle privat (2030) (turismes i motos)	7.671.228 veh.km

Per a determinar el temps d'estalvi pels nous usuaris FGC (2030) s'ha realitzat una matriu Origen-Destinació a partir de l'enquesta elaborada per FGC a les noves estacions per a caracteritzar la demanda el novembre de 2016. A continuació s'ha determinat els temps de viatge estalviat en funció del mode de transport de provinença de la demanda captada, tenint en compte les següents hipòtesis:

- Hipòtesi 1: Els desplaçaments interns a Terrassa es consideren des de Terrassa-Nord a Terrassa Rambla
- Hipòtesi 2: En la resta de desplaçaments es consideren orígens i destinacions als centroides definits per Google Maps de cada municipi
- Hipòtesi 3: Al temps de viatge en cotxe s'addicionen 10 minuts corresponents al temps d'aparcament i accés al/des del vehicle
- Hipòtesi 4: Temps de viatge en cotxe mitjà a les 9 del matí d'un feiner (segons Google Maps)
- Hipòtesi 5: En trajectes que abans es feien en Renfe i ara Renfe + FGC dins de Terrassa, se suposa que l'estalvi de temps és de 5 min

- Hipòtesi 6: L'estalvi de temps de la demanda induïda és meitat de la demanda Captada de FGC Les Fonts, essent aquests els usuaris més beneficiats.

A continuació es presenta una taula resum dels estalvis de temps de viatge i de distàncies recorregudes en funció del mode de transport d'origen de la demanda captada:

Taula 19. Estalvis de temps i distància recorreguda pels usuaris captats pel perllongament de FGC a Terrassa en funció del mode de transport i pels escenaris de 2017 i el projectat a 2030

			Estalvi per passatger		Estalvi total 2017		Estalvi total 2030	
	Pax totals anuals 2017	Pax totals anuals 2030	Estalvi temps (h)	Estalvi dist. (km)	Estalvi temps (pax.h)	Estalvi distància (veh.km)	Estalvi temps (pax.h)	Estalvi distància (veh.km)
Dem. Induïda	422.378	546.391	0,17		70.396		91.065	
Captada FGC. Terrassa-Rambla	2.014.744	2.606.286	0,28		571.013		738.666	
Captada FGC. Les Fonts	190.070	245.876	0,33		63.357		81.959	
Captada RENFE	722.267	934.329	0,08		60.189		77.861	
Captada Cotxe conductor	266.098	344.226	0,25	24,79	67.671	6.596.845	87.539	8.533.721,98
Captada Cotxe acompanyant	114.042	147.526	0,25		29.002		37.517	
Captada Bus urbà Terrassa	380.140	491.752	0,10		38.014		49.175	
Captada A peu	76.028	98.350	0,08		6.336		8.196	
Captada Moto	38.014	49.175	0,25	24,79	9.667	942.406	12.506	1.219.103,14
Mitjana/Total	4.223.782	5.463.912	0,22		915.644	7.539.251	1.184.483	9.752.825,00

A continuació es presenta els resultats de l'ACB realitzat a partir dels càlculs i hipòtesis definits anteriorment.

		AGENTS										SUMATORI ACB	
		Administració	Contractistes		Operadors			Usuaris			No usuaris (societat)		
			Infraestructura	Enginy./Consult.	Bus urbà	Rodalies	FGC	Turismes	Motos	Rod./FGC			
Actius	Invers.	1. Planificació	-10.868.757,58	693.750,48									-10.175.007,09
		2. Obra civil	-223.660.356,05	17.343.762,09	0,00								-206.316.593,95
		3. Material mòbil	0,00		0,00	-5.901.713,39	0,00						-5.901.713,39
		4. Expropiacions	-728.463,45									0,00	-728.463,45
	5. Manteniment Infr.	-40.662.957,96	3.078.335,08										-37.584.622,89
	6. Manteniment Veh.	0,00			0,00	0,00	0,00						0,00
Operativa	Direct.	7. Oper.pers.			0,00	0,00	0,00						0,00
		8. Oper.veh.			0,00	0,00	-25.193.427,29						-25.193.427,29
		9. Oper.equip.				0,00	0,00						0,00
Usuaris		14. Temps					8.738.296,76	0,00	208.947.506,14				217.685.802,90
		15. Tarifes	0,00		-6.978.316,36	-28.135.700,56	78.648.332,55	0,00	0,00	-43.534.315,63			0,00
		17. Cost.op.veh						51.804.272,37	0,00				51.804.272,37
Externalitats		20. Pol.lució									3.612.917,89		3.612.917,89
		21. Canvi climàtic									1.988.060,64		1.988.060,64
		22. Soroll									1.682.205,15		1.682.205,15
		24. Accidents	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4.970.151,59		4.970.151,59
SUMATORI AGENTS		-275.920.535,03	20.422.097,17	693.750,48	-6.978.316,36	-34.037.413,94	53.454.905,26	60.542.569,13	0,00	165.413.190,51	12.253.335,27		VAN total
												-4.156.417,51	
												VAN total/inversió	
												0,02	
												TIR	
												2,9%	

Figura 6: Resum de la matriu efectes-agents

Analitzant el ACB de la rendibilitat de l'actuació actualitzada amb les dades ex-post en termes de VAN és de -4 milions d'euros mentre que la TIR resulta ser de 2,9 %. El VAN resulta negatiu principalment per causa de la desviació econòmica relacionada amb la inversió inicial. Destacar també que segons les evidències del 2017-2018 la demanda és un 36% inferior a la prevista i això també efecte en termes de rendibilitat socioeconòmica. Tot i que la demanda és inferior, l'estalvi declarat en accessibilitat pels usuaris (17 minuts) és major al previst inicialment de 11 minuts per viatger i dia. Això permet compensar el fet que la demanda captada hagi estat inferior.

A continuació es presenta una taula recapitulativa de la repercussió de l'actuació sobre els diferents agents afectats:

Taula 20. Anàlisis del ACB pels diferents agents implicats en l'actuació

	Comentari
Administració	L'administració suporta principalment la càrrega econòmica de l'actuació amb 336M€, en esser aquesta la impulsora de la infraestructura.
Contractistes	Els executors de la infraestructura sortirien beneficiats amb 25M€ mentre que les enginyeries i consultories que han dissenyat el projecte amb 0,8M€.
Operadors	FGC sortiria beneficiat amb 36M€ de l'actuació mentre que Rodalies-Renfe i l'operador del bus urbà de Terrassa (TMESA) en sortirien perjudicats en perdre recaptació per tarifes, amb una càrrega de 28M€ i 7M€ respectivament.
Usuaris	Els usuaris de transport captius de les noves estacions sortirien beneficiats, principalment gràcies al estalvi de temps. Així, els usuaris de vehicle privat (turismes i motocicletes) en sortirien beneficiats amb uns 215M€, mentre que els usuaris captius que ja es desplaçaven en transport públic (RENFE o altres estacions de FGC) sortirien beneficiats amb uns 174M€.
No usuaris (societat)	Els no usuaris també sortirien beneficiats en forma de disminució de costos externs generats pel vehicle privat (18M€)

7 Conclusions

7.1 Resum d'impactes i verificació d'objectius

A mode de resum de la present avaluació ex-post es presenta un resum dels impactes de l'actuació (Taula 21).

Taula 21: Resum d'impactes de l'actuació

	Valor ex-post	Comentari
Cost d'inversió	404 M€	La inversió liquidada per aquesta actuació ha estat un 37% superior a la prevista en fase de planejament. Aquesta desviació es deu principalment a compensacions per l'endarreriment dels terminis d'execució i a una infravaloració de la inversió necessària en fase de plantejament
Demanda noves estacions	2.111.891 validacions a 2017 a les noves estacions, 7.068 entrades de mitjana en dia feiner	La demanda registrada el 2017 a les noves estacions és un 36% inferior a la prevista al PDI 2010-2020. L'estació amb més demanda és la de Vallparadís (>1M pax) seguida de Terrassa-Nord i Nacions Unides
Increment usuaris FGC	47% d'increment dels usuaris de FGC a Terrassa	Increment net de 1.325.144 entrades el 2017 a FGC Terrassa, que suposa uns 4.289 passatgers d'entrada diaris en dia feiner i un increment relatiu respecte les 2.794.676 entrades de l'escenari de referència del 47%.
Captació vehicle privat	Les noves estacions capten 1.400 desplaçaments diaris en vehicle privat el 2017	La captació de desplaçaments en vehicle privat és un 12% inferior a la prevista al PDI 2010-2020.

<p>Millora de l'accessibilitat als FGC</p>	<p>17 minuts d'estalvi</p>	<p>L'estalvi mitjà en el temps d'accés dels usuaris d'FGC que abans realitzaven el viatge a través de les estacions de Terrassa-Rambla o Les Fonts i ara utilitza una de les noves estacions és de 17 minuts. L'estalvi dels usuaris que abans realitzaven el viatge a peu (60%) és de 19,7 min.</p>
<p>Afavorir la interconnectivitat entre la xarxa de FGC i Rodalies-Renfe</p>	<p>7 % dels viatgers viatgen en RENFE i posteriorment en FGC</p>	<p>Segons l'enquesta, el perllongament de FGC a Terrassa és molt utilitzat com a última milla a Terrassa per viatges en Rodalies-Renfe (dades de número de transbordaments no disponibles) Es capten 288.387 entrades a FGC el 2017 que prèviament viatjaven en Renfe-Rodalies.</p>

7.2 Lliçons apreses

Aquest anàlisi ex-post ens ha permès detectar quin ha estat l'impacte de l'actuació prenent com a base de partida les dades reals mesurades un cop la infraestructura ha entrat en servei. D'altra banda, aquest estudi ens ha donat la possibilitat realitzar una comparativa entre el ex-ante realitzat (PDI 2000-2010 i 2010-2020) i el ex-post, podent així valorar l'eficàcia del Sistema d'Avaluació d'Infraestructures de Transport (SAIT).



 Generalitat de Catalunya
Departament de Territori i Sostenibilitat
**Direcció General d'Infraestructures
de Mobilitat**