Els costos externs del transport per carretera.

Aplicació a Catalunya del *"Handbook on External Costs of Transport (Versió 2019)"* publicat per la Direcció General de Mobilitat i Transport de la Comissió Europea.

Any 2020

Generalitat de Catalunya
Departament de Territori i Sostenibilitat
Direcció General de Transports i Mobilitat

Direcció facultativa
David Saldoni

Direcció Tècnica
Benjamín Cubillo
Antoni Bedoya

Índex

1. Introducció. 5
2. El concepte dels costos externs del transport. 7
   2.1. Els costos de la congestió. 11
   2.2. Els costos dels accidents. 10
   2.3. Els costos de la contaminació de l'aire. 15
   2.4. Els costos del canvi climàtic. 16
   2.5. Els costos del soroll. 17
   2.6. Els costos de la producció d'energia en el transport. 18
   2.7. Els costos de la fabricació i desballestament dels vehicles 19
   2.8. Els costos marginals de la infraestructura viària 21
   2.9. Els costos per danys a l'habitat 23
   2.10. Els costos de la contaminació del sòl i l'aigua 24
3. Els costos externs del transport per carretera a Catalunya. 35
   3.1. Els costos de la congestió. 26
   3.2. Els costos dels accidents. 27
   3.3. Els costos de la contaminació de l'aire. 28
   3.4. Els costos del canvi climàtic. 29
   3.5. Els costos del soroll. 30
   3.6. Els costos de la producció d'energia en el transport. 31
   3.7. Els costos de la fabricació i desballestament dels vehicles 31
   3.8. Els costos marginals de la infraestructura viària 32
   3.9. Els costos per danys a l'habitat 32
4. Els costos interns del transport per carretera a Catalunya. 33

Annex 1.- Costos marginals de la contaminació atmosfèrica 35

Annex 2.- Costos marginals del canvi climàtic 39

Annex 3.- Costos marginals del soroll 43

Annex 4.- Costos marginals de la producció d'energia 44

1. Introducció.

Catalunya, igual que el conjunt de països europeus, s'enfronta a la necessitat d'implantar polítiques que fomentin un desenvolupament sostenible tant en termes econòmics, com socials i mediambientals.

Conscients d'aquesta necessitat, ja en 2001 des de la Comissió Europea es va elaborar el primer Llibre Blanc que va suposar una veritable inflexió pel que fa a la Política Comú de transports.

En línia amb aquest nou marc europeu, el Govern de la Generalitat va impulsar la Llei 9/2003, de la mobilitat, a la recerca d'un model de desenvolupament que prioritza els sistemes de transport més sostenibles, basat en l'aprofitament dels recursos, la seguretat integral de les persones, el respecte al medi ambient i la minimització del consum de recursos energètics.

Donades les característiques de la nova conjuntura socio-econòmica, i gràcies al coneixement adquirit durant aquest període, des de la Comissió Europea es va elaborar el segon Llibre Blanc que marca la nova política europea i el full de ruta en matèria de transport sostenible a seguir en el període 2011-2050.

Per assolir aquests objectius, el Llibre Blanc estableix quatre estratègies:

1. Un sistema de mobilitat eficient i integrat, que faciliti el transport de persones i mercaderies, redueixi els costos, fomenti la ocupació i les condicions laborals de qualitat i garanteixi la seguretat i accessibilitat del transport.
2. Establir una política de recerca i innovació del transport per fer evolucionar el sistema de transport de la UE cap a un sistema modern, eficient i fàcil d'utilitzar, fomentant un comportament més sostenible, reduint la congestió i les emissions en les zones urbanes.
3. Generar una cohesió territorial i un creixement econòmic sustentats en un marc de finançament coherent Basat en la política de "qui contamina, paga" (internalització de costos externs) i que fomentin la utilització de les modalitats de transport més sostenibles en termes econòmics, socials i mediambientals.
4. Consolidar el paper de la Comissió Europea com a organisme de normalització en l'àmbit del transport, obrint els mercats de transport a una competència lliure i sense distorsions i a solucions ecològicament sostenibles.

Quant a la tercera estratègia, el principi general proposat per a la internalització dels costos externs del transport és el de la «tarifació al cost social marginal». Segons aquest enfocament, els preus del transport han equivaler al cost addicional que genera a curt termini un usuari addicional de la infraestructura.

Aquest tipus de tarifació, basat en el cost addicional que s'imposa a la societat, contribuiria a l'equitat entre els usuaris del transport i els que no ho són, i establiria una relació directa entre la utilització de recursos comuns i el pagament segons els principis de «qui contamina, paga» i «qui utilitza paga". La Comissió proposa uns principis i una metodologia comunes per al càlcul dels costos externs de la congestió, la contaminació atmosfèrica, el soroll i el canvi climàtic.

Tot i això, el veritable cost de les externalitats del transport i el grau en què poden, en la pràctica, ser internalitzades és encara un tema d'investigació pendent. Tot i que s'han realitzat molts progressos en les tecnologies que hauran de permetre una política eficient de preus en el transport, el desenvolupament d'un marc apropiat està encara molt endarrerit. L'establiment d'un equilibri entre els impactes mediambientals del transport, el creixement econòmic i l'equitat social és un tema tant de presa de decisions polítiques com d'anàlisi científica i requereix que es tinguin en compte els compromisos associats a la introducció d'impostos sobre els combustibles o de taxes sobre l'ús de les vies públiques.

La majoria dels resultats de les investigacions suggereixen que els impactes externs del transport no estan representats adequadament en el paquet actual de mesures fiscals relacionades amb el transport. També és cada vegada més obvi que la internalització dels costos externs és una mesura necessària, per tal de minimitzar les externalitats del transport.

Segons el principi que "el que contamina paga", el preu pagat per l'usuari hauria de reflectir el cost total de les activitats de transport, inclosos els costos de les externalitats del transport. La internalització consisteix en repercutir els costos externs sobre el preu del transport. No obstant això, només un preu basat en la totalitat dels costos socials podria representar la contrapartida dels serveis utilitzats i del consum de recursos. L'objectiu del Llibre Blanc del Transport és conscienciar a l'usuari dels costos que genera i estimular-lo perquè modifiqui els seus hàbits i, d'aquesta manera, es redueixin els costos.

El 2008, la Comissió Europea va encarregar el primer manual sobre costos externs del transport, com a part de l'estudi IMPACT (Infras, CE Delft, ISI i Universitat de Gdansk, 2008). Aquest manual presentava les millors pràctiques sobre la metodologia per estimar diferents categories de costos externs del transport. A més, va proporcionar una visió general dels valors d'entrada d'última generació (per exemple, el valor del temps o el valor d'una vida estadística) que es poden utilitzar per produir estimacions de costos externs pels propis usuaris del manual. Finalment, el Manual presentava xifres de cost externs (majoritàriament presentades en € / vehicle quilòmetre), que poden ser utilitzades directament pels usuaris.

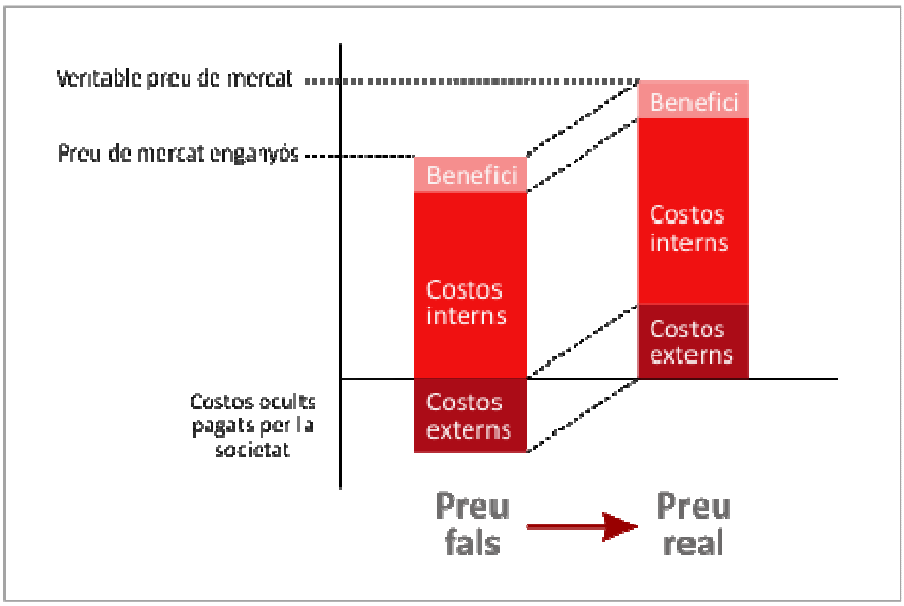
L'any 2014 el manual es va actualitzar amb els nous avenços en la investigació i la política (Ricardo-AEA, TRT, DIW Econ i CAU, 2014). A més, es va ampliar l'abast: al costat dels costos externs del transport, es van cobrir també els costos de desgast de les infraestructures per al transport per carretera i ferrocarril. D'acord amb el manual de 2008, el manual 2014 es va centrar en els costos externs marginals del transport. Aquest manual sobre va servir de guia per a l'elaboració del document "Els costos externs del transport per carretera. Transposició per a Catalunya del Handbook on External Costs of Transport.

L'any 2019 la Comissió Europea, mitjançant la Direcció General de Mobilitat i Transport va publicar el darrer com a una actualització de les versions 2008 i 2014, tenint en compte les noves evidències disponibles en els mètodes i valors d'entrada (per exemple, factors d'emissió) per estimar els costos externs del transport. Aquesta versió no només considera els costos externs marginals, com va ser el focus principal dels anteriors manuals, sinó que també suposa els costos de transport totals i mitjans a tots els països de la UE, Suïssa i Noruega. A més, es van calcular xifres de costos externs per a alguns països no europeus per comparar-les amb les xifres europees.

2. El concepte dels costos externs del transport.

Les activitats relacionades amb el transport porten relacionats efectes negatius sobre el medi ambient, accidents, pèrdues de temps per congestió, costos dels processos de fabricació i desballestament i el desgast de les infraestructures.

A diferència dels beneficis, els costos d'aquests efectes no són totalment assumits pels usuaris del transport. Els usuaris d'un mode de transport no tenen en compte els anomenats costos externs quan prenen les decisions del seu viatge.



Els costos del transport. Font: Comissió Europea. Handbook on External Costs of Transport 2019

Els usuaris del transport suporten, doncs, uns preus incorrectes, inferiors als que haurien de ser els preus de mercat, donant lloc, a pèrdues de benestar social.

La internalització dels costos externs significa que aquests efectes formin part del procés de presa de decisions dels usuaris del transport. Segons l'enfocament de la teoria del benestar, la internalització dels costos externs mitjançant l'ús d'instruments de mercat pot conduir a un ús més eficient de la infraestructura, reduir els efectes secundaris negatius de l'activitat de transport i millorar la equitat entre els usuaris del transport.

El Llibre Blanc del Transport europeu de 2011 deixa clar que el sector del transport s'enfronta a grans reptes. En particular, l'objectiu de reduir les emissions de GEH del transport un 60% el 2050 respecte als nivells de 1990 sembla demanar un desenvolupament de polítiques addicionals. El mateix passa amb els ambiciosos objectius del desenvolupament del TEN-T (Trans-European Transport Network) i els objectius del canvi modal i la reducció de la congestió a les carreteres.

El principi "qui contamina paga" té fortes arrels en la legislació de la UE. El Tractat de la UE ho menciona com a principi. L'article 191, paràgraf 2, indica:

"La política de la Unió en matèria de medi ambient haurà d'orientar a un alt nivell de protecció tenint en compte la diversitat de situacions a les diferents regions de la Unió. Es basarà en el principi de precaució i en els principis que s'hauria de prendre una acció preventiva, que el dany ambiental hauria de ser, com a prioritat, rectificat a l'origen i la font que el contaminador ha de pagar ".

També en Llibre blanc del transport, la internalització dels costos externs té un paper destacat i s'inclou com un dels deu "objectius per a un tenir sistema de transport eficient i competitiu":

"Avançar cap a l'aplicació completa dels principis d'usuaris pagats i" qui contamina paga "i la participació del sector privat eliminar les distorsions, incloses les subvencions nocives, generar ingressos i garantir el finançament per al transport futur inversions. "

En general, hi ha un acord sobre els objectius generals d'assolir un "preu just i eficient" i un sistema de transport que contribueixi a una "economia intel·ligent, sostenible i inclusiva". Però la forma de dur aquesta idea a la és lluny de ser senzilla i s'ha convertit en un dels temes més debatuts pel que fa a la política europea de transport.

Un element central de la política de la UE per a la internalització dels costos externs és l'anomenada Eurovinyeta establerta per la Directiva 1999/62 / CE, que proporciona la base per a la política de cobrament de la Unió Europea per a vehicles pesants. Aquesta Directiva s'ha modificat dues vegades: el 2006 i recentment el 2011. La Directiva permet els Estats membres cobrar els costos complets de la infraestructura i, des de la seva revisió de 2011, també alguns costos externs (contaminació atmosfèrica i soroll). A més, els càrrecs es poden diferenciar fins a cert punt per tal de reduir la congestió o per incentivar l'ús de vehicles més nets.

La internalització dels costos externs és un dels principis principals de la política de transports de la UE per tal d'assolir aquests reptes. Fent que els usuaris del transport paguin els costos externs que indueixen a la societat, tindran en compte aquests costos en les seves decisions de transport i per tant tindran un incentiu per reduir-los. L'ús d'instruments basats en el mercat es considera generalment com una manera eficaç de limitar els efectes secundaris negatius del transport.

Però per tal de definir valors quantitatius dels costos externs, cal una definició precisa d'allò que es pot considerar el volum dels costos socials marginals que es produeixen a causa d'una activitat de transport. Es requereix una estimació detallada i fiable dels costos externs.

Per definir correctament els costos externs, és important distingir entre:

- Costos socials que reflecteixen tots els costos que es produeixen a causa de la provisió i de l'ús de la infraestructura de transport, com ara despeses de desgast de la infraestructura, costos de capital, costos de congestió, costos d'accidents, costos ambientals, costos energètics i costos dels processos de fabricació i desballestament dels vehicles i els seus complements. Són la suma dels costos externs i els costos interns i és per tant el cost d'una operació de transport sobre tota la societat.
- Costos privats (o interns), assumits directament per l'usuari del transport, com ara el desgast i el cost energètic de l'ús del vehicle, els costos propis del temps, les tarifes de transport i els impostos i càrregues de transport.

El mercat genera una tendència a què s'iguali el preu d'un producte al cost marginal de la seva producció i aquest resultat és socialment eficient, un òptim. En el cas que hi hagi efectes externs, la producció socialment eficient seria la que igualés el preu al cost marginal social.

Els costos externs es refereixen a la diferència entre costos socials i costos privats. Però per tal de produir valors quantitatius, la definició ha de ser més precisa. A partir de la teoria del benestar econòmic, els usuaris del transport haurien de pagar tots els costos socials marginals que es produeixen a causa d'una activitat de transport.

Tenint en compte els costos marginals privats (com ara els costos de desgast del vehicle i els costos personals per al conductor), les despeses òptimes d'infraestructura haurien de reflectir els costos externs marginals d'utilitzar una infraestructura. Aquests costos inclouen despeses de desgast per a l'ús d'infraestructures, costos de congestió, costos d'accidents i costos ambientals.

Tenint en compte els costos marginals privats (com ara els costos del combustible, els de manteniment del vehicle i els costos personals per al conductor), les despeses haurien de reflectir els costos externs marginals. Aquests costos inclouen despeses de desgast per l'ús d'infraestructures, els costos de congestió, costos d'accidents, costos ambientals i costos dels processos de fabricació i desballestament dels vehicles i els seus complements.

Per tal de definir el nivell d'externalitat d'aquests components de costos correctament, s'han de tenir en compte els arguments següents:

- Una part dels costos de congestió són interns i corresponen als costos d'espera i retard de l'usuari. Però una altra part d'aquests costos, els imposats a altres usuaris, no ho són. El càlcul dels costos externs ha de tenir en compte la dinàmica de la congestió. Atès que els costos marginals en congestió són superiors a la mitjana, la diferència entre aquests dos nivells es considera l'element de cost extern, ja que els costos mitjans són pagats per l'usuari.
- Part dels costos dels accidents es paguen mitjançant l'assegurança a tercers; altres parts es paguen per part de la víctima que ha provocat l'accident (a través d'una assegurança pròpia). Per tant, és molt important tenir en compte el volum total de quotes d'assegurança relacionades amb el sector del transport i els danys pagats fora del sistema d'assegurances.
- Els costos ambientals es podrien considerar com a "pagats" per la societat afectada (fins i tot afectant diferents generacions). Part d'aquests costos els recupera la societat amb mecanismes com ara els impostos sobre l'energia o les càrregues ambientals per a determinades activitats.

A més, quan s'assumeix l'objectiu d'establir cobraments als usuaris de la part de costos externs que els hi pertoca, és important ressaltar la diferència entre els costos externs mitjans i els marginals. La teoria econòmica suggereix que són els costos socials marginals els que s'han de repercutir, ja que això donaria lloc a un equilibri òptim des del punt de vista social.

Es poden utilitzar diversos mètodes per aproximar els costos externs del transport, sempre calculant el preu de mercat d'un determinat efecte (pèrdues, compensació).

Cas que els costos de mercat no estiguin disponibles, s'han de construir situacions de mercat hipotètiques mitjançant mètodes indirectes:

- Mètode de preferència declarada, que utilitza dades de despeses hipotètiques basades en les preferències de selecció d'un usuari sobre opcions que no existeixin a la realitat, és a dir que l'usuari mai ha experimentat. Aquesta metodologia és molt utilitzada en economia per conèixer la reacció de consum de les persones davant les noves opcions basades en la teoria d'utilitat. En enginyeria de transport també és molt utilitzada per conèixer el possible ús d'una línia de metro o qualsevol altra infraestructura de transport.
- Mètode preferències revelades pel que és possible discernir la millor opció possible sobre la base del comportament del consumidor. En essència, això significa que les preferències dels consumidors poden ser revelades per la seva compra (per exemple, preus hedònics, on es poden utilitzar diferencials de preus de les cases per estimar els costos del soroll o de les pèrdues d'hàbitats)
- Un enfocament recomanat per avaluar els impactes ambientals és la via d'impacte (com l'utilitza el mètode ExternE ,acrònim de "Costos Exteriors de l'Energia", específicament desenvolupat per a la contaminació de l'aire). Aquest enfocament segueix la funció dosi-resposta tenint en compte diversos patrons d'impacte sobre la salut i la natura
- De vegades, la manca de certa informació (o alta incertesa) sobre la funció dosi-resposta fa necessari combinar aquest enfocament amb un enfocament de preus estàndard, com a alternativa per a l'estimació del model del nivell de dany. En aquest cas, com a segon millor enfocament, es pot utilitzar l'enfocament de costos d'evitació (cost per evitar un cert nivell de contaminació).

A continuació es presenten els valors dels costos externs del transport en un format que pot ser útil per a la seva internalització. La unitat principal és el cost per vkm, com a base per a la fixació de preus. Per als costos externs que estan fortament relacionats amb el consum de combustible, també es presenten els valors expressats en euros per litre de combustible. Per tal de comparar diferents modes, s'ha realitzat un càlcul del cost per passatger o per tona quilòmetre. Les xifres presentades són generalment representatives de l'economia de Catalunya. En absència de valors específics s'ha utilitzat l'aproximació basada en valors mitjans europeus. Les condicions de contorn es poden resumir de la següent manera:

- Els costos de la congestió, part dels costos dels accidents i els costos ambientals es tracten com els costos externs del transport segons la teoria del benestar.
- El nivell d'externalitat difereix segons les categories de costos i els modes de transport. Els costos ambientals es consideren totalment externs.
- Els valors es basen en una estimació de cost marginal per a situacions específiques. Si les funcions de cost són complexes, s'utilitzen aproximacions basades en valors nacionals.
- Les diferències entre els modes de transport són especialment rellevants per als costos de congestió i de producció d'electricitat per als ferrocarrils.

2.1. Els costos de la congestió.

El concepte d'externalitats produïdes per la congestió és fàcil d'entendre però difícil de quantificar. Un usuari d'una carretera, per la seva decisió a utilitzar-la per a desplaçar-se, afecta a tots els altres usuaris que vulguin utilitzar la mateixa carretera. En situacions pròximes a la congestió, la pèrdua d'utilitat, agregada sobre tots els altres usuaris, és l'efecte extern negatiu de la decisió de l'usuari.

A mesura que el nivell de servei de la carretera disminueix, es pot traduir aquesta pèrdua en termes monetaris, per exemple en la disposició dels usuaris a pagar per tal d'evitar la disminució de servei. Així, l'efecte extern es mesura en termes d'un import monetari per viatge.

D'altra banda, la motivació per fer que els usuaris paguin les externalitats de la congestió és aconseguir un ús eficient de la xarxa. Allà on els usuaris no paguen les externalitats que causen, l'assignació de fluxos a la xarxa esdevé un equilibri descentralitzat on els usuaris de vehicles particulars descuiden l'impacte sobre la congestió de la resta dels vehicles en les seves respectives decisions individuals.

El model convencional estableix que les intensitats de trànsit depenen de les velocitats de circulació, que al seu torn depenen la intensitat de trànsit, tal com es descriu en l'anomenat diagrama fonamental.

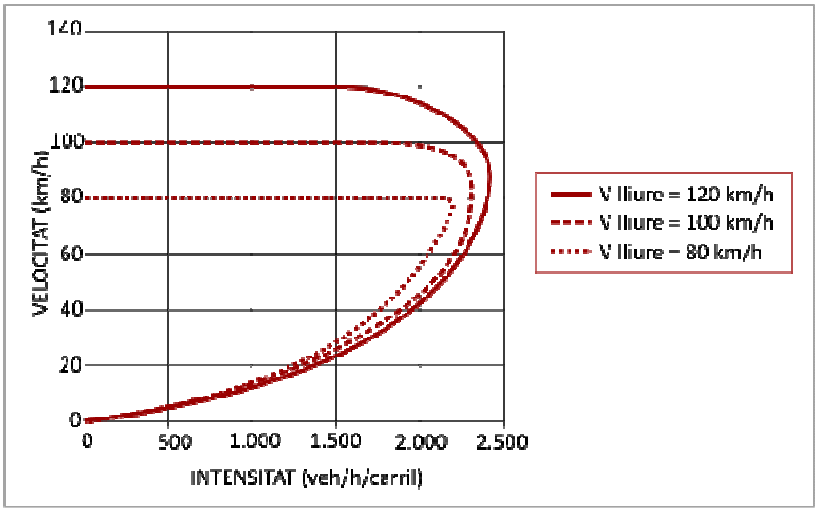


Diagrama que relaciona la velocitat amb la intensitat del trànsit. Font: Manual de Capacitat de carreteres.

El diagrama relaciona la velocitat al llarg d'un tram de carretera amb la intensitat. Però aquest model convencional no proporciona informació suficient per obtenir estimacions aproximades de costos en un equilibri del sistema, donat que no estima els costos percebuts per l'usuari. Tampoc revelen el temps d'espera que els usuaris patiran al quedar atrapats en una cua. Per a resoldre aquest inconvenient, es necessita d'un programari de modelització capaç d'informar dels costos dels usuaris, proporcionant el càlcul com a funció integrada i amb la incorporació de funcions de costos d'espera .

A falta d'aquesta funció de modelització, i per tal d'aportar valors dels costos de congestió que es puguin comparar amb altres costos externs marginals computats en aquest manual, es poden utilitzar els valors de les següents taules com a una llista detallada dels càrrecs diferenciats segons el tipus de vehicle, de carretera, de l'àrea i dels nivells de congestió.

Vehicle	Aèra	Tipus de via	Circulació lliure (€ct/vkm)	A prop de la capacitat (€ct/vkm)	Congestió (€ct/vkm)	Per sobre de la capacitat (€ct/vkm)
Turisme	Interurbana	Autopista i autovia	0,0	15,9	22,6	29,4
		Altres carreteres	0,0	31,2	39,6	46,4
	Urbana	Via principal	0,0	17,4	24,8	32,1
		Altres vies	0,0	47,2	58,2	66,3
Autobús	Interurbana	Autopista i autovia	0,0	31,9	45,3	58,7
		Altres carreteres	0,0	62,3	79,2	92,7
	Urbana	Via principal	0,0	34,9	49,5	64,2
		Altres vies	0,0	94,4	116,4	132,6
Camió lleuger	Interurbana	Autopista i autovia	0,0	23,9	34,0	44,0
		Altres carreteres	0,0	46,7	59,4	69,6
	Urbana	Via principal	0,0	26,1	37,1	48,1
		Altres vies	0,0	70,8	87,3	99,4
Camió pesant	Interurbana	Autopista i autovia	0,0	31,9	45,3	58,7
		Altres carreteres	0,0	62,3	79,2	92,7
	Urbana	Via principal	0,0	34,9	49,5	64,2
		Altres vies	0,0	94,4	116,4	132,2

Costos eficients de congestió marginal (€ ct per vkm, 2020). Font: Handbook on the external costs of transport – January 2019.

Vehicle	Aèra	Tipus de via	Circulació lliure (€ct/pkm)	A prop de la capacitat (€ct/pkm)	Congestió (€ct/pkm)	Per sobre de la capacitat (€ct/pkm)
Turisme	Interurbana	Autopista i autovia	0,0	12,2	17,4	22,6
		Altres carreteres	0,0	24,0	30,5	35,7
	Urbana	Via principal	0,0	13,4	19,1	24,7
		Altres vies	0,0	36,3	44,8	51,0
Autobús	Interurbana	Autopista i autovia	0,0	1,7	2,4	3,1
		Altres carreteres	0,0	3,3	4,2	4,9
	Urbana	Via principal	0,0	1,8	2,6	3,4
		Altres vies	0,0	5,0	6,1	7,0
			(€ct/Tkm)	(€ct/Tkm)	(€ct/Tkm)	(€ct/Tkm)
Camió lleuger	Interurbana	Autopista i autovia	0,0	29,9	42,5	55,0
		Altres carreteres	0,0	58,4	74,3	87,0
	Urbana	Via principal	0,0	32,6	46,4	60,1
		Altres vies	0,0	88,5	109,1	124,3
Camió pesant	Interurbana	Autopista i autovia	0,0	2,7	3,8	4,9
		Altres carreteres	0,0	5,2	6,6	7,7
	Urbana	Via principal	0,0	2,9	4,1	5,4
		Altres vies	0,0	7,9	9,7	11,0

Costos eficients de congestió marginal (€ ct per pkm i per Tkm, 2020). Font: Handbook on the external costs of transport – January 2019.

Nivell de congestió	Intensitat/capacitat
1 : Circulació lliure	i/c < 0,8
2 : A prop de la capacitat	0,8 < i/c < 1
3 : Congestió	1 < i/c < 1,2
4 : Per sobre de la capacitat	i/c > 1,2

Nivells de congestió en funció de la relació entre intensitat de trànsit i capacitat de la via. Font: Handbook on the external costs of transport – January 2019

2.2. Els costos dels accidents.

Els components de costos dels accidents més importants són els costos mèdics, les pèrdues de producció, els danys materials, els costos administratius i l'anomenat valor emocional, que és aquell que expressa en valors monetaris el dolor, la pena i el sofriment causats pels accidents de trànsit.

La base per a la quantificació dels costos dels accidents són les estimacions del valor de la vida estadística (VSL). Aquest valor varia entre els diferents països com a conseqüència de les diferències en les característiques de la població i de l'economia. No obstant això, la metaanàlisi de l'OCDE només informa sobre una xifra VSL a tota la UE i no inclou valors per a cada estat membre. A la taula següent s'expressen els valor per a la mitjana europea (EU28).

Tipus d'accident	Costos humans	Pèrdua de producció	Costos mèdics	Costos administratius	Total costos per victima
Accidents mortals	2.907.921	361.358	2.722	1.909	3.273.910
Accidents greus	464.844	24.055	8.380	1.312	498.591
Acidents lleus	35.757	1.472	721	564	38.514

Mitjana europea dels costos externs dels accidents de trànsit (€). Font: Handbook on the external costs of transport – January 2019

El grau d'interiorització del risc difereix per tipus de vehicle, ja que alguns són simplement més vulnerables que altres. Per tant, la millor manera d'arribar al grau d'interiorització del risc és calcular-ho a partir d'estadístiques de la base de dades d'accidentabilitat. La magnitud relativa dels valors reportats per a diferents vehicles es pot explicar amb les estadístiques d'accidents. Per exemple, la gran diferència entre els valors de turismes i motocicletes deriva de la disparitat en les taxes de risc (nombre d'accidents per vkm), que per a motocicletes és un ordre de magnitud superior a la dels cotxes, especialment a les vies urbanes .

En base als valors anteriors aquestes consideracions, s'estableixen els següents valors per a Catalunya corresponents a l'any 2020:

Tipus de vehicle	Milions de veh.km	Víctimes mortals i ferits greus	Costos externs dels accidents en M€	Costos externs dels accidents (€ct/vkm)
Turisme	28.183	970	975	3,46
Motocicleta	1.481	856	688	46,46
Autobús	972	12	21	2,16
Furgoneta	2.759	55	94	3,41
Camió lleuger	1.747	56	102	5,84
Camió pesant	2.175	47	81	3,72

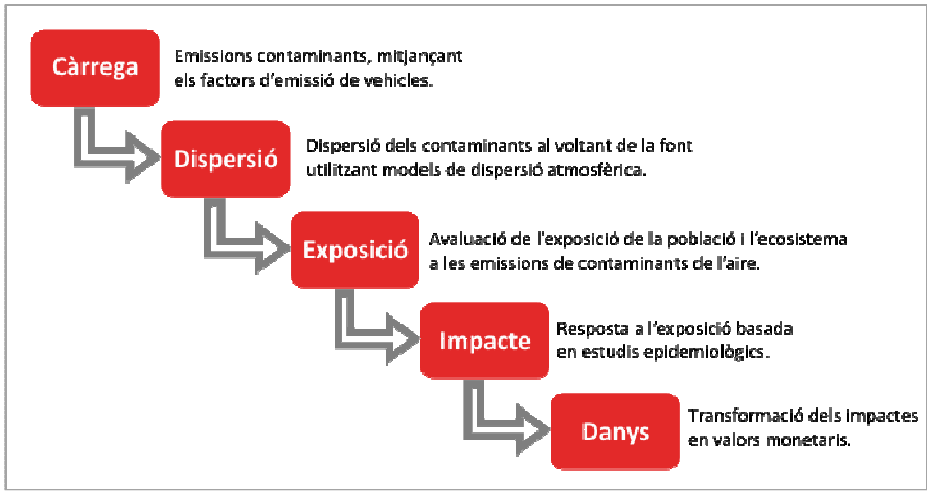
Costos marginal externs estimats dels accidents de tànist (€ ct per vkm, 2019). Font: càlculs propis basats en les dades d'accidentalitat del Servei Català de trànsit.

Cal esmentar que el nivell dels costos unitaris dels accidents és molt sensible als valors d'entrada crítics (risc d'accidents, elasticitat del risc, grau d'internalització,...), fet que provoca una elevada incertesa del cost de l'accident.

2.3. Els costos de la contaminació de l'aire.

El mètode d'avantguarda per avaluar els efectes de la contaminació atmosfèrica és l'enfocament de la trajectòria de l'impacte. Aquest mètode se centra en la quantificació de l'impacte explícit que tenen les emissions sobre la salut humana, el medi ambient, l'activitat econòmica, etc. i és reconegut com l'eina més fiable per a l'avaluació de l'impacte ambiental.

L'IPA segueix una progressió lògica i gradual de les emissions contaminants en la determinació dels impactes i, posteriorment, en la quantificació dels danys econòmics en termes monetaris. Els passos clau de l'IPA es mostren a la figura següent:



El mètode Impact Pathway Approach (IPA). Font EEA.

La majoria dels costos externs derivats de la contaminació sorgeixen dels efectes sobre la salut humana. La inhalació de contaminants atmosfèrics com ara partícules (PM10, PM2.5) i òxids de nitrogen (NOx) comporta un major risc de malalties respiratòries i cardiovasculars (per exemple, bronquitis, asma, càncer de pulmó), amb les consequents despeses de tractament mèdic, pèrdues de producció (per malaltia) i, en alguns casos, fins i tot fins a la mort.

Altres costos analitzats relacionats amb la contaminació de l'aire són les pèrdues als cultius: l'ozó com a contaminant de l'aire secundari (provocat principalment per l'emissió de NOx i COV) i d'altres contaminants de l'aire àcid (per exemple SO2, NOx) danyen els cultius agrícoles, el que es pot avalua com a una pèrdua de rendiments de cultiu.

La contaminació de l'aire també provoca danys materials i de construcció: Els contaminants atmosfèrics poden causar principalment dos tipus de danys en edificis i altres materials: a) contaminació de les superfícies de l'edifici a través de partícules i pols; b) danys a les façanes i materials de la construcció a causa dels processos de corrosió, causats per substàncies àcides (per exemple, òxids de nitrogen NOx o òxid de sofre SO2).

Per últim, no podem oblidar la pèrdua de biodiversitat: els contaminants atmosfèrics poden provocar danys en els ecosistemes. Els danys més importants són a) l'acidificació del sòl, la precipitació i l'aigua (per exemple per NOx, SO2) i b) l'eutrofització dels ecosistemes (per exemple per NOx, NH3). Els danys als ecosistemes poden provocar una disminució de la biodiversitat (flora i fauna).

A la taula següent es resumeixen els factors de cost de la contaminació de l'aire utilitzats per al càlcul econòmic dels efectes sobre la salut dels diferents gasos contaminants emesos pel transport.

c€/g	CO	NMVOC	CH4	NOx	NH3	PM2.5	PM10
Mitjana UE28	2,0720	0,2550	0,0378	0,2457	0,1336	0,0144	0,0244

Cost mitjà de danys d'emissió € / g per a les emissions de transport (efectes sobre la salut)(€). Font: Handbook on the external costs of transport – January 2019.

Aplicant aquests valors unitaris per a les emissions, la taula següent indica els valors de costos externs marginals mitjans per a turismes, vehicles comercials lleugers, vehicles pesants i autobusos. Es pot aplicar a falta d'una informació més detallada del tipus de vehicle, la zona i el tipus de carretera.

Tipus de vehicle	€-cent/pkm	€-cent/vkm
Turisme gasolina	0,33	0,53
Turisme dièsel	1,18	1,90
Motocicleta	1,12	1,17
Autobús	0,76	14,19
	€-cent/Tkm	€-cent/vkm
Furgoneta	4,68	3,24
Camió lleuger	2,12	5,24
Camió pesant	0,76	9,38

Costos de contaminació atmosfèrica mitjans per a modes de transport a la UE28 (2020). Font: Handbook on the external costs 2019

Per a un càlcul més detallat, a l'annex 1 es representen diverses taules dels costos de la contaminació atmosfèrica diferenciant els tipus de motor dels vehicles, la zona i el tipus de carretera.

En general, els costos unitaris són més elevats per als vehicles amb motors més grans, per a vehicles amb un estàndard EURO inferior i per a zones urbanes en comparació amb les zones rurals.

Els costos unitaris a les autopistes són lleugerament més alts que a altres carreteres interurbanes, la qual cosa s'explica pels majors factors corresponents d'emissions de NOx i PM, a causa de la dependència no lineal dels factors d'emissió sobre la velocitat, ja que les emissions són mínimes al règim de velocitat que correspon a les vies interurbanes i que són més alts per als règims de velocitat més alta, com ara a les autopistes.

Els coeficients no tenen en compte l'edat del vehicle, tot i que la distribució per edats de la flota de vehicles d'aquesta classe és determinant. Les dades de les proves, no han tingut en compte les variacions de temperatura, pendent, velocitat, pes de la càrrega, etc.

2.4. Els costos del canvi climàtic.

El canvi climàtic provocat per les emissions de gasos d'efecte hivernacle (GEH) és actualment un dels temes clau d'investigació científica. Els models climàtics i els models d'avaluació d'impacte econòmic connectats es milloren contínuament i es fan públics els resultats de nous escenaris. La qüestió central de l'avaluació d'impacte és l'avaluació realista del preu del carboni, que es considera l'instrument principal de la futura política climàtica global.

L'estimació de cost unitari per a diferents modes de transport segueix el mateix procediment dels costos de contaminació atmosfèrica i de soroll, és a dir l'enfocament de de la trajectòria de l'impacte (IPA), però amb els passos següents:

- Quantificació dels factors d'emissió de GEH per a diferents vehicles, expressats en tones de CO2 equivalent per vkm.
- Valoració dels costos del canvi climàtic per tona de CO2 equivalent.
- Càlcul dels costos del canvi climàtic marginal per als diferents tipus de vehicles (i combustibles).

En aquest cas, no s'apliquen els passos de l'anàlisi de la dispersió i l'exposició, ja que l'escalfament global dels diferents gasos d'efecte hivernacle estan ben estudiats i hi ha un consens científic sobre els seus valors relatius.

Els costos marginals del canvi climàtic de diferents tipus de vehicles i modes de transport es calculen multiplicant els factors d'emissió (equivalent de CO2) extrets de la base de dades TREMOVE pel preu del carboni situat per al 2019 en un rang entre 48 € - 168 € per tona de CO2, amb un valor mitjà de 100 €. Les taules següents mostren els factors de cost resultants dels costos climàtics per modalitat de transport i tipus de vehicle. Els càlculs s'han fet basant-se en el factor cost de 100 € per t d'equivalent de CO2, el valor central de les estimacions a curt i mitjà termini.

Tipus de vehicle	€-cent/pkm	€-cent/vkm
Turisme gasolina	1,22	1,97
Turisme dièsel	1,12	1,80
Motocicleta	0,89	0,94
Autobús	0,47	8,33
	€-cent/Tkm	€-cent/vkm
Furgoneta	3,99	2,77
Camió lleuger	1,98	4,12
Camió pesant	0,53	6,48

Costos de la emissió de CO2 per a modes de transport a la UE28 (2020). Font: Handbook on the external costs 2019

A l'annex 2 es representen diverses taules dels costos de la contaminació atmosfèrica diferenciant els tipus de motor dels vehicles, la zona i el tipus de carretera. Els coeficients no tenen en compte l'edat del vehicle ni les variacions de temperatura, pendent, velocitat, pes de la càrrega, etc.

2.5. Els costos del soroll.

Les emissions de soroll del trànsit suposen un problema ambiental amb una incidència cada vegada més important.En general, es consideren dos impactes importants a l'avaluar els impactes de soroll:

- Molèstia, que reflecteix la pertorbació que experimenten els individus quan estan exposats al soroll (de trànsit).
- Els impactes sobre la salut, relacionats amb l'exposició a llarg termini al soroll, que afecten principalment a aspectes de la salut com la hipertensió i l'infart de miocardi.

La metodologia més precisa disponible per a l'estimació dels costos de soroll marginal és similar a l'enfocament dels costos de contaminació atmosfèrica, és a dir, l'enfocament de de la trajectòria de l'impacte (IPA), però amb els següents passos per al soroll.

- Emissions de soroll: Els nivells de soroll es mesuren en termes de temps, ubicació, freqüència, nivell i font de soroll.
- Dispersió de soroll: Les diferències d'exposició al soroll s'estimen segons les localitzacions geogràfiques i es mesuren en dB mitjançant mapes de soroll.
- Exposició al soroll i funcions de resposta com a una relació entre els nivells de decibels i els impactes negatius del soroll per a calcular el canvi global de l'impacte acústic.
- Valoració econòmica: Un valor econòmic per a cada funció exposició-resposta es calcula mitjançant les estimacions dels estudis de valoració existents o mitjançant la realització d'un nou estudi original mitjançant tècniques de valoració ambiental.
- Valoració global: El valor econòmic resultant de cada unitat es multiplica per l'impacte corresponent i s'agrega sobre tots els punts proporcionats per les funcions de resposta-exposició.

Tipus de vehicle	€-cent/pkm	€-cent/vkm
Turisme gasolina	0,50	0,80
Turisme dièsel	0,60	0,90
Motocicleta	9,00	9,40
Autobús	0,40	8,00
	€-cent/Tkm	€-cent/vkm
Furgoneta	1,60	1,10
Camió lleuger	1,87	2,05
Camió pesant	0,80	5,70

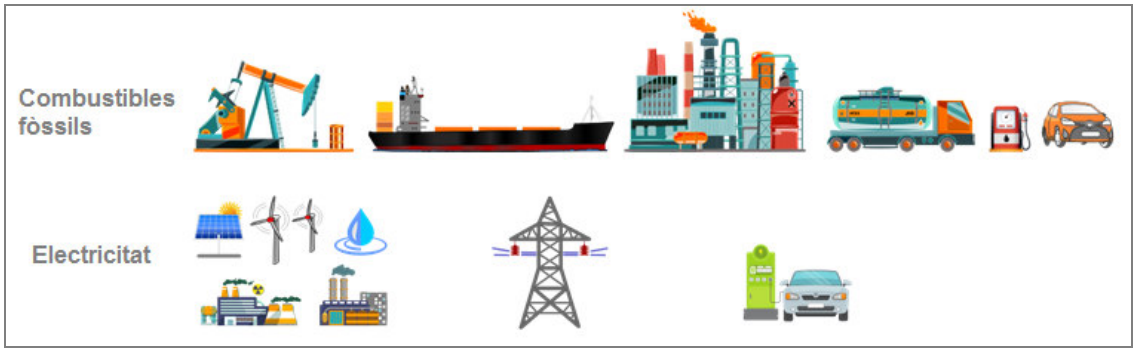
Costos del soroll mitjans per a modes de transport a la UE28 (2020). Font: Handbook on the external costs 2019

Aquests factors de costos provenen de HEATCO (2006) i figuren al Handbook (2019) de l'actualització del nivell de preus (utilitzant els valors del PIB per càpita).

A l'annex 3 es representen els valors dels costos unitaris del soroll quan es distribueixen entre diferents categories de vehicles mitjançant les dades d'intensitat de trànsit.

2.6. Els costos externs de la producció d'energia en el transport.

Els sistema de transport provoca despeses addicionals derivades de la producció i el transport de l'energia. Aquests impactes depenen directament de la quantitat d'energia utilitzada i del tipus de font d'energia (renovables i no renovables). S'ha de considerar que aquests costos es produeixen en altres mercats (en concret en el mercat energètic) però és important tenir en compte el nivell d'internalització d'aquests mercats.



Els costos de producció d'energia inclouen la producció i el transport de diferents fonts d'energia que produeixen emissions i altres externalitats. L'extracció de fonts d'energia, el processament (per exemple, el perfeccionament o la producció d'electricitat), el transport i la transmissió, la construcció d'instal·lacions d'energia i altres infraestructures: tots aquests processos condueixen a l'emissió de contaminants a l'aire, gasos d'efecte hivernacle i altres substàncies. Els factors de cost per obtenir els costos externs de la producció i el transport d'energia es prenen directament de les dues categories de costos relacionades: els costos de contaminació de l'aire i els costos del canvi climàtic. Per als costos del canvi climàtic, s'aplica el mateix preu per tona de CO2. Per als costos de contaminació atmosfèrica, s'apliquen els preus de l'emissió de contaminants atmosfèrics de fonts desconegudes (mitjana de la UE).

Tipus de vehicle	€-cent/pkm	€-cent/vkm
Turisme gasolina	0,40	0,64
Turisme dièsel	0,37	0,59
Motocicleta	0,51	0,53
Autobús	0,17	3,12
	€-cent/Tkm	€-cent/vkm
Furgoneta	1,14	0,79
Camió lleuger	1,26	1,40
Camió pesant	0,20	2,50

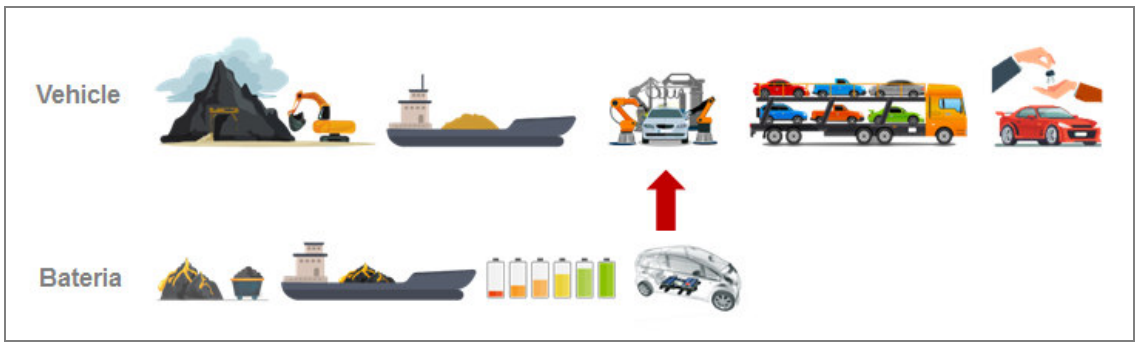
Costos de la producció i el transport d'energia per a modes de transport a la UE28 (2020). Font: Handbook on the external costs 2019

Aquests factors de costos són els que figuren al Handbook (2019) de l'actualització del nivell de preus.

A l'annex 4 es representa la taula de costos unitaris de la producció i el transport d'energia en el transport quan es distribueixen entre diferents categories de vehicles i vies.

2.7. Els costos externs de la fabricació i desballestament dels vehicles.

La fabricació, manteniment i eliminació dels vehicles i la resta del material rodant provoca efectes ambientals (emissió d'aire, aigua, contaminants del sòl, gasos d'efecte hivernacle, etc.) que és important tenir en compte el nivell d'internalització dels costos externs.



La metodologia per al càlcul d'aquests costos és pràcticament la mateixa que per a les categories directes de cost extern de les operacions de transport, principalment basades en costos addicionals de contaminació atmosfèrica i canvi climàtic.

Els valors d'entrada més importants són les emissions totals d'aquests processos (per exemple, emissions de CO2, CH4, N2O, PM, NOx, SO2, etc.), així com els factors de costos per quantitat emesa d'un determinat contaminant.

La taula següent mostra els resultats dels anomenats processos avant-post

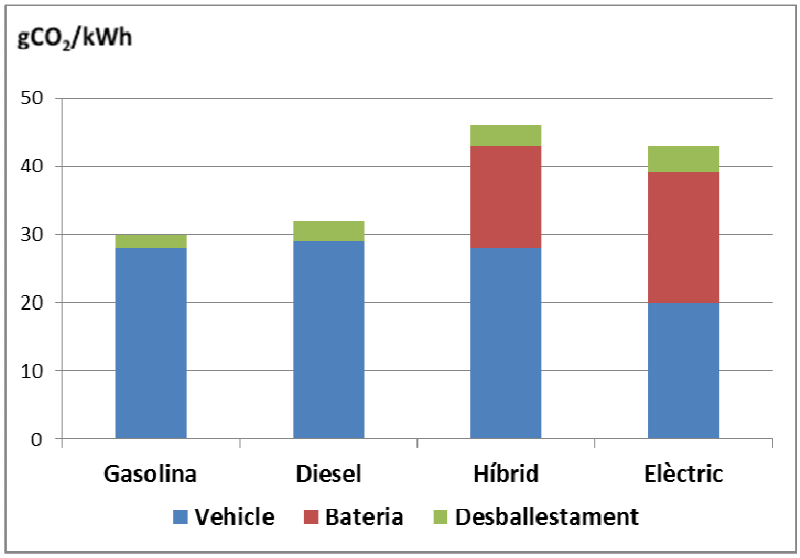
Tipus de vehicle	€-cent/pkm	€-cent/vkm
Turisme gasolina	0,23	0,36
Turisme dièsel	0,21	0,33
Turisme elèctric	0,39	0,61
Motocicleta	0,16	0,17
Motocicleta elèctrica	0,29	0,31
Autobús	0,08	1,53
Autobús elèctric	0,15	2,82
	€-cent/Tkm	€-cent/vkm
Furgoneta	0,73	0,51
Camió lleuger	0,45	0,78
Camió pesant	0,10	1,20

Costos de la fabricació i desballestament dels vehicles per a modes de transport a la UE28 (2020). Font: Handbook on the external costs 2019

Les emissions de fabricació d'un vehicle depenen de molts factors com: quins materials s'utilitzen, l'origen d'aquests materials, les tecnologies incorporades als processos de fabricació, les necessitats de transport de materials i el tipus d'energia utilitzada en cada etapa de la producció.

En aquest aspecte, el vehicle elèctric genera unes emissions superiors al vehicle tradicional de combustió interna. Per a una bateria Tesla 85 kWh que pesi al voltant de 550 kg, la bateria representaria 6 tones d'emissions de gasos d'efecte hivernacle.

Tot i això, els estalvis derivats de la conducció d'un vehicle elèctric retornaran molt ràpidament les emissions derivades de la fabricació de tot el vehicle. Un primer càlcul estableix que la recuperació es produiria després d'uns 55.000 quilòmetres.



Gràfic comparatiu de les emissions procedents de les pràctiques de fabricació convencionals per a un turisme de combustió i un turisme elèctric. Font: TESLA.

Tot i això, els estalvis derivats de la conducció d'un vehicle elèctric retornaran molt ràpidament les emissions derivades de la fabricació de tot el vehicle. Un primer càlcul estableix que la recuperació es produiria després d'uns 55.000 quilòmetres.

A partir diferents dades recollides per als vehicles elèctrics que es troben actualment al mercat, es comparen les emissions de GEH de vehicles amb motors tèrmics o elèctrics per al 2020 a la taula següent:

Emission GEH	Vehicle elèctric	Vehicle Diesel	Vehicle gasolina
Fabricació i desballestament	42	30	29
Recarga de bateria o carburant	29 a 59	53 a 85	48 a 107
TOTAL	**71 à 101**	**83 à 115**	**77 à 136**

Comparació d'emissions de gasos d'efecte hivernacle procedents de vehicles elèctrics o tèrmics per al 2020 utilitzant l'enfocament marginal. Font: Elaboració pròpia en base a dades de L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe)

Aquests resultats s'han de prendre amb precaució, ja que estan determinats en gran mesura per la barreja en la tecnologia dels vehicles elèctrics existent en l'actualitat i la diversitat de les fonts productores d'energia elèctrica. Des d'aquest punt de vista, sense el desenvolupament d'una electricitat basada en les energies renovables, el desplegament del vehicle elèctric no implica necessàriament una reducció de les emissions de gasos d'efecte hivernacle del sector del transport.

2.8. Els costos marginals de la infraestructura viària.

Els costos marginals d'infraestructura viària corresponen a l'augment de les despeses de manteniment i reparació de carreteres que són conseqüència de l'increment de trànsit que pateixen. Aquests efectes varien segons el tipus de carretera i la classe de vehicle. Els vehicles més pesats originen més danys a les carreteres, i és per aquesta raó que l'enfocament dels estudis de costos d'infraestructures es fonamenta en els efectes sobre la infraestructura dels vehicles pesants.

Hi ha dos tipus principals d'estudis que proporcionen estimacions de cost unitari per als costos d'infraestructura:

- Els estudis economètrics, que relacionen les despeses d'infraestructura viària amb les dades d'intensitat de trànsit corresponents. Normalment, es tracta de categories de vehicles i tipus de carreteres específics.
- Els estudis específics de carreteres, que proporcionen un resum detallat de les despeses de carretera (costos de capital i de funcionament), així com de les intensitats de trànsit que permeten establir, per exemple, costos mitjans per vkm.

Els estudis economètrics sovint no aconsegueixen resultats estadísticament significatius segons el tipus de vehicle. A més, fins i tot els resultats de diferents estudis no sempre es poden combinar a causa de discrepàncies substancials en la definició de les categories de costos. Per tant, aquest mètode no proporciona estimacions consistents.

El primer que cal és definir clarament el concepte de costos variables. Els costos variables inclouen certs elements dels costos de capital i els costos d'explotació en cada carretera:

- Manteniment de rutina i grans mesures de reparació (part dels costos de capital): mesures recurrents i exhaustives per garantir les condicions de circulació originals i necessàries, incloent especialment reparacions i activitats importants per millorar la capacitat de càrrega de la carretera, per reparar les línies de drenatge , i per enfortir les estructures d'enginyeria.
- Manteniment operatiu (part de les despeses de funcionament): inclou mesures per garantir el funcionament continuat de la carretera, com ara neteja, inspecció, tractament de superfícies, manteniment d'hivern, il·luminació i reparacions menors per mantenir la funcionalitat.

Per a calcular els valors unitaris dels costos il·lustratius, l'enfocament utilitzat aquí és que les estimacions es basen en els les anàlisis econòmiques detallades de les carreteres disponibles.

La taula següent proporciona valors unitaris per a Alemanya basats en l'avaluació més recent de Link et al. (2009). Aquesta avaluació és la més detallada disponible en termes de diferenciació de tipus de vehicles i tipus de carretera. Reflecteix l'estructura de la intensitat de trànsit i la composició de costos variables a Alemanya a partir de l'any 2007. Un pas important és la diferenciació dels valors unitaris de les subcategories dels camions, que són responsables de la major part dels costos de danys a la carretera.

Vehicle	Autopista (€c/vkm)	Carretera principal (€c/vkm)	Altres carreteres (€c/vkm)	Mitjana (€c/vkm)
Motocicleta	0,16	0,16	0,49	0,33
Turisme	0,33	0,49	1,32	0,82
Autobús	1,98	3,45	6,67	4,95
Furgoneta < 3,5t	0,63	1,05	8,65	1,57
Camió 3,5 - 7,5 t, 2 eixos	1,68	2,84	22,69	4,11
Camió 7,5 - 12 t, 2 eixos	2,11	3,56	28,37	5,14
Camió 12 - 18 t, 2 eixos	2,64	4,45	35,47	6,43
Camió 18 - 26 t, 3 eixos	3,63	5,94	47,68	8,58
Camió 26 - 32 t, 4 eixos	4,62	7,59	60,55	10,89
Camió 26 - 32 t, 5 eixos	3,59	5,97	48,44	8,71
Camió 32 - 40 t, 5 eixos	5,44	9,24	73,59	13,20
Camió 32 - 40 t, 6 eixos	4,35	7,39	58,87	15,57
Camió 40 - 50 t, 8 eixos	3,48	5,91	47,11	12,45
Camió 40 - 50 t, 9 eixos	2,78	4,73	37,78	9,95
Camió 50 - 60 t, 8 eixos	7,34	12,47	98,34	17,82
Camió 50 - 60 t, 9eixos	5,87	9,98	78,77	14,25

Costos marginals il·lustratius d'infraestructures en € ct / vkm per al 2020. Font: càlculs propis basats en Link et al. (2009).

Com era d'esperar, els resultats mostren una progressió molt forta dels costos marginals d'infraestructures en relació amb la càrrega màxima del vehicle. Tanmateix, pel que fa als vehicles més pesats, el nombre d'eixos sobre els quals es distribueix la càrrega juga també un paper crucial.

En absència d'estudis econòmics detallats per a les carreteres d'una determinada àrea geogràfica, una transferència de valor des de la taula anterior establerta per a les carreteres alemanyes, pot servir com a primera aproximació, encara que no es tingui en compte l'estructura local del trànsit.

Per tal de produir els costos unitaris específics de cada àrea geogràfica en particular, només caldrà tenir en compte la influència de la variació de preus en els costos mitjans de construcció.

A tal efecte, es suposa que les característiques tècniques de les carreteres són les mateixes a tots els països, fet que suposa una hipòtesi bastant raonable

Per al càlcul dels costos d'infraestructura no s'han considerat les depeses en l'expropiació del terreny, la construcció i /o ampliació de carreteres, però sí s'ha tingut en compte els costos de les reparacions, manteniment, neteja, marques viàries, senyalització vertical, semaforització i senyalització variable, despeses generals i policia de trànsit.

2.9. Els costos per danys a l'habitat.

El transport provoca diferents efectes sobre la natura, el paisatge i els hàbitats naturals. Els principals efectes són la pèrdua d'ecosistemes, la fragmentació de l'hàbitat i els efectes negatius sobre la biodiversitat.

La infraestructura de transport requereix terres i / o superfícies naturals, amb la conseqüent pèrdua d'ecosistemes naturals, que són hàbitats naturals de plantes i animals. L'ús terrestre del transport comporta, doncs, una pèrdua d'hàbitats (ecosistemes), cosa que té un efecte negatiu sobre la biodiversitat. La pèrdua d'hàbitat es produeix durant la fase de construcció de la infraestructura de transport, però durarà tota la vida de la infraestructura.

La infraestructura de transport també pot tenir efectes de fragmentació i separació addicionals al territori. Els principals efectes negatius són els causats per les grans infraestructures principals, com ara les autopistes i les línies ferroviàries d'alta velocitat. Els grans mamífers de la vida silvestre com el cérvol, el conill, el teixidor, etc., així com els animals més petits, com els amfibis, es veuen afectats negativament per la fragmentació de l'hàbitat.

També es pot produir a degradació de l'hàbitat a causa de l'emissió de contaminants atmosfèrics d'altres substàncies tòxiques (per exemple, metalls pesants). Aquests efectes tornen a provocar pèrdues de biodiversitat i, per tant, costos externs. La pèrdua de biodiversitat a causa de la contaminació de l'aire ja està recollida al capítol de contaminació de l'aire d'aquest document, on s'inclouen tots els impactes adversos de la contaminació de l'aire.

Els costos totals i mitjans dels danys de l'hàbitat es calculen en funció de la infraestructura i dels factors de cost mitjà per a la pèrdua d'hàbitat i la fragmentació de l'hàbitat.

	Autopista €/km-any	Carretera €/km-any
Pèrdua d'hàbitat	78.900	1.900
Fragmentació de l'hàbitat	14.600	2.200
Total danys a l'hàbitat	93.500	4.100

Costos de dels danys a l'hàbitat. Font INFRAS, Ecoplan 2018. Handbook on the external costs 2019

La taula següent proporciona costos unitaris per danys a l'hàbitat provocats pel transport:

Tipus de vehicle	€-cent/pkm	€-cent/vkm
Turisme gasolina	0,50	0,80
Turisme dièsel	0,60	0,90
Motocicleta	1,10	1,10
Autobús	0,40	8,00
	€-cent/Tkm	€-cent/vkm
Furgoneta	1,60	1,10
Camió lleuger	1,87	2,05
Camió pesant	0,80	5,70

Costos dels danys a l'hàbitat per a modes de transport a la UE28 (2020). Font: Handbook on the external costs 2019

2.10. Els costos de la contaminació del sòl i l'aigua.

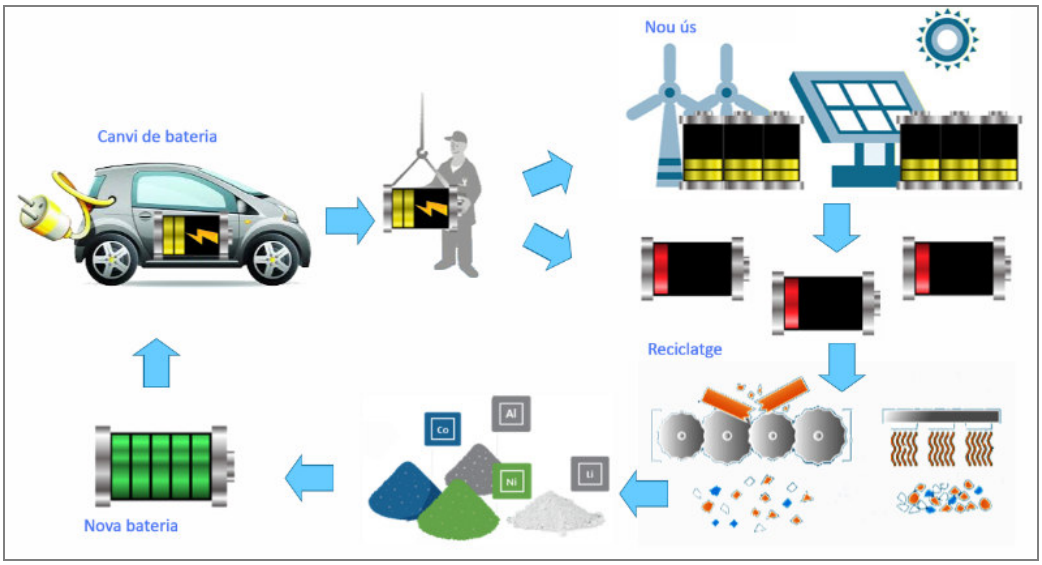
Les activitats de transport tenen determinats impactes negatius sobre el sòl i l'aigua:

- Contaminació del sòl (i de l'aigua) amb metalls pesants derivats de l' abrasió de frens així com la combustió de combustible. Hi ha estudis limitats que monetitzen el cost extern de l'emissió de metalls pesants en el transport. A Suïssa, aquests costos es quantifiquen, però se situen per sota del 1% del total dels costos externs del transport.

- Contaminació del sòl (i de l'aigua) amb substàncies tòxiques orgàniques. La crema de combustibles també comporta l'emissió de substàncies tòxiques orgàniques. Tot i això, les emissions corresponents són relativament baixes. Un dels pocs estudis sobre el cost de les emissions de tòxics orgànics del transport és INFRAS, Ecoplan (2018). Es recomana estudiar factors de cost específics per a l'emissió de contaminants tòxics com ara metalls pesats i compostos orgànics, com ja s'ha fet al nou manual de costos externs holandesos (CE Delft, 2018) o a l'estudi de recerca europeu EXIOPOL (2011).

- Contaminació del sòl (i de l'aigua) per vessaments de petroli o accidents relacionats amb l'extracció de petroli. Aquestes emissions de petroli no controlades comporten una contaminació substancial especialment en els grans accidents amb perforacions de petroli o els vessaments accidentals dels vaixells petrolers. Els factors de cost més usuals provenen principalment d'esdeveniments o accidents o es refereixen als costos de les mesures preventives.

- Contaminació del sòl (i de l'aigua) per manca d'un reciclatge adequat dels residus del material de transport: Olis hidràulics de motor, transmissió i lubricants; Fangs de separadors d'aigua i olis; Filtres d'oli; Líquid de frens; Anticongelants; Bateries; Dissolvents i refrigerants; Grasses i hidrocarburs; Components de mercuri,....



Esquema del reciclatge de la bateria d'un vehicle elèctric.

3. Els costos externs del transport per carretera a Catalunya.

3.1. Els costos de congestió.

Per a Catalunya, i davant la falta d'informació necessària, els costos externs de congestió s'obtenen a partir de les hores de congestió que pateix l'entorn metropolità de Barcelona. Així, es considera que les hores en les que el trànsit es manté col·lapsat constitueixen un cost extern atès que cap usuari inclou en la seva valoració del viatge aquesta eventualitat.

Principals carreteres de l'àrea metropolitana de Barcelona amb problemes recurrents de congestió. Font: ATM RMB.

Un cop determinades les hores de congestió i la composició del trànsit en els trams congestionats (En base a les intensitats mitjanes de trànsit), es descomponen els usuaris de la via i els seus costos de viatge segons les dades del següent quadre:

Tipus de vehicle	Milions de veh.km anuals	Milions de veh.km anuals en congestió	Costos externs mitjans unitaris de congestió (€ct/vkm)	Costos externs de congestió (M€)
Turisme	28.183	3.318	35	1.161
Motocicleta	1.481	148	0	0
Autobús	972	128	89	114
Furgoneta	2.759	1.375	58	798
Camió lleuger	1.747	824	66	544
Camió pesant	2.175	229	93	213
TOTAL				**2.830**

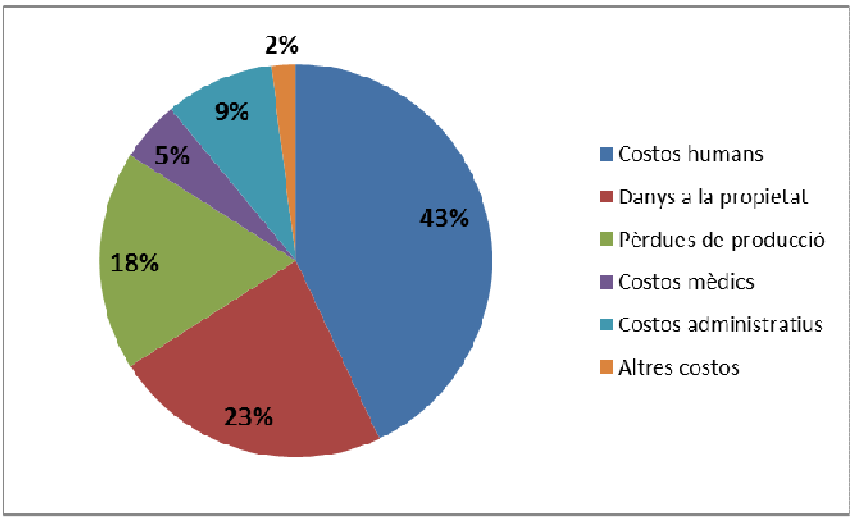
Càlcul dels costos externs de la congestió a Catalunya Font: Elaboració pròpia.

3.2. Els costos dels accidents.

El cost totals d'un accident és la suma dels costos humans (víctimes mortals i lesions), els danys a la propietat (principalment en danys als vehicles), les estimacions de la pèrdua de producció, els costos administratius i els costos mèdics.

Les lesions tenen un pes important en els costos humans totals (un 43% del total per a lesions greus i in 32% per les lesions lleus).Les víctimes mortals tenen una quota del 25%. Els costos administratius comprenen els costos de l'assegurança (un 67% sobre el total), seguit dels costos legals (19%). Els costos del servei de bombers i la policia són relativament petits (9% i 5% respectivament).

Els costos mèdics i altres costos són relativament petits. Tot i que les estimacions es basen en estudis d'uns pocs països determinats, aquestes xifres serveixen d'orientació per al desenvolupament d'aquest estudi.



Costos dels accidents de trànsit. Font: Wijnen i Stipdonk 2016.

El cost extern per accidents de trànsit es construeix a partir de la suma dels costos esmentats menys les transferències a assegurances privades. La distribució d'aquest cost extern per mode de transport, atenent a la participació en l'accident, es pot veure a la taula següent:

Tipus de vehicle	Milions de veh.km anuals	Costos externs unitaris dels accidents (€ct/vkm)	Costos externs dels accidents M€
Turisme	28.183	3,46	975
Motocicleta	1.481	46,46	688
Autobús	972	2,16	21
Furgoneta	2.759	3,41	94
Camió lleuger	1.747	5,84	102
Camió pesant	2.175	3,72	81
TOTAL	37.317		1.961

Càlcul dels costos externs dels accidents a Catalunya Font: Elaboració pròpia.

3.3. Els costos de la contaminació atmosfèrica.

Els efectes més habituals de la contaminació de l'aire són la irritació de les mucoses (ulls, nas i esòfag), afectacions en el sistema respiratori (irritació, inflamació, asma, reducció de la funció pulmonar...) i afectacions en el sistema cardiovascular (vasoconstricció, alteració del ritme cardíac...) causades principalment per l'ozó (O3),el diòxid de nitrogen (NO2), el diòxid de sofre(SO2) i les partícules en suspensió (PM10).

A Catalunya hi ha dues realitats des del punt de vista de la qualitat de l'aire ambient. Hi ha una part molt extensa (el 97,7% del territori) i que aplega una mica menys de la meitat de la població (el 40%), on la qualitat de l'aire és bona o molt bona i només registra incidències puntuals.

Zones de protecció especial de l'ambient atmosfèric. Font: Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya.

D'altra banda, hi ha el territori format per Barcelona i 39 municipis més del seu entorn, que aplega només el 2,3% de Catalunya, on hi viuen 4,3 milions d'habitants (el 60% de la població de Catalunya). És una de les formacions urbanes més potents de la Mediterrània, amb infraestructures logístiques i de comunicació. Aquests municipis, que han estat declarats zones de protecció especial de l'ambient atmosfèric, han estat superant de manera continuada els llindars legislats per la UE de dos contaminants: el diòxid de nitrogen (NO2) i les partícules en suspensió (PM10).

Tipus de vehicle	Milions de veh.km anuals	Milions de veh.km anuals en zona urbana i periurbana	Milions de veh.km anuals en zona interurbana	Costos externs unitaris de la contaminació atmosfèrica en zona urbana i (€ct/vkm)	Costos externs unitaris de la contaminació atmosfèrica en zona interurbana (€ct/vkm)	Costos externs de la contaminació atmosfèrica M€
Turisme	28.183	15.912	12.271	3,77	1,47	780
Motocicleta	1.481	1.212	269	3,55	1,72	48
Autobús	972	598	374	18,82	12,12	158
Furgoneta	2.759	1.987	772	5,28	3,54	132
Camió lleuger	1.747	1.079	668	7,54	6,53	125
Camió pesant	2.175	323	1.852	19,57	12,51	295
TOTAL	37.317	21.111	16.206			1.538

Càlcul dels costos externs de la contaminació atmosfèrica a Catalunya Font: Elaboració pròpia.

3.4. Els costos del canvi climàtic.

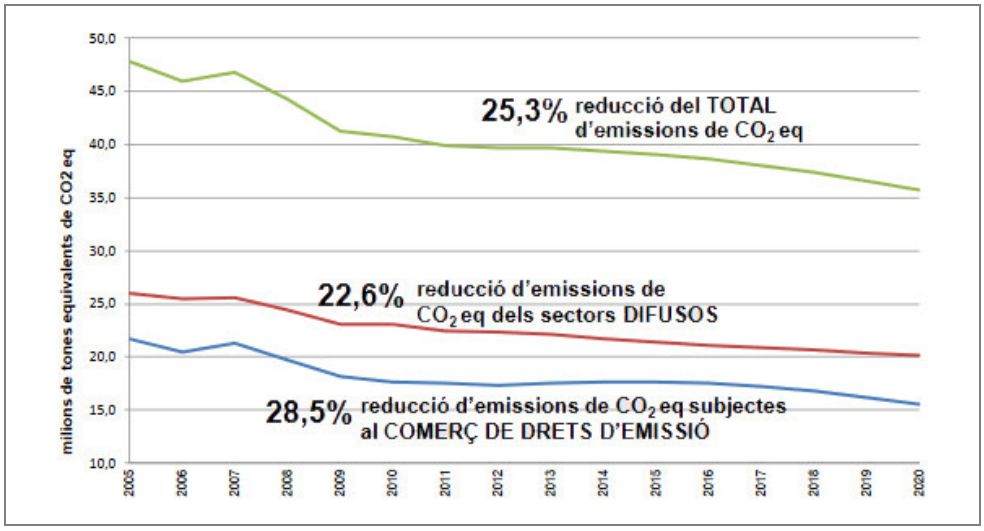
Per tal d'avaluar els costos del canvi climàtic s'han considerat les emissions de CO2, en tones/any de cada mode de transport (turisme, motocicleta, autobús, mercaderies per carretera).

Es preus unitaris per tona emesa, han estat els indicats al Handbook, considerant el cost de les mesures correctores necessàries per reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle fins assolir els objectius fixats pel Protocol de Kyoto.

Tipus de vehicle	Milions de veh.km anuals	Costos externs unitaris mitjans del canvi climàtic (€ct/vkm)	Costos externs del canvi climàtic M€
Turisme	28.183	1,97	555
Motocicleta	1.481	0,94	14
Autobús	972	8,33	81
Furgoneta	2.759	2,77	76
Camió lleuger	1.747	4,12	72
Camió pesant	2.175	6,48	141
TOTAL	37.317		939

Càlcul dels costos externs del canvi climàtic a Catalunya Font: Elaboració pròpia.

Cal recordar la contribució de Catalunya al compromís espanyol integrat en l'objectiu de la UE en matèria d'emissions de gasos precursors de l'efecte hivernacle a l'horitzó de l'any 2020: reducció d'un 25,3% de les emissions totals de gasos precursors de l'efecte hivernacle degut a l'energia en relació a les emissions de l'any 2005 i reducció de 22,6% pel que fa a les emissions dels sectors difusos. Tot i que l'objectiu s'ha assolit, cal recordar que en els darrers anys, com a conseqüència de la crisi econòmica, de la reducció de la mobilitat i de la millora de l'eficiència energètica dels vehicles, el consum de carburants d'automoció (gasoil i gasolines) s'ha reduït considerablement, fet que ha originat la reducció d'emissions.



Objectius quantitatius a l'horitzó de l'any 2020 de les emissions de gasos d'efecte hivernacle a Catalunya. Font: Pla de l'Energia i Canvi Climàtic de Catalunya 2012-2020

3.5. Els costos del soroll.

S'entén per soroll a qualsevol so no desitjat. El soroll emès pels vehicles, en funció del seu nivell i característiques, pot afectar a la població exposada en dos sentits: per una banda les molèsties percebudes directament, i per l'altra els efectes negatius sobre la salut.

La font d'emissió són, en el cas dels vehicles per carretera, els motors dels vehicles, el fregament per rodament i l'aerodinàmic. Per a calcular els decibels emesos s'utilitza la metodologia proposada al llibre "*Acústica Mediambiental* (Dr. Robert Barti Domingo, 2010)", que estableix la seva relació amb la IMD, la velocitat mitjana de circulació i la distància del receptor respecte la font d'emissió.

D'altra banda, la població afectada s'ha calculat de manera diferenciada segons els àmbits urbà i interurbà :

- A l'àmbit urbà s'ha obtingut de l'estudi de Càlcul dels Costos Externs a Espanya (Ministeri de Foment, 2008), que presenta el nivell mig d'exposició al soroll en termes de proporció de la població urbana per al conjunt de l'Estat.
- A la xarxa viària d'àmbit interurbà, els nivells d'exposició al soroll s'obtenen dels Mapes Estratègics de Soroll (MES) elaborats pels principals gestors de les infraestructures viàries interurbanes, en particular de les dades proporcionades al document "Mapes estratègics de soroll de les carreteres de la Generalitat de Catalunya". L'elaboració d'aquests mapes de soroll és obligatòria (Directiva 2002/49/CE), i per tant la seva metodologia és la mateixa i permet extreure els indicadors d'exposició al soroll necessaris per a tota la xarxa viària interurbana de Catalunya.

La valoració dels totals anuals dels costos del soroll s'obté com el producte del nombre de vehicles-km totals per a cada tipus de via i de vehicle pel cost unitari del soroll, obtingut del Handbook on the external costs 2019. Els resultats d'aquest càlcul es poden apreciar a la taula següent, realitzar per al total de vehicles-km a Catalunya:

Tipus de vehicle	Milions de veh.km anuals	Milions de veh.km anuals en zona urbana i periurbana	Milions de veh.km anuals en zona interurbana	Costos externs unitaris del soroll en zona urbana i periurbana (€ct/vkm)	Costos externs unitaris del soroll en zona interurbana (€ct/vkm)	Costos externs del soroll M€
Turisme	28.183	15.354	12.829	1,20	0,02	187
Motocicleta	1.481	1.212	269	18,00	1,20	221
Autobús	972	598	374	8,00	0,14	48
Furgoneta	2.759	1.987	772	4,10	0,30	84
Camió lleuger	1.747	1.079	668	4,50	0,40	51
Camió pesant	2.175	323	1.852	9,40	0,80	45
TOTAL	37.317	20.553	16.764			637

Càlcul dels costos externs del soroll a Catalunya Font: Elaboració pròpia.

3.6. Els costos de la producció d'energia.

Les externalitats derivades de les emissions necessàries pels processos d'extracció, transport i producció dels carburants consumits pels vehicles consideren l'impacte d'aquests processos industrials en termes de canvi climàtic (emissions de gasos d'efecte hivernacle – GEH) i qualitat de l'aire.

Tot i que bona part d'aquestes externalitats no tenen un impacte directe sobre el territori català, la taula següent comptabilitza els costos:

Tipus de vehicle	Milions de veh.km anuals	Costos externs unitaris mitjans de la producció d'energia (€ct/vkm)	Costos externs de la producció d'energia M€
Turisme	28.183	0,64	180
Motocicleta	1.481	0,53	8
Autobús	972	3,12	30
Furgoneta	2.759	0,79	22
Camió lleuger	1.747	1,40	24
Camió pesant	2.175	2,50	54
TOTAL	37.317		319

Càlcul dels costos externs de la producció i el transport d'energia a Catalunya
Font: Elaboració pròpia.

3.7. Els costos externs de la fabricació i desballestament dels vehicles.

La fabricació, manteniment i eliminació dels vehicles i la resta del material rodant provoca efectes ambientals (emissió d'aire, aigua, contaminants del sòl, gasos d'efecte hivernacle, etc.) que és important tenir en compte el nivell d'internalització dels costos externs.

Alguns d'aquests efectes externs tampoc tenen una incidència directa sobre el territori català. La taula següent comptabilitza els costos:

Tipus de vehicle	Milions de veh.km anuals	Costos externs unitaris fabricació del vehicle (€ct/vkm)	Costos externs de la fabricació del vehicle M€
Turisme	28.183	0,52	147
Motocicleta	1.481	0,28	4
Autobús	972	2,97	29
Furgoneta	2.759	1,51	42
Camió lleuger	1.747	1,78	31
Camió pesant	2.175	2,28	50
TOTAL	37.317		302

Càlcul dels costos externs de la fabricació de vehicles a Catalunya Font: Elaboració pròpia.

3.8. Els costos externs de les infraestructures.

En aquest apartat, és necessari distingir entre els costos que provenen d'inversions en la construcció de la infraestructura des costos originats per les operacions de gestió i manteniment de la mateixa, ja que es deuen a diferents factors i per tant s'han d'assignar amb una metodologia diferent.

Pel que fa les inversions en la construcció de les infraestructures, la metodologia consisteix en carregar els costos unitaris sobre el total del trànsit durant tota la seva vida útil. Quan als costos de manteniment, el pes dels vehicles és una variable determinant en el desgast de les infraestructures ,i per tant, es fa una ponderació tenint en compte el pes mitjà per categories de vehicles (turismes, motocicletes, comercials lleugers, pesants i autobusos). Així doncs, seguint les consideracions adoptades els costos externs de les infraestructures a Catalunya es poden veure a la taula següent:

Tipus de vehicle	Milions de veh.km anuals	Costos externs unitaris mitjans de les infraestructures (€ct/vkm)	Costos externs de les infraestructures M€
Turisme	28.183	0,82	231
Motocicleta	1.481	0,33	5
Autobús	972	4,95	48
Furgoneta	2.759	1,57	43
Camió lleuger	1.747	4,11	72
Camió pesant	2.175	15,57	339
TOTAL	37.317		738

Càlcul dels costos externs de les infraestructures a Catalunya Font: Elaboració pròpia.

3.9. Els costos externs dels danys a l'hàbitat.

Els costos dels danys de l'hàbitat es calculen en funció de la infraestructura i dels factors de cost mitjà per a la pèrdua d'hàbitat i la fragmentació de l'hàbitat. La taula següent proporciona costos per danys a l'hàbitat provocats pel transport a Catalunya:

Tipus de vehicle	Milions de veh.km anuals	Costos externs unitaris mitjans dels danys a l'hàbitat (€ct/vkm)	Costos externs dels danys a l'hàbitat M€
Turisme	28.183	0,90	254
Motocicleta	1.481	1,10	16
Autobús	972	8,00	78
Furgoneta	2.759	1,10	30
Camió lleuger	1.747	2,05	36
Camió pesant	2.175	5,70	124
TOTAL	37.317		538

Càlcul dels costos externs dels danys a l'hàbitat a Catalunya Font: Elaboració pròpia.

4. Els costos externs totals del transport per carretera a Catalunya.

El quadre següent recull les principals variables que acompanyen l'estimació de costos externs del transport per carretera per a Catalunya.

Tipus de vehicle	Congestió M€	Accidents M€	Contaminació atmosfèrica M€	Canvi climàtic M€	Soroll M€	Producció d'energia M€	Avant-post M€	Infraestructura M€	Danys a l'habitat M€	Total M€
Turisme	1.161	975	780	555	187	180	147	231	254	4.470
Motocicleta	0	688	48	14	221	8	4	5	16	1.004
Autobús	114	21	158	81	48	30	29	48	78	607
Furgoneta	798	94	132	76	84	22	42	43	30	1.321
Camió lleuger	544	102	125	72	51	24	31	72	36	1.057
Camió pesant	213	81	295	141	45	54	50	339	124	1.342
TOTAL	2.830	1.961	1.538	939	637	319	302	738	538	9.801

Càlcul dels costos externs del transport a Catalunya Font: Elaboració pròpia.

La categoria de costos més important és la dels costos dels accidents que representen el 25% del cost total, seguits dels costos del canvi climàtic (17%).

Els costos de la contaminació atmosfèrica contribueixen a un 15% del cost total, mentre que els costos de la congestió de trànsit representa un 14% per a tot el territori de Catalunya. Aquestes dues darreres categories de costos , com és lògic, s'incrementen sensiblement en l'àrea d'influència de l'àrea metropolitana de Barcelona.

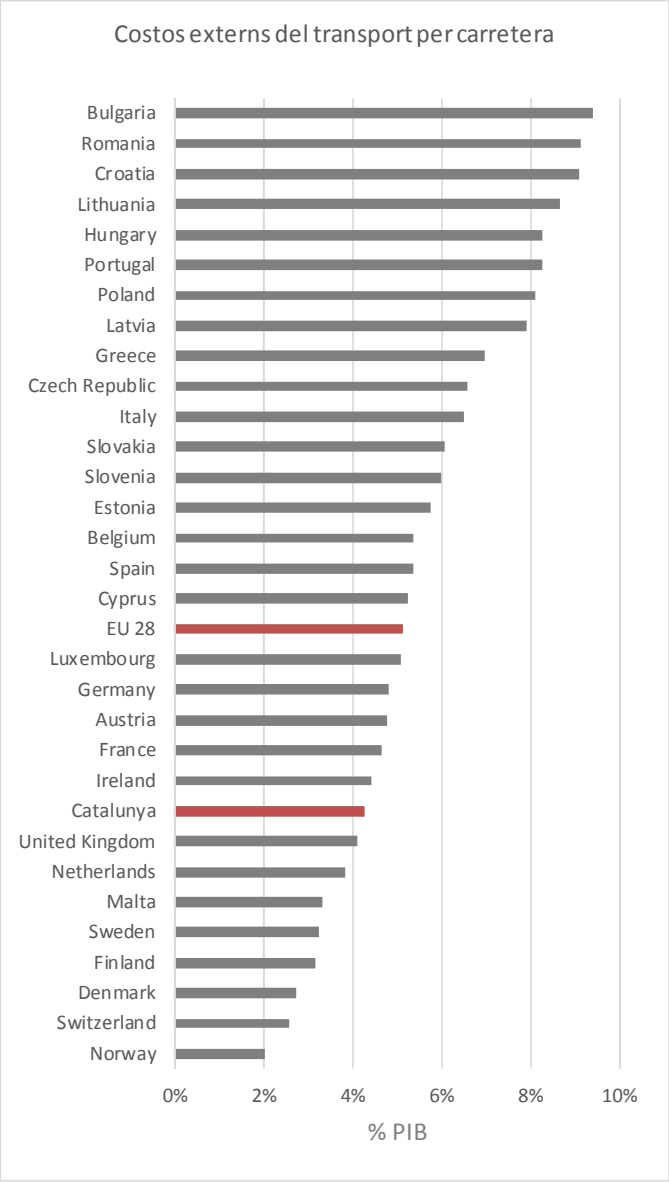
El costos derivats del soroll representen el 5% i els del dany a l'hàbitat el 7% del total. Els costos d'emissió dels dipòsits a causa de la producció i distribució d'energia suposen el 6% dels costos totals.

Per últim, l'11% restant dels costos externs deriva de la fabricació, manteniment i desballestament dels vehicles i de la construcció i manteniment de les infraestructures viàries.

En el quadre anterior no s'han introduït els costos derivats de la contaminació del sòl i de les aigües derivada dels vessaments de substàncies tòxiques, efectes de les externalitats sobre àrees especialment sensibles (Parcs Naturals, espècies en extinció,...), costos del risc nuclear en la producció d'energia,.....

L'estimació de costos externs totals del transport a Catalunya es situa per sota de la mitjana europea. En termes relatius, la valoració econòmica dels costos externs a Catalunya representa un 4,63% del PIB, se situant-se per sota de la mitjana europea (5.13% del PIB). Els costos externs del transport per càpita a Catalunya s'estimen en 1.438 €, per sota de l'Estat espanyol (1.466 €) i també de la mitjana europea (1.601 €).

País	M€	% PIB
EU 28	821.220	5,13%
Austria	18.318	4,75%
Belgium	26.426	5,35%
Bulgaria	6.507	9,42%
Croatia	5.005	9,09%
Cyprus	1.101	5,24%
Czech Republic	13.614	6,57%
Denmark	8.208	2,72%
Estonia	1.502	5,77%
Finland	7.407	3,16%
France	109.209	4,64%
Germany	165.866	4,82%
Greece	12.813	6,96%
Hungary	11.111	8,28%
Ireland	14.314	4,41%
Italy	115.115	6,52%
Latvia	2.302	7,93%
Lithuania	3.904	8,67%
Luxembourg	3.203	5,08%
Malta	400	3,33%
Netherlands	29.630	3,82%
Poland	40.240	8,10%
Portugal	16.817	8,28%
Romania	21.221	9,14%
Slovakia	5.405	6,07%
Slovenia	2.703	6,00%
Spain	64.364	5,35%
Sweden	15.315	3,25%
United Kingdom	99.499	4,10%
Norway	7.407	2,01%
Switzerland	15.315	2,56%
Catalunya	9.801	4,24%



Costos externs del transport. Comparativa Catalunya i Unió Europea. Font: Elaboració pròpia amb dades de la Comissió Europea/Handbook on the external costs 2019.

Aquesta diferència obeeix, fonamentalment a que la sinistralitat a les carreteres és inferior a la mitjana europea: la taxa d'accidentalitat per passatger-km és un 35% més baixa. Això, lògicament, disminueix els costos externs derivats dels accidents.

També cal esmentar que una part important del trànsit de llarg recorregut que circula per Catalunya és de pas, uns 10.000 camions i 30.000 turismes al dia i que Els fluxos per carretera representen 96% del total del trànsit transfronterer. A més, el 55% de les relacions entre la Península Ibèrica i Europa passa per Catalunya.

Referències Bibliogràfiques.

Update of the Handbook on External Costs of Transport. Version 2019. de la direcció General de Mobilitat i Transport de la Comissió Europea.

Pla Director de Mobilitat de la regió metropolitana de Barcelona. Annex 8: Costos socials i ambientals del transport. 2019. ATM Barcelona.

Europe's environment: the third assessment. 2003. Agència Europea de Medi Ambient.

Cap a una tarificació equitativa i eficaç del transport. Opcions per a la internalització dels costos externs del transport a la Unió Europea. 1996. Comissió Europea de Mobilitat i Transport.

External Costs of Transport.Update Study. 2004 INFRAS/IWW.

Llibre Blanc del Transport: Full de ruta Cap a un espai únic europeu de transport: per una política de transports competitiva i sostenible. 2011. Comissió Europea de Mobilitat i Transport.

Generalization of Research on Accounts and Cost Estimation (GRACE). VI programa marco UE. 2006. University of Leeds.

Evaluación de los costes medioambientales y de seguridad en el transporte de mercancías por carretera. 2007. Universidad Pública de Navarra.

Annex 1.- Costos marginals de la contaminació atmosfèrica en el transport per carretera per a casos seleccionats

Transport de passatgers(c€ / pkm)

Vehicle		Classe	Àrea metropolitana			Àrea urbana		Zona rural	
			Autopista	Via urbana	Carretera	Autopista	Via urbana	Autopista	Carretera
Turisme gasolina	Mini < 0.8 l	Euro 4	0,05	0,12	0,06	0,04	0,10	0,02	0,03
		Euro 5	0,05	0,08	0,06	0,03	0,06	0,02	0,02
		Euro 6	0,05	0,09	0,06	0,03	0,06	0,02	0,02
	Petit 0.8–1.4 l	Euro 0	2,91	2,69	2,99	2,88	2,63	1,76	1,82
		Euro 1	0,82	0,55	0,48	0,79	0,50	0,50	0,29
		Euro 2	0,36	0,37	0,30	0,33	0,32	0,22	0,18
		Euro 3	0,17	0,19	0,15	0,15	0,17	0,11	0,10
		Euro 4	0,12	0,17	0,11	0,10	0,15	0,08	0,07
		Euro 5	0,12	0,13	0,10	0,09	0,11	0,08	0,07
		Euro 6	0,12	0,14	0,10	0,09	0,11	0,08	0,07
	Mitjà 1.4–2.0 l	Euro 0	4,53	3,04	3,80	4,50	2,99	2,73	2,30
		Euro 1	0,86	0,55	0,48	0,83	0,50	0,52	0,29
		Euro 2	0,36	0,37	0,30	0,33	0,32	0,22	0,18
		Euro 3	0,17	0,19	0,15	0,15	0,17	0,12	0,10
		Euro 4	0,12	0,17	0,11	0,10	0,15	0,08	0,07
		Euro 5	0,12	0,13	0,10	0,09	0,11	0,08	0,07
		Euro 6	0,12	0,14	0,10	0,09	0,11	0,08	0,07
	Gran-SUV > 2.0 l	Euro 0	8,16	3,77	5,65	8,12	3,71	4,87	3,39
		Euro 1	0,88	0,55	0,48	0,85	0,50	0,53	0,29
		Euro 2	0,36	0,37	0,30	0,33	0,32	0,22	0,18
		Euro 3	0,17	0,19	0,15	0,15	0,17	0,12	0,10
		Euro 4	0,12	0,17	0,11	0,10	0,15	0,08	0,07
		Euro 5	0,12	0,13	0,10	0,09	0,11	0,08	0,07
		Euro 6	0,12	0,14	0,10	0,09	0,11	0,08	0,07
Turisme dièsel	Mini < 0.8 l	Euro 4	1,65	1,70	1,21	1,20	1,17	0,73	0,49
		Euro 5	0,92	1,04	0,74	0,90	0,99	0,56	0,44
		Euro 6	0,76	0,86	0,61	0,75	0,82	0,47	0,37
	Petit 0.8–1.4 l	Euro 0	5,81	6,83	3,84	2,47	2,79	1,45	0,99
		Euro 1	4,17	2,56	2,28	2,05	1,50	1,22	0,77
		Euro 2	2,49	2,39	1,74	1,54	1,51	0,93	0,66
		Euro 3	2,45	1,90	1,66	1,59	1,37	0,96	0,71
		Euro 4	1,65	1,70	1,21	1,20	1,17	0,73	0,49
		Euro 5	0,92	1,04	0,74	0,90	0,99	0,56	0,44
		Euro 6	0,76	0,86	0,61	0,75	0,82	0,47	0,37
	Mitjà 1.4–2.0 l	Euro 0	6,11	7,05	4,03	2,73	3,01	1,61	1,10
		Euro 1	4,21	2,56	2,29	2,06	1,50	1,22	0,77
		Euro 2	2,51	2,39	1,75	1,55	1,51	0,93	0,67
		Euro 3	2,47	1,90	1,66	1,60	1,37	0,97	0,71
		Euro 4	1,67	1,70	1,21	1,21	1,17	0,74	0,49
		Euro 5	0,93	1,04	0,74	0,90	0,99	0,56	0,44
		Euro 6	0,77	0,86	0,61	0,75	0,82	0,47	0,37
	Gran-SUV > 2.0 l	Euro 0	6,41	7,27	4,22	3,00	3,23	1,77	1,22
		Euro 1	4,25	2,56	2,31	2,08	1,50	1,23	0,77
		Euro 2	2,53	2,40	1,75	1,56	1,51	0,94	0,67
		Euro 3	2,49	1,90	1,67	1,62	1,37	0,97	0,71
		Euro 4	1,68	1,70	1,21	1,22	1,17	0,74	0,49
		Euro 5	0,93	1,04	0,74	0,91	0,99	0,56	0,44
		Euro 6	0,77	0,86	0,61	0,76	0,82	0,47	0,37
Híbrid gasolina	Mini	n.a.	0,09	0,06	0,07	0,09	0,06	0,08	0,06
	Petit	n.a.	0,09	0,06	0,07	0,09	0,06	0,08	0,06
	Gran-SUV	n.a.	0,09	0,06	0,07	0,09	0,06	0,08	0,06
Gas liquat de petroli (LPG)		Euro 1	0,55	0,65	0,47	0,52	0,60	0,34	0,28
		Euro 2	0,27	0,31	0,23	0,24	0,26	0,17	0,14
		Euro 3	0,17	0,19	0,15	0,15	0,17	0,12	0,10
		Euro 4	0,12	0,17	0,11	0,10	0,15	0,08	0,07
		Euro 5	0,11	0,15	0,10	0,09	0,13	0,08	0,07
		Euro 6	0,11	0,15	0,10	0,09	0,13	0,08	0,07
Gas natural comprimit (GNC)		Euro 4	0,12	0,17	0,11	0,10	0,15	0,09	0,08
		Euro 5	0,11	0,14	0,10	0,09	0,12	0,08	0,07
		Euro 6	0,11	0,14	0,10	0,09	0,12	0,08	0,07
Electric (BEV)		n.a.	0,06	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05

Transport de passatgers(c€ / pkm)

Vehicle		Classe	Àrea metropolitana			Àrea urbana		Zona rural	
			Autopista	Via urbana	Carretera	Autopista	Via urbana	Autopista	Carretera
Ciclomotor	2-temps < 50 cm³	Euro 0	7,46	7,45	7,45	3,13	3,13	2,20	2,19
		Euro 1	2,41	2,40	2,40	1,30	1,29	0,92	0,92
		Euro 2	1,61	1,60	1,60	0,97	0,96	0,70	0,69
		Euro 3	1,20	1,20	1,20	0,76	0,76	0,53	0,53
Motocicleta	4-temps < 250 cm³	Euro 0	2,00	1,45	1,67	1,51	0,96	0,93	0,73
		Euro 1	2,08	1,45	1,73	1,59	0,96	0,98	0,76
		Euro 2	1,49	0,72	1,00	1,36	0,60	0,84	0,54
		Euro 3	1,27	0,67	0,86	1,15	0,55	0,70	0,45
	4-temps 250-750 cm³	Euro 0	2,24	1,55	1,69	1,75	1,06	1,08	0,77
		Euro 1	2,13	1,39	1,61	1,63	0,90	1,00	0,70
		Euro 2	0,90	0,42	0,51	0,78	0,29	0,50	0,25
		Euro 3	0,57	0,32	0,36	0,45	0,19	0,29	0,16
	4-temps > 750 cm³	Euro 0	1,95	1,32	1,28	1,46	0,83	0,94	0,53
		Euro 1	1,93	1,18	1,31	1,44	0,68	0,89	0,51
		Euro 2	1,54	0,47	0,64	1,41	0,34	0,87	0,32
		Euro 3	0,89	0,34	0,43	0,77	0,22	0,48	0,20
Moto elèctrica		n.a.	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Bus urbà	<=15 t	Euro 0	2,28	4,75	2,46	1,51	2,79	0,89	0,95
		Euro I	1,26	2,33	1,37	0,92	1,69	0,55	0,60
		Euro II	1,11	1,96	1,20	0,91	1,65	0,54	0,60
		Euro	0,83	1,87	0,93	0,65	1,55	0,39	0,45
		Euro	0,47	0,95	0,54	0,43	0,87	0,26	0,30
		Euro V	0,39	1,15	0,44	0,33	1,06	0,20	0,24
		Euro	0,03	0,13	0,05	0,03	0,13	0,02	0,03
	15-18 t	Euro 0	2,11	4,40	2,35	1,59	3,00	0,94	1,04
		Euro I	1,30	2,53	1,43	0,96	1,80	0,57	0,63
		Euro II	1,16	2,09	1,26	0,95	1,75	0,56	0,62
		Euro	0,86	1,93	0,98	0,69	1,60	0,41	0,48
		Euro	0,50	1,00	0,57	0,46	0,92	0,28	0,32
		Euro V	0,35	1,16	0,40	0,30	1,07	0,18	0,21
		Euro	0,03	0,12	0,04	0,03	0,11	0,02	0,03
	> 18 t	Euro 0	2,19	4,54	2,51	1,64	3,12	0,97	1,10
		Euro I	1,37	2,64	1,52	1,00	1,88	0,59	0,67
		Euro II	1,19	2,18	1,31	0,96	1,80	0,57	0,64
		Euro	0,90	1,98	1,02	0,73	1,63	0,43	0,50
		Euro	0,51	1,07	0,62	0,47	0,99	0,28	0,34
		Euro V	0,30	1,01	0,34	0,25	0,92	0,15	0,17
		Euro	0,03	0,09	0,04	0,03	0,08	0,02	0,03
Bus Gas natural comprimit (GNC)		Euro I	2,13	2,13	2,13	2,10	2,10	1,24	1,24
		Euro II	1,92	1,92	1,92	1,90	1,90	1,13	1,13
		Euro	1,28	1,28	1,28	1,27	1,27	0,75	0,75
		EEV*	0,26	0,53	0,30	0,25	0,52	0,15	0,17
Bus Biodiesel		Euro 0	2,10	4,36	2,34	1,58	2,97	0,93	1,02
		Euro I	1,29	2,49	1,42	0,95	1,76	0,56	0,62
		Euro II	1,15	2,05	1,24	0,94	1,71	0,55	0,61
		Euro	0,85	1,90	0,97	0,68	1,56	0,40	0,46
		Euro	0,49	0,96	0,55	0,45	0,88	0,26	0,30
		Euro V	0,34	1,12	0,39	0,29	1,03	0,17	0,20
		Euro	0,02	0,08	0,03	0,01	0,07	0,01	0,01
Bus Elèctric	Petit	n.a.	0,01	0,05	0,02	0,01	0,05	0,01	0,02
	Mitjà	n.a.	0,01	0,04	0,02	0,01	0,04	0,01	0,02
	Gran	n.a.	0,01	0,03	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01
Autocar	<=18 t	Euro 0	1,77	3,99	2,02	1,35	2,77	0,80	0,88
		Euro I	1,34	3,19	1,56	1,02	2,21	0,60	0,68
		Euro II	1,24	2,64	1,39	1,05	2,21	0,62	0,69
		Euro	1,01	2,67	1,19	0,83	2,12	0,50	0,57
		Euro	0,61	1,34	0,68	0,56	1,23	0,34	0,38
		Euro V	0,37	1,86	0,59	0,32	1,71	0,19	0,31
		Euro	0,04	0,21	0,07	0,03	0,19	0,02	0,04
	> 18 t	Euro 0	1,42	3,22	1,62	1,07	2,26	0,63	0,71
		Euro I	1,04	2,51	1,23	0,79	1,77	0,47	0,54
		Euro II	0,95	2,05	1,08	0,79	1,72	0,47	0,54
		Euro	0,73	1,97	0,88	0,60	1,56	0,36	0,42
		Euro	0,44	1,00	0,50	0,41	0,91	0,24	0,28
		Euro V	0,26	1,35	0,41	0,21	1,25	0,13	0,22
		Euro	0,02	0,14	0,04	0,02	0,13	0,01	0,03

Transport de mercaderies (c€ /tkm)

Vehicle		Classe	Àrea metropolitana			Àrea urbana		Zona rural	
			Autopista	Via urbana	Carretera	Autopista	Via urbana	Autopista	Carretera
Camió rígid	<=7,5 t	Euro 0	22,05	30,29	21,88	15,44	18,35	9,19	8,71
		Euro I	13,38	15,86	12,34	10,57	11,17	6,32	5,66
		Euro II	12,35	12,87	10,96	10,35	10,78	6,20	5,58
		Euro III	8,79	11,65	8,41	7,54	9,18	4,54	4,22
		Euro IV	5,74	6,28	5,18	5,28	5,77	3,21	2,93
		Euro V	2,84	7,85	2,96	2,37	7,20	1,49	1,59
		Euro VI	0,32	1,55	0,47	0,28	1,48	0,26	0,36
	7,5-12 t	Euro 0	11,55	16,51	11,64	9,07	11,58	5,39	5,26
		Euro I	7,08	10,11	7,04	5,49	7,06	3,27	3,18
		Euro II	6,72	8,12	6,26	5,51	6,77	3,29	3,14
		Euro III	4,75	7,23	4,96	3,99	5,68	2,39	2,46
		Euro IV	2,97	3,81	2,99	2,73	3,49	1,65	1,67
		Euro V	1,55	4,93	1,77	1,28	4,53	0,79	0,93
		Euro VI	0,20	0,70	0,26	0,18	0,66	0,14	0,18
	12-14 t	Euro 0	6,65	9,82	6,72	5,10	6,98	3,03	3,02
		Euro I	4,07	6,05	4,11	3,10	4,28	1,84	1,84
		Euro II	3,83	4,96	3,65	3,10	4,14	1,85	1,82
		Euro III	2,78	4,46	2,90	2,30	3,57	1,38	1,44
		Euro IV	1,67	2,39	1,74	1,54	2,20	0,93	0,98
		Euro V	0,89	2,89	1,06	0,74	2,66	0,45	0,56
		Euro VI	0,11	0,38	0,14	0,10	0,35	0,08	0,10
	14-20 t	Euro 0	7,49	12,30	7,96	5,66	8,58	3,36	3,50
		Euro I	4,46	7,54	4,79	3,36	5,25	1,99	2,10
		Euro II	4,24	6,02	4,17	3,43	5,04	2,04	2,08
		Euro III	3,11	5,58	3,45	2,56	4,40	1,53	1,68
		Euro IV	1,88	2,86	2,00	1,74	2,63	1,04	1,12
		Euro V	1,02	3,91	1,62	0,85	3,61	0,52	0,87
		Euro VI	0,13	0,51	0,18	0,11	0,48	0,08	0,12
	20-26 t	Euro 0	3,69	6,21	3,99	2,74	4,43	1,62	1,75
		Euro I	2,65	4,70	2,88	1,96	3,25	1,16	1,25
		Euro II	2,48	3,74	2,51	1,98	3,10	1,18	1,24
		Euro III	1,89	3,35	2,06	1,56	2,64	0,93	1,00
		Euro IV	1,13	1,75	1,20	1,05	1,60	0,63	0,67
		Euro V	0,58	2,17	0,85	0,48	1,98	0,29	0,45
		Euro VI	0,06	0,26	0,09	0,05	0,24	0,04	0,06
	26-28 t	Euro 0	2,74	4,59	2,98	2,03	3,26	1,19	1,29
		Euro I	1,96	3,43	2,15	1,44	2,38	0,85	0,92
		Euro II	1,84	2,78	1,87	1,46	2,30	0,87	0,92
		Euro III	1,38	2,45	1,52	1,13	1,93	0,67	0,73
		Euro IV	0,82	1,29	0,87	0,76	1,18	0,46	0,48
		Euro V	0,39	1,58	0,61	0,32	1,45	0,19	0,32
		Euro VI	0,05	0,18	0,07	0,04	0,17	0,03	0,04
	28-32 t	Euro 0	2,55	4,14	2,75	1,89	2,94	1,11	1,20
		Euro I	1,86	3,14	2,02	1,37	2,21	0,81	0,88
		Euro II	1,74	2,54	1,76	1,37	2,10	0,81	0,86
		Euro III	1,28	2,21	1,40	1,05	1,75	0,63	0,68
		Euro IV	0,76	1,19	0,82	0,71	1,09	0,42	0,45
		Euro V	0,33	1,34	0,49	0,27	1,23	0,16	0,25
		Euro VI	0,05	0,14	0,06	0,04	0,13	0,03	0,04
	> 32 t	Euro 0	2,21	3,77	2,40	1,63	2,69	0,96	1,04
		Euro I	1,62	2,89	1,76	1,18	2,01	0,70	0,76
		Euro II	1,86	3,14	2,02	1,37	2,21	0,81	0,88
		Euro III	1,14	2,02	1,25	0,93	1,60	0,55	0,61
		Euro IV	0,68	1,08	0,73	0,63	0,99	0,38	0,40
		Euro V	0,32	1,20	0,45	0,26	1,10	0,16	0,23
		Euro VI	0,03	0,13	0,05	0,03	0,12	0,02	0,03

Transport de mercaderies (c€ /tkm)

Vehicle		Classe	Àrea metropolitana			Àrea urbana		Zona rural	
			Autopista	Via urbana	Carretera	Autopista	Via urbana	Autopista	Carretera
Camió articulat	14-20 t	Euro 0	3,99	6,74	4,33	3,00	4,74	1,77	1,89
		Euro I	2,44	4,14	2,60	1,80	2,88	1,06	1,12
		Euro II	2,27	3,33	2,27	1,81	2,77	1,07	1,11
		Euro III	1,70	3,01	1,85	1,38	2,38	0,82	0,89
		Euro IV	1,00	1,55	1,07	0,92	1,41	0,54	0,58
		Euro V	0,51	1,95	0,76	0,42	1,79	0,25	0,39
		Euro VI	0,05	0,17	0,06	0,04	0,15	0,02	0,03
	20-28 t	Euro 0	3,54	6,07	3,87	2,60	4,36	1,54	1,70
		Euro I	2,58	4,56	2,84	1,88	3,23	1,11	1,23
		Euro II	2,37	3,68	2,43	1,86	3,05	1,10	1,19
		Euro III	1,77	3,25	1,97	1,42	2,58	0,85	0,95
		Euro IV	1,03	1,73	1,14	0,95	1,59	0,57	0,63
		Euro V	0,52	2,01	0,76	0,43	1,84	0,26	0,40
		Euro VI	0,07	0,22	0,08	0,06	0,20	0,04	0,05
	28-34 t	Euro 0	2,21	3,84	2,42	1,62	2,76	0,96	1,06
		Euro I	1,62	2,89	1,77	1,17	2,03	0,69	0,77
		Euro II	1,47	2,31	1,51	1,14	1,91	0,68	0,74
		Euro III	1,09	2,01	1,22	0,88	1,60	0,52	0,59
		Euro IV	0,63	1,09	0,71	0,58	1,00	0,35	0,39
		Euro V	0,30	1,18	0,44	0,25	1,07	0,15	0,23
		Euro VI	0,04	0,12	0,05	0,04	0,11	0,03	0,03
	34-40 t	Euro 0	2,18	3,92	2,41	1,59	2,81	0,94	1,05
		Euro I	1,59	2,98	1,77	1,15	2,07	0,68	0,76
		Euro II	1,47	2,39	1,53	1,15	1,96	0,68	0,74
		Euro III	1,11	2,07	1,24	0,90	1,64	0,54	0,60
		Euro IV	0,65	1,10	0,72	0,60	1,01	0,36	0,40
		Euro V	0,32	1,20	0,45	0,26	1,08	0,16	0,23
		Euro VI	0,03	0,12	0,04	0,03	0,11	0,02	0,03
	40-50 t	Euro 0	2,07	3,74	2,30	1,51	2,69	0,89	1,01
		Euro I	1,53	2,84	1,69	1,09	1,97	0,65	0,72
		Euro II	1,40	2,27	1,46	1,09	1,86	0,64	0,71
		Euro III	1,04	1,93	1,17	0,85	1,54	0,50	0,57
		Euro IV	0,62	1,05	0,68	0,57	0,97	0,34	0,38
		Euro V	0,28	1,04	0,39	0,23	0,94	0,14	0,20
		Euro VI	0,03	0,10	0,04	0,02	0,09	0,02	0,02
	50-60 t	Euro 0	2,16	3,94	2,41	1,58	2,86	0,93	1,06
		Euro I	1,59	2,97	1,77	1,13	2,07	0,67	0,76
		Euro II	1,45	2,39	1,52	1,12	1,95	0,66	0,73
		Euro III	1,09	2,04	1,21	0,88	1,62	0,52	0,59
		Euro IV	0,60	1,09	0,71	0,55	1,01	0,33	0,39
		Euro V	0,27	1,00	0,38	0,22	0,89	0,13	0,19
		Euro VI	0,03	0,10	0,04	0,02	0,09	0,02	0,02

Transport de mercaderies en furgonetes (c€ /vkm)

Vehicle	Classe	Àrea metropolitana			Àrea urbana		Zona rural	
		Autopista	Via urbana	Carretera	Autopista	Via urbana	Autopista	Carretera
Furgoneta gasolina	Euro 0	8,31	5,84	7,05	8,26	5,75	4,96	4,20
	Euro 1	1,32	1,20	1,02	1,27	1,12	0,80	0,61
	Euro 2	0,56	0,54	0,44	0,51	0,45	0,34	0,26
	Euro 3	0,39	0,33	0,29	0,36	0,30	0,25	0,19
	Euro 4	0,26	0,22	0,19	0,23	0,19	0,18	0,13
	Euro 5	0,27	0,16	0,18	0,17	0,13	0,14	0,10
	Euro 6	0,27	0,16	0,18	0,17	0,13	0,14	0,10
Furgoneta dièsel	Euro 1	9,18	6,22	4,93	4,91	3,94	2,91	1,82
	Euro 2	9,18	6,22	4,93	4,91	3,94	2,91	1,82
	Euro 3	6,65	4,66	3,68	3,79	3,13	2,26	1,45
	Euro 4	4,19	3,13	2,46	2,69	2,34	1,62	1,09
	Euro 5	3,98	2,69	2,58	3,96	2,65	2,38	1,54
	Euro 6	3,24	2,19	2,10	3,22	2,16	1,94	1,26
Furgoneta elèctrica	n.a.	0,10	0,08	0,07	0,10	0,08	0,10	0,07

Annex 2.- Costos marginals del canvi climàtic en el transport per carretera per a casos seleccionats.

Transport de passatgers(c€ / pkm)

Vehicle		Classe	Autopista	Via urbana	Carretera
Turisme gasolina	Mini < 0.8 l	Euro 4	0,87	0,84	0,72
		Euro 5	0,87	0,84	0,72
		Euro 6	0,87	0,84	0,72
	Petit 0.8–1.4 l	Euro 0	1,25	1,53	1,06
		Euro 1	0,94	1,06	0,83
		Euro 2	0,90	1,05	0,77
		Euro 3	0,91	1,05	0,82
		Euro 4	0,96	1,09	0,85
		Euro 5	0,96	1,09	0,85
		Euro 6	0,96	1,09	0,85
	Mitjà 1.4–2.0 l	Euro 0	1,55	1,80	1,26
		Euro 1	1,07	1,29	0,96
		Euro 2	0,98	1,25	0,93
		Euro 3	1,08	1,26	0,96
		Euro 4	1,11	1,29	1,02
		Euro 5	1,11	1,29	1,02
		Euro 6	1,11	1,29	1,02
	Gran-SUV > 2.0 l	Euro 0	1,79	2,21	1,50
		Euro 1	1,36	1,66	1,21
		Euro 2	1,34	1,70	1,27
		Euro 3	1,14	1,54	1,11
		Euro 4	1,31	1,89	1,31
		Euro 5	1,31	1,89	1,31
		Euro 6	1,31	1,89	1,31
Turisme dièsel	Mini < 0.8 l	Euro 4	0,78	0,69	0,66
		Euro 5	0,78	0,69	0,66
		Euro 6	0,78	0,69	0,66
	Petit 0.8–1.4 l	Euro 0	1,05	1,10	0,87
		Euro 1	1,05	1,10	0,87
		Euro 2	1,05	1,17	0,90
		Euro 3	0,97	1,11	0,88
		Euro 4	0,97	1,11	0,88
		Euro 5	0,97	1,11	0,88
		Euro 6	0,97	1,11	0,88
	Mitjà 1.4–2.0 l	Euro 0	1,22	1,29	1,02
		Euro 1	1,22	1,29	1,02
		Euro 2	1,23	1,33	1,04
		Euro 3	1,18	1,31	1,03
		Euro 4	1,18	1,31	1,03
		Euro 5	1,18	1,31	1,03
		Euro 6	1,18	1,31	1,03
	Gran-SUV > 2.0 l	Euro 0	1,40	1,49	1,18
		Euro 1	1,40	1,49	1,18
		Euro 2	1,40	1,49	1,18
		Euro 3	1,39	1,50	1,18
		Euro 4	1,39	1,50	1,18
		Euro 5	1,39	1,50	1,18
		Euro 6	1,39	1,50	1,18
Híbrid gasolina	Mini	n.a.	0,57	0,44	0,44
	Petit	n.a.	0,57	0,44	0,44
	Gran-SUV	n.a.	0,57	0,44	0,44
Gas liquat de petroli (LPG)		Euro 1	n.a.	n.a.	n.a.
		Euro 2	n.a.	n.a.	n.a.
		Euro 3	n.a.	n.a.	n.a.
		Euro 4	0,93	1,03	0,81
		Euro 5	0,89	0,98	0,77
		Euro 6	0,85	0,93	0,73
Gas natural comprimit (GNC)		Euro 4	0,81	0,89	0,69
		Euro 5	0,78	0,85	0,67
		Euro 6	0,74	0,81	0,63
Electric (BEV)		n.a.	0,00	0,00	0,00

Transport de passatgers(c€ / pkm)

Vehicle		Classe	Autopista	Via urbana	Carretera
Ciclomotor	2-temps < 50 cm³	Euro 0	0,78	0,78	0,78
		Euro 1	0,59	0,59	0,59
		Euro 2	0,59	0,59	0,59
		Euro 3	0,59	0,59	0,59
Motocicleta	4-temps < 250 cm³	Euro 0	1,25	0,86	0,94
		Euro 1	1,02	0,71	0,77
		Euro 2	0,77	0,63	0,61
		Euro 3	0,76	0,61	0,60
	4-temps 250-750 cm³	Euro 0	1,35	1,23	1,07
		Euro 1	1,34	1,12	1,01
		Euro 2	1,23	1,02	0,92
		Euro 3	1,21	1,00	0,90
	4-temps > 750 cm³	Euro 0	1,56	1,42	1,23
		Euro 1	1,36	1,38	1,12
		Euro 2	1,41	1,32	1,10
		Euro 3	1,39	1,32	1,09
Moto elèctrica		n.a.	0,00	0,00	0,00
Bus urbà	<=15 t	Euro 0	0,46	0,79	0,48
		Euro I	0,38	0,62	0,39
		Euro II	0,37	0,59	0,38
		Euro III	0,39	0,63	0,40
		Euro IV	0,39	0,57	0,40
		Euro V	0,37	0,56	0,36
		Euro VI	0,37	0,57	0,37
	15-18 t	Euro 0	0,42	0,80	0,46
		Euro I	0,37	0,67	0,40
		Euro II	0,37	0,64	0,40
		Euro III	0,39	0,67	0,42
		Euro IV	0,39	0,61	0,42
		Euro V	0,36	0,60	0,38
		Euro VI	0,37	0,61	0,38
	> 18 t	Euro 0	0,43	0,82	0,48
		Euro I	0,39	0,70	0,43
		Euro II	0,39	0,67	0,43
		Euro III	0,40	0,70	0,44
		Euro IV	0,41	0,65	0,45
		Euro V	0,37	0,64	0,41
		Euro VI	0,38	0,65	0,41
Bus Gas natural comprimit (GNC)		Euro I	0,99	0,99	0,99
		Euro II	0,89	0,89	0,89
		Euro III	0,74	0,74	0,74
		EEV*	0,39	0,67	0,42
Bus Biodiesel		Euro 0	0,37	0,70	0,40
		Euro I	0,33	0,58	0,35
		Euro II	0,33	0,56	0,35
		Euro III	0,34	0,58	0,36
		Euro IV	0,34	0,54	0,36
		Euro V	0,31	0,52	0,33
		Euro VI	0,32	0,54	0,33
Bus Elèctric	Petit	n.a.	0,00	0,00	0,00
	Mitjà	n.a.	0,00	0,00	0,00
	Gran	n.a.	0,00	0,00	0,00
Autocar	<=18 t	Euro 0	0,41	0,90	0,46
		Euro I	0,37	0,81	0,42
		Euro II	0,37	0,80	0,43
		Euro III	0,40	0,88	0,46
		Euro IV	0,40	0,81	0,45
		Euro V	0,40	0,80	0,44
		Euro VI	0,40	0,82	0,46
	> 18 t	Euro 0	0,33	0,73	0,37
		Euro I	0,29	0,63	0,33
		Euro II	0,29	0,62	0,33
		Euro III	0,28	0,66	0,33
		Euro IV	0,28	0,61	0,32
		Euro V	0,30	0,61	0,34
		Euro VI	0,30	0,62	0,35

Transport de mercaderies (c€ /tkm)

Vehicle		Classe	Autopista	Via urbana	Carretera
Camió rígid	<=7,5 t	Euro 0	4,52	5,48	4,36
		Euro I	4,18	4,45	3,63
		Euro II	4,05	4,17	3,51
		Euro III	4,26	4,46	3,67
		Euro IV	4,33	4,19	3,67
		Euro V	4,30	4,03	3,56
		Euro VI	4,29	4,12	3,59
	7,5-12 t	Euro 0	2,32	3,22	2,33
		Euro I	2,10	2,67	2,05
		Euro II	2,06	2,53	1,99
		Euro III	2,13	2,68	2,08
		Euro IV	2,13	2,53	2,06
		Euro V	2,22	2,54	1,96
		Euro VI	2,23	2,59	1,98
	12-14 t	Euro 0	1,33	1,90	1,34
		Euro I	1,19	1,60	1,18
		Euro II	1,16	1,52	1,14
		Euro III	1,19	1,61	1,19
		Euro IV	1,19	1,50	1,17
		Euro V	1,10	1,47	1,15
		Euro VI	1,11	1,50	1,16
	14-20 t	Euro 0	1,50	2,40	1,58
		Euro I	1,27	1,92	1,31
		Euro II	1,24	1,82	1,28
		Euro III	1,27	1,93	1,32
		Euro IV	1,25	1,76	1,29
		Euro V	1,18	1,77	1,26
		Euro VI	1,19	1,77	1,27
	20-26 t	Euro 0	0,83	1,40	0,90
		Euro I	0,73	1,18	0,78
		Euro II	0,71	1,13	0,76
		Euro III	0,72	1,18	0,78
		Euro IV	0,71	1,10	0,76
		Euro V	0,69	1,10	0,75
		Euro VI	0,69	1,11	0,75
	26-28 t	Euro 0	0,62	1,05	0,68
		Euro I	0,54	0,89	0,59
		Euro II	0,53	0,85	0,58
		Euro III	0,54	0,89	0,59
		Euro IV	0,54	0,84	0,58
		Euro V	0,53	0,82	0,57
		Euro VI	0,53	0,84	0,58
	28-32 t	Euro 0	0,57	0,92	0,62
		Euro I	0,51	0,81	0,55
		Euro II	0,52	0,80	0,54
		Euro III	0,51	0,81	0,56
		Euro IV	0,51	0,77	0,55
		Euro V	0,50	0,75	0,54
		Euro VI	0,50	0,77	0,55
	> 32 t	Euro 0	0,49	0,84	0,54
		Euro I	0,44	0,73	0,48
		Euro II	0,43	0,70	0,47
		Euro III	0,44	0,73	0,48
		Euro IV	0,43	0,69	0,47
		Euro V	0,42	0,69	0,46
		Euro VI	0,42	0,69	0,47

Transport de mercaderies (c€ /tkm)

Vehicle		Classe	Autopista	Via urbana	Carretera
Camió articulat	14-20 t	Euro 0	0,80	1,33	0,86
		Euro I	0,69	1,09	0,73
		Euro II	0,67	1,04	0,71
		Euro III	0,69	1,10	0,74
		Euro IV	0,68	1,02	0,72
		Euro V	0,66	1,00	0,71
		Euro VI	0,66	1,02	0,71
	20-28 t	Euro 0	0,79	1,35	0,87
		Euro I	0,71	1,19	0,77
		Euro II	0,68	1,12	0,75
		Euro III	0,70	1,17	0,77
		Euro IV	0,69	1,10	0,76
		Euro V	0,68	1,08	0,74
		Euro VI	0,68	1,09	0,75
	28-34 t	Euro 0	0,49	0,84	0,54
		Euro I	0,44	0,75	0,49
		Euro II	0,44	0,72	0,47
		Euro III	0,43	0,74	0,48
		Euro IV	0,43	0,70	0,48
		Euro V	0,43	0,69	0,47
		Euro VI	0,43	0,69	0,47
	34-40 t	Euro 0	0,48	0,87	0,54
		Euro I	0,43	0,75	0,48
		Euro II	0,42	0,73	0,47
		Euro III	0,42	0,76	0,48
		Euro IV	0,42	0,71	0,47
		Euro V	0,42	0,71	0,46
		Euro VI	0,42	0,72	0,47
	40-50 t	Euro 0	0,45	0,82	0,51
		Euro I	0,40	0,71	0,45
		Euro II	0,41	0,71	0,45
		Euro III	0,40	0,72	0,46
		Euro IV	0,40	0,68	0,45
		Euro V	0,40	0,68	0,45
		Euro VI	0,40	0,69	0,45
	50-60 t	Euro 0	0,47	0,86	0,54
		Euro I	0,43	0,77	0,47
		Euro II	0,42	0,74	0,47
		Euro III	0,43	0,77	0,47
		Euro IV	0,42	0,73	0,47
		Euro V	0,42	0,72	0,47
		Euro VI	0,43	0,73	0,47

Transport de mercaderies en furgonetes (c€ /vkm)

Vehicle	Classe	Autopista	Via urbana	Carretera
Furgoneta gasolina	Euro 0	2,38	3,52	2,15
	Euro 1	2,38	3,52	2,15
	Euro 2	2,37	3,47	2,12
	Euro 3	2,34	3,40	2,07
	Euro 4	2,34	3,38	2,06
	Euro 5	1,47	1,89	1,36
	Euro 6	1,47	1,89	1,36
Furgoneta dièsel	Euro 0	2,82	2,57	1,89
	Euro 1	2,82	2,57	1,89
	Euro 2	2,82	2,57	1,89
	Euro 3	2,82	2,58	1,88
	Euro 4	2,82	2,58	1,88
	Euro 5	2,31	2,40	2,03
	Euro 6	2,31	2,40	2,03
Furgoneta elèctrica	n.a.	0,00	0,00	0,00

Annex 3.- Costos marginals del soroll en el transport per carretera per a casos seleccionats.

Transport de passatgers. Costos externs del soroll (c€ / pkm)

Vehicle	Hora del dia	Trànsit	Urbana	Suburbana	Rural
Turisme	Dia	Dens	0,50	0,03	0,00
		Fluid	1,10	0,07	0,01
	Nit	Dens	0,90	0,05	0,01
		Fluid	2,10	0,13	0,02
Motocicleta	Dia	Dens	7,40	0,40	0,06
		Fluid	18,00	1,20	0,14
	Nit	Dens	13,50	0,80	0,11
		Fluid	32,70	2,10	0,24
BUS urbà	Dia	Dens	0,50	0,03	0,00
		Fluid	1,30	0,08	0,01
	Nit	Dens	1,00	0,05	0,01
		Fluid	2,40	0,15	0,02
Autocar	Dia	Dens	0,30	0,02	0,00
		Fluid	0,70	0,04	0,01
	Nit	Dens	0,50	0,03	0,00
		Fluid	1,20	0,08	0,01

Transport de mercaderies. Costos externs del soroll (c€ / tkm)

Vehicle	Hora del dia	Trànsit	Urbana	Suburbana	Rural
Camió mitjà	Dia	Dens	0,70	0,04	0,01
		Fluid	1,60	0,11	0,01
	Nit	Dens	1,20	0,07	0,01
		Fluid	3,00	0,19	0,02
Camió 3.5–7.5 t	Dia	Dens	1,50	0,08	0,01
		Fluid	3,60	0,23	0,03
	Nit	Dens	2,70	0,15	0,02
		Fluid	6,50	0,42	0,05
Camió 7.5–16 t	Dia	Dens	0,70	0,04	0,01
		Fluid	1,80	0,11	0,01
	Nit	Dens	1,30	0,07	0,01
		Fluid	3,20	0,21	0,02
Camió 16–32 t	Dia	Dens	0,60	0,03	0,00
		Fluid	1,30	0,09	0,01
	Nit	Dens	1,00	0,06	0,01
		Fluid	2,40	0,16	0,02
Camió > 32 t	Dia	Dens	0,60	0,03	0,00
		Fluid	1,40	0,09	0,01
	Nit	Dens	1,10	0,06	0,01
		Fluid	2,60	0,17	0,02

Furgonetes. Costos externs del soroll (c€ / vkm)

Vehicle	Hora del dia	Trànsit	Urbana	Suburbana	Rural
Camió mitjà	Dia	Dens	1,70	0,10	0,01
		Fluid	4,10	0,30	0,03
	Nit	Dens	3,00	0,20	0,03
		Fluid	7,40	0,50	0,06

Annex 4.- Costos marginals de la producció d'energia en el transport per carretera per a casos seleccionats.

Transport de passatgers(c€ / pkm)

Vehicle		Classe	Autopista	Via urbana	Carretera
Turisme gasolina	Mini < 0.8 l	Euro 4	0,33	0,32	0,27
		Euro 5	0,33	0,32	0,27
		Euro 6	0,33	0,32	0,27
	Petit 0.8–1.4 l	Euro 0	0,47	0,58	0,40
		Euro 1	0,35	0,40	0,31
		Euro 2	0,34	0,39	0,29
		Euro 3	0,34	0,39	0,31
		Euro 4	0,36	0,41	0,32
		Euro 5	0,36	0,41	0,32
		Euro 6	0,36	0,41	0,32
	Mitjà 1.4–2.0 l	Euro 0	0,58	0,68	0,47
		Euro 1	0,40	0,49	0,36
		Euro 2	0,37	0,47	0,35
		Euro 3	0,41	0,47	0,36
		Euro 4	0,42	0,49	0,38
		Euro 5	0,42	0,49	0,38
		Euro 6	0,42	0,49	0,38
	Gran-SUV > 2.0 l	Euro 0	0,67	0,83	0,57
		Euro 1	0,51	0,63	0,46
		Euro 2	0,51	0,64	0,48
		Euro 3	0,43	0,58	0,42
		Euro 4	0,49	0,71	0,49
		Euro 5	0,50	0,71	0,49
		Euro 6	0,50	0,71	0,49
Turisme dièsel	Mini < 0.8 l	Euro 4	0,18	0,16	0,15
		Euro 5	0,18	0,16	0,15
		Euro 6	0,18	0,16	0,15
	Petit 0.8–1.4 l	Euro 0	0,25	0,26	0,20
		Euro 1	0,25	0,26	0,20
		Euro 2	0,25	0,27	0,21
		Euro 3	0,23	0,26	0,21
		Euro 4	0,23	0,26	0,21
		Euro 5	0,23	0,26	0,21
		Euro 6	0,23	0,26	0,21
	Mitjà 1.4–2.0 l	Euro 0	0,29	0,29	0,29
		Euro 1	0,29	0,29	0,29
		Euro 2	0,29	0,29	0,29
		Euro 3	0,29	0,29	0,29
		Euro 4	0,29	0,29	0,29
		Euro 5	0,29	0,29	0,29
		Euro 6	0,29	0,29	0,29
	Gran-SUV > 2.0 l	Euro 0	0,29	0,29	0,29
		Euro 1	0,29	0,29	0,29
		Euro 2	0,29	0,29	0,29
		Euro 3	0,29	0,29	0,29
		Euro 4	0,29	0,29	0,29
		Euro 5	0,29	0,29	0,29
		Euro 6	0,29	0,29	0,29
Híbrid gasolina	Mini	n.a.	0,20	0,15	0,15
	Petit	n.a.	0,20	0,15	0,15
	Gran-SUV	n.a.	0,20	0,15	0,15
Gas liquat de petroli (LPG)		Euro 1	n.a.	n.a.	n.a.
		Euro 2	n.a.	n.a.	n.a.
		Euro 3	n.a.	n.a.	n.a.
		Euro 4	0,20	0,22	0,17
		Euro 5	0,19	0,21	0,17
		Euro 6	0,18	0,20	0,16
Gas natural comprimit (GNC)		Euro 4	0,17	0,19	0,15
		Euro 5	0,17	0,18	0,14
		Euro 6	0,16	0,17	0,14
Electric (BEV)		n.a.	0,83	0,83	0,83

Transport de passatgers(c€ / pkm)

Vehicle		Classe	Autopista	Via urbana	Carretera
Ciclomotor	2-temps < 50 cm³	Euro 0	0,29	0,29	0,29
		Euro 1	0,22	0,22	0,22
		Euro 2	0,22	0,22	0,22
		Euro 3	0,22	0,22	0,22
Motocicleta	4-temps < 250 cm³	Euro 0	0,47	0,33	0,35
		Euro 1	0,39	0,27	0,29
		Euro 2	0,29	0,24	0,23
		Euro 3	0,29	0,23	0,23
	4-temps 250-750 cm³	Euro 0	0,51	0,47	0,40
		Euro 1	0,50	0,42	0,38
		Euro 2	0,47	0,38	0,35
		Euro 3	0,46	0,34	0,34
	4-temps > 750 cm³	Euro 0	0,59	0,54	0,46
		Euro 1	0,51	0,52	0,42
		Euro 2	0,53	0,50	0,41
		Euro 3	0,53	0,50	0,41
Moto elèctrica		n.a.	0,16	0,16	0,16
Bus urbà	<=15 t	Euro 0	0,11	0,18	0,11
		Euro I	0,09	0,14	0,09
		Euro II	0,09	0,14	0,09
		Euro III	0,09	0,15	0,09
		Euro IV	0,09	0,13	0,09
		Euro V	0,09	0,13	0,08
		Euro VI	0,09	0,13	0,09
	15-18 t	Euro 0	0,10	0,19	0,11
		Euro I	0,09	0,15	0,09
		Euro II	0,09	0,15	0,09
		Euro III	0,09	0,16	0,10
		Euro IV	0,09	0,14	0,10
		Euro V	0,08	0,14	0,09
		Euro VI	0,09	0,14	0,09
	> 18 t	Euro 0	0,10	0,19	0,11
		Euro I	0,09	0,16	0,10
		Euro II	0,09	0,16	0,10
		Euro III	0,09	0,16	0,10
		Euro IV	0,09	0,15	0,10
		Euro V	0,09	0,15	0,09
		Euro VI	0,09	0,15	0,10
Bus Gas natural comprimit (GNC)		Euro I	0,21	0,21	0,21
		Euro II	0,19	0,19	0,19
		Euro III	0,16	0,16	0,16
		EEV*	0,08	0,14	0,09
Bus Biodiesel		Euro 0	0,03	0,05	0,03
		Euro I	0,02	0,04	0,02
		Euro II	0,02	0,04	0,02
		Euro III	0,02	0,04	0,03
		Euro IV	0,02	0,04	0,03
		Euro V	0,02	0,04	0,02
		Euro VI	0,02	0,04	0,02
Bus Elèctric	Petit	n.a.	0,54	0,54	0,54
	Mitjà	n.a.	0,63	0,63	0,63
	Gran	n.a.	0,64	0,64	0,64
Autocar	<=18 t	Euro 0	0,09	0,21	0,11
		Euro I	0,09	0,19	0,10
		Euro II	0,09	0,19	0,10
		Euro III	0,09	0,20	0,11
		Euro IV	0,09	0,19	0,11
		Euro V	0,09	0,19	0,10
		Euro VI	0,09	0,19	0,11
	> 18 t	Euro 0	0,08	0,17	0,09
		Euro I	0,07	0,15	0,08
		Euro II	0,07	0,14	0,08
		Euro III	0,07	0,15	0,08
		Euro IV	0,07	0,14	0,08
		Euro V	0,07	0,14	0,08
		Euro VI	0,07	0,15	0,08

Transport de mercaderies (c€ /tkm)

Vehicle		Classe	Autopista	Via urbana	Carretera
Camió rígid	<=7,5 t	Euro 0	1,05	1,28	1,02
		Euro I	0,97	1,04	0,85
		Euro II	0,94	0,97	0,82
		Euro III	0,99	1,04	0,85
		Euro IV	1,01	0,98	0,86
		Euro V	1,00	0,94	0,83
		Euro VI	1,00	0,96	0,84
	7,5-12 t	Euro 0	0,54	0,75	0,54
		Euro I	0,49	0,62	0,48
		Euro II	0,48	0,59	0,46
		Euro III	0,50	0,62	0,48
		Euro IV	0,50	0,59	0,48
		Euro V	0,52	0,59	0,46
		Euro VI	0,52	0,60	0,46
	12-14 t	Euro 0	0,31	0,44	0,31
		Euro I	0,28	0,37	0,27
		Euro II	0,27	0,35	0,27
		Euro III	0,28	0,37	0,28
		Euro IV	0,28	0,35	0,27
		Euro V	0,26	0,34	0,27
		Euro VI	0,26	0,35	0,27
	14-20 t	Euro 0	0,35	0,56	0,37
		Euro I	0,30	0,45	0,31
		Euro II	0,29	0,42	0,30
		Euro III	0,30	0,45	0,31
		Euro IV	0,29	0,41	0,30
		Euro V	0,27	0,41	0,29
		Euro VI	0,28	0,41	0,30
	20-26 t	Euro 0	0,19	0,33	0,21
		Euro I	0,17	0,27	0,18
		Euro II	0,17	0,26	0,18
		Euro III	0,17	0,28	0,18
		Euro IV	0,17	0,26	0,18
		Euro V	0,16	0,26	0,17
		Euro VI	0,16	0,26	0,18
	26-28 t	Euro 0	0,14	0,24	0,16
		Euro I	0,13	0,21	0,14
		Euro II	0,12	0,20	0,13
		Euro III	0,13	0,21	0,14
		Euro IV	0,13	0,20	0,14
		Euro V	0,12	0,19	0,13
		Euro VI	0,12	0,20	0,13
	28-32 t	Euro 0	0,13	0,22	0,15
		Euro I	0,12	0,19	0,13
		Euro II	0,12	0,19	0,13
		Euro III	0,12	0,19	0,13
		Euro IV	0,12	0,19	0,13
		Euro V	0,12	0,19	0,13
		Euro VI	0,12	0,19	0,13
	> 32 t	Euro 0	0,11	0,20	0,13
		Euro I	0,10	0,17	0,11
		Euro II	0,10	0,16	0,11
		Euro III	0,10	0,17	0,11
		Euro IV	0,10	0,16	0,11
		Euro V	0,10	0,16	0,11
		Euro VI	0,10	0,16	0,11

Transport de mercaderies (c€ /tkm)

Vehicle		Classe	Autopista	Via urbana	Carretera
Camió articulat	14-20 t	Euro 0	0,19	0,31	0,20
		Euro I	0,16	0,25	0,17
		Euro II	0,16	0,24	0,17
		Euro III	0,16	0,26	0,17
		Euro IV	0,16	0,24	0,17
		Euro V	0,15	0,23	0,16
		Euro VI	0,15	0,24	0,17
	20-28 t	Euro 0	0,18	0,31	0,20
		Euro I	0,16	0,28	0,18
		Euro II	0,16	0,26	0,17
		Euro III	0,16	0,27	0,18
		Euro IV	0,16	0,26	0,18
		Euro V	0,16	0,25	0,17
		Euro VI	0,16	0,25	0,17
	28-34 t	Euro 0	0,11	0,20	0,13
		Euro I	0,10	0,17	0,11
		Euro II	0,10	0,17	0,11
		Euro III	0,10	0,17	0,11
		Euro IV	0,10	0,16	0,11
		Euro V	0,10	0,16	0,11
		Euro VI	0,10	0,16	0,11
	34-40 t	Euro 0	0,11	0,20	0,13
		Euro I	0,10	0,18	0,11
		Euro II	0,10	0,17	0,11
		Euro III	0,10	0,18	0,11
		Euro IV	0,10	0,18	0,11
		Euro V	0,10	0,17	0,11
		Euro VI	0,10	0,17	0,11
	40-50 t	Euro 0	0,11	0,19	0,12
		Euro I	0,09	0,17	0,11
		Euro II	0,10	0,17	0,10
		Euro III	0,09	0,17	0,11
		Euro IV	0,09	0,16	0,10
		Euro V	0,09	0,16	0,10
		Euro VI	0,09	0,16	0,10
	50-60 t	Euro 0	0,11	0,20	0,13
		Euro I	0,10	0,18	0,11
		Euro II	0,10	0,17	0,11
		Euro III	0,10	0,18	0,11
		Euro IV	0,10	0,17	0,11
		Euro V	0,10	0,17	0,11
		Euro VI	0,10	0,17	0,11

Transport de mercaderies en furgonetes (c€ /vkm)

Vehicle	Classe	Autopista	Via urbana	Carretera
Furgoneta gasolina	Euro 0	0,90	1,33	0,81
	Euro 1	0,90	1,33	0,81
	Euro 2	0,89	1,31	0,80
	Euro 3	0,88	1,28	0,78
	Euro 4	0,88	1,27	0,78
	Euro 5	0,55	0,71	0,51
	Euro 6	0,55	0,71	0,51
Furgoneta dièsel	Euro 0	0,73	0,66	0,49
	Euro 1	0,73	0,66	0,49
	Euro 2	0,73	0,66	0,49
	Euro 3	0,73	0,67	0,49
	Euro 4	0,73	0,67	0,49
	Euro 5	0,60	0,62	0,52
	Euro 6	0,60	0,62	0,52
Furgoneta elèctrica	n.a.	3,81	3,81	3,81