



PROJECTES INNOVADORS EN EL SECTOR DEL TRANSPORT I LA MOBILITAT

ESTUDI TÈCNIC
PECQ 2011-2020



AGÈNCIA D'ENERGIA
DE BARCELONA



Ajuntament
de Barcelona



Barcelona
pel Medi
Ambient

Estudi sectorial

Projectes innovadors en el sector del transport i la mobilitat

Autors

CENIT - Centre d'Innovació del Transport

Coordinació i revisió

Agència d'Energia de Barcelona (AEB)

Irma Soldevilla

Gerard Pol

Barcelona Regional (BR)

Jose Lao

Oriol Teixidó

Juan Tur

Edició

Antoni Paris – Socioambiental.cat

Aquest estudi forma part del conjunt de documents sectorials que han servit de material tècnic de base per a la redacció del Pla de l'energia, canvi climàtic i qualitat de l'aire de Barcelona 2011-2020 (PECQ) i de la Diagnosi energètica de Barcelona. Tots aquests documents i els seus annexos, així com el propi PECQ, es poden trobar al web d'Energia i Qualitat ambiental de l'Àrea de Medi Ambient de l'Ajuntament de Barcelona. <http://w110.bcn.cat/porta/site/MediAmbient>.

CONTINGUTS

Introducció	3
1 - TRANSPORT, ENERGIA I CANVI CLIMÀTIC	6
1.1 - Alternatives energètiques i emissions contaminants	6
1.2 - Avaluació energètica i d'emissions contaminants associades al transport	7
1.3 - Iniciatives de regulació dels sectors productors d'emissions i aspectes normatius	11
1.4 - Objectius de la reducció d'emissions dels sectors difusos a Espanya i Catalunya	12
1.5 - Metodologies per a l'avaluació del consum energètic i emissions de contaminants	14
2 - SITUACIÓ ACTUAL DE LA MOBILITAT A BARCELONA	15
2.1 - Desplaçaments a peu i en bicicleta	17
2.2 - Transport públic col·lectiu	18
2.3 - Vehicle privat	20
2.4 - Aspectes energètics del transport	20
2.5 - Aspectes legals	22
3 - CONSUM D'EMISSIONS DEL TRANSPORT A BARCELONA	24
3.1 - Tipologies de vehicles	24
▫ Elements per definir les tipologies	24
▫ Classificació i característiques de tipologies	24
3.2 - Càlcul dels consums i emissions	27
▫ Vehicle privat	27
▫ Transport públic	40
3.3 - Consum i emissions totals del transport	42
4 - MESURES I ACTUACIONS A IMPLANTAR	44
4.1 - Vehicles amb energies més eficients	44
4.2 - Augment de l'ocupació dels vehicles i foment del transport dels vehicles compartits	50
4.3 - Foment de l'ús del transport públic col·lectiu i millora del servei	55
4.4 - Gestió ambiental del trànsit	59
4.5 - Racionalització de les operacions de la distribució urbana de mercaderies	67
4.6 - Caminar com a mitjà de transport	72
4.7 - Potenciació de la bicicleta i dels sistemes no motoritzats	73
4.8 - Normatives per a promoure la mobilitat ambiental i sostenible	76
4.9 - Informació i formació ambiental sobre mobilitat sostenible	76
4.10 - Resum de les mesures	80
5 - CONCLUSIONS	85
Referències	87

INTRODUCCIÓ I ANTECEDENTS

Introducció

Un sistema de transport eficient i flexible és essencial per a la nostra economia i qualitat de vida. Malgrat els efectes positius de desenvolupament econòmic, d'equitat i redistribució de rendes, i de satisfer el desig de mobilitat d'una societat cada cop més dinàmica i complexa, l'actual sistema de transport presenta amenaces envers el medi ambient i la salut humana, fins i tot pot afectar negativament els seus propis objectius: superar el temps i la distància de forma adient garantint el dret d'accessibilitat de les persones i la disponibilitat de les mercaderies.

A l'Europa occidental tant el transport de mercaderies com el de viatgers s'han més que doblat des de 1970, produint-se els majors increments en el transport per carretera i l'aeri. Totes les previsions a curt termini indiquen que el creixement en termes de mobilitat (viatgers-km i tones-km en el cas de les mercaderies) serà sostingut, afectat en fluctuacions locals pels cicles econòmics, però no en la tendència global. Això és degut a que la mobilitat és un fenomen associat intrínsecament al comportament i psicologia humanes, als hàbits culturals de la societat, al nivell de renda, al desig íntim de llibertat i àdhuc d'autoafirmació de personalitat (en el cas dels vehicles privats), en una paraula, a la qualitat de vida.

De manera molt esquemàtica, els efectes totals en el canvi climàtic generats pel transport vindrien donats pels vehicles-km (els efectes són més complicats de calcular en dependre de les velocitats de circulació, de les capacitats i degut al caire discret de les xarxes de transport; alguns exemples es poden trobar a Robusté (1998), Robusté et al. (2003) i Robusté i Cardenal (2001) i les seves emissions necessaris per a satisfer una demanda de mobilitat dins una regió espacial segons:

$$Canvi\ Cl.\ Total = \sum_{k=1}^{MODES} V_k (O_k^{-1}) D_k \sum_{e=1}^{Nk} \pi_e^k E_e^k C_e^k$$

La demanda es distribueix en modes de transport ($k=1,2,\dots$) segons equilibri de mercat o cost generalitzat, el que comportarà un nombre de vehicles V_k que viatjarà una distància mitjana D_k

amb una ocupació mitjana O_k . Però aquest mode o mitjà de transport k alhora té al seu abast un espectre tecnològic $e=1,2,\dots, N_k$, amb un cert repartiment π_e (percentatge de vehicles del mode k que fan servir la tecnologia e), una certa eficiència del vehicle i de l'energia (per simplicitat s'agrupen els efectes en E_e) i uns efectes unitaris (negatius) en el canvi climàtic segons les unitats d' E_e .

Habitualment, en el cas del transport, les emissions no es consideren efectes de segon ordre com l'escalfament que el funcionament dels vehicles provoquen al seu entorn. Aquesta senzilla relació (els efectes reals són més complexos, doncs suposen una interacció entre territori/activitats/xarxa de transport/fluxos de vehicles i el caire dinàmic de la majoria d'aquests factors) ja ens dóna una pista sobre les possibilitats de mitigació d'efectes indesitjables sobre el canvi climàtic per part del transport. Si la demanda de mobilitat és inelàstica, convindria fer tots els factors multiplicadors el més petits possible. Caldria reduir el nombre de vehicles augmentant l'ocupació (per exemple, fomentant el car-pool, o l'ús de modes de transport col·lectiu com l'autobús), reduir les distàncies viatjades (per exemple, penalitzant els lliuraments en finestres temporals o amb polítiques d'estoc zero en el cas de les mercaderies o reduint els desplaçaments de les persones en barris de serveis autocontinguts), millorant l'eficiència en les emissions de la tecnologia emprada, afavorint via legislativa i impositiva l'ús de tecnologies respectuoses amb el canvi climàtic, i limitant els efectes unitaris negatius que les emissions tenen en el canvi climàtic (no és el mateix un tipus d'emissió que d'altres).

El sector del transport és un dels principals emissors de gasos amb efecte hivernacle, majoritàriament CO_2 , essent el seu principal origen l'ús de combustibles fòssils. Aquest fet i la creixent demanda de mobilitat ha provocat una reacció tant per part de la societat com de les institucions. Els darrers anys s'han impulsat mesures i promogut iniciatives amb l'objectiu de disminuir l'impacte ambiental i social generat pel transport, tant de viatgers com de mercaderies.

En aquesta línia s'han definit els principis de la "mobilitat sostenible" que en essència tracten de promoure una mobilitat que proporcioni accés a béns i serveis de forma eficient per a tots els

habitants, que protegeixi el medi ambient, el patrimoni cultural i l'ecosistema de la generació actual i que no comprometi les possibilitats de les generacions futures de gaudir, com a mínim, de la mateixa qualitat de vida que la generació actual incloent el medi ambient i el patrimoni cultural.

Així, les polítiques de transport reconeixen cada vegada més la necessitat d'acotar el creixement del transport superflu sense perjudicar el desig de mobilitat dels ciutadans i les necessitats de transport de les empreses i d'incrementar les quotes de mercat d'alguns dels modes de transport més respectuosos amb el seu entorn. Una tarifació eficient, la selecció acurada de les inversions i la planificació del territori i de les seves infraestructures del transport són algunes de les eines que poden ajudar a assolir aquests objectius.

En aquest sentit, el present estudi tracta d'avaluar el consum d'energia del sector del transport a Barcelona i quina és la seva contribució al canvi climàtic i contaminació atmosfèrica. Així mateix, l'estudi tractarà d'identificar un conjunt de mesures eficients en matèria de mobilitat per a mitigar el canvi climàtic i reduir el consum energètic dels sistemes de transport.

Antecedents

L'anàlisi del consum energètic i contaminació atmosfèrica associat al sector del transport a la ciutat de Barcelona té dos antecedents importants: Baldasano (1995) i Barracó (1998) i Robusté (2003). El treball de Baldasano estableix una metodologia de càlcul pel consum de combustibles líquids, que Barracó utilitza en estudis posteriors, a partir dels quilòmetres recorreguts, la distribució de vehicles a la ciutat i els consums mitjans per tipus de vehicle. Baldasano aporta resultats pel període 1987-1993 i Barracó pel període 1985-1997, i si bé els resultats numèrics no coincideixen en alguns casos, si que se'n poden extreure algunes conclusions qualitatives importants:

- El transport és el sector majoritari de consum d'energia i emissions de CO₂ a la ciutat.
- El pes dels combustibles líquids en el consum d'energia en el transport és aclaparador i suposa més del 95% del consum total.
- El consum energètic i les emissions de CO₂ del transport públic de superfície són molt inferiors als dels vehicles privats.
- Tot i que s'ha avançat en l'eficiència energètica dels cotxes, l'increment de la mobilitat i del nombre de cotxes en circulació fa que hagi

augmentat el consum i les emissions de gasos associats al transport.

Per altra banda, en Robusté (2003) es va quantificar la contribució del transport a la ciutat de Barcelona en matèria d'emissions contaminants i de consum energètic. Aquestes avaluacions es van recollir en el Pla de millora energètica de Barcelona (PMEB) 2000-2010, així com un seguit de propostes per a mitigar els seus efectes. El PECQ anterior es basa en la metodologia COPERT per a quantificar els factors d'emissió i consum dels vehicles en funció de la seva velocitat de recorregut.

Objectius

La realització del Pla d'Energia, Canvi Climàtic i Qualitat Atmosfèrica de Barcelona 2011-2020 permetrà identificar actuacions a mig i llarg termini en l'entorn energètic i d'emissions, i s'ha de considerar com una continuació dels treballs desenvolupats durant els darrers anys pel Pla anterior.

En aquest marc, l'estudi se centra en el sector del transport en l'àmbit de la ciutat de Barcelona però integrant-la en el seu entorn metropolità. Així doncs, l'objectiu principal d'aquest estudi és donar continuïtat a l'estratègia energètica de la ciutat de Barcelona per al foment de l'eficiència energètica i l'ús d'energies renovables en el transport, així com per reduir l'emissió dels gasos contaminants d'efecte local i d'efecte hivernacle davant els escenaris actuals. Per a tal fi, s'estableixen de forma natural altres objectius primaris:

- Calcular el consum i les emissions de contaminants del sector del transport.
- Analitzar el repartiment del consum i les emissions per modes de transport, per tipus de vehicle i per tipus d'energia.
- Identificar els indicadors i paràmetres pel càlcul del consum i les emissions i avaluar-ne l'evolució.
- Analitzar l'estat actual de les energies alternatives en el transport.
- Identificar les actuacions per una millora del balanç energètic i una reducció de les emissions agrupades en set grans línies d'actuació:
 - El caminar com a mode de transport.
 - Potenciació de la bicicleta.
 - Vehicles amb energies més eficients.
 - Augment de l'ocupació dels vehicles i foment del transport públic col·lectiu i dels vehicles compartits.

- Gestió ambiental del trànsit.
- Normatives per a promoure la mobilitat ambiental i sostenible.
- Informació i formació ambiental sobre la mobilitat.
- Estimar els consums i les emissions del 2008, 2015 i 2020 en diferents escenaris de futur:
 - Escenari de "No actuació"
 - Escenari PECQ

1. TRANSPORT, ENERGIA I CANVI CLIMÀTIC

El transport de persones i mercaderies és un element indispensable per a garantir el desenvolupament econòmic i satisfer les necessitats de mobilitat de la societat. L'increment dels fluxos de passatgers, els índexs de motorització creixents, l'augment del trànsit de mercaderies són alguns exemples de com la societat basa bona part de l'activitat i el dinamisme en el moviment de persones i mercaderies en uns mercats cada vegada més globals. Tanmateix, és un sector que genera uns impactes negatius en la societat i en el medi ambient com són la congestió (pèrdues de temps dels usuaris i diners), la fragmentació d'hàbitats, un consum d'energia extensiu i unes altes emissions de gasos contaminants.

1.1 ALTERNATIVES ENERGÈTIQUES I EMISSIONS CONTAMINANTS

El consum energètic del transport en àmbit urbà es basa eminentment en productes derivats del petroli (gasolina, gasoil). La diversificació és mínima i per tant ens trobem en una situació de dependència màxima dels productes derivats del petroli, que representen el 97% del consum d'energia associat al transport a Catalunya (ICAEN) i el 95% a Barcelona (Agència d'Energia de Barcelona).

En els darrers anys s'han desenvolupat nous combustibles alternatius que poden ser utilitzats pels motors de combustió interna a banda de la gasolina i el gasoil com són el gas natural, el gas líquid del petroli, el bio dièsel i el bio etanol.

El **gas natural** produeix una contaminació local inferior que pot ajudar a reduir les emissions d'òxid de nitrogen i partícules a les ciutats. Donada la seva disponibilitat, es considera el combustible alternatiu que pot donar resposta a la demanda creixent d'energia en el camp del transport, principalment en transport públic.

El **GLP** (gas líquid del petroli) és un combustible format per propà i butà. La barreja d'aquests gasos s'emmagatzema en un dipòsit a pressió. La seva principal avantatge és que els gasos derivats

de la seva combustió són menys contaminants que els combustibles convencionals.

El **bioetanol** es considera com una font d'energia renovable en ser un derivat del sucre, midó o la cel·lulosa. La seva combustió produeix una quantitat de CO₂ molt menor als combustibles convencionals en la seva utilització exclusiva per a vehicles de benzina.

El **biodièsel** és una barreja de gasoil amb un compost derivat de l'esterificació de plantes oleaginoses, com ara el gira-sol, la colza o la soja. Les mescles més habituals contenen menys d'un 30% de bio dièsel.

La utilització d'aquests combustibles alternatius ha anat paral·lela al desenvolupament de sistemes alternatius als motors de combustió interna. Els **vehicles híbrids** (motor de combustió interna i un motor elèctric) permeten una propulsió exclusivament elèctrica a velocitat baixa o moderada. Per altra banda, els **vehicles elèctrics** estan alimentats per bateries i no produeixen emissions contaminants. La necessitat de la recàrrega de les bateries fa que siguin especialment útils en trajectes de curta durada, és a dir, en àrees urbanes. Finalment, en les zones urbanes, el transport públic col·lectiu de qualitat es planteja com a salvaguarda estratègica de la sostenibilitat i de l'eco-mobilitat, on l'ús extensiu del vehicle privat és un dels principals factors de contribució al canvi climàtic i escalfament global del planeta. Els sistemes massius de transport públic alimentats amb energia elèctrica (tren, metro, tramvia) han de constituir l'esquelet bàsic de la mobilitat urbana sostenible del segle XXI.

Per altra banda, la combustió d'hidrocarburs dels combustibles emprats, bàsicament gasolina i gasoil, amb l'oxigen i nitrogen de l'aire, provoquen l'emissió de gasos contaminants i partícules en suspensió. Els òxids de nitrogen (NOx), el monòxid de carboni (CO), els compostos orgànics volàtils (COV), el diòxid de sofre (SO₂) i les partícules sòlides en suspensió (PST) són els principals contaminants d'efecte local, i per tant els principals responsables de la contaminació atmosfèrica a les ciutats, i el diòxid de carboni (CO₂), el metà (CH₄) i l'òxid nítrós (N₂O) són els principals responsables de l'efecte hivernacle, i tenen per tant una repercussió global, a nivell de tot el planeta.

Els **òxids de nitrogen** (NOx) s'originen per la reacció a temperatures elevades de l'oxigen i el nitrogen de l'aire i la major part estan en forma de NO que posteriorment es transforma en NO₂ per oxidació. El 65% dels òxids de nitrogen emesos a Catalunya provenen dels motors de vehicles i es calcula que en zones urbanes el transport pot representar entre un 60% i un 70% del total d'emissions.

El **monòxid de carboni** (CO) es genera per la combustió incompleta del carburant degut a la manca d'oxigen. És un contaminant típic de l'aire de les zones urbanes i un indicador del volum de trànsit. Els motors dels vehicles són responsables del 85% del monòxid de carboni emès a Catalunya.

Els **compostos orgànics volàtils** (COV) al igual que el CO tenen el seu origen en la combustió incompleta del carburant. En medi urbà el transport suposa aproximadament el 50% de les emissions d'aquest gas.

El **diòxid de sofre** (SO₂) es forma per l'oxidació del sofre contingut en el carburant del vehicle, especialment en motors dièsel, i la seva emissió és constant per a cada tipus de combustible. Energies alternatives com el gas natural o el gas liquat del petroli no n'emeten perquè no contenen sofre. Les emissions degudes al transport però, només representen un 10% de les emissions totals d'aquest gas a Catalunya, percentatge que es manté en àmbit urbà.

Les **partícules en suspensió** són bàsicament partícules d'hidrocarburs no cremades i són característiques dels motors dièsel. Es poden classificar en Partícules Totals en Suspensió (TSP, de diàmetre aerodinàmic $\geq$ a 100 μ m) i en partícules PM, que inclou diferents categories segons la seva mida. Per exemple, PM₁₀ correspon a un ambient on les partícules retingudes per un filtre de diàmetre aerodinàmic $\leq$ de 10 μ m supera el 50%. Així mateix, tenim PM_{2.5}, PM₁ i PM_{0.1} que ja pertany a partícules ultrafines (UFP). Val a dir, que les partícules inferiors a PM₁₀ són les que comprenen la part respirable que s'inspira per les fosses nasals i que ja pot ocasionar problemes de salut.

El **diòxid de carboni** (CO₂) és el gas amb major efecte hivernacle per la seva elevada concentració, que fa que contribueixi en un 55% al canvi climàtic. En el transport es genera si la combustió dels hidrocarburs és completa o bé per oxidació del CO o el COV si és incompleta.

El **metà** (CH₄) també contribueix a l'efecte hivernacle, però la reducció de les seves emissions és més fàcil ja que la seva supervivència a l'atmosfera (12 anys) és més curta

i a més pot ser utilitzat com a font d'energia alternativa. El seu potencial d'escalfament global del planeta és de l'ordre de 20-25 (el CO₂ és el gas de referència amb un potencial d'escalfament 1). La contribució del sector transports a les emissions de metà però, és poc significativa.

L'**òxid nítrós** (N₂O) és el tercer dels principals gasos causants de l'efecte hivernacle. La seva concentració a l'atmosfera és baixa, però té un poder d'escalfament global 230 vegades superior al CO₂. Contràriament al que passa amb la majoria de gasos (NOx, CO, COV), els nivells d'emissió de N₂O del gasoil són més alts que els de la gasolina.

Els **hidrofluocarbons** (HFC), perfluorocarbons (PFC) i l'hexafluorur de sofre (SF₆) també col·laboren al canvi climàtic, però la seva aportació és molt menys significativa i a més són d'origen industrial.

1.2 AVALUACIÓ ENERGÈTICA I D'EMISSIONS CONTAMINANTS ASSOCIADA AL TRANSPORT

La quantificació del consum energètic i les emissions de gasos amb efecte hivernacle produït pel flux de trànsit en una infraestructura viària és difícilment mesurable de manera directa, ja que és complicat aïllar l'efecte del trànsit enfront de moltes altres contribucions. Per aquest motiu, la mesura indirecta a partir de formulacions analítiques de producció basades en dades empíriques dels fabricants de vehicles és l'alternativa utilitzada per a la seva quantificació.

Aquesta quantificació també pot ser utilitzada en el cas de vehicles de transport públic que utilitzin productes derivats del petroli (autobusos, taxis). El volum d'emissions produït pel flux que circula per una determinada via depèn de dos factors: el factor unitari d'emissió dels vehicles (grams element contaminant/km), i el quilometratge de tots els vehicles que recorren per la via (vehicles-km). L'avaluació del consum de carburant realitzat pel mateix flux es pot fer de forma similar, mitjançant la determinació del factor de consum unitari dels vehicles (litres de carburant/km). D'aquesta forma, s'obtenen les següents equacions:

$$C = f_c \cdot M$$

$$E = f_e \cdot M$$

on

- C: consum de carburant del flux de trànsit (litres).
- E: emissions de l'element contaminant relatiu a GEH o partícules (grams).

- f_c : factor unitari de consum promig del parc de vehicles (l/km).
- f_e : factor unitari d'emissió promig de l'element contaminant en el parc de vehicles (g/km).
- M : quilometratge recorregut pel flux total de vehicles que circula en l'àrea d'estudi (veh-km).

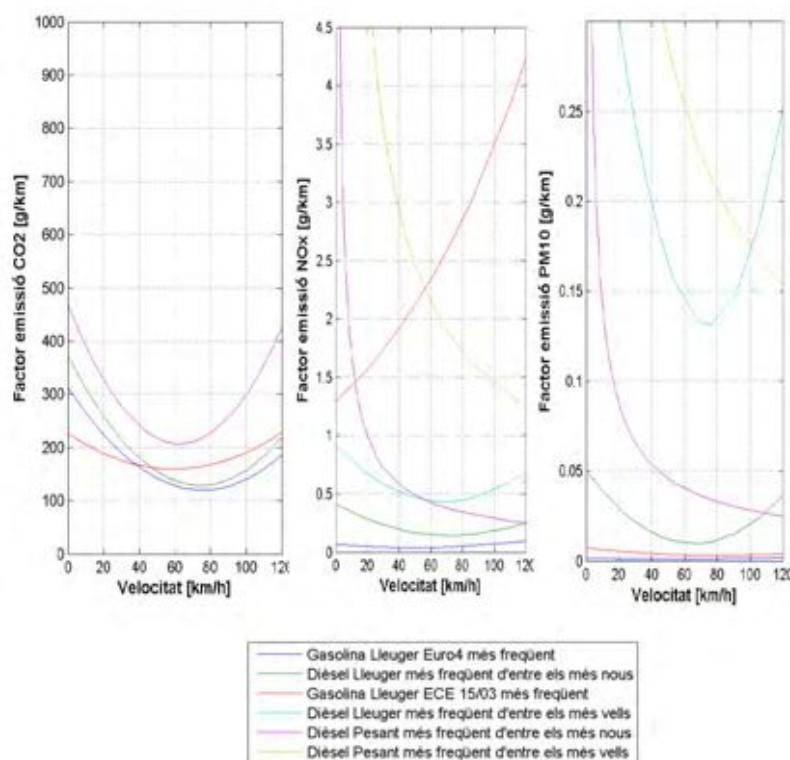
Els factors d'emissió o de consum depenen bàsicament de la tipologia de vehicle (motor, cubicatge, tipus de combustible), condicions atmosfèriques (motor fred o calent), pes i dimensions del vehicle i la velocitat de desplaçament (European Environment Agency, 2007a). Els menors factors de consum (i per generalització els menors factors d'emissió d'aquells gasos que són proporcionals al consum de carburant com el CO_2) es donen en un rang de velocitats de 70-90 km/h. Tanmateix, els factors d'emissió o partícules que no presenten relació amb el consum (NO_x , PM_{10}) mostren un comportament heterogeni en els diferents rangs de velocitat, tal i com es reflecteix en la figura següent.

A nivell general, es pot actuar sobre qualsevol dels dos factors de cada equació amb l'objectiu de reduir les emissions i consum energètics. Des de fa dècades, els fabricants de vehicles han liderat un procés industrial de reducció dels factors d'emissió i de consum, basats en una progressiva

millora de l'eficiència del vehicle, actuant sobre la minimització del consum dels motors, el disseny aerodinàmic i la reducció de la tara dels vehicles. Tanmateix, l'evolució del quilometratge realitzat pel parc mòbil (M) en tots els països desenvolupats ha seguit un procés invers des de fa tres dècades. L'evolució creixent de la mobilitat (increment del nombre de viatges, viatges més llargs, fenomen del *commuting*, producció de béns de consum Just in Time, Stock 0, etc.) i la bonança econòmica fins l'any 2008 han determinat un increment sostingut de la variable M .

En aquest sentit, les millores que s'han donat en els factors d'emissió i consum han resultat ser parcials per combatre l'explosió de mobilitat i en conseqüència el canvi climàtic originat pel sector del transport. És per aquesta raó que calen mesures actives que incideixin en reduir o acotar els veh-km amb clars efectes socials, urbanístics i econòmics. Un pla d'acció pel control dels veh-km hauria de passar teòricament per reduir el nombre de vehicles fomentant el canvi modal a modes més sostenibles, potenciant polítiques "de proximitat" o actuant sobre el model productiu de béns de consum reduint la freqüència d'enviaments a costa de disposar de més stocks.

FIGURA 1.
FACTORS D'EMISSION DE CO_2 , NO_x I PM_{10} EN FUNCIÓ DE LA VELOCITAT I PER DIFERENTS TIPUS DE VEHICLES

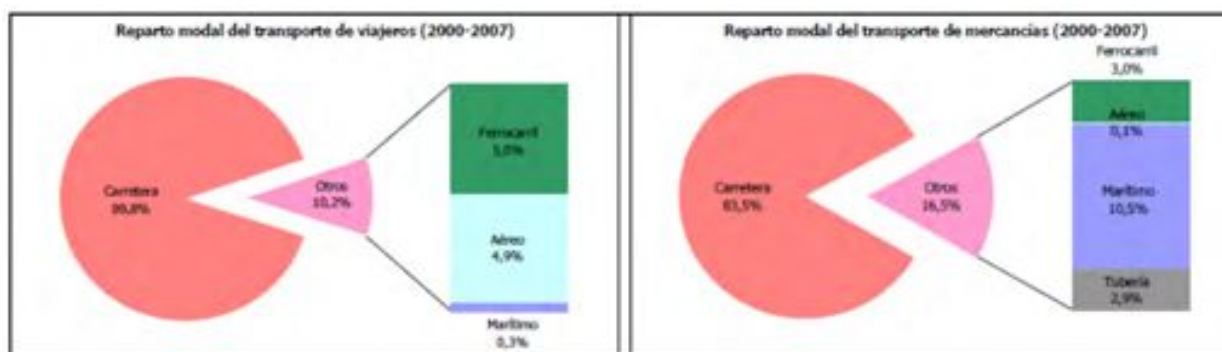


Font: CENIT 2009

Encara que en la darrera dècada s'han realitzat considerables esforços per millorar la sostenibilitat del sistema de transport mitjançant el desenvolupament d'infraestructures i serveis de transport més sostenibles, encara persisteixen necessitats en infraestructures per reduir l'efecte sobre el canvi climàtic. A nivell sectorial, les principals deficiències es deriven de l'acumulació i interrelació de nombrosos conflictes entre els que cal destacar:

- Fort increment de la demanda (passatgers i mercaderies) en el transport per carretera que ha provocat situacions de congestió.
- Desequilibri modal com a conseqüència d'un llarg procés de transferència modal, que ha donat lloc a un gran predomini del transport per carretera.
- Carències estructurals de la xarxa i oferta reduïda de serveis ferroviaris, que han provocat la baixa demanda d'aquest mitjà.
- Nous requeriments de qualitat i seguretat de les infraestructures que obliguen a elevar i homogeneïtzar els paràmetres de disseny, donant una especial atenció al manteniment de les xarxes.
- Dèbil integració intermodal entre els diversos mitjans de transport.
- Increment del nombre i la distància dels desplaçaments motoritzats en les àrees metropolitanes, derivats de les darreres tendències urbanístiques i de la disponibilitat de sòl industrial.
- Important creixement dels costos externs sobretot a les ciutats (gasos d'efecte hivernacle i deteriorament de la qualitat de l'aire), dels accidents, soroll, efectes sobre la salut de les persones i temps perdut en retencions.

FIGURA 2.
REPARTIMENT MODAL DEL SECTOR DELS TRANSPORT A ESPANYA.



Si s'analitza les tendències de la mobilitat determinades en el *Plan Estratégico de Infraestructuras de Transporte*, PEIT (escenaris 2005- 2020), s'aprecia que el transport urbà serà el de major ritme de creixement i guanyarà quota a la mobilitat interurbana. En aquest context, tant el transport per ferrocarril com l'interurbà col·lectiu presentaran un increment del repartiment modal associat a grans inversions per al seu desenvolupament. Respecte el transport interurbà de mercaderies, destaca l'important canvi modal a favor del ferrocarril (increment de 5,5 punts al 2020) en detriment del transport per carretera.

El transport és el responsable del consum del 42% del total de l'energia final a Espanya, amb un total de 40.650 ktep que es distribueixen per modes segons la Figura 3. Una tona d'equivalent de petroli representa la quantitat d'energia alliberada al

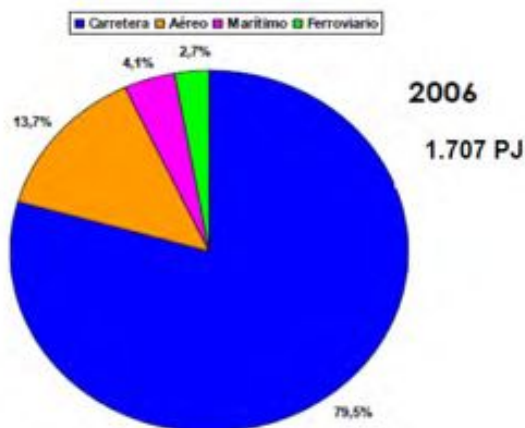
cremar una tona de petroli cru, que és aproximadament de 42 GJ. Així doncs, el consum del sector del transport és de 1.707 PJ¹.

L'emissió de gasos d'efecte hivernacle al 2006 associades al transport van superar els 108 MtCO₂ equivalent, a Espanya, el que suposa el 25,4% de les emissions totals i un increment del 88% respecte al 1990. Està directament relacionat amb el notable creixement de la demanda de transport. En aquest sentit, el pes del transport ha crescut del 21,4% en 1990 al 25,4% en 2006 considerant el conjunt dels gasos d'efecte hivernacle. En quant a repartiment modal, la carretera va causar el 89,2% de les emissions, l'aviació nacional el 6,6%, el cabotatge marítim el 3,9% i el ferrocarril el 0,3% restant. A la vegada, el transport és responsable de l'emissió d'altres contaminants com el plom.

¹ Petajoules: 10¹⁵ joules.

metà, monòxid de carboni, òxid de sofre i òxid de nitrogen que tenen igualment efectes sobre la salut humana i el medi ambient.

FIGURA 3.
CONSUM ENERGÈTIC PER MODES DE TRANSPORT



Font: Ministerio de Fomento (2008)

En el cas de Catalunya, el sector del transport és el principal agent emissor d'aquests gasos amb 15.029.790 tCO_{2eq} al 2005 respecte un total d'emissions 59.251.920 tCO_{2eq} de tots els sectors (Oficina Catalana del Canvi Climàtic, 2008). L'avaluació del consum energètic i els diferents gasos contaminants a Catalunya per al transport per carretera en el 2005, es pot realitzar a partir del quilometratge realitzat per el parc mòbil en tota la infraestructura vial catalana. Per a la seva avaluació, s'ha Considerat la xarxa urbana i interurbana definida en el model de simulació de Catalunya (SIMCAT) recollida en la figura Per a cada arc de la xarxa, es disposa la velocitat mitjanana de circulació i les intensitats mitjanes diàries que hi circulen.

Els quilòmetres recorreguts en la xarxa urbana i interurbana d'anàlisi per tot el parc mòbil suma més de 103 milions de veh-km en un dia mig, amb un repartiment entre tipus de vehicles definit en la taula. Si s'agreguen en tot l'any 2005, el transport a Catalunya en la xarxa vial urbana i interurbana (inclosos vehicles de mercaderies i autobusos) és responsable d'una total de 37.640 milions de vehicles-km.

Considerant aquestes dades mitjanes sobre producció de viatges i quilometratge diàries i els factors unitaris de consum i emissions per tipologia de vehicles, es pot quantificar el consum i emissions totals associats al transport per carretera a Catalunya segons la taula.

FIGURA 4.
XARXA DE CARRETERAS I VIES URBANES DE CATALUNYA (2005)



Font: MCrit (2006)

FIGURA 5.
REPARTIMENT DELS VEHICLES-KILÒMETRE PER TIPUS DE VEHICLE

	veh-km/dia	%
veh gasolina	40.001.496	39%
veh dièsel	29.441.678	29%
camions gasolina	2.619.330	3%
camions dièsel	14.303.190	14%
motos	12.859.465	12%
bus	3.289.631	3%
GLP	608.427	1%
TOTAL	103.123.217	100%

Font: Pròpia a partir de MCRIT (2006) i Departament de Política Territorial i Obres Públiques (2009a)

FIGURA 6.
CONSUM I EMISSIONS ANUALS DEL TRANSPORT PER CARRETERA A CATALUNYA

	TOTAL VP		CONSUM TOTAL TP	CONSUM TOTAL DIARI VP+TP	CONSUM TOTAL ANUAL VP+TP
	Turismes	Reste vehicles			
Consum (litres)	3.743.843	2.509.999	2.440.551	8.694.394	3.173.453.679
Emissions (tones)					
NOx	53.074	49.587	40.801	143.463	52.363.976
CO	141.803	186.803	27.846	356.452	130.104.874
VOC	13.720	40.259	15.375	69.353	25.313.986
SO ₂	1.238	1.191	1.204	3.633	1.326.094
PM	3.484	2.924	3.947	10.355	3.779.594
NH ₃	1.637	59	34	1.731	631.715
N ₂ O	474	318	105	897	327.360
CH ₄	967	2.526	67	3.560	1.299.265
CO ₂	14.714.600	7.905.796	8.330.560	30.950.956	11.297.098.884

Es pot comprovar que la necessitat de carburant per a garantir la mobilitat dels vehicles considerats puja fins als 3.100 milions de litres (dièsel i benzina), i que la producció de gasos efecte hivernacle és d'11.300.000 tones de CO₂, 327 tones d'N₂O i 1300 tones de CH₄.

1.3 INICIATIVES DE REGULACIÓ DELS SECTORS PRODUCTORS D'EMISSIONS I ASPECTES NORMATIUS

La primera conscienciació mundial sobre les influències de l'activitat humana, i en particular el transport, sobre el clima es va produir en la Conferència Mundial del Medi Ambient Humà (Estocolm, 1972). Posteriorment, el 1992 la Cimera de Rio determina l'impuls definitiu a la necessitat d'abordar aquest problema global. Es defineix i s'aprova el Conveni Marc de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic, que es concreta en el Protocol de Kyoto (1997) com a instrument per establir compromisos per a la reducció d'emissions. La Unió Europea (UE) el signa l'any 1998 i inicia un procés de lideratge polític i legislatiu en aquest àmbit, que encara manté avui. L'any 2002, la UE ratifica el Protocol de Kyoto.

El moment amb més interès des del punt de vista de regulació de les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle es va produir al 2005, quan entra en funcionament el mercat de drets d'emissió europeu, aprovant-se la Directiva 2003/87/CE. Aquesta directiva estableix un règim per al comerç de drets d'emissió de gasos amb efecte d'hivernacle a la Unió Europea i persegueix l'objectiu d'ajudar a complir les obligacions derivades del Conveni marc de Nacions Unides sobre el canvi climàtic i del Protocol de Kyoto en el marc europeu. Permet que, dins els inventaris d'emissions, es pugui diferenciar per primera vegada aquelles que provenen dels sectors sotmesos a la Directiva de comerç de drets d'emissió, de la resta d'emissions (sectors difusos, com és el cas del sector del transport).

En aquest sentit, la Directiva fa la següent distinció:

- **Sectors sotmesos a la Directiva:** sectors industrials com: combustió, generació elèctrica, acer, ceràmica, calç, ciment, paper, refinaria de petroli i vidre.
- **Sectors difusos:** Es generen a la resta de fonts emissores i s'estructuren en els grups següents: plantes de combustió de potència inferior a 20 MW, extracció i distribució de combustibles, ús de dissolvents, transport, residus, agricultura i altres fonts.

El transport i la mobilitat és el sector responsable més important de la producció d'emissions difuses, és a dir aquelles no sotmeses a la Directiva 2003/87/CE que estableix un règim per al comerç de drets d'emissió de gasos amb efecte hivernacle. A Catalunya, el CADS (Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible) edita el primer informe sobre el canvi climàtic a Catalunya i el DMAH s'estableix com a òrgan de verificació de les emissions per a les empreses que participen al mercat d'emissions. Es crea SENDEC02, una plataforma de compravenda d'emissions de referència per als països mediterranis amb seu a Barcelona.

L'Ajuntament de Barcelona presenta a l'any 2002 el Pla de Millora Energètica de Barcelona (PMEB), que inclou una diagnosi energètica i ambiental de la ciutat en el moment de la seva publicació i les seves tendències fins al 2010. A partir d'aquesta anàlisi, el PMEB exposa un conjunt de mesures d'àmbit local que tenen com a objectiu assolir un model de ciutat més sostenible mitjançant l'estalvi energètic, l'increment de l'ús de les energies renovables i l'eficiència energètica.

A nivell català, al 2003 s'aprova la llei de mobilitat (Llei 9/2003) on els seus principis recollits en l'article 2 deixen clar el seu caràcter de respecte al medi ambient i de garantia de la sostenibilitat del sistema de transports. L'entrada en vigor d'aquesta llei ha elevat els estàndards normatius de planificació sostenible de les infraestructures i dels serveis de transport per mitjà d'unes directrius nacionals de mobilitat, tot determinant un conjunt de nous actors (Consell català de la Mobilitat, etc.) per al correcte seguiment i avaluació de les iniciatives a seguir. La llei de mobilitat ha estat pionera i ha esdevingut un clar referent a nivell europeu.

L'any 2007, Espanya presenta el segon *Plan nacional de Asignaciones* i la *Estrategia española de cambio climático y energía limpia* (Ministerio de Medio Ambiente, 2007), orientats a fer front a la reducció d'emissions en els sectors difusos (aquells no sotmesos a la Directiva de comerç de drets d'emissions). A Catalunya, el *Pla marc de mitigació del canvi climàtic a Catalunya 2006-2012* és el primer que d'una manera coordinada i integrada tracta el canvi climàtic dins el conjunt de l'acció de govern de la Generalitat de Catalunya amb l'objectiu de reduir 5,33 milions de tones de CO₂. Addicionalment, en 2008 el Ministeri de Foment aprova l'*Estrategia Española de Movilidad Sostenible* on es fa una diagnosi del sistema de transport a Espanya i es plantegen mesures i iniciatives per a reduir el consum i emissions associades al sector.

La comunitat internacional i la UE han estat treballant per fixar el 2008 nous compromisos de reducció d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle per al període 2013-2020. La darrera Conferència de les Parts del Conveni marc de les Nacions Unides sobre el canvi climàtic (COP 13) va establir el full de ruta de Bali, on tots els signants del conveni, inclosos els EEUU, es comprometien a establir abans de l'any 2009 compromisos de reducció per al període 2013-2020.

1.4 OBJECTIUS DE REDUCCIÓ D'EMISSIONS DELS SECTORS DIFUSOS A ESPANYA I CATALUNYA

Els increments percentuals actuals de les emissions de gasos amb efecte hivernacle (GEH) respecte a l'any 1990 (agregats per sectors) han augmentat a un ritme molt superior als compromisos adquirits per l'Estat espanyol amb la Unió Europea respecte al compliment de Kyoto. En primera instància, aquests compromisos establien no superar el 15% de les emissions de l'any base.

Posteriorment, el 20 de juliol de 2007 el Govern d'Espanya va informar sobre la Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia. Horizonte 2012-2020. Aquesta Estratègia defineix el marc d'actuació que han d'abordar les administracions públiques a Espanya per assegurar el compliment pel nostre país de les seves obligacions en el Protocol de Kyoto. En particular, els límits màxims dels increments d'emissions de GEH es van ampliar a un valor realista no superior a +37% en el quinquenni 2008-2012 respecte a l'any base (1990).

La situació actual i les projeccions de l'Oficina Espanyola de Canvi Climàtic situen l'increment, sense mesures addicionals sobre les emissions, en un 50% respecte a l'any base. El Govern espanyol ha posat en marxa importants iniciatives encaminades a l'estalvi d'energia, a l'increment de l'eficiència energètica i al foment de les energies renovables que contribueixen al compliment dels nostres compromisos en matèria d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle.

En matèria de transport, la implantació del Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte, 2005-2020 (Ministerio de Fomento, 2005), estima que l'Estat Espanyol redueixi 30 Mt de CO₂ l'any 2020 mitjançant el desenvolupament d'actuacions en infraestructura i serveis. No obstant, això no és suficient pel compliment establert en el Pla nacional d'assignació de drets d'emissió 2008-2012

(increment màxim al 37%). Aquest objectiu suposa l'establiment de mesures addicionals a les ja previstes que aconseguixin reduccions anuals de 27,1 milions de tCO_{2eq}.

A nivell català, el Govern de Catalunya té un gran espai competencial per treballar en les mesures de lluita contra el canvi climàtic en la mobilitat, els residus, l'agricultura, el sector residencial, el comercial, la construcció o la indústria i el sector de transformació de l'energia. El Pla marc de mitigació del canvi climàtic a Catalunya 2008-2012 centra les seves mesures en aquests sectors difusos. Cal fer notar que l'objectiu de reduir el creixement de les emissions dels sectors difusos a Catalunya al 37%, incorpora la compra del 20% de drets d'emissió que fa l'Estat Espanyol per compensar l'excés d'emissions difuses de tot l'Estat, tal i com especifica el Pla Nacional d'Assignacions 2008-2012 espanyol i aprovat per la Comissió Europea.

Les darreres dades dels inventaris oficials disponibles de l'any 2005 mostren que les emissions dels sectors difusos a Catalunya van ser de 39,19 Mt. Per tant, a Catalunya, l'escreix d'emissió als sectors difusos l'any 2005 per assolir l'objectiu de no superar el 37% d'increment en relació amb l'any base és de 2,64 Mt l'any 2005. Les emissions dels sectors difusos a Catalunya dels anys 1990 a 2005 han tingut una taxa de creixement, calculat de manera lineal, del 3,12% anual sobre la base de l'any 1990. En els últims anys, s'han anat incorporant noves polítiques i mesures en l'àrea de la mitigació de les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle, i s'han iniciat canvis de comportament en la societat més favorables a la incorporació d'hàbits que afavoreixen fer front al canvi climàtic.

L'Oficina Catalana del Canvi Climàtic ha configurat una hipòtesi de creixement potencial de les emissions en els sectors difusos en els pròxims anys (2008-2012) d'un 2%, prenent com a base l'any 1990. Aquesta previsió ha tingut en compte les consideracions del Pla nacional d'assignació 2008-2012 d'àmbit estatal, aprovat per la Comissió Europea el passat febrer de 2007. Aquesta reducció del ritme de creixement no és suficient per assolir els compromisos de reducció d'emissions dins del Protocol de Kyoto. L'Oficina Catalana del Canvi Climàtic planteja un escenari inicial de reducció amb una estimació de 5,33 MtCO_{2eq} de mitjana anual durant el període de compliment del Protocol de Kyoto (2008-2012). Aquesta estimació té en compte com a any base de càlcul les dades de 2005, que són les primeres dades verificades i oficials a escala europea que permeten definir clarament les emissions difuses (les no incloses en la Directiva europea de drets d'emissió).

FIGURA 7.
OBJECTIUS DE REDUCCIÓ D'EMISSIONS DEL PLA DE MITIGACIÓ DEL CANVI CLIMÀTIC A CATALUNYA.



Font: Oficina Catalana de Canvi Climàtic

Per altra banda, el Pla de Mobilitat Urbana de l'Ajuntament de Barcelona (2008) també ha determinat la tendència de mobilitat esperada a la ciutat i ha especificat uns objectius de repartiment modal. En particular, per a l'any 2018 ha definit una reducció d'un 6% dels veh-km realitzats en vehicle privat, amb un creixement del nombre de viatges interns en TPC del 30 % (392.514) i del 65% (765.117) per als viatges de connexió. A la vegada, també suposa un increment substancial (superior al 50%) dels desplaçaments realitzats en mitjans no motoritzats. La consecució dels objectius definits en el PMU portaria a una producció d'emissions equivalent a la definida en la figura 8.

El PMU planteja que el percentatge de la xarxa viària que es troba saturada es mantingui similar a la de l'any de referència (2006) i que la totalitat de viatges de nova generació que es produeixen entre el 2006 i el 2018 siguin absorbits pels modes de transport col·lectiu i els modes no motoritzats (peu i bicicleta). A més també preveu que es produeixi un transvasament de viatges dels modes privat cap al públic d'aproximadament 525.000 viatges, i augmentar l'ocupació mitjana del vehicle privat fins a valors de 1,4 persones/vehicle.

FIGURA 8.
EMISSIONS CONTAMINANTS EN ESCENARI OBJECTIU DEL PMU DE BARCELONA.

Emissions (tones d'equivalents)	2004	2006	any 2018 Tendència	any 2018 Pla per a la Mobilitat	any 2018 Kyoto	any 2012 Objectiu	any 2018 Objectiu
CO – Monòxid de Carboni	23.1	24.6	23.3	14.8	11.0	13.2	11.0
CO ₂ – Diòxid de Carboni	3.386.8	3.850.8	4.807.3	3.374.5	2.661.0	2.676.2	2.691.0
NO _x – Òxid de nitrogen (NO+NO ₂)	8.6	7.0	6.7	4.1	3.3	4.0	3.8
SO ₂ – Diòxid de sofre	2.9	3.0	4.7	3.3	2.8	3.1	3.1
PC – Contaminants orgànics volàtils	1.066.0	1.124.8	1.025.5	1.071.0	822.3	885.6	890.0
VOC – Compostos orgànics volàtils	2.2	2.3	3.9	1.7	1.3	1.7	1.6
PM – Partícules fines	2.4	2.6	3.0	1.4	1.0	1.3	1.3
Percentatge d'emissions de cada contaminant respecte de 2004							
CO – Monòxid de Carboni		5.11%	3.62%	-36.00%	-52.40%	-43.02%	-52.40%
CO ₂ – Diòxid de Carboni		5.18%	42.79%	0.29%	-23.04%	-20.54%	-23.04%
NO _x – Òxid de nitrogen (NO+NO ₂)		8.04%	-13.18%	-38.55%	-51.35%	-30.54%	-42.28%
SO ₂ – Diòxid de sofre		5.19%	63.45%	15.71%	-13.68%	5.35%	5.65%
PC – Contaminants orgànics volàtils		5.19%	43.34%	5.41%	-22.50%	-7.60%	-6.11%
VOC – Compostos orgànics volàtils		5.59%	30.51%	-23.23%	-42.44%	-19.75%	-27.69%
PM – Partícules fines		5.99%	-15.89%	-43.57%	-57.43%	-46.04%	-46.15%

Font: Ajuntament de Barcelona

1.5 METODOLOGIES PER A L'AVALUACIÓ DEL CONSUM ENERGÈTIC I EMISSIONS DE CONTAMINANTS

El grup de treball **CORINAIR** (COre Inventory of AIR emissions) és la primera iniciativa europea en anàlisis de les emissions. Desenvolupa mètodes d'inventari d'emissions i per primera vegada es porten a terme accions més allà de l'àmbit local. Comença el 1987 amb l'objectiu de desenvolupar una metodologia que determini els factors apropiats per a mesurar les emissions dels vehicles. Es va acabar transformant en un programa informàtic, el **COPERT**. Després de la versió original **COPERT 85** (1989), el mateix grup proposa la revisió de la metodologia i el resultat va ser el programa **COPERT 90** (1993) i les posteriors versions **COPERT 2** (1997), **COPERT III** (2000).

Actualment està disponible la versió 4 (2007). El desenvolupament tècnic de **COPERT** és finançat per la EEA (European Environment Agency) en el marc de les activitats del European Topic Center on Air and Climate Change. Des de 2007 la Comissió Europea Joint Research Center ha estat coordinant el desenvolupament dels models des del punt de vista científic. En un principi, va ser creat per ser usat per Experts Nacionals per estimar les emissions del transport per carretera per ser inclòs en els inventaris anuals oficials. Tot i així, està disponible i de manera gratuïta per a l'ús en altres camps d'investigació científica i acadèmica.

La guia metodològica de **COPERT 4** la desenvolupa la UNECE Task Force on Emissions Inventories and Projections. La utilització d'un software com a eina de càlcul de les emissions del transport per carretera permet estandaritzar i uniformitzar de manera que permet les comparacions coherents de les dades recopilades i de les emissions. A més a més, està en conformitat amb els requisits i protocols internacionals i la legislació de la UE.

El 1993, en l'àmbit del programa **COST** (European Co-operation in the field of Scientific Research) es porta a terme l'acció 319 "The estimation of emissions from Transport" (1993-1998) i l'acció 346 "Energy and fuel consumption from heavy duty vehicles" (1999-2005). L'any 1997-1998 es desenvolupa mitjançant la Comissió Europea (DG Environment) un projecte sobre la millora i aplicació en el transport que culmina amb la creació del model medi ambiental **TREMOVE**.

TREMOVE va ser desenvolupat per la "Katholieke Universiteit Leuven" i "Standard & Poors IRD" per al segon programa Europeu "Auto-Oil". És un

model de simulació desenvolupat per a l'anàlisi estratègic dels costos i els efectes d'una àmplia gamma d'instruments de política i mesures aplicables a nivell local, regional i europeu de transports de superfície. La primera versió inclou 9 Estats membres de la UE i es va calibrar amb dades del 1995.

L'any 1999, i com a resultat de l'acció **COST** comença a desenvolupar-se en el 4t Programa Marc el projecte **MEET** (Methodologies to estimate Emissions for Transport), posteriorment i degut a l'acció **COST 346** es desenvolupa el projecte **ARTEMIS** (2000-2005) que compte amb prop de 40 participants de 15 països i el projecte **PARTICULATES** (2000-2005) que té com a objectiu determinar les partícules emeses pels tubs d'escapament dels vehicles de carretera.

El Projecte **PARTICULATES** i **ARTEMIS** van ser iniciats per la Comissió Europea l'any 2000, patrocinats pel Cinquè Programa Marc d'Investigació i Desenvolupament Tecnològic. Van ser creats perquè es va veure que per a avaluar els impactes de les diferents mesures de reducció d'emissions són precisos models de qualitat de l'aire i coneixements sobre els efectes que aquests creen a la salut. **PARTICULATES** és un projecte de 3 anys de duració començat l'any 2000. Parteix d'un projecte comú amb el grup **ARTEMIS**, reconeixent la necessitat de caracteritzar les emissions en el món de l'automoció. Se centra molt en conèixer les propietats i la composició de les partícules per a cuidar la salut. **ARTEMIS** és un programa que va durar 3,5 anys i que es va iniciar el 2000 amb els objectius d'actualitzar els factors d'emissió per al transport (turismes, v. pesats, motos, fcc, transport marítim i aeri). **ARTEMIS** ha de proporcionar millores en els models de les emissions del transport. L'objectiu de **PARTICULATES** és la recollida i l'anàlisi de les partícules emeses pels vehicles de motor.

Més endavant, durant els anys 2005-2007, la unió **JRC/CONCAWE/ACEA** crea un projecte sobre la evaporació de combustible de vehicles de gasolina. Per últim, cal destacar la tasca de la **Aristotle University** pels estudis específics i revisions de la literatura destinats a desenvolupar nova informació per a la divisió de PM de carbó elemental i carbó orgànic, dividint **NOx**, **NO** i **NO₂**, els factors d'emissió per a busos i emissions en l'ús del bio diesel, etc (2007). Finançats també per European Topic Center on Air and Climate Change de la EEA.

2. SITUACIÓ ACTUAL DE LA MOBILITAT A BARCELONA

El nombre de desplaçaments i la seva distribució modal caracteritzen la mobilitat de la ciutat. A Barcelona es realitzen diàriament uns 6 milions de desplaçaments segons dades del 2008, dels quals 4,3 milions corresponen a desplaçaments interns i 1,7 milions a desplaçaments interns-externs. Dels primers la majoria, un 33%, es realitzen en transport públic, més de la meitat, un 51,5%, a peu i amb bici, i tan sols un 16%, en vehicle privat. Pels 1,7 milions de desplaçaments interns-externs en canvi, el transport públic (50%) i el vehicle privat (47%) tenen proporcions d'ús molt similars, per només un 3% a peu i amb bici (lògic per l'augment de les distàncies). El transport públic ha guanyat terreny aquests últims anys al vehicle privat en aquest àmbit.

Les dades posen de manifest una realitat: la mobilitat a Barcelona cal interpretar-la considerant la ciutat i el seu àmbit metropolità. Els desplaçaments intermunicipals suposen tan sols una tercera part del total, però en canvi, més de la meitat dels que hi circulen, entren i surten de Barcelona un dia laborable. Cal diferenciar entre desplaçaments i etapes de desplaçaments. Els primers corresponen al trajecte que es produeix entre l'origen i destí final, en canvi, el segon també té en compte les pauses que es produeixen en el recorregut per realitzar altres activitats com poden ser comprar o deixar els nens a l'escola.

Els trajectes no motoritzats són majoritàriament a peu, de fet, és el transport majoritari dins la ciutat. La bici és l'únic transport privat que no experimenta reducció. Quant al bicing, l'acollida a Barcelona ha estat espectacular obtenint el major increment del parc de vehicles. Entre el transport públic col·lectiu, majoritari en desplaçaments de connexió, el metro és el mode més emprat, tan en desplaçaments interns com d'entrada i sortida de Barcelona, mentre que el bus, molt emprat en desplaçaments interns, cedeix protagonisme a rodalies RENFE en els desplaçaments interns-externs. El Tramvia és el transport públic que ha experimentat l'increment més important segurament degut encara a la seva recent incorporació a la ciutat.

FIGURA 9.

NOMBRE I DISTRIBUCIÓ MODAL DELS DESPLAÇAMENTS A BARCELONA (2008)

Desplaçaments	Interns	Interns - Externs	Total
Transport públic	1.428.856	822.984	2.251.840
Vehicle privat	691.993	789.780	1.481.773
A peu i bici	2.253.024	50.346	2.303.370
Total	4.373.873	1.663.110	6.036.983

Font: Direcció de Serveis de Mobilitat. Ajuntament de Barcelona

FIGURA 10.

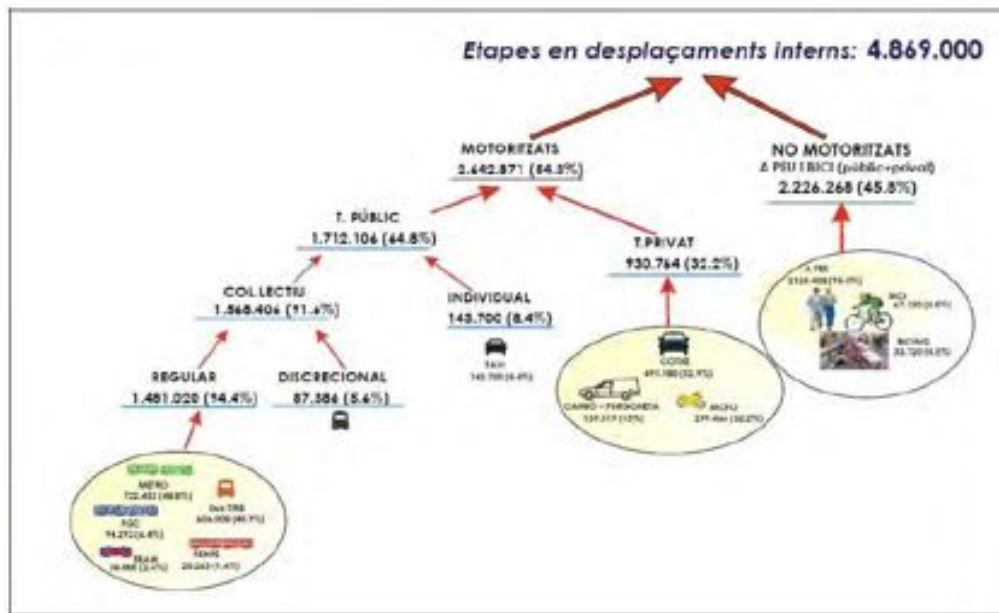
NOMBRE I DISTRIBUCIÓ MODAL D'ETAPES DE DESPLAÇAMENTS A BARCELONA (2008)

Etaques de desplaçaments	Interns	Connexió	Total
Transport públic	1.712.106	1.433.979	3.146.085
Vehicle privat	930.764	1.296.639	2.227.403
A peu i en bici	2.226.268	251.217	2.477.485
Total	4.869.139	2.981.834	7.850.973

Font: Direcció de Serveis de Mobilitat. Ajuntament de Barcelona

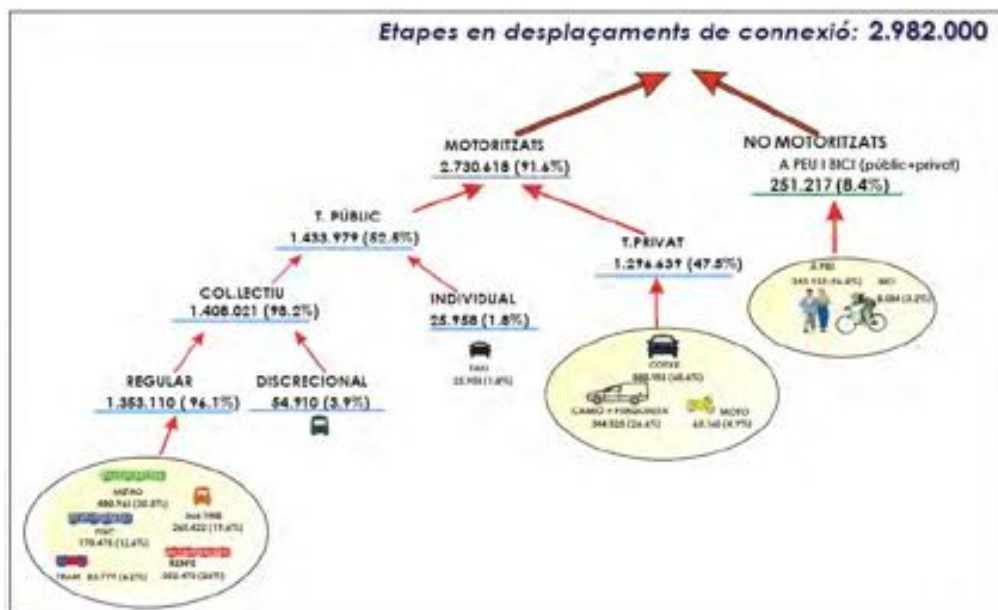
El cotxe és, amb diferència, el més usat entre els vehicles privats, sobretot per desplaçaments interns-externs (888.955) que en general suposen majors distàncies, si bé la moto, ha experimentat un increment molt important i ha arribat a un ús molt significatiu (32,2%) en desplaçaments per Barcelona. Tots dos modes tenen una ocupació similar, aproximadament 1,18 persones de promig, per tant, a la pràctica totalitat dels viatges hi ha un sol ocupant. Les furgonetes i camions suposen també un percentatge dels desplaçaments en vehicle privat d'un 15% dels interns i ja més important 26,6% dels interns-externs, però es tracta majoritàriament de distribució urbana de mercaderies, no pas de desplaçaments de passatgers. En general, els modes privats, excepte la bicicleta, experimenten reduccions en el nombre de desplaçaments. I el transport públic, excepte RENFE (a causa de modificació de l'operativa, obres i vagues) i taxi, experimenten increments.

FIGURA 10.
MODE DE TRANSPORT EN ETAPES DE DESPLAÇAMENTS INTERNS (LABORABLE), EN 2008



Font: Direcció de Serveis de Mobilitat. Ajuntament de Barcelona

FIGURA 11.
MODE DE TRANSPORT EN ETAPES DE DESPLAÇAMENTS DE CONNEXIÓ (LABORABLE), EN 2008



Font: Direcció de Serveis de Mobilitat. Ajuntament de Barcelona

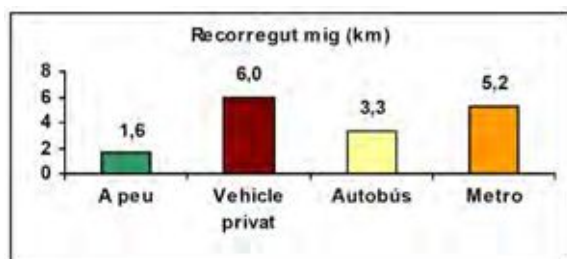
El motiu de desplaçament i la distància recorreguda són característiques dels desplaçaments que completen la caracterització de la mobilitat. Segons dades de l'EMEF 2008 (ATM, 2008), si es considera la mobilitat segons el motiu de desplaçament en laborable, els de mobilitat obligada (treball o estudis) representen un 24,7%, els de mobilitat no obligada (compres, oci, esport, menjar, etc.) un 30,2%, i la resta són viatges de

tornada a casa (pendularitat). Pel que fa al nombre de viatges per individu, el promig és de 3,31 de mitja en feiner i de 2,40 en festiu.

En desplaçaments a peu, la distància mitjana recorreguda és d'aproximadament 1.600 metres, uns 20 minuts suposant una velocitat de 5,14 km/h. En bicicleta la una velocitat mitjana de 20 km/h, la distància recorreguda en 10 min és de 3,2 km. En

transport públic el recorregut mig (figura 8) és de 3,3 km per autobús i de 5,2 km per metro, amb velocitats comercials de 11,7 km/h i 27,28 km/h respectivament (Ajuntament de Barcelona 2008). En vehicle privat la distància mitjana recorreguda s'estima que augmenta fins als 6 km, amb velocitats mitjanes de 56,3 km/h a les Rondes i de 21,3 km/h a la resta de la ciutat (Direcció de Serveis de Mobilitat, 2008). Per determinar la mobilitat setmanal es pot considerar que el 84% dels desplaçaments es realitzen en laborable i que per tant, el nombre de feiners equivalents per setmana és de 6.433.

FIGURA 12.
RECORREGUT MITJÀ EN DIFERENTS MODES DE TRANSPORT



Font: Ajuntament de Barcelona

FIGURA 13.
DISTRIBUCIÓ SETMANAL DE VIATGES

Feiner	Dissabte i festiu	Nombre de dies feiners equivalents per setmana
84% (17% diari)	16%	6,433

2.1 DESPLAÇAMENTS A PEU I EN BICICLETA

Barcelona disposa d'una superfície de 101 km², dels quals un 17% són places i carrers per circular i un 0,7%, 69 ha, són superfície amb prioritat per a vianants. D'aquestes, 69 ha un 31% es concentra a Ciutat Vella.

Pel que fa a la bici la longitud de carrils bici a la ciutat ha anat augmentant considerablement dels 7,3 km del 1990 fins als 140 km actuals (12,2 km corresponents a circuits i 17,5 km de prioritat a la bici), igual que el seu nombre d'aparcaments (17.502) que en 4 anys s'ha multiplicat per 2,6. La forta tirada que ha experimentat aquest mitjà de transport aquests últims anys es veu reflectida en l'increment de desplaçaments del 07/08 en què l'increment ha estat del 27% en desplaçaments interns i un 13,59% en desplaçaments de connexió. De les 100.8240 etapes interiors de desplaçament, un 33,5% corresponen al Bicing.

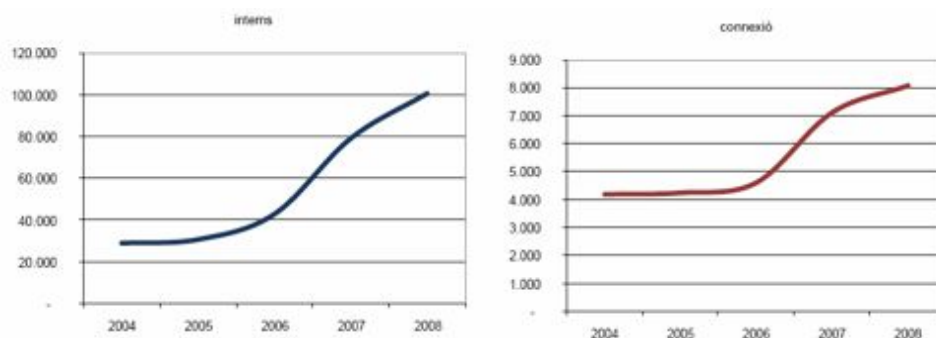
Quan al comptatge de bicicletes, aquest ha experimentat un creixement del 26,7% al darrer any i el pes del Bicing en aquest percentatge és del 46,56%. El Bicing, inaugurat el març de 2007, ha completat el seu desplegament a la ciutat amb 6000 bicis i 390 estacions el 2008. El nombre d'abonats s'ha incrementat aquest any un 80% arribant als 181.962 abonats i el nombre de bicicletes Bicing detectades al carrer també s'ha incrementat un 30,1%. Es realitzen una mitjana de 37.669 desplaçaments en dia laborable i en diumenge, el nombre d'usos cau al voltant del 30%.

FIGURA 14.
ZONES DE VIANANTS DE BARCELONA

	SUPERFÍCIE TOPOGRÀFICA EN HA.				%2007	%2005
	2005	2006	2007	2008		
CIUTAT VELLA	22,27	21,67	21,67	21,67	0,0%	-2,7%
L'EIXAMPLE	5,32	6,28	6,28	6,28	0,0%	6,1%
SANTS-MONTJUIC	3,81	3,43	3,58	3,58	0,0%	18,7%
LES CORTS	2,85	2,35	2,35	1,96	-16,8%	-4,2%
SARRIA - SANT GERVASI	2,98	3,27	3,27	3,27	0,0%	9,8%
GRÀCIA	3,47	5,13	5,13	5,13	0,0%	47,0%
HORTA - GUARDIOL	2,44	2,76	2,76	2,76	0,0%	12,8%
NOU BARRIS	4,33	6,19	6,19	6,19	0,0%	38,4%
SANT ANDREU	7,47	7,97	7,97	7,97	0,0%	6,7%
SANT MARTÍ	7,88	10,48	10,48	10,48	0,0%	33,1%
TOTAL	62,83	69,58	69,67	69,28	-6,6%	11,7%

Font: Direcció de Serveis de Mobilitat, Ajuntament de Barcelona

FIGURA 15.
EVOLUCIÓ DELS DESPLAÇAMENTS EN BICI A BARCELONA (2004-2008)



Font: Direcció de Serveis de Mobilitat. Ajuntament de Barcelona

FIGURA 16.
VOLUM DE TRÀNSIT DE BICICLETES A BARCELONA (2008)



El 45% de circulació es realitza pel carril bici.

Font: Direcció de Serveis de Mobilitat. Ajuntament de Barcelona

FIGURA 17.
CARRIL BICI A BARCELONA (2008)



Font: Ajuntament de Barcelona

2.2 TRANSPORT PÚBLIC COL·LECTIU

Barcelona i la seva àrea d'influència compta amb servei d'autobusos, metro, ferrocarrils, tren de rodalies, tramvia i taxis. La figura 18 resumeix l'oferta de tots els operadors de transport públic col·lectiu que donen servei a la primera corona. Els principals operadors de transport públic col·lectiu a la ciutat de Barcelona són: TMB (autobús i metro), FGC (Ferrocarrils de la Generalitat), tramvia (ATM) i RENFE rodalies.

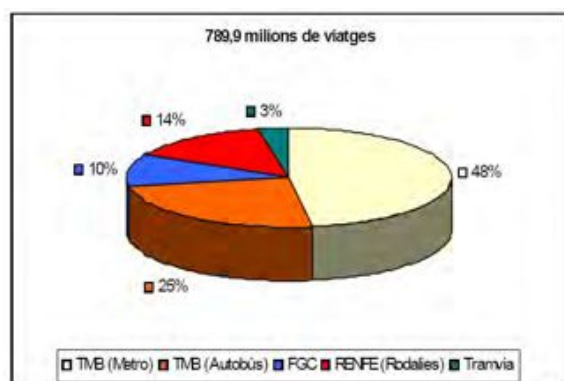
Els viatges en metro suposen el 48% dels realitzats en transport públic col·lectiu, i els d'autobús el 25%, per tant TMB és l'operador més important de Barcelona i la seva àrea metropolitana ja que transporta el 73% del passatge del transport públic.

FIGURA 18.
DADES BÀSIQUES DELS OPERADORS DE TRANSPORT PÚBLIC COL·LECTIU A LA SEGONA CORONA (2008)

TRANSPORT PÚBLIC	long. línies (km)	línies	viatgers (millions)	Δ08/07 (%)
TMB (Metro)	88,4	6	376,4	2,7%
FGC	143,3	4	81	2,5%
RENFE (Rodalies)	529,6	6	114,4	-2,3%
Tramvia	29,1	6	23,2	11,1%
TMB (Autobús)	915,2	108	194,9	-7,4%
Authosa	8,6	2	2,7	4,0%
Transports Lydia	20,5	4	0,4	
Mohn	380,8	22	15,2	
Oliveras	112,7	12	6,9	
Rosanbus	89,6	9	9,5	
Tugsal	484,2	41	34,7	
TCC	40,6	3	3,5	
Soler i Sauret	38,8	7	1,5	

Font: Memòria 2008. ATM

FIGURA 19.
DISTRIBUCIÓ DE VIATGERS DELS PRINCIPALS OPERADORS
DE TRANSPORT PÚBLIC COL·LECTIU (2008)



Font: TMB, FGC, RENFE

Els serveis d'Authosa i Transports Lydia es realitzen íntegrament dins del terme municipal de Barcelona i connecten barris caracteritzats per tenir una orografia especial, com són Ciutat Meridiana i el Carmel. En canvi, de les 22 línies que explota la companyia Mohn només 7 donen servei a l'interior de la ciutat de Barcelona, 4 d'elles arriben fins a Pl. Espanya, 2 fins a la Rda. Universitat i una més fins a la Pl. Reina Maria Cristina.

De les 12 línies que té en servei la companyia Oliveres només la L70 i la L72 entren dins dels límits de Barcelona i arriben fins a Pl. Espanya procedents de L'Hospitalet de Llobregat. Una situació similar es dona amb les línies de Rosanbus, que donen servei principalment a L'Hospitalet però que al tractar-se d'un municipi limítrof amb Barcelona té 5 línies que també tenen parada a la Ciutat Comtal amb recorreguts no molt llargs.

Tugsal és la companyia que més recorreguts realitza per l'interior de Barcelona tot i que tres línies es queden a la perifèria (B16, B19 i B23), ja que n'hi ha 5 que gairebé arriben a Pl. Catalunya, concretament a la Rda. Sant Pere (B20, B21, B24 i B25) i una més es queda a l'Hospital de Sant Pau (B22). Els serveis de TCC són molt específics ja que enllacen punts molt singulars de la ciutat com són la Pl. Catalunya i el Tibidabo (amb intervals de pas de 30-40 minuts), el paral·lel i la ZAL-Barcelona, i entre Pl. Catalunya i l'Aeroport. Soler i Sauret dona servei principalment a Esplugues de Llobregat, Sant Just i Sant Feliu de Llobregat, i només hi ha un cas en que arriba fins a Zona Universitària (EP1).

Així doncs, si es consideren totes les companyies d'autobús que donen servei a la primera corona TMB dona servei a un 71% dels usuaris d'aquest

mode de transport. Aquest percentatge augmenta encara més si només es consideren els viatgers que tenen com a origen o destí dels desplaçaments la ciutat de Barcelona, ja que hi ha moltes companyies que la major part de les seves línies circulen fora de la Ciutat Comtal.

La xarxa local en superfície de transport públic col·lectiu es veu ampliada pel Tramvia (inaugurat el 2004) i serà completada més endavant per la línia 9, formant part tots els serveis de la tarifa integrada de la que gaudeix el transport públic.

FIGURA 20.
DISTRIBUCIÓ DE VIATGES ENTRE TOTS ELS OPERADORS
OPERADORS DE TRANSPORT PÚBLIC COL·LECTIU

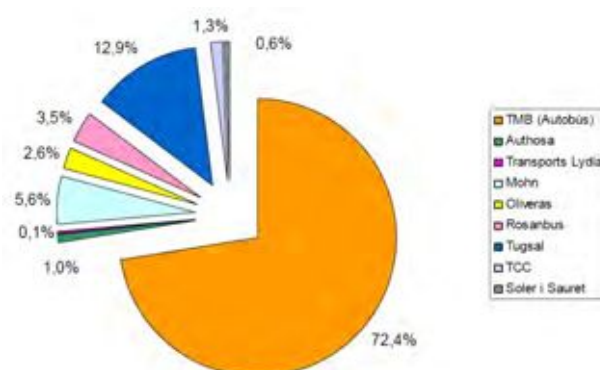


FIGURA 21.
XARXA DE METRO, FGC I TRAM



Font: TMB (2008)

El transport públic individual, el taxi, compta amb una flota que es manté més o menys constant de 10.400 vehicles a més de 174 parades i 107 milions de passatgers per any. Cal destacar també la millora del servei del bus nocturn amb un increment de passatgers des del 2005 del 42,4% (5,9 milions de passatgers) i un augment de la flota de vehicles del 62,5% (fins a 130).

2.3 VEHICLE PRIVAT

El vehicle privat fins fa pocs anys era el que generava més desplaçaments però avui en dia s'ha igualat pel transport públic. Tot i així, per ocupació d'espai viari és un mode de transport a tenir molt en compte.

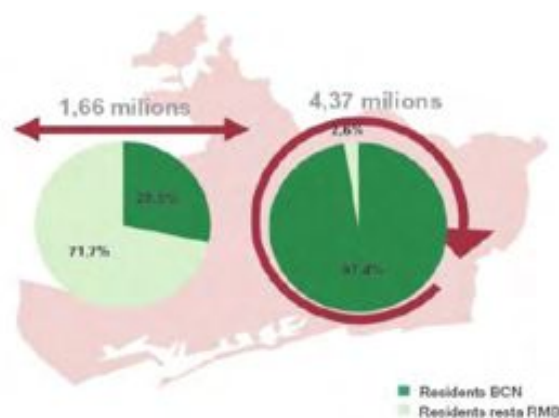
El parc de vehicles de Barcelona l'any 2008 compta amb 609.553 turismes, molt per sobre del nombre de motocicletes (110.570) o de furgonetes i camions (113.281). El nombre de desplaçaments en cotxe, planteja una situació de congestió en bona part de les principals vies de circulació de la ciutat, i especialment als accessos, que pateixen els desplaçaments interns-externs i on els cotxes en són majoria. El repartiment entre residents i no residents a Barcelona és del 97,4% pels primers i 2,6% pels segons, i entre viatges interns i interns-externs, del 28,3% i el 71,7%.

FIGURA 22.
COMPARATIVA D'OCCUPACIÓ D'ESPAI AMB ELS MATEIXOS VIATGERS TOTAIS PER A DIFERENTS MODES DE TRANSPORT.



Font: Robusté, 2005

FIGURA 23.
DISTRIBUCIÓ DE DESPLAÇAMENTS A BARCELONA (2008)



Font: Autoritat del Transport Metropolità

El plànol de volums de trànsit representa la distribució de la IMD amb gruixos proporcionals als fluxos. Un dia feiner es recorren un total de 13,2 milions de quilòmetres a Barcelona. Les Rondes suporten el 20% del volum de trànsit de la ciutat, mentre que la resta de la ciutat absorbeix el 80%. En canvi dels 1.275 quilòmetres de la xarxa viària de Barcelona, les Rondes i les vies de d'accés representen només un 1,89% i un 3,4% respectivament, la xarxa de connectivitat interna un 22,26% i la xarxa local un 72,45%.

FIGURA 24.
ARANYA DELS VOLUMS DE TRÀNSIT AL VIARI DE BARCELONA (2008)



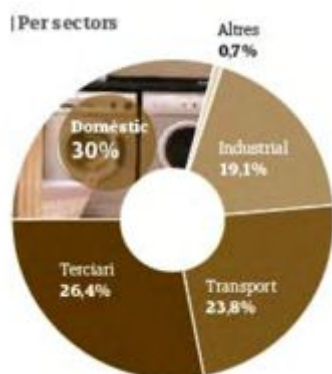
Font: Direcció de Serveis de Mobilitat. Ajuntament de Barcelona

2.4 ASPECTES ENERGÈTICS DEL TRANSPORT

L'energia és fonamental en el bon funcionament de la ciutat, ja que no només cal per produir (sector industrial), sinó també a la llar (sector domèstic), quan ens desplaçem (sector transport) i en altres moments del dia com poden ser el anar de compres i gaudir de moments d'oci (sector terciari).

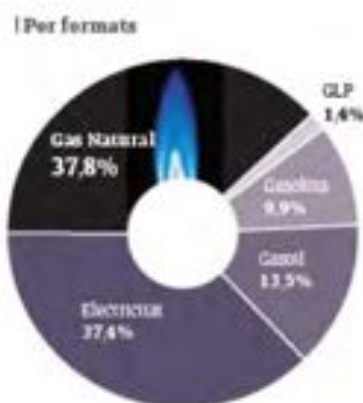
A Barcelona, el pes relatiu del sector transport en el consum energètic final de la ciutat se situa en tercera posició, gairebé empatat amb el sector terciari i molt a prop del domèstic. Com a la resta de Catalunya i d'Espanya, el consum energètic del transport a Barcelona prové dels derivats del petroli (gasolina, gasoil i gas líquat del petroli) i de l'electricitat. La diversificació en els últims anys ha augmentat en els combustibles derivats del petroli.

FIGURA 25.
CONSUM FINAL D'ENERGIA PER SECTORS A BARCELONA (2006)



Font: Agència d'Energia de Barcelona (2008)

FIGURA 25.
CONSUM SEGONS FONTS ENERGÈTIQUES A BARCELONA (2006)



Font: Agència d'Energia de Barcelona (2008)

Els combustibles líquids ja representaven un 94.04% del consum energètic del transport a Barcelona el 1985, per tan sols un 2.65% de l'electricitat i un 3.31% del GLP. Actualment, el pes relatiu del consum elèctric ha anat augmentant de manera lenta però progressiva, mentre que el GLP, utilitzat per part del col·lectiu del taxi, ha cedit pas a energies alternatives.

A Barcelona, l'electricitat és la font d'energia de metro, Ferrocarrils de la Generalitat i RENFE i el GLP l'utilitzen només un 4% dels taxis de la ciutat. Les motos i aproximadament un 35.5% dels cotxes funcionen amb gasolina i la resta de cotxes, els autobusos i pràcticament totes les furgonetes i camions utilitzen gas-oil. El balanç entre vehicle privat i transport públic és molt desigual. Del 96% de consum de combustibles líquids, només 4.6% correspon a autobusos. Per tant, el vehicle privat

consumeix més del 91% de l'energia total. Tanmateix s'ha de tenir en compte que només un 60% de les emissions totals de gasos d'efecte hivernacle es produeixen durant la combustió, la resta està vinculat amb altres factors vinculats amb el cicle de vida del vehicle, com poden ser la seva construcció, el procés de refinament i la construcció i manteniment de les infraestructures per on circula. El transport públic presenta una energia de tracció situada al voltant dels 0.8 kg equivalents de petroli per cada 100 places i quilòmetre, valor molt inferior al del vehicle privat que supera els 2 kg i representa el 76% de l'energia global d'aquest mitjà.

Cal tenir en compte que aquestes dades són per places i es pot interpretar com que els vehicles es troben completament ocupats. Així que fan referència al potencial màxim d'eficiència energètica. Si es considera l'ocupació real de cada mode l'eficiència varia lleugerament al transport públic però decreix substancialment amb el vehicle privat, ja que presenta una ocupació mitjana de 1.18 persones. Aquesta ineficiència resulta encara més evident en els cotxes de gran cilindrada (< 2.000 cc) on gairebé duplica la mitja de la despesa energètica.

FIGURA 26.
EFICIÈNCIA ENERGÈTICA DELS DIFERENTS MODES DE TRANSPORT

Mode de transport	Despesa energètica (MJ/100 places-km) ¹		Eficiència energètica	Emissions CO ₂ (g/viatger- km) ²
	Global	Tracció		
Bicicleta	---	---	Molt eficient	0
A peu	---	---	Molt eficient	0
Tren de rodalies	49,82	28,06	Eficient	60
Autobús	35,17	28,89	Eficient	65
Motocicleta	---	---	Poc eficient	93,4
Cotxe	119,32	90,85	Poc eficient	320/num. ocupants

Font: 1. Estevan i Sanz (1996) 2. Greenpeace (2009)

En relació amb el transport de mercaderies, el mode més ineficient i contaminant és el de carretera, mode que paradoxalment és el que més ús té en els darrers anys. El transport amb vehicles de baixa ocupació és el que produeix un major nombre d'emissions (397.4 gCO₂/t-km), i el ferrocarril és el mode terrestre que permet desplaçar les mercaderies de manera més eficient.

L'ús d'energies alternatives: cotxes elèctrics, gas natural o biocombustibles, és encara molt puntual a Catalunya, si bé a Barcelona el funcionament amb gas natural dels autobusos representa un 23% i el de biodiesel del 10.8%. També cal esmentar els

increments de fins al 150% de vendes de vehicles híbrids l'any 2008 (Toyota Prius). No obstant, TMB no actua únicament sobre els vehicles de nova adquisició, amb l'exigència de que siguin més nets, sinó que també s'està treballant per modificar els motors de combustió dels autobusos per transformar-los en motors híbrids i així no haver de substituir la flota actual.

FIGURA 26.
EFICIÈNCIA ENERGÈTICA DELS DIFFERENTS MODES DE TRANSPORT

Mode de transport	Intensitat energètica (MJ/t-km)	Emissions CO ₂ (g/t-km)
Carretera - Furgonetes	5.4	397.4
Carretera - Camions	1.2	92
Ferrocarril	0.3	22.8
Marítim - Cabotatge	0.4	30.9
Marítim - Internacional	0.2	13.9

Font: Greenpeace (2009)

2.5 ASPECTES LEGALS

En l'àmbit legislatiu la política de reducció d'emissions en el transport es materialitza en les directives comunitàries sobre el control d'aquestes, que han donat lloc des de 1992 als anomenats vehicles Euro, vehicles de motor progressivament menys contaminants que satisfan els requeriments establerts en les directives sobre control d'emissions. Els valors màxims d'emissions i altres consideracions de tipus tècnic fixats per aquesta normativa són d'aplicació universal per als vehicles nous, fabricats en sèrie i posats en circulació en el mercat d'un estat membre, restant-ne exclosos aquells altres que es

trobin ja en circulació o que vagin destinats a l'exportació a tercers països.

L'adaptació als nivells d'emissió que estableixen les normatives Euro I (1992) i Euro II (1996) es va aconseguir amb ajustaments en els motors tradicionals. L'adaptació per part dels fabricants als nous estàndards d'emissions que s'estableix en un procés gradual en dues etapes, Euro III i Euro IV, en canvi, fan necessari el disseny de nous motors amb una eficiència ambiental més alta. L'Euro III suposar una reducció significativa dels nivells d'emissions respecte a períodes anteriors i permet, amb caràcter general a partir del 2001, preparar el camí per a la reducció d'emissions definitives, que ha tingut lloc en una segona fase, l'Euro IV, a partir del 2006. En alguns casos, la normativa permet que els nivells d'emissions establerts per Euro IV es puguin assolir, al seu torn, en dues etapes, la segona de les quals, anomenada també Euro V, s'ha previst que comenci a aplicar-se durant el desenvolupament d'aquest Pla.

Tanmateix, com la metodologia aplicada es basa en la guies europees del 2007 (CORINAIR, 2007) i encara no es contemplaven els vehicles Euro V s'han considerat el límit d'emissions només fins als Euro IV. Les directives comunitàries fixen els límits màxims d'emissions i altres consideracions de tipus tècnic atenent la tipologia dels vehicles pel que fa al pes, al sistema de propulsió i al tipus de combustible utilitzat. Les emissions procedents dels vehicles per al transport de passatgers i dels vehicles lleugers per al transport de mercaderies (fins a 3,5 tones) són regulades per la Directiva 98/69/CE, i els seus valors màxims i terminis d'entrada en vigor es mostren a les figures següents.

FIGURA 27.
LÍMITS D'EMISSIONS (EN G/KM) PER A VEHICLES DE PASSATGERS LLEUGERS I SEMI LLEUGERS (PMA < 2.500 KG)

	CO		HC		NOx		PARTÍCULES	
	gasolina	gas-oil	gasolina	gas-oil	gasolina	gas-oil	gasolina	gas-oil
EURO I (1/07/1992)	3.34	3.34	0.66	0.66	0.49	0.49	-	0.18
EURO II (1/01/1996)	2.7	1.0	0.34	0.9	0.25	-	-	0.1
EURO III								
nous models 1/01/2000	2.3	0.67	0.2	-	0.15	0.5	-	0.05
noves matriculacions 1/01/2001								
EURO IV								
nous models 1/01/2005	1.0	0.5	0.1	-	0.08	0.25	-	0.025
noves matriculacions 1/01/2006								

Font: Direcció General de Ports i Transports, Generalitat de Catalunya (2000)

FIGURA 28.
LÍMITS D'EMISSIONS (EN G/KM) PER A VEHICLES LLEUGERS PER AL TRANSPORT DE MERCADERIES (< 3,5 TONES)

		CO		HC		NOx		PARTÍCULES	
		gasolina	gas-oil	gasolina	gas-oil	gasolina	gas-oil	gasolina	gas-oil
EURO III	< 1.305 kg	2.3	0.64	0.2	-	0.15	0.5	-	0.05
	1305-1760 kg	4.17	0.8	0.25	-	0.18	0.65	-	0.07
	1761-3500 kg	5.22	0.95	0.29	-	0.21	0.78	-	0.1
EURO IV	< 1.305 kg	1.0	0.5	0.1	-	0.08	0.25	-	0.025
	1305-1760 kg	1.81	0.63	0.13	-	0.1	0.33	-	0.04
	1761-3500 kg	2.27	0.74	0.16	-	0.11	0.39	-	0.06

Font: Direcció General de Ports i Transports. Generalitat de Catalunya (2000)

FIGURA 29.
REDUCCIONS PREVISTES (EN %) RESPECTE ELS VEHICLES EURO II

Vehicles	CO	HC	NOx	PARTÍCULES
Cotxes gasolina	30	40	40	-
Cotxes dièsel d'injecció directa	40	-	40	50
Vehicles industrials lleugers	40	65	20	35

Font: Direcció General de Ports i Transports. Generalitat de Catalunya (2000)

Pel que fa a les emissions de gasos i partícules dels vehicles pel transport pesant de mercaderies, és la Directiva 99/96/CE la que n'estableix els límits màxims. Per a la reducció d'emissions de CO₂, la Unió Europea va assolir un acord amb l'ACEA (Associació Europea de Fabricants d'Automòbils) el 1998, en què aquesta es comprometia a què l'emissió mitjana de CO₂ dels vehicles venuts a la Unió Europea l'any 2008 fos de 140 g/km.

Objectiu que es tradueix en una reducció mitjana del 25% de les emissions de CO₂ dels automòbils de nova matriculació en el període 1995-2008. A més l'ACEA es comprometia a produir vehicles amb un nivell d'emissions de 120 g/km a partir del 2000 i a revisar l'acord entre les dues parts l'any 2003.

FIGURA 30.
EVOLUCIÓ PREVISTA DE LES EMISSIONS DE CO2 DELS AUTOMÒBILS DE LA UNIÓ EUROPEA

Any	Emissions (gr/km)
1995 (valor mig)	187
2003 (valor estimat)	165-170
2008 (acord ACEA)	140
2012 (valor objectiu)	120

Font: Mataix (1999)

3. CONSUM D'EMISSIONS DEL TRANSPORT A BARCELONA

3.1 TIPOLOGIES DE VEHICLES

Elements per definir les tipologies

El primer criteri a l'hora de definir les diferents tipologies per les quals aquest estudi calcula els consums d'energia i les emissions de gasos contaminants és el tipus d'energia emprat. Una primera distinció és la dels vehicles que utilitzen derivats del petroli i els que són de tracció elèctrica. Entre els que utilitzen derivats del petroli, distingim a més entre els que fan servir combustibles líquids i els que usen gas liquat del petroli i, finalment, entre els que utilitzen combustibles líquids distingim entre els vehicles propulsats amb gasolina i els propulsats amb gasoil.

El segon element per definir les diferents tipologies de vehicle és la distinció entre transport públic col·lectiu i vehicle privat. El consum energètic del transport públic col·lectiu es coneix i el proporciona l'operador; pel vehicle privat, en canvi, cal recórrer a estimacions desenvolupant una metodologia de càlcul. El taxi, transport públic individual, es considerarà en aquest cas com a vehicle privat, ja que des del punt de vista energètic el seu comportament és el d'un cotxe, amb l'excepció feta dels taxis de gas liquat del petroli que constitueixen per si sols una tipologia. Aquest segon criteri, juntament amb l'anterior, defineix una nova tipologia: els autobusos.

Per definir les diferents tipologies de vehicle privat es parteix de les categories bàsiques de les que es tenen dades del cens de vehicles de l'Ajuntament de Barcelona: cotxes, motos, i furgonetes i camions. A la taula 15 agrupa la informació. Pels cotxes definim dues tipologies segons el tipus de combustible: cotxes de gasolina i cotxes dièsel. Les motos són per si soles una altra tipologia de vehicle i finalment per les furgonetes i camions distingim novament entre motors de gasolina, molt pocs, i motors dièsel, la majoria.

FIGURA 31.
TIPOLOGIA DE VEHICLES DEL CENS DE 2007

	Nombre	%
Cotxes	595.523	61,64
Motos i ciclomotors	276.595	28,63
Furgonetes i camions	71.401	7,39
Autobusos	1.079	0,11
Altres	21.499	2,23
TOTAL	966.097	100

Font: Departament d'Estadística. Ajuntament de Barcelona

Tanmateix, l'ús de cada tipologia de vehicle privat no és uniforme dins del parc mòbil de vehicles. En particular, diversos aforaments realitzats a diversos aparcaments de Barcelona i a peu de carrer demostren que els vehicles més nous i els vehicles dièsel realitzen un major quilometratge que els vehicles més antics. Aquest fet invalida la utilització del repartiment del parc mòbil censat i associar-li un factor d'emissió i de consum per calcular el seu consum energètic i les seves emissions. En aquest sentit, es calcularà el repartiment dels vehicles segons categories considerant el parc circulant real a la ciutat a partir de diversos aforaments.

Classificació i característiques de tipologies

Es defineixen per tant nou tipologies de vehicle a partir de: tipus d'energia, transport públic o privat, categoria de vehicle privat i tipus de carburant. Per a les tres tipologies de vehicle privat, es distingiran a més pel càlcul del consum i les emissions de gasos, classificacions dels vehicles en funció de l'edat i la cilindrada en el cas dels cotxes, característiques del motor i cilindrada en les motos, i pes en les furgonetes i camions. Respecte al tipus de carburant dels autobusos aquests poden ser de gasoil o de gas natural, sent majoritari el primer grup representant el 66% de la flota.

FIGURA 32.
TIPOLOGIA DE VEHICLE

TRANSPORT	DERIVATS DEL PETROLI	COMBUSTIBLES LÍQUIDS	VEHICLE PRIVAT	COTXES	GASOLINA	TIPOLOGIA 1
					GAS-OIL	TIPOLOGIA 2
				MOTOS		TIPOLOGIA 3
				FURGONETES I CAMIONS	GASOLINA	TIPOLOGIA 4
					GAS-OIL	TIPOLOGIA 5
		TRANSPORT PÚBLIC	AUTOBUSOS		TIPOLOGIA 6	
		GAS LIQUAT DEL PETROLI (GLP)		TAXIS DE GLP	TIPOLOGIA 7	
		GAS NATURAL COMPRIMIT (GNC)		AUTOBUSOS	TIPOLOGIA 8	
		ELECTRICITAT		METRO, FGC, RENFE	TIPOLOGIA 9	

En els cotxes de gasolina (tipologia 1) establim 6 franges d'edat, des dels anteriors a 1978 fins als del període 1996-2000, i per a cada franja d'edat tres grups segons la cilindrada: fins a 1.399 cc, entre 1.400 i 1.999 cc i més de 2.000 cc. Per la tipologia 1 es poden diferenciar per tant fins a 18 tipus de vehicles diferents:

t1ij amb $i=1 \div 6$ segons l'edat del vehicle
 $j=1 \div 3$ segons la cilindrada

En la distribució per edats dels vehicles és important distingir entre vehicles preEURO anteriors al 1992 i classificats segons normativa d'homologació vigent l'any de fabricació (ECE), i vehicles EURO, posteriors al 1992 i sota l'àmbit legislatiu de les Directives comunitàries sobre control d'emissions: Dir.91/441/EEC (EURO I, 1/7/1992), Dir.94/12/EEC (EURO II, 1/1/1996) i la Dir.98/69/EEC (EURO III 1/1/2001 i EURO IV 1/1/2006).

Els cotxes, tant els que gasolina (tipologia 1) com els de dièsel (tipologia 2) es classifiquen tant per efectes de consum com d'edats, distingint així fins a cinc categories: els Pre-EURO, EURO I, EURO II, EURO III i EURO IV. S'estima que un 57,6% dels cotxes, 342.915 vehicles, són de gasolina i que un 42,4% del total, 252.608 vehicles, són dièsel. El seu repartiment és molt similar per edats. La classificació dels cotxes queda resumida a les figures següents, que inclouen també la seva distribució per edats obtinguda a partir de les dades del cens de vehicles del 2007 i del parc circulant que ens ha proporcionat Barcelona Regional amb l'objectiu de conèixer la mobilitat del vehicles que circulen per Barcelona actualment.

FIGURA 33.
CLASSIFICACIÓ I DISTRIBUCIÓ DE COTXES GASOLINA

	EDAT	TOTAL AGRUPACIÓ	CILINDRADA	Nº de vehicles	TOTAL AGRUPACIÓ
COTXES GASOLINA (ET /PI)	Pre ECE ECE 15-0001 (novo 0001) anteriors a 1978	4%	fins a 1.399cc	6.466	1,89%
			de 1.400 a 1.999cc	5.815	1,70%
			més de 2.000cc	1.074	0,31%
	ECE 15-02 1979-1980	3%	fins a 1.399cc	4.873	1,42%
			de 1.400 a 1.999cc	4.361	1,27%
			més de 2.000cc	806	0,24%
	ECE 15-03 1981-1985	4%	fins a 1.399cc	6.040	1,76%
			de 1.400 a 1.999cc	5.405	1,58%
			més de 2.000cc	999	0,29%
	ECE 15-04 1986-1990	14%	fins a 1.399cc	23.283	6,79%
			de 1.400 a 1.999cc	20.836	6,09%
			més de 2.000cc	3.849	1,12%
	EURO I (91-95)	8%	fins a 1.399 cc	13.005	3,79%
			de 1.400 a 1.999cc	11.639	3,39%
			més de 2.000cc	2.150	0,63%
	EURO II (96-00)	24%	fins a 1.399 cc	40.684	11,88%
			de 1.400 a 1.999cc	36.409	10,62%
			més de 2.000cc	6.726	1,96%
	EURO III (01-04)	24%	fins a 1.399cc	40.174	11,72%
			de 1.400 a 1.999cc	35.962	10,48%
			més de 2.000cc	6.642	1,94%
	EURO IV (05-10)	19%	fins a 1.399cc	31.886	9,30%
			de 1.400 a 1.999cc	28.536	8,32%
			més de 2.000cc	5.272	1,54%
Total				342.914	100,00%

a. Segons parc mòbil censat

	EDAT	TOTAL AGRUPACIÓ	CILINDRADA	Nº de vehicles	TOTAL AGRUPACIÓ
COTXES GASOLINA (ET /PI)	Pre ECE ECE 15-0001 (novo 0001) anteriors a 1978	0,23%	fins a 1.399cc	467	0,23%
			de 1.400 a 1.999cc	18	0,01%
			més de 2.000cc	0	0,00%
	ECE 15-02 1979-1980	0,00%	fins a 1.399cc	0	0,00%
			de 1.400 a 1.999cc	0	0,00%
			més de 2.000cc	0	0,00%
	ECE 15-03 1981-1985	0,00%	fins a 1.399cc	110	0,00%
			de 1.400 a 1.999cc	0	0,00%
			més de 2.000cc	0	0,00%
	ECE 15-04 1986-1990	4,10%	fins a 1.399cc	7.789	3,04%
			de 1.400 a 1.999cc	1.021	0,40%
			més de 2.000cc	79	0,03%
	EURO I (91-95)	7,03%	fins a 1.399 cc	13.270	5,13%
			de 1.400 a 1.999cc	1.790	0,69%
			més de 2.000cc	173	0,07%
	EURO II (96-00)	20,33%	fins a 1.399 cc	40.140	16,03%
			de 1.400 a 1.999cc	3.172	1,26%
			més de 2.000cc	738	0,30%
	EURO III (01-04)	35,73%	fins a 1.399cc	66.360	26,56%
			de 1.400 a 1.999cc	6.721	2,69%
			més de 2.000cc	2.308	0,91%
	EURO IV (05-10)	31,34%	fins a 1.399cc	61.497	24,33%
			de 1.400 a 1.999cc	4.256	1,68%
			més de 2.000cc	3.439	1,36%
Total		99,62%		218.385	100%

b. Segons parc mòbil circulant (a partir d'aforaments a la ciutat)

FIGURA 34.
CLASSIFICACIÓ I DISTRIBUCIÓ DE COTXES DIESEL

COTXES DIESEL (42,4 %)	EDAT	CILINDRADA	AGRUPACIÓ	Nº de vehicles	% TOTAL
	Pre ECE ECE 15-80/81 (abans 1981) anteriors a 1978	fins a 1.999cc.	3,90%	9.070	3,59%
		més de 2.000cc.		791	0,31%
	ECE 15-82 1979-1980 1979-1980	fins a 1.999cc.	2,93%	5.803	2,61%
		més de 2.000cc.		594	0,24%
	ECE 15-83 1981-1985	fins a 1.999cc.	3,63%	8.431	3,34%
		més de 2.000cc.		736	0,29%
	ECE 15-84 1986-1992	fins a 1.999cc.	13,99%	32.500	12,87%
		més de 2.000cc.		2.836	1,12%
	EURO I	fins a 1.999cc.	7,81%	18.154	7,15%
		més de 2.000cc.		1.584	0,63%
	EURO II	fins a 1.999cc.	24,44%	56.791	22,48%
		més de 2.000cc.		4.955	1,96%
	EURO III 2001-04	fins a 1.999cc.	24,14%	56.078	22,20%
		més de 2.000cc.		4.893	1,94%
	EURO IV 2005-10	fins a 1.999cc.	19,16%	44.510	17,62%
més de 2.000cc.		3.883		1,54%	
Total				252.609	100,0%

a. Segons parc mòbil censat

COTXES DIESEL (44,48%)	EDAT	CILINDRADA	AGRUPACIÓ	Nº de vehicles	% TOTAL AGRUPACIÓ
	Pre ECE ECE 15-80/81 (abans 1981) anteriors a 1978	fins a 1.999cc.	6,63%	23.980	6,11%
		més de 2.000cc.		2.016	0,53%
	ECE 15-82 1979-1980 1979-1980	fins a 1.999cc.	6,63%	23.980	6,11%
		més de 2.000cc.		2.016	0,53%
	ECE 15-83 1981-1985	fins a 1.999cc.	6,63%	23.980	6,11%
		més de 2.000cc.		2.016	0,53%
	ECE 15-84 1986-1992	fins a 1.999cc.	6,63%	23.980	6,11%
		més de 2.000cc.		2.016	0,53%
	EURO I	fins a 1.999cc.	8,47%	30.656	7,82%
		més de 2.000cc.		2.578	0,66%
	EURO II	fins a 1.999cc.	26,51%	95.896	24,40%
		més de 2.000cc.		8.054	2,06%
	EURO III 2001-04	fins a 1.999cc.	25,14%	90.939	23,19%
		més de 2.000cc.		7.647	1,95%
	EURO IV 2005-10	fins a 1.999cc.	13,37%	48.374	12,33%
més de 2.000cc.		4.068		1,04%	
	Total			392.208	100,0%

b. Segons parc mòbil circulant (a partir d'aforaments a la ciutat)

Per a classificar les motos es fa una primera distinció entre les de menys de 50 cc (ciclomotors) i les de més de 50 cc (motocicletes), i d'aquestes últimes es tracten per separat segons la seva cilindrada formant tres grans grups: inferiors a 250 cc, entre 250 cc i 750 cc, i superiors a 750 cc.

La classificació de furgonetes i camions depèn del tipus de combustible i del seu pes. La distinció entre vehicles de gasolina i de gasoil (tipologies 4 i 5) només es té en compte en els vehicles lleugers, ja que els pesats sempre són de dièsel. Respecte al pes d'aquests últims es realitzen fins a 5 classificacions gràcies a les dades facilitades per Barcelona Regional.

FIGURA 35.
DISTRIBUCIÓ DEL PARC DE MOTOS DE BARCELONA

	Motocicletes				Ciclomotors
	< 250 c.c.	250 c.c. – 750 c.c	> 750 c.c.	Total	
Pre-ECE	84.134			84.134	3.628
EURO I	12.666			12.666	
EURO II	25.692	1.229	2.494	29.414	17.817,00
EURO III	25.691	34.511	7.481	67.684	37.387,00
EURO IV					34.550,00
Total	148.183	35.740	9.975	193.898	93.382

FIGURA 36.
CLASSIFICACIÓ I DISTRIBUCIÓ DE FURGONETES I CAMIONS

light duty vehicles	GASOLINA		% respecte total de vehicles de furgonetes i camions		
	CONVENCIONAL		1,11%		
	EURO 1		0,81%		
	EURO 2		0,38%		
	EURO 3		1,17%		
	EURO 4		1,76%		
	EURO 5		0,00%		
	EURO 6		0,00%		
	DIESEL				
	CONVENCIONAL		3,11%		
	EURO 1		4,96%		
	EURO 2		5,42%		
	EURO 3		24,97%		
	EURO 4		42,80%		
	EURO 5				
	EURO 6				
	heavy duty vehicles	DIESEL		% respecte total de vehicles de furgonetes i camions	
		<7.5t 80'S		0,14%	
		<7.5t EURO 1		0,09%	
<7.5t EURO 2			0,39%		
<7.5t EURO 3			0,97%		
<7.5t EURO 4			0,98%		
<7.5t EURO 5			0,83%		
7.5-12t 80'S			0,35%		
7.5-12t EURO 1			0,32%		
7.5-12t EURO 2			0,72%		
7.5-12t EURO 3			1,37%		
7.5-12t EURO 4			0,97%		
7.5-12t EURO 5			0,00%		
12-14t 80'S			0,09%		
12-14t EURO 1			0,09%		
12-14t EURO 2			0,05%		
12-14t EURO 3			0,18%		
12-14t EURO 4			0,17%		
12-14t EURO 5			0,01%		
>14-20t 80'S			0,15%		
>14-20t EURO 1			0,17%		
>14-20t EURO 2			0,78%		
>14-20t EURO 3			1,86%		
>14-20t EURO 4			1,16%		
>14-20t EURO 5			0,11%		
>20-26t 80'S		0,01%			
>20-26t EURO 1		0,05%			
>20-26t EURO 2		0,21%			
>20-26t EURO 3		0,74%			
>20-26t EURO 4		0,46%			
>20-26t EURO 5		0,06%			

Font: Barcelona Regional

3.2 CÀLCUL DE CONSUM I EMISSIONS

Vehicle privat

El càlcul del consum i les emissions del vehicle privat s'estructura en quatre apartats. En el primer es planteja la metodologia de càlcul, en el segon s'exposa el càlcul del consum unitari i els factors d'emissió de les 5 tipologies de vehicle privat i els seus resultats a Barcelona, el tercer apartat presenta les característiques del volum de trànsit de la ciutat i finalment el quart, dona els consums i emissions globals.

Metodologia

Per a cada tipus de combustible es calcula un consum específic considerant la tipologia de vehicle, la velocitat mitjana i els efectes de l'àmbit de conducció. Determinat el consum unitari, a partir de les dades d'intensitats de trànsit i la distància recorreguda s'obté l'estimació del consum global. La metodologia és la mateixa pel càlcul de les emissions de contaminants: NOx, CO, VOC, SO₂, partícules, NH₃, N₂O, CH₄ i CO₂. Matemàticament, es pot formular com:

$$\text{Consum}(v,t) \text{ (l/any)} = \sum \text{consum específic}(j,v) \cdot l \text{ (km)} \cdot \text{vehicles-any}(t,j)$$

$$\text{Emissions}(v,t) \text{ (l/any)} = \sum \text{factor d'emissió}(j,v) \cdot l \text{ (km)} \cdot \text{vehicles-any}(t,j)$$

on
j = tipologia de vehicles
v = velocitat
t = any d'anàlisi

Els volums de trànsit (veh-km) agrupen directament el producte d'intensitat (veh) i longitud recorreguda (l), és a dir, els quilòmetres totals recorreguts a la ciutat o en una determinada via.

L'objectiu d'aquesta metodologia de càlcul és deixar oberta la determinació del consum unitari si varien les característiques del parc de vehicles o les condicions de circulació. Si es pren el consum unitari com un valor tancat tan sols es pot avaluar la variació del consum i les emissions a partir de la variació del nombre de vehicles i/o dels quilòmetres recorreguts.

Pel càlcul del consum específic i els factors d'emissió existeixen diferents models, però el més usual és el càlcul mitjançant les corbes velocitat-consum i velocitat-factors d'emissió que es recullen en el projecte COPERT de la Unió Europea

obtingudes a partir de dades de cicles de conducció real. Aquestes funcions permeten conèixer el consum unitari i els factors d'emissió de cada tipus de vehicle donada la velocitat mitjana, i coneguda la distribució es pot calcular el consum i emissions específics per tipologies.

En aquest model de càlcul les dinàmiques d'una determinada circumstància de conducció, com és la conducció urbana, es consideren implícitament. Degut a la possible diferència de consum i emissions segons les condicions de conducció en un mateix rang de velocitats, s'han desenvolupat altres models de càlcul que consideren, a més de la velocitat del vehicle, alguna altra variable que tingui en compte la variació de la velocitat.

En l'Emission Factor Workbook (Keller et al., 1995) la segona variable no és quantitativa sinó qualitativa. A cada situació de tràfic i tipus de vehicle se'ls associa un consum i per cada contaminant es calcula un factor d'emissió. Una tercera alternativa són els models de consum i emissions instantanis que consideren una segona variable, en aquest cas quantitativa, que és generalment l'acceleració o el producte d'aquesta per la velocitat.

L'aplicació de diferents mètodes de càlcul – models de velocitat mitjana (COPERT 90), l'Emission Factor Workbook (Keller et al., 1995), i un model de consum i emissions instantanis (Sturm et al., 1994) – en una ciutat, mostren una concordança relativament bona entre resultats (Zachariadis i Samaras, 1997). Tan sols s'hi identifiquen dues àrees on el càlcul a partir de la velocitat mitjana no és recomanable: l'estimació d'emissions a micro-escala i la valoració de mesures de tràfic com una reducció de la velocitat o de la capacitat, en aquests casos l'efecte de la

seva variació és menys important que la d'altres aspectes del comportament de conducció (driving behavior) i es recomanen mètodes de càlcul més sofisticats. En especial, un dels fenòmens més importants que les metodologies no tenen en compte és el de stop-&-go. Les metodologies consideren el consum unitari segons una velocitat mitjana vm , però no suposen la fase de frenada i acceleració en un flux de trànsit discontinu.

Consum unitari i factors d'emissió

El consum unitari de cada tipologia s'obté a partir del consum unitari de cada tipus de vehicle dins d'una mateixa tipologia i el seu percentatge en el total de la tipologia, i es calcula com:

$$\text{Consum específic}(i) = \frac{\sum \text{consum específic}(i, j) \cdot \% \text{vehicles}(i, j)}{\sum \% \text{vehicles}(i, j)}$$

on i = tipologia de vehicle

j = tipus de vehicle dins de la tipologia " i "

I anàlogament pel càlcul dels factors d'emissió:

$$\text{Factor d'emissió}(i, k) = \frac{\sum \text{factor d'emissió}(i, j, k) \cdot \% \text{vehicles}(i, j, k)}{\sum \% \text{vehicles}(i, j, k)}$$

on i = tipologia de vehicle

j = tipus de vehicle dins de la tipologia " i "

k = gas pel que s'està calculant el factor d'emissió

En aquest estudi per a cotxes s'utilitzarà el model de càlcul de consum i emissions en funció de la velocitat mitja del COPERT i es compararà amb factors de consum urbans a nivell europeu. Les figures següents mostren la distribució i les fórmules considerades pel consum, i els factors empleats pel càlcul de les emissions.

FIGURA 37.
FUNCIONS DE CONSUM PER A COTXE

	EDAT	CILINDRADA	CONSUM	FORMULA
			l/100km	
COTXES GASOLINA (57,6%)	Pre ECE ECE 15-00-01 (valors 00-01) anterior a 1978	fins a 1.399cc.	10-60	$595 \cdot v^{-1}(-0,63)$
			60-130	$95-1,324 \cdot v+0,0086 \cdot v^2$
		de 1.400 a 1.999cc.	10-60	$864 \cdot v^{-1}(-0,69)$
			60-130	$59-0,407 \cdot v+0,0042 \cdot v^2$
		més de 2.000cc.	10-60	$1236 \cdot v^{-1}(-0,764)$
			60-130	$65-0,407 \cdot v+0,0042 \cdot v^2$
	ECE 15-02 1979-1980	fins a 1.399cc.	10-50	$544 \cdot v^{-1}(-0,63)$
			50-130	$85-1,108 \cdot v+0,0077 \cdot v^2$
		de 1.400 a 1.999cc.	10-50	$879 \cdot v^{-1}(-0,72)$
			50-130	$71-0,7032 \cdot v+0,0059 \cdot v^2$
		més de 2.000cc.	10-50	$1224 \cdot v^{-1}(-0,756)$
			50-130	$111-1,333 \cdot v+0,0093 \cdot v^2$
	ECE 15-03 1981-1985	fins a 1.399cc.	10-50	$544 \cdot v^{-1}(-0,63)$
			50-130	$85-1,108 \cdot v+0,0077 \cdot v^2$
		de 1.400 a 1.999cc.	10-50	$879 \cdot v^{-1}(-0,72)$
			50-130	$71-0,7032 \cdot v+0,0059 \cdot v^2$
		més de 2.000cc.	10-50	$1224 \cdot v^{-1}(-0,756)$
			50-130	$111-1,333 \cdot v+0,0093 \cdot v^2$
	ECE 15-04 1986-1992	fins a 1.399cc.	10-25	$296,7-80,21 \cdot \ln(v)$
			25-130	$81,1-1,014 \cdot v+0,0068 \cdot v^2$
		de 1.400 a 1.999cc.	10-60	$606,1 \cdot v^{-1}(-0,667)$
			60-130	$102,5-1,364 \cdot v+0,0086 \cdot v^2$
		més de 2.000cc.	10-60	$819,9 \cdot v^{-1}(-0,663)$
			60-130	$41,7+0,122 \cdot v+0,0016 \cdot v^2$
	EURO I (93-95)	fins a 1.399 cc.	10-130	$(196+1,17 \cdot v+0 \cdot v^2)(1+0,129 \cdot v+0,000723 \cdot v^2)$
		de 1.400 a 1.999cc.	10-130	$(199+0,346 \cdot v+0 \cdot v^2)(1+0,0892 \cdot v+0,000538 \cdot v^2)$
		més de 2.000cc.	10-130	$(230+0,0426 \cdot v+0 \cdot v^2)(1+0,0694 \cdot v+0,000446 \cdot v^2)$
	EURO II (96-00)	fins a 1.399 cc.	10-130	$(208+0,965 \cdot v+0,0143 \cdot v^2)(1+0,107 \cdot v+0,0005 \cdot v^2)$
		de 1.400 a 1.999cc.	10-130	$(347+2,73 \cdot v+0,00428 \cdot v^2)(1+0,217 \cdot v+0,000911 \cdot v^2)$
		més de 2.000cc.	10-130	$(1540+19,1 \cdot v+0 \cdot v^2)(1+0,869 \cdot v+0,000363 \cdot v^2)$
	EURO III (01-04)	fins a 1.399cc.	10-130	$(170+0,418 \cdot v+0,00499 \cdot v^2)(1+0,0928 \cdot v+0,000452 \cdot v^2)$
		de 1.400 a 1.999cc.	10-130	$(217+0,253 \cdot v+0,00965 \cdot v^2)(1+0,096 \cdot v+0,000421 \cdot v^2)$
		més de 2.000cc.	10-130	$(253+0,502 \cdot v+0 \cdot v^2)(1+0,0962 \cdot v+0,000469 \cdot v^2)$
	EURO IV (05-10)	fins a 1.399cc.	10-130	$(136+1,65 \cdot v+0,0312 \cdot v^2)(1+0,026 \cdot v+0,000228 \cdot v^2)$
		de 1.400 a 1.999cc.	10-130	$(174+0,364 \cdot v+0,00874 \cdot v^2)(1+0,0685 \cdot v+0,000247 \cdot v^2)$
		més de 2.000cc.	10-130	$(285+0,137 \cdot v+0 \cdot v^2)(1+0,0728 \cdot v+0,000416 \cdot v^2)$
COTXES DIESEL (42,4%)	Pre ECE ECE 15-00-01 (valors 00-01) anterior a 1978	fins a 1.999cc.	10-130	$118,489-2,084 \cdot v+0,014 \cdot v^2$
		més de 2.000cc.	10-130	$118,489-2,084 \cdot v+0,014 \cdot v^2$
	ECE 15-02 1979-1980 1979-1980	fins a 1.999cc.	10-130	$118,489-2,084 \cdot v+0,014 \cdot v^2$
		més de 2.000cc.	10-130	$118,489-2,084 \cdot v+0,014 \cdot v^2$
	ECE 15-03 1981-1985	fins a 1.999cc.	10-130	$118,489-2,084 \cdot v+0,014 \cdot v^2$
		més de 2.000cc.	10-130	$118,489-2,084 \cdot v+0,014 \cdot v^2$
	ECE 15-04 1986-1992	fins a 1.999cc.	10-130	$118,489-2,084 \cdot v+0,014 \cdot v^2$
		més de 2.000cc.	10-130	$118,489-2,084 \cdot v+0,014 \cdot v^2$
	EURO I	fins a 1.999cc.	10-130	$(145-0,188 \cdot v+0,00947 \cdot v^2)(1+0,06730 \cdot v+0,000317 \cdot v^2)+0 \cdot v$
		més de 2.000cc.	10-130	$(196+0,187 \cdot v+0,00999 \cdot v^2)(1+0,07190 \cdot v+0,000332 \cdot v^2)+0 \cdot v$
	EURO II	fins a 1.999cc.	10-130	$(142-0,651 \cdot v+0,01320 \cdot v^2)(1+0,0498 \cdot v+0,000169 \cdot v^2)+0 \cdot v$
		més de 2.000cc.	10-130	$(196+0,187 \cdot v+0,00999 \cdot v^2)(1+0,07190 \cdot v+0,000332 \cdot v^2)+0 \cdot v$
	EURO III 2001-04	fins a 1.999cc.	10-130	$(162+2,18 \cdot v+0,0128 \cdot v^2)(1+0,123 \cdot v+0,000776 \cdot v^2)+0 \cdot v$
		més de 2.000cc.	10-130	$(196+0,187 \cdot v+0,00999 \cdot v^2)(1+0,07190 \cdot v+0,000332 \cdot v^2)+0 \cdot v$
	EURO IV 2005-10	fins a 1.999cc.	10-130	$(162+2,18 \cdot v+0,0128 \cdot v^2)(1+0,123 \cdot v+0,000776 \cdot v^2)+0 \cdot v$
		més de 2.000cc.	10-130	$(196+0,187 \cdot v+0,00999 \cdot v^2)(1+0,07190 \cdot v+0,000332 \cdot v^2)+0 \cdot v$

FIGURES 38.

FACTORS D'EMISSION DE GASOS A BARCELONA SEGONS EL COMBUSTIBLE DEL COTXE I VIA PER ON ES CIRCULA

Cotxe de gasolina a l'interior de la ciutat (Vel = 21,3 km/h)

	EDAT	CILINDRADA	Nº de vehicles	TOTAL AGRUPACIO	N2		CO		VOC		PARTÍCULES (PM)		NO	NO2	CO2	CO2					
					Velocitat	Factors d'emissió (g/km)	Velocitat	Factors d'emissió (g/km)	Velocitat	Factors d'emissió (g/km)	Velocitat	Factors d'emissió (g/km)									
COTIS GASOLINA (17 AN)	Pre ECE ECE 15-80/91 (anys 1970) anterior a 1970	fins a 1.399cc.	487	0,0%	10-130	1.509	10-50	30,618	10-50	2.901	10-130	0,06	0,013	0,002	0,010	0,561	215,318				
		de 1.400 a 1.999cc.	16	0,0%	10-130	1.804	10-50	30,618	10-50	2.901	10-130	0,08	0,016								
		més de 2.000cc.	0	0,0%	10-130	2.194	10-50	30,618	10-50	2.901	10-130	0,10	0,017								
	ECE 15-82 1979-1980	fins a 1.399cc.	0	0,0%	10-130	1.482	10-50	26,236	10-50	2.899	10-130	0,06	0,012								
		de 1.400 a 1.999cc.	0	0,0%	10-130	1.673	10-50	26,236	10-50	2.899	10-130	0,08	0,014								
		més de 2.000cc.	0	0,0%	10-130	1.867	10-50	26,236	10-50	2.899	10-130	0,10	0,018								
	ECE 15-83 1981-1985	fins a 1.399cc.	112	0,0%	10-130	1.551	10-50	25,146	10-50	2.899	10-130	0,06	0,012								
		de 1.400 a 1.999cc.	0	0,0%	10-130	1.800	10-50	25,146	10-50	2.899	10-130	0,08	0,014								
		més de 2.000cc.	0	0,0%	10-130	2.079	10-50	25,146	10-50	2.899	10-130	0,10	0,018								
	ECE 15-84 1986-1990	fins a 1.399cc.	7.789	0,0%	10-130	1.540	10-50	16,124	10-50	2.291	10-130	0,06	0,010								
		de 1.400 a 1.999cc.	1.021	0,0%	10-130	1.794	10-50	16,124	10-50	2.291	10-130	0,08	0,013								
		més de 2.000cc.	79	0,0%	10-130	2.249	10-50	16,124	10-50	2.291	10-130	0,10	0,015								
	EURO I (83-85)	fins a 1.399 cc.	13.270	0,0%	10-130	0,357	10-130	2,157	10-130	0,293	10-130	0,06	0,010								
		de 1.400 a 1.999cc.	1.790	0,0%	10-130	0,407	10-130	2,375	10-130	0,294	10-130	0,08	0,013								
		més de 2.000cc.	173	0,0%	10-130	0,295	10-130	2,123	10-130	0,189	10-130	0,10	0,015								
	EURO II (96-00)	fins a 1.399 cc.	40.142	0,0%	10-130	0,21	10-130	0,89	10-130	0,128	10-130							0,138	0,014	0,217	
		de 1.400 a 1.999cc.	3.172	0,0%							10-130	0,001	0,022								
		més de 2.000cc.	738	0,0%							10-130										
	EURO III (01-04)	fins a 1.399cc.	68.360	0,0%	10-130	0,0646	10-130	0,49	10-130	0,022	10-130	0,0001	0,0077					0,001	0,002	0,300	
		de 1.400 a 1.999cc.	6.721	0,0%							10-130										
		més de 2.000cc.	2.308	0,0%							10-130										
	EURO IV (05-10)	fins a 1.399cc.	61.497	0,0%	10-130	0,11	10-130	0,16	10-130	0,012	10-130							0,0001	0,0054	0,001	0,002
		de 1.400 a 1.999cc.	4.256	0,0%							10-130										
		més de 2.000cc.	3.439	0,0%							10-130										
Total				215.365	10,41%		0,204		0,389		0,119	0,008	0,014	0,034	0,008	0,014	215,318				

Cal afegir en aquests percentatges la contribució d'un 0,58% que aporten els cotxes híbrids.

Cotxe de gasolina a les Rondes (Vel = 56,3 km/h)

EDAT	CILINDRADA	Nº de vehicles	TOTAL AGRUPACIO	N2		CO		VOC		PM10		NOx	PM2.5	CO2	CO2e (gCO2e/km)
				Velocitat	Factors d'emissió (g/km)	Velocitat	Factors d'emissió (g/km)	Velocitat	Factors d'emissió (g/km)	Velocitat	Factors d'emissió (g/km)				
Pre-ECE ECE 15-80/91 (anys 1970) anterior a 1970	fins a 1.399cc.	487	0,0%	10-130	1.906	10-50	14,505	10-50	1.347	0,013	0,002	0,010	0,050	140,219	
	de 1.400 a 1.999cc.	16	0,0%	10-130	2.455	10-50	14,505	10-50	1.347	0,016					
	més de 2.000cc.	0	0,0%	10-130	3.006	10-50	14,505	10-50	1.347	0,017					
ECE 15-82 1979-1980	fins a 1.399cc.	0	0,0%	10-130	1.811	10-50	12,877	10-50	1.448	0,012					
	de 1.400 a 1.999cc.	0	0,0%	10-130	2.083	10-50	12,877	10-50	1.448	0,014					
	més de 2.000cc.	0	0,0%	10-130	2.348	10-50	12,877	10-50	1.448	0,018					
ECE 15-83 1981-1985	fins a 1.399cc.	112	0,0%	10-130	1.936	10-50	11,586	10-50	1.489	0,012					
	de 1.400 a 1.999cc.	0	0,0%	10-130	2.252	10-50	11,586	10-50	1.489	0,014					
	més de 2.000cc.	0	0,0%	10-130	3.080	10-50	11,586	10-50	1.489	0,018					
ECE 15-84 1986-1990	fins a 1.399cc.	7.789	0,0%	10-130	1.906	10-50	9,658	10-50	1.168	0,010					
	de 1.400 a 1.999cc.	1.021	0,0%	10-130	2.450	10-50	9,658	10-50	1.168	0,013					
	més de 2.000cc.	79	0,0%	10-130	2.482	10-50	9,658	10-50	1.168	0,015					
EURO I (83-85)	fins a 1.399 cc.	13.270	0,0%	10-130	0,322	10-130	1,763	10-130	0,077	0,010	0,07	0,02	0,006		
	de 1.400 a 1.999cc.	1.790	0,0%	10-130	0,291	10-130	0,641	10-130	0,070	0,013					
	més de 2.000cc.	173	0,0%	10-130	0,196	10-130	1,002	10-130	0,073	0,015					
EURO II (96-00)	fins a 1.399 cc.	40.142	0,0%	10-130	0,14	10-130	0,56	10-130	0,064	0,016	0,138	0,014	0,217		
	de 1.400 a 1.999cc.	3.172	0,0%												
	més de 2.000cc.	738	0,0%												
EURO III (01-04)	fins a 1.399cc.	68.360	0,0%	10-130	0,0677	10-130	0,56	10-130	0,014	0,0116	0,001	0,002	0,002		
	de 1.400 a 1.999cc.	6.721	0,0%												
	més de 2.000cc.	2.308	0,0%												
EURO IV (05-10)	fins a 1.399cc.	61.497	0,0%	10-130	0,12	10-130	0,24	10-130	0,012	0,0005	0,001	0,002	0,002		
	de 1.400 a 1.999cc.	4.256	0,0%												
	més de 2.000cc.	3.439	0,0%												
Total				215.365	10,41%	0,366	0,813	0,071	0,009	0,016	0,006	0,009	0,014	140,219	

Cal afegir en aquests percentatges la contribució d'un 0,58% que aporten els cotxes híbrids.

Cotxe dièsel a l'interior de la ciutat (Vel = 21,3 km/h)

	EDAT	CILINDRADA	Nº de vehicles	% TOTAL AGRUPACIÓ	NOx		CO		VOC		SO2	PM10	PM2.5	CM1	CM2
					Velocitat	Factors d'emissió (g/km)	Velocitat	Factors d'emissió (g/km)	Velocitat	Factors d'emissió (g/km)	Factors d'emissió (g/km)	Factors d'emissió (g/km)	Factors d'emissió (g/km)	Factors d'emissió (g/km)	Factors d'emissió (g/km)
COTXES DIÈSEL (42,4%)	Pre-ECE ECE 15-80/81 (anteriors a 1979)	fins a 1.995cc.	23.980	6,11%	10-130	0,686	10-130	0,925	0,282	0,011	0,001	0	0,005	218,739	
		més de 2.000cc.	2.016	6,04%	10-130	1,008	10-130								
	ECE 15-82 1875-1980 1875-1980	fins a 1.995cc.	23.980	6,11%	10-130	0,686	10-130								
		més de 2.000cc.	2.016	6,04%	10-130	1,008	10-130								
	ECE 15-87 1981-1991	fins a 1.995cc.	23.980	6,11%	10-130	0,686	10-130								
		més de 2.000cc.	2.016	6,04%	10-130	1,008	10-130								
	ECE 15-94 1995-1997	fins a 1.995cc.	23.980	6,11%	10-130	0,686	10-130								
		més de 2.000cc.	2.016	6,04%	10-130	1,008	10-130								
	EURO I	fins a 1.995cc.	30.656	7,00%	10-130	0,837	10-130	0,845	10-130	0,081	0,006	0,001	0,002		0,011
		més de 2.000cc.	2.578	6,06%	10-130		10-130								
	EURO II	fins a 1.995cc.	95.896	24,00%	10-130	0,917	10-130	0,589	10-130	0,066	0,008	0,001	0,004		0,007
		més de 2.000cc.	8.064	3,86%	10-130		10-130								
	EURO III 2005-04	fins a 1.995cc.	95.939	24,19%	10-130	0,883	10-130	0,164	10-130	0,029	0,042	0,001	0,009		0,003
		més de 2.000cc.	7.647	1,90%	10-130		10-130								
	EURO IV 2005-10	fins a 1.995cc.	48.374	12,33%	10-130	0,747	10-130	0,157	10-130	0,011	0,008	0,001	0,009		0,000
		més de 2.000cc.	8.068	1,64%	10-130		10-130								
	Total		392.201	100,0%		8,899		9,396		0,163	0,3237	0,001	0,005	0,005	218,739

Cotxe dièsel a les Rondes (Vel = 56,3 km/h)

	EDAT	CILINDRADA	Nº de vehicles	% TOTAL AGRUPACIÓ	NOx		CO		VOC		SO2	NH3	WC	CH4	CO2
					Velocitat	Factors d'emissió (g/km)	Velocitat	Factors d'emissió (g/km)	Velocitat	Factors d'emissió (g/km)					
COTXES DIÈSEL (42,4%)	Pre-ECE (ECE 15-80/81) anteriors a 1979	fins a 1.995cc.	23.980	6,11%	10-130	0,450	10-130	0,935	10-130	0,106	0,011	0,001	0	0,005	143,494
		més de 2.000cc.	2.016	6,04%	10-130	0,739	10-130		10-130						
	ECE 15-82 1875-1980 1875-1980	fins a 1.995cc.	23.980	6,11%	10-130	0,450	10-130		10-130						
		més de 2.000cc.	2.016	6,04%	10-130	0,739	10-130		10-130						
	ECE 15-87 1981-1991	fins a 1.995cc.	23.980	6,11%	10-130	0,450	10-130		10-130						
		més de 2.000cc.	2.016	6,04%	10-130	0,739	10-130		10-130						
	ECE 15-94 1995-1997	fins a 1.995cc.	23.980	6,11%	10-130	0,450	10-130		10-130						
		més de 2.000cc.	2.016	6,04%	10-130	0,739	10-130		10-130						
	EURO I	fins a 1.995cc.	30.656	7,72%	10-130	0,557	10-130	0,283	10-130	0,038	0,007	0,001	0,002	0,011	
		més de 2.000cc.	2.578	6,86%	10-130		10-130		0,058						
	EURO II	fins a 1.995cc.	95.896	24,40%	10-130	0,576	10-130	0,198	10-130	0,025	0,007	0,001	0,004	0,007	
		més de 2.000cc.	8.064	3,86%	10-130		10-130		0,072						
	EURO III 2005-04	fins a 1.995cc.	95.939	24,19%	10-130	0,672	10-130	0,064	10-130	0,014	0,007	0,001	0,009	0,003	
		més de 2.000cc.	7.647	1,96%	10-130		10-130		0,025						
	EURO IV 2005-10	fins a 1.995cc.	48.374	10,53%	10-130	0,442	10-130	0,833	10-130	0,005	0,004	0,001	0,009	0,000	
		més de 2.000cc.	8.068	1,64%	10-130		10-130		0,005						
		Total		392.201	100,0%		8,550		6,345		0,043	0,6231	0,001	0,005	

FIGURES 39.

FACTORS D'EMISSIÓ DE PARTÍCULES A BARCELONA SEGONS EL COMBUSTIBLE DEL COTXE I VIA PER ON ES CIRCULA

Cotxe de gasolina a l'interior de la ciutat (Vel = 21,3 km/h)

	EDAT	CILINDRADA	Nº de vehicles	TOTAL AGRUPACIO	PARTÍCULES DE PNEUMÀTIC					PARTÍCULES DE FRENADA					PARTÍCULES DE CONTACTE SUP		
					TSP (g)	PM10 (g)	PM2,5 (g)	PM1 (g)	PM0,1 (g)	TSP (g)	PM10 (g)	PM2,5 (g)	PM1 (g)	PM0,1 (g)	TSP (g)	PM10 (g)	PM2,5 (g)
COTXES GASOLINA (57,6%)	Pre ECE ECE 15-00/01 (valors 00/01) anteriors a 1978	fins a 1.399cc.	487	0,22%													
		de 1.400 a 1.999cc.	16	0,01%													
		més de 2.000cc.	0	0,00%													
	ECE 15-02 1979-1980	fins a 1.399cc.	0	0,00%													
		de 1.400 a 1.999cc.	0	0,00%													
		més de 2.000cc.	0	0,00%													
	ECE 15-03 1981-1985	fins a 1.399cc.	110	0,05%													
		de 1.400 a 1.999cc.	0	0,00%													
		més de 2.000cc.	0	0,00%													
	ECE 15-04 1986-1992	fins a 1.399cc.	7.789	3,60%													
		de 1.400 a 1.999cc.	1.021	0,47%													
		més de 2.000cc.	79	0,04%	0,009	0,005	0,004	0,001	0,0004	0,012	0,012	0,005	0,001	0,0004	0,007	0,004	0,002
	EURO I (93-95)	fins a 1.399 cc.	13.270	6,13%													
		de 1.400 a 1.999cc.	1.790	0,83%													
		més de 2.000cc.	173	0,08%													
	EURO II (96-00)	fins a 1.399 cc.	40.140	18,53%													
		de 1.400 a 1.999cc.	3.172	1,46%													
		més de 2.000cc.	738	0,34%													
	EURO III (01-04)	fins a 1.399cc.	68.360	31,56%													
		de 1.400 a 1.999cc.	6.721	3,10%													
		més de 2.000cc.	2.308	1,07%													
	EURO IV (05-10)	fins a 1.399cc.	61.497	28,39%													
		de 1.400 a 1.999cc.	4.256	1,96%													
		més de 2.000cc.	3.439	1,59%													

Cotxe de gasolina a les Rondes (Vel = 56,3 km/h)

	EDAT	CILINDRADA	Nº de vehicles	TOTAL AGRUPACIO	PARTÍCULES DE PNEUMÀTIC					PARTÍCULES DE FRENADA					PARTÍCULES DE CONTACTE SUP		
					TSP (g)	PM10 (g)	PM2,5 (g)	PM1 (g)	PM0,1 (g)	TSP (g)	PM10 (g)	PM2,5 (g)	PM1 (g)	PM0,1 (g)	TSP (g)	PM10 (g)	PM2,5 (g)
COTXES GASOLINA (57,6%)	Pre ECE ECE 15-00/01 (valors 00/01) anteriors a 1978	fins a 1.399cc.	487	0,22%													
		de 1.400 a 1.999cc.	16	0,01%													
		més de 2.000cc.	0	0,00%													
	ECE 15-02 1979-1980	fins a 1.399cc.	0	0,00%													
		de 1.400 a 1.999cc.	0	0,00%													
		més de 2.000cc.	0	0,00%													
	ECE 15-03 1981-1985	fins a 1.399cc.	110	0,05%													
		de 1.400 a 1.999cc.	0	0,00%													
		més de 2.000cc.	0	0,00%													
	ECE 15-04 1986-1992	fins a 1.399cc.	7.789	3,60%													
		de 1.400 a 1.999cc.	1.021	0,47%													
		més de 2.000cc.	79	0,04%	0,009	0,005	0,004	0,001	0,0004	0,009	0,009	0,005	0,001	0,0004	0,007	0,004	0,002
	EURO I (93-95)	fins a 1.399 cc.	13.270	6,13%													
		de 1.400 a 1.999cc.	1.790	0,83%													
		més de 2.000cc.	173	0,08%													
	EURO II (96-00)	fins a 1.399 cc.	40.140	18,53%													
		de 1.400 a 1.999cc.	3.172	1,46%													
		més de 2.000cc.	738	0,34%													
	EURO III (01-04)	fins a 1.399cc.	68.360	31,56%													
		de 1.400 a 1.999cc.	6.721	3,10%													
		més de 2.000cc.	2.308	1,07%													
	EURO IV (05-10)	fins a 1.399cc.	61.497	28,39%													
		de 1.400 a 1.999cc.	4.256	1,96%													
		més de 2.000cc.	3.439	1,59%													

Cotxes dièsel a l'interior de la ciutat (Vel = 21,3 km/h)																														
COTXES DIÈSEL (L/100 km)	EAT	CILINDRADA	Nº de vehicles	% TOTAL AGRUPACIÓ	PARTÍCULES DE PNEUMÀTIC					PARTÍCULES DE FRENADA					PARTÍCULES DE CONTACTE SUP															
					TSP (g)	PM10 (g)	PM2,5 (g)	PM1 (g)	PM0,1 (g)	TSP (g)	PM10 (g)	PM2,5 (g)	PM1 (g)	PM0,1 (g)	TSP (g)	PM10 (g)	PM2,5 (g)													
	Pre ECE ECE 15-09-91 velocitat interior a l'urbà anteriors a 1979	fins a 1.999cc	23.980	0,11%	0,009	0,008	0,004	0,001	0,0004	0,012	0,012	0,005	0,001	0,001	0,008	0,004	0,002													
		més de 2.000cc	2.016	0,01%																										
	ECE 15-09 1979-1990 1979-1990	fins a 1.999cc	23.980	0,11%																										
		més de 2.000cc	2.016	0,01%																										
	ECE 15-09	fins a 1.999cc	23.980	0,11%																										
		més de 2.000cc	2.016	0,01%																										
	ECE 15-04 1986-1992	fins a 1.999cc	23.980	0,11%																										
		més de 2.000cc	2.016	0,01%																										
	EURO I	fins a 1.999cc	30.656	1,40%																										
		més de 2.000cc	2.578	0,01%																										
	EURO II	fins a 1.999cc	85.898	39,41%																										
		més de 2.000cc	8.064	0,36%																										
EURO II 2001-04	fins a 1.999cc	90.838	39,56%																											
	més de 2.000cc	7.647	1,36%																											
EURO IV 2005-10	fins a 1.999cc	48.374	19,36%																											
	més de 2.000cc	4.068	1,80%																											

Cotxes dièsel a les Rondes (Vel = 56,3 km/h)																														
COTXES DIÈSEL (L/100 km)	EAT	CILINDRADA	Nº de vehicles	% TOTAL AGRUPACIÓ	PARTÍCULES DE PNEUMÀTIC					PARTÍCULES DE FRENADA					PARTÍCULES DE CONTACTE SUP															
					TSP (g)	PM10 (g)	PM2,5 (g)	PM1 (g)	PM0,1 (g)	TSP (g)	PM10 (g)	PM2,5 (g)	PM1 (g)	PM0,1 (g)	TSP (g)	PM10 (g)	PM2,5 (g)													
	Pre ECE ECE 15-09-91 velocitat interior a l'urbà anteriors a 1979	fins a 1.999cc	23.980	0,11%	0,006	0,005	0,003	0,000	0,0004	0,009	0,012	0,004	0,001	0,001	0,008	0,004	0,002													
		més de 2.000cc	2.016	0,01%																										
	ECE 15-09 1979-1990 1979-1990	fins a 1.999cc	23.980	0,11%																										
		més de 2.000cc	2.016	0,01%																										
	ECE 15-09	fins a 1.999cc	23.980	0,11%																										
		més de 2.000cc	2.016	0,01%																										
	ECE 15-04 1986-1992	fins a 1.999cc	23.980	0,11%																										
		més de 2.000cc	2.016	0,01%																										
	EURO I	fins a 1.999cc	30.656	1,40%																										
		més de 2.000cc	2.578	0,01%																										
	EURO II	fins a 1.999cc	85.898	39,41%																										
		més de 2.000cc	8.064	0,36%																										
EURO II 2001-04	fins a 1.999cc	90.838	39,56%																											
	més de 2.000cc	7.647	1,36%																											
EURO IV 2005-10	fins a 1.999cc	48.374	19,36%																											
	més de 2.000cc	4.068	1,80%																											

La figura següent presenta els resultats del consum específic dels cotxes de gasolina a les Rondes i a la resta de la ciutat. Els resultats són sensiblement diferents en tots dos casos degut a que les característiques de circulació, reflectides per aquest càlcul en la velocitat mitjana, també ho són.

Així a les Rondes la velocitat mitja l'any 2008 va ser de 56,3 km/h, molt similar als 60 km/h que es prenen com a representatius per a la caracterització del comportament de conducció en carretera a Espanya, mentre que a la resta de la ciutat va ser de 21,3 km/h, conducció urbana. A les Rondes el consum específic calculat és de 5,91 l/100 km, mentre que a la resta de la ciutat és de 9,07 l/100 km.

FIGURA 40.
CONSUM ESPECÍFIC DE COTXES DE GASOLINA A LES RONDDES I A L'INTERIOR DE LA CIUTAT (2007)

	VELOCITAT MITJANA (km/h)	CONSUM ESPECÍFIC (l/100 km)
Rondes	56,3	5,91
Interior ciutat	21,3	9,07

Aquest segon resultat es pot comparar a més, amb el consum específic als tres principals tipus de vies que la Direcció de Serveis de Transports i Circulació de l'Ajuntament de Barcelona defineix i caracteritza a partir de diferents itineraris: les vies mar-muntanya, les vies transversals i les vies de connectivitat externa.

A les vies transversals el consum unitari calculat és molt similar al de les vies de connectivitat, 8,45 l/100 km i 8,72 l/100 km respectivament, mentre que a les vies mar-muntanya és superior, 10,16 l/100 km.

FIGURA 41.
CONSUM ESPECÍFIC DELS COTXES DE GASOLINA ALS
DIFERENTS TIPUS DE VIES DE LA CIUTAT I A L'INTERIOR DE
LA CIUTAT (2007)

	VELOCITAT MITJANA (km/h)	CONSUM ESPECÍFIC (l/100 km)
Vies mar-muntanya	17,3	10,16
Vies transversals	24,2	8,45
Vies de connectivitat externa	22,9	8,72
Interior ciutat	21,3	9,07

Per completar l'anàlisi es comparen els resultats obtinguts amb consums específics considerats a d'altres estudis, a les figures següents. El consum urbà calculat és molt inferior al considerat primer per Baldasano (1995), per Barracó (1998) i pel PMEB 2000-2010 pel càlcul del consum energètic del transport a Barcelona, i molt més inferior al fixat per la DGXVII de la Comissió Europea.

Aquests valors presenten l'inconvenient de ser fixes, i per tant de no permetre avaluar la flexibilitat del consum respecte a variacions del parc automobilístic. El valor de la DGXVII és en part indicatiu de que el càlcul del consum urbà a partir de velocitats mitjanes pot donar valors superiors als reals, però com ja s'ha argumentat les diferències a nivell del càlcul de consum global no són significatives. El consum obtingut per les Rondes és molt proper a l'establert per la DGXVII i pel PMEB 2000 en conducció per carretera.

FIGURA 42.
COMPARACIÓ CONSUM URBÀ DE COTXES DE GASOLINA

	PECQ 2011-2020	PMEB 2000-2010	Baldasano (1995) i Barracó (1998)	DGXVII (1993)
Consum urbà	9,07 l/100 km	10,91 l/100 km	10,5 l/100 km	11,6 l/100 km

FIGURA 43.
COMPARACIÓ CONSUM RONDES I CONSUM EN CARRETERA

	PECQ 2011-2020	PMEB 2000-2010	DGXVII (1993)
Consum en carretera	5,91 l/100 km	6,15 l/100 km	6,3 l/100 km

FIGURA 44.
FACTORS D'EMISSIÓ DE GASOS PER COTXES GASOLINA A
L'INTERIOR DE LA CIUTAT I A LES RONDES

Gasos	PECQ 2011-2020		PMEB 2000-2010	
	Interior Ciutat (g/km)	Rondes (g/km)	Interior Ciutat (g/km)	Rondes (g/km)
NO _x	0,204	0,200	1,14	1,45
CO	1,389	0,831	13,84	5,55
VOC	0,159	0,077	1,68	0,70
SO ₂	0,014	0,009	0,07	0,07
NH ₃	0,034	0,034	0,03	0,03
N ₂ O	0,006	0,006	0,02	0,02
CH ₄	0,014	0,009	0,11	0,03
CO ₂	215,318	140,219	256,45	144,50

Es pot observar que per alguns contaminants (NH₃ i N₂O) els factors d'emissió que es consideren són els mateixos per qualsevol tipus de via i només varien amb el parc de vehicles. N'hi ha d'altres que depenen del consum, de la velocitat i de la distribució del parc de vehicles (SO₂ i CO₂), i la resta que depenen de la velocitat i del parc mòbil. En general, s'observa una millora significativa pel que fa al valor de les emissions respecte al Pla anterior en g/km. Ara falta valorar si això sumat a l'increment de vehicles a Barcelona suposa una reducció o no de les emissions.

Pel que fa a partícules podem distingir diferents tipus segons quina sigui la seva procedència: partícules procedents del pneumàtic, partícules despreses en el procés de frenada i partícules procedents de la superfície de la carretera. A més a més, les partícules es poden classificar en Partícules Totals en Suspensió (TSP, de diàmetre aerodinàmic $\geq$ a 100 μ m) i en partícules PM_x, que inclou diferents categories segons la seva mida. Per exemple, PM₁₀ correspon a un ambient on les partícules retingudes per un filtre de diàmetre aerodinàmic $\leq$ de 10 μ m supera el 50%. Així mateix, tenim PM_{2,5}, PM₁ i PM_{0,1} que ja pertany a partícules ultrafines (UFP). Val a dir, que les partícules inferiors a PM₁₀ són les que comprenen la part respirable que s'inspira per les fosses nasals i que ja pot ocasionar alguns de problemes de salut.

FIGURA 45.
FACTORS D'EMISSIÓ DE PARTÍCULES PER COTXES
GASOLINA A L'INTERIOR DE LA CIUTAT I A LES RONDES

	PECQ 2011-2020	
	Interior Ciutat (g/km)	Rondes (g/km)
TSP	0,028	0,024
PM10	0,021	0,017
PM2,5	0,010	0,009
PM1	0,002	0,001
PM0,1	0,001	0,001

Respecte a les partícules cal dir que depenen sobretot del quilometratge i d'uns factors de correcció que varien segons tipus de vehicle i velocitat. No hi ha possibilitat de comparacions perquè en d'altres estudis no s'han calculat. A la figura següent podem veure què diuen les directives respecte NO_x, CO i COV que són els gasos que es troben definits de manera més específica. Podem veure que la diferència d'una normativa a una altra és significativa però que si s'inclou tot el parc de vehicles amb normatives més contaminants la mitjana total surt per sobre dels valors que marca la normativa vigent.

FIGURA 46.
FACTORS D'EMISSION DE NO_x, CO I COV PER COTXES GASOLINA DE MENYS DE 1.400 CC

	PECQ 2011-2020	ECE 15-04 (1986-1992)	Dir. 91/441/EEC (1992-1996)
NO _x (g/km)	0,202	1,53	0,36
CO (g/km)	1,400	17,23	3,27
COV (g/km)	0,160	2,4	0,31

El valor obtingut per l'NO_x a la ciutat, és inferior al considerat per la DGXVII i molt similar al considerat per cotxes gasolina en circulació urbana per Euro I, i en canvi, dista bastant dels valors màxims per vehicles EURO II. Per contra el factor d'emissió obtingut pel CO està molt per sota del de la DGXVII i s'apropa més als màxims EURO. La figura següent mostra aquestes diferències.

FIGURA 47.
COMPARACIÓ FACTORS D'EMISSION URBANS DE NO_x I CO EN (G/KM)

	PECQ 2011-2020	PMEB 2000-2010	DGXVII (1993)	EURO I	EURO II
NO _x	0,536	1,14	1,2	0,49	0,25
CO	5,736	13,84	45	3,34	2,7

Un últim aspecte que destaca dels resultats de consum i emissions és que l'afirmació de què amb el temps el consum específic ha anat disminuint progressivament, és a dir, com més vell és el cotxe més consumeix, no és del tot certa. La reducció d'emissions dels cotxes posteriors al 92 implica un augment del consum específic dels cotxes de gasolina en trànsit urbà. En aquestes condicions els cotxes del període 1986-92 tenen un consum específic inferior als cotxes Euro, i entre els d'aquest grup els que compleixen amb la Dir. 94/12/EEC tenen un consum superior als de la Dir. 91/441/EEC.

Si que és cert, en canvi, i per a qualsevol edat, que el consum específic augmenta amb la cilindrada, una diferència que no és tan apreciable en el cas de les emissions.

Per cotxes dièsel també analitzem els resultats de les Rondes i la resta de la ciutat per separat, i com amb els cotxes de gasolina comparem a més el consum urbà de la ciutat amb el dels diferents tipus de vies urbanes. El consum específic obtingut a l'interior de la ciutat és de 8,25 l/100 km, i el resultat per les Rondes és de 5,45 l/100 km. Per tipus de vies, les vies transversals tenen un consum molt similar al del total de la ciutat, 8,39 l/100 km, les vies mar-muntanya un consum un pèl superior, 9,37 l/100 km, i les vies de connectivitat externa una mica més baix, 8,55 l/100 km. Amb els cotxes dièsel però les diferències són menors. Els resultats es mostren a la figura següent.

FIGURA 48.
CONSUMS ESPECÍFICS (L/100KM) DE COTXES DIÈSEL (2007)

	VELOCITAT MITJANA (km/h)	CONSUM ESPECÍFIC (l/100 km)
Vies mar-muntanya	17,3	9,31
Vies transversals	24,2	8,26
Vies de connectivitat externa	22,9	8,43
Rondes	56,3	5,45
Interior ciutat	21,3	8,30

També com en el cas dels cotxes de gasolina, el consum específic urbà obtingut per els cotxes dièsel està per sobre del de Baldasano (1995) i Barracó (1998), que és de 7,1 l/100 km, però per sota del PMEB 2000-2010, que té un valor de 8,45 l/100km, i de la DGXVII europea, que arriba fins a 9,4 l/100 km. El consum específic de les Rondes en canvi, i a diferència dels resultats obtinguts per cotxes de gasolina, és inferior al que considera la DGXVII per carretera, 5,8 l/100 km. Els factors d'emissió de contaminants es calculen de la mateixa manera que els de gasolina però amb diferents fórmules.

Els valors d'NO_x i CO obtinguts amb la velocitat mitja de Barcelona el 2007, 21,3 km/h, són inferiors als que considera la DGXVII per ciutat en el cas del CO, 1,7 g/km i pràcticament iguals en el cas del NO_x, 0,8 g/km. En canvi, tots dos estan per sobre dels valors màxims de l'EURO I que són els mateixos que els dels cotxes de gasolina.

FIGURA 49.
FACTORS D'EMISSIÓ COTXES DIÈSEL A L'INTERIOR DE LA CIUTAT I A LES RONDES (2007)

		Interior Ciutat (g/km)	Rondes (g/km)
Gasos	NO _x	0,819	0,552
	CO	0,516	0,345
	VOC	0,103	0,043
	SO ₂	0,034	0,023
	NH ₃	0,001	0,001
	N ₂ O	0,005	0,005
	CH ₄	0,005	0,005
	CO ₂	218,739	143,494
Partícules	TSP	0,029	0,024
	PM10	0,021	0,020
	PM2,5	0,011	0,009
	PM1	0,002	0,001
	PM0,1	0,001	0,001

En el cas de les motos, el consum específic i els factors d'emissió els obtenim a partir dels de cadascun dels tipus de moto, segons CORINAIR, i l'estimació de la seva distribució a Barcelona. Les figures següents presenten la distribució i els valors de consum unitari i els factors d'emissió.

FIGURA 50.
CONSUM DE COMBUSTIBLE PER MOTOS (G/KM)

Classificació	% total agrupació	Consum de combustible
< 50 c.c.	EURO I + PRE-EURO	1,46%
	Reste	36,12
> 50 c.c.		40%
		21%

FIGURA 51.
FACTORS D'EMISSIÓ PER MOTOS EN (G/KM)

		< 50 c.c.		> 50 c.c. i de 2 temps		> 50 c.c. i de 4 temps	
		< 2000	> 2000	< 2000	> 2000	< 2000	> 2000
Gasos	NO _x	0,10	0,26	0,04	0,20	0,15	0,126
	CO	6,90	1,00	10,18	0,914	18,25	4,71
	VOC	6,07	1,20	6,71	0,67	2,30	0,63
	SO ₂	8,84	4,55	8,84	4,55	8,84	4,55
	NH ₃	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002
	N ₂ O	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002
	CH ₄	0,219	0,219	0,150	0,150	0,200	0,200
	CO ₂	85,25	85,25	85,25	85,25	85,25	85,25
Partícules	TSP	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
	PM10	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
	PM2,5	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
	PM1	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
	PM0,1	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

Per analitzar els resultats del consum específic i els factors d'emissió per motos és indispensable tractar per separat ciutat i Rondes. El motiu en aquest cas és la diferent distribució d'aquests vehicles en tots dos tipus de vies per la prohibició

de circulació de ciclomotors (gairebé un 40% del total de motos) per les Rondes.

Considerada aquesta qüestió en el càlcul, els resultats de consum específic obtinguts són: 3,57 l/100 km per la ciutat i 3,68 l/100 km a les Rondes. Ens trobem que per ciclomotors al considerar factors de consum fixes i que les motos de més de 50 cc, com és lògic, tenen un consum unitari superior al dels ciclomotors, el consum específic a les Rondes és major que a la resta de la ciutat tot i que la velocitat mitja sigui més alta.

Per motos comparem els resultats obtinguts per Barcelona en aquest pla amb el valor emprat a l'estudi *Els comptes del transport de viatgers a la Regió Metropolitana* (ATM, 1998), que considerava un consum unitari de 26 gr/km en cicle urbà, el que equival a 3,47 l/100 km, molt similar als 3,57 l/100 km d'aquest estudi. I novament al valor fixat per la DGXVII de la Unió Europea el 1993, que és en aquest cas de 6,0 l/100 km, força més alt, com amb els cotxes tan de gasolina com dièsel. L'efecte de la no presència de ciclomotors a les Rondes es tradueix en alguns majors factors d'emissió que a la resta de la ciutat.

FIGURA 52.
CONSUM UNITARI I FACTORS D'EMISSIÓ DE MOTOS A L'INTERIOR DE LA CIUTAT I A LES RONDES (2007)

		Interior Ciutat	Rondes
Gasos	Consum (l/100 km)	3,57	3,68
	NO _x (g/km)	0,147	0,213
	CO (g/km)	6,407	9,537
	VOC (g/km)	3,255	2,374
	SO ₂ (g/km)	0,007	0,007
	NH ₃ (g/km)	0,002	0,002
	N ₂ O (g/km)	0,002	0,002
	CH ₄ (g/km)	0,188	0,167
Partícules	CO ₂ (g/km)	85,250	87,821
	TSP (g/km)	0,013	0,011
	PM10 (g/km)	0,010	0,008
	PM2,5 (g/km)	0,005	0,004
	PM1 (g/km)	0,001	0,001
	PM0,1 (g/km)	0,001	0,001

En el cas de les furgonetes i camions, pel consum específic i els factors d'emissió, prenem en aquest cas els valors de tràfic urbà recollits a CORINAIR que es mostren a les figures següents. En el consum específic i els factors d'emissió de les furgonetes i camions dièsel intervé novament la distribució de vehicles dins de la pròpia categoria. Si considerem la distribució d'un 68,5% de menys de 3,5 tones, un 7% entre 3,5 i 16 tones i un 24,5% en els de més de 16 tones, els resultats són els que es mostren també a les taules següents.

FIGURA 53.
FACTORS DE CONSUM ESPECÍFIC PER FURGONETES I CAMIONS

Tipus de combustible	Pes	Interior ciutat		Rondes	
		(g/km)	(l/100km)	(g/km)	(l/100km)
Gasolina (tipologia 3)	Pes tot. < 3,5 t	122,3	16,30	71,0	9,47
Gas-oil (tipologia 4)	Pes tot. < 3,5 t	96	11,4	61,6	7,3
	3,5 t < Pes tot. < 7 t	139,7	16,6	83,7	10
	7 t < Pes tot. < 16 t	238,3	28,4	147,9	17,6
	Pes tot. > 16 t	373,8	44,5	235,7	28,1

FIGURA 54.
FACTORS D'EMISSIÓ URBANS PER FURGONETES I CAMIONS (G/KM)

		Gasolina		Dièsel			
		Pes tot. < 3,5 t		Pes tot. < 3,5 t		3,5 t < Pes tot. < 7 t	
				< 2000	< 2000		
Gasos	NOx	0,629	0,293	0,882		0,670	16,97
	CO	10,493	0,132	0,366		0,414	4,46
	VOC	0,781	0,023	0,062		0,255	2,74
	SO ₂	0,027	0,135	0,057		0,083	0,07
	NH ₃	0,002	0,001	0,001		0,003	0,003
	N ₂ O	0,006	0,010	0,008		0,03	0,03
	CH ₄	0,024	0,021	0,003		0,002	0,006
	CO ₂	389,232		531		531	531
Partícules	TSP	0,041	0,129			0,129	0,129
	PM10	0,031	0,094			0,094	0,094
	PM2,5	0,015	0,047			0,047	0,047
	PM1	0,003	0,008			0,008	0,008
	PM0,1	0,002	0,006			0,006	0,006

FIGURA 55.
FACTORS D'EMISSIÓ A LES RONDES PER A FURGONETES I CAMIONS (G/KM)

		Gasolina		Dièsel			
		Pes tot. < 3,5 t		Pes tot. < 3,5 t		3,5 t < Pes tot. < 7 t	
Gasos	NOx	0,526	0,78			3,46	9,42
	CO	1,718	0,39			2,27	2,27
	VOC	0,179	0,07			1,69	1,69
	SO ₂	0,016	0,05			0,043	0,043
	NH ₃	0,002	0,001			0,003	0,003
	N ₂ O	0,006	0,009			0,03	0,03
	CH ₄	0,024	0,012			0,002	0,006
	CO ₂	226	276			276	276
Partícules	TSP	0,041	0,129			0,129	0,129
	PM10	0,031	0,094			0,094	0,094
	PM2,5	0,015	0,047			0,047	0,047
	PM1	0,003	0,008			0,008	0,008
	PM0,1	0,002	0,006			0,006	0,006

A partir dels resultats obtinguts es calculen les emissions per a un vehicle tipus, és a dir, ponderant del volum de vehicles de cada categoria. Així per a les furgonetes i camions de gasolina són directament el consum específic i els factors d'emissió del mètode de càlcul, expressats en la figura següent, en canvi, per al dièsel sí que es

necessari fer la ponderació. Els resultats obtinguts per a les furgonetes i camions de dièsel també es resumeixen a continuació.

FIGURA 56.
CONSUM ESPECÍFIC I FACTORS D'EMISSIÓ DE FURGONETES I CAMIONS GASOLINA (2007)

		Interior ciutat	
		Consum (l/100 km)	Rondes
Gasos	Consum (l/100 km)	16,3	9,47
	NOx (g/km)	0,629	0,736
	CO (g/km)	10,493	2,235
	VOC (g/km)	0,781	0,251
	SO ₂ (g/km)	0,03	0,016
	NH ₃ (g/km)	0,002	0,002
	N ₂ O (g/km)	0,006	0,006
	CH ₄ (g/km)	0,024	0,024
Partícules	CO ₂ (g/km)	389	226
	TSP (g/km)	0,041	0,041
	PM10 (g/km)	0,031	0,031
	PM2,5 (g/km)	0,015	0,015
	PM1 (g/km)	0,003	0,003

FIGURA 57.
CONSUM ESPECÍFIC I FACTORS D'EMISSIÓ DE FURGONETES I CAMIONS DIÈSEL (2007)

		Interior ciutat	
		Consum (l/100 km)	Rondes
Gasos	Consum (l/100 km)	20,13	12,71
	NOx (g/km)	4,752	2,697
	CO (g/km)	1,348	0,689
	VOC (g/km)	0,729	0,320
	SO ₂ (g/km)	0,074	0,047
	NH ₃ (g/km)	0,002	0,002
	N ₂ O (g/km)	0,015	0,015
	CH ₄ (g/km)	0,005	0,005
Partícules	CO ₂ (g/km)	530,598	335,091
	TSP (g/km)	0,129	0,129
	PM10 (g/km)	0,094	0,094
	PM2,5 (g/km)	0,047	0,047
	PM1 (g/km)	0,008	0,008
	PM0,1 (g/km)	0,006	0,006

El consum específic dels vehicles de menys de 3,5 tones, 16,3 l/100 km és força superior als 12,65 l/100 km del PMEB 2000-2010. Els altres valors no són comparables degut a la diferent classificació del parc de vehicles que utilitzen anteriorment. Els resultats de consum unitari i factors d'emissió per a les 5 tipologies de vehicle privat es resumeixen a la figura següent.

FIGURA 58.
CONSUM (L/100 KM) I FACTORS D'EMISSIÓ DEL VEHICLE PRIVAT (G/KM)

		CONSUM	NOx	CO	VOC	SO ₂	NH ₃	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	TSP	PM10	PM2,5	PM1	PM0,1
Cotxe gasolina	Interior ciutat	9,07	0,20	1,39	0,16	0,01	0,03	0,001	0,01	215	0,028	0,021	0,010	0,002	0,001
	Rondes	5,91	0,20	0,83	0,08	0,01	0,03	0,01	0,01	140	0,024	0,017	0,009	0,001	0,001
Cotxe dièsel	Interior ciutat	8,30	0,82	0,52	0,10	0,03	0,001	0,005	0,005	219	0,03	0,02	0,01	0,002	0,001
	Rondes	5,45	0,55	0,35	0,04	0,02	0,001	0,005	0,05	143	0,02	0,02	0,01	0,001	0,001
Motos	Interior ciutat	3,57	0,15	6,41	3,26	0,007	0,002	0,002	0,19	85	0,01	0,01	0,005	0,001	0,001
	Rondes	3,68	0,21	9,54	2,37	0,002	0,002	0,17	0,007	88	0,01	0,01	0,004	0,001	0,001
Furgonetes i camions gasolina	Interior ciutat	16,30	0,63	10,49	0,78	0,027	0,002	0,006	0,024	389	0,04	0,03	0,015	0,003	0,002
	Rondes	9,47	0,74	2,23	0,25	0,016	0,002	0,006	0,024	226	0,04	0,03	0,015	0,003	0,002
Furgonetes i camions dièsel	Interior ciutat	20,13	4,75	1,35	0,73	0,074	0,002	0,015	0,005	531	0,13	0,09	0,047	0,008	0,006
	Rondes	12,71	2,70	0,69	0,32	0,047	0,002	0,015	0,005	335	0,13	0,09	0,047	0,008	0,006

Volums de trànsit

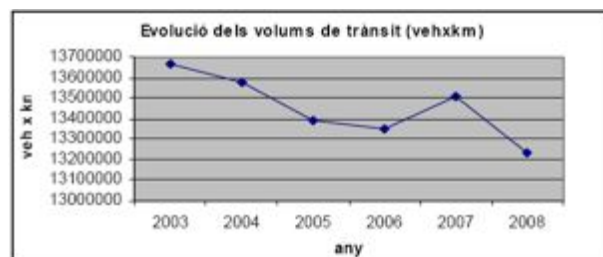
Conegut el consum unitari i els factors d'emissió de les diferents tipologies, el volum de trànsit (veh-km), producte de la intensitat de trànsit i la longitud de les vies de circulació, proporciona el consum i emissions globals. A Barcelona es recorren més de 13 milions de quilòmetres diaris en feiner i, per tant, considerant 6.433 feiners equivalents per l'any 2008 per setmana pel càlcul del quilometratge anual, resulten casi de 4.440 milions de quilòmetres anuals. Les figures següents mostren l'evolució dels volums de trànsit a la ciutat els darrers anys, que mostra un increment gairebé lineal.

FIGURA 59.
EVOLUCIÓ DELS VOLUMS DE TRÀNSIT EN DIA LABORABLE A BARCELONA

Any	Volums de trànsit en feiner (veh-km) ¹	Variació (%) ¹
2003	13.664.044	
2004	13.577.535	-0,63%
2005	13.392.715	-1,36%
2006	13.347.232	-0,34%
2007	13.510.055	1,22%
2008	13.234.210	-2,04%

Font (1): Ajuntament de Barcelona. Direcció de Serveis de Mobilitat / Mvkm = milions de vehicle-quilòmetres

FIGURA 60.
EVOLUCIÓ DELS VOLUMS DE TRÀNSIT DIARIS (VEHxKM)



Pel càlcul de consum i emissions desglossem el volum de trànsit segons tipus de vies de circulació i segons tipus de vehicle. A les figures següents es mostra la distribució dels volums de trànsit segons tipus de vies de la xarxa bàsica definida per l'àrea de mobilitat, transports i circulació de l'Ajuntament de Barcelona.

FIGURA 61.
DISTRIBUCIÓ DEL VOLUM DE VEHICLES PER VIES DE CIRCULACIÓ

Via	veh x km (%)	kms xarxa
Rondes	20%	24,12 1,89%
Vies de connectivitat externa	21%	43,37 3,40%
Xarxa de connectivitat interna 1er nivell	14%	86,73 6,80%
Xarxa de connectivitat interna 2on nivell	14%	109,39 8,58%
Xarxa de connectivitat interna 3er nivell	13%	87,70 6,88%
Xarxa local	18%	923,8 72,45%
Total	100%	1.275,0 100%

Font (1): Ajuntament de Barcelona. Direcció de Serveis de Mobilitat

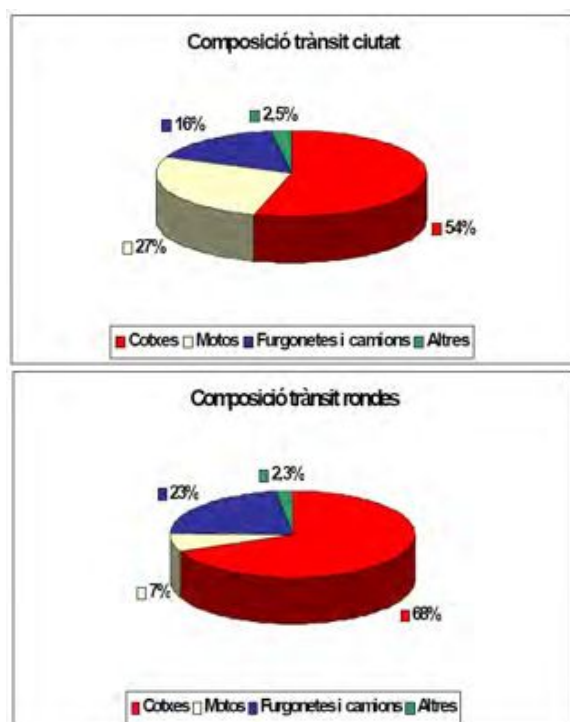
FIGURA 62.
XARXA VIÀRIA BÀSICA DE BARCELONA



Font: Direcció de Serveis de Transports i Circulació. Ajuntament de Barcelona.

Les Rondes representen només un 2% de la longitud de la xarxa viària (24 km), però en canvi suporten un 20% del volum de trànsit, per tant el 2008 s'hi van recórrer 749 milions de quilòmetres per 2.995 a la resta de la ciutat. A partir de les dades de la Direcció de Serveis de Transports i Circulació de l'Ajuntament de Barcelona, obtenim la composició del trànsit a la figura següent. Cal tenir en compte que el grup de cotxes inclou els turismes i taxis, que el de motos també considera els ciclomotors i que el d'altres equival al grup format per autocars i autobusos.

FIGURA 63.
COMPOSICIÓ DEL TRÀNSIT A LES RONDES I A LA RESTA DE LA CIUTAT



Font: Ajuntament de Barcelona, Direcció de Serveis de Mobilitat

La diferència més significativa és l'increment del 7% al 27% del percentatge de motos a la ciutat respecte a les Rondes, que s'explica en part per la prohibició de circulació de ciclomotors a les Rondes i pel volum de viatges interns-externs que suporten aquestes vies. El cotxe perd a la ciutat bona part de l'increment de la moto, i es queda en un 54% per un 68% a les rondes. Les furgonetes i camions per la seva banda suposen un 16% a la ciutat i un 23% a les rondes. Coneguts la composició del trànsit per vies de circulació i els quilòmetres recorreguts a cadascuna d'aquestes vies, s'obtenen els quilòmetres recorreguts per tipus de via i tipus de vehicle.

FIGURA 64.
QUILÒMETRES PER TIPUS DE VIA I DE VEHICLE A BARCELONA

	Mvkm Rondes	Mvkm interior ciutat
Cotxes	623	1932
Motos	61	955
Furgonetes i camions	200	575

Sabent que el 35,6% de cotxes són de gasolina i que en canvi, les furgonetes i camions de gasolina són només el 15,5% del total d'aquest tipus de vehicles, els quilòmetres anuals per a les cinc tipologies de vehicle privat definides en apartats anteriors: cotxe de gasolina, cotxe dièsel, motos, furgonetes i camions de gasolina i furgonetes i camions dièsel, són els de la figura següent.

FIGURA 65.
QUILÒMETRES PER TIPUS DE VIA I TIPOLOGIA DE VEHICLE A BARCELONA

Vehicle	Mvkm Rondes	Mvkm interior ciutat
Cotxes Gasolina	222	687
Cotxes Dièsel	402	1245
Motos	61	955

Vehicle	Mvkm Rondes	Mvkm interior ciutat
Furgonetes i camions gasolina	31	89
Furgonetes i camions dièsel	169	486

Com es plantejava al primer capítol d'aquest estudi, però, la mobilitat a la ciutat de Barcelona no té sentit considerar-la de forma aïllada sinó que cal tenir en compte el seu àmbit metropolità. Per aquest motiu, si bé no s'ha considerat oportú treballar amb tota l'àrea metropolitana, sí que es creu que prendre Barcelona i la resta de l'interior de les Rondes (l'Hospitalet de Llobregat i part de Sant Adrià del Besòs) com a àrea d'estudi és més coherent que no pas treballar tan sols amb la divisió territorial del municipi de Barcelona. Aquest àmbit territorial és l'expressió mínima del continu urbà barceloní.

Consums i emissions globals

A partir dels volums de trànsit per tipus de via i tipologia de vehicle, els consums unitaris i els factors d'emissió també per tipus de via i tipologia de vehicle, s'obtenen els consums i emissions globals. També es calculen els CO₂ equivalents multiplicant les emissions de CH₄ i N₂O per l'índex GWP (Global Warming Potencial) que és el coeficient que permet equiparar les emissions de cada gas amb les de CO₂. El GWP del CH₄ té un

valor de 72, el de l' N_2O de 289 i, com és lògic, el del CO_2 és 1. Els resultats dels consums i els d'emissions es recullen a les figures següents.

FIGURA 66.
CONSUMS GLOBALS VEHICLE PRIVAT (EN LITRES) PER TIPUS DE VIES I TIPOLOGIES DE VEHICLES A BARCELONA

Vehicles	Consum a les Rondes	Consum a l'interior de la ciutat	Consum a tota Barcelona
Cotxes de gasolina	12.766.632	62.363.605	75.120.236
Motos	2.237.396	34.116.692	36.353.987
Furgonetes i camions de gasolina	2.931.610	14.540.333	17.471.944
Total gasolina	17.925.637	111.020.630	128.946.167
Cotxes dièsel	21.287.370	103.308.071	124.595.442
Furgonetes i camions de dièsel	21.464.981	97.887.052	119.352.033
Total dièsel	42.752.351	201.191.124	243.947.474

FIGURA 67.
EMISSIONS GLOBALS VEHICLE PRIVAT (EN TONES) A BARCELONA

	Cotxes gasolina		Cotxes dièsel		Furgonetes i camions gasolina		Furgonetes i camions dièsel		Motos		Total		
	Interior ciutat	Rondes	Interior ciutat	Rondes	Interior ciutat	Rondes	Interior ciutat	Rondes	Interior ciutat	Rondes	Interior ciutat	Rondes	BCN
NOx	139,9	43,1	1.019,9	215,6	56,1	22,8	2.310,7	455,4	140,6	13,0	3.667,4	749,9	4.417,3
CO	954,7	179,4	642,0	134,9	935,9	69,2	655,6	116,3	6.121,4	580,1	9.309,5	1.080,0	10.389,6
COV	109,6	16,5	128,3	16,9	46,843	5,530	354,3	54,1	3.109,6	144,4	3.771,4	239,7	4.011,2
SO ₂	9,5	2,0	41,9	9,0	2,4	0,5	35,9	7,9	6,5	0,4	96,2	19,9	116,1
NH ₃	23,3	7,3	1,2	0,4	0,2	0,1	0,8	0,3	1,5	0,1	27,1	8,2	35,2
N ₂ O	4,1	1,3	5,8	1,8	0,5	0,2	7,4	2,6	1,5	0,1	19,4	6,0	25,4
CH ₄	9,7	2,0	6,1	1,9	2,1	0,7	2,6	0,9	179,3	10,2	199,7	15,7	215,5
CO ₂	148.030,1	30.279,9	272.276,4	56.104,5	34.715,2	6.999,2	257.968,9	56.572,6	81.453,4	5.341,9	794.463,9	155.298,2	949.762,1
CO ₂ eq	149.914,9	30.796,5	274.401,7	56.772,1	35.022,6	7.106,0	260.307,9	57.377,8	94.804,7	6.110,6	814.451,8	158.163,0	972.614,8
TSP	19,5	5,2	35,6	9,5	3,6	1,3	62,7	21,8	12,5	0,7	134,0	38,5	172,4
PM ₁₀	14,4	3,7	26,2	8,0	2,8	1,0	45,7	15,9	9,5	0,5	98,4	29,0	127,4
PM _{2,5}	7,2	1,9	13,1	3,5	1,4	0,5	22,8	7,9	4,6	0,2	49,1	14,0	63,1
PM ₁	1,2	0,3	2,2	0,5	0,2	0,1	3,7	1,3	0,8	0,04	8,1	2,2	10,4
PM _{0,1}	0,6	0,2	1,7	0,4	0,2	0,1	3,0	1,0	0,65	0,03	6,1	1,7	7,8

FIGURA 68.
EMISSIONS GLOBALS DEL VEHICLE PRIVAT (EN TONES) PER TIPUS DE COMBUSTIBLE A BARCELONA

		Emissions Gasolina	Emissions Dièsel	Emissions totals
Gasos	NOx	415,55	4001,72	4.417,3
	CO	8840,74	1548,82	10.389,6
	VOC	3457,61	553,57	4.011,2
	SO ₂	21,35	94,74	116,1
	NH ₃	32,54	2,70	35,2
	N ₂ O	7,79	17,60	25,4
	CH ₄	203,96	11,52	215,5
	CO ₂	306819,70	642942,38	949.762,1
	CO ₂ eq	323.755,3	648.859,5	972.614,8
Partícules	TSP	42,82	129,59	172,4
	PM ₁₀	31,75	95,67	127,4
	PM _{2,5}	15,82	47,24	63,1
	PM ₁	2,68	7,69	10,4
	PM _{0,1}	1,69	6,15	7,8

Transport públic

L'autobús, el transport públic guiat (metro, FGC i RENFE) i els taxis de GLP, són les tres tipologies de transport públic per als quals s'ha considerat el consum d'energia i la producció d'emissions de gasos contaminants.

Autobusos

Les característiques d'explotació del servei d'autobusos de l'operador majoritari a Barcelona (TMB) durant el 2008 estan resumides en la figura següent. L'operador disposa d'un total de 1079 vehicles (únicament uns 850 en servei) per operar més de 100 línies i transportar gairebé 190 milions de passatgers. La distribució de vehicles és la següent: 657 estàndards, 282 articulats, 24 microbusos, 42 minibusos, 67 autobusos de 2 pisos i 7 jardinera.

FIGURA 69.
DADES DE L'OFERTA DE SERVEI D'AUTOBUSOS (2008)

Indicador	Any 2008
Places-km	3.519.410.000
Vehicles-km	41.385.440
Viatges	188.330.000
Número línies	108
velocitat	11,7
Vehicles Dièsel	831
Vehicles GNC	248
Vehicles Biodièsel	116
Total vehicles	1079

FIGURA 70.
CONSUM DE CARBURANT D'AUTOBUSOS

	2006	2008	Diferència 06/08	Percentatge 06/08
Consum de gasoil per a automoció (litres)	23.222.323	18.168.392	-5.053.931	-21,76%
Consum de gas natural per a proveïment d'autobusos (kWh)	78.637.100	110.508.000	31.870.900	40,53%
Consum de bio dièsel (litres)	253.000	2.724.665	2.471.665	976,94%
Consum d'hidrogen (kg)	8.762	-	-	-

Font: TMB (2008)

Per tant, el 2008 els autobusos de TMB van consumir 18.168.392 litres de gasoil, un 21,76% menys que el 2006. Aquesta disminució es veu compensada per energies alternatives. L'hidrogen es va provar com a combustible durant el 2006 però encara s'està desenvolupant com a motor alternatiu. Els factors d'emissió per autobusos en circulació urbana segons càlculs amb CORINAIR són els de la figura següent, i per tant coneguts els factors d'emissió i els quilòmetres recorreguts les emissions totals es calculen de forma directa. L'any 2008 la flota d'autobusos van recórrer un total 41.385.400 km, dels quals un 26% corresponen a autobusos de gas natural i un 11% biodièsel.

FIGURA 71.
FACTORS D'EMISSION I EMISSIONS TOTALES D'AUTOBUSOS

		Factors d'emissió (g/km)			Emissions Totals (kg)		
		Dièsel	Bio dièsel	Gas Natural	Dièsel	Bio dièsel	Gas Natural
Gasos	NOx	21,24	19,97	11,00	552.447	89.628	119.762
	CO	6,64	6,67	3,28	172.650	29.931	35.656
	VOC	1,36	1,03	3,51	35.454	4.644	36.188
	PM	2,32	0,58	0,01	60.390	2.614	122
	SO2	0,27	0,27	0,27	7.001	1.208	2.931
	NH3	0,00	0,003	0,003	78	13	33
	N2O	0,03	0,03	0,03	790	135	327
	CH4	0,01	0,01	0,01	136	25	61
Partícules	CO2	1711,94	1.443	1.325	44.527.402	6.476.978	14.425.911
	TSP	0,129	0,129	0,129	3364	579	1.404
	PM10	0,094	0,094	0,094	2442	421	1.022
	PM2,5	0,047	0,047	0,047	1219	210	510
	PM1	0,008	0,008	0,008	198	34	83
	PM0,1	0,006	0,006	0,006	158	27	66

Font: Elaboració pròpia a partir de la metodologia CORINAIR

Transport públic de tracció elèctrica

A partir de les dades proporcionades pels operadors (TMB, FGC i RENFE) es pot estimar el consum a l'àrea metropolitana, i les emissions associades on es produeix la utilització del transport són nul·les. També hi ha la possibilitat de conèixer el consum a la ciutat a partir de les dades que proporcionen les companyies elèctriques (FECSA, ENHER i Hidroelèctrica de Catalunya) i que recull l'Anuari Estadístic de Barcelona.

Pel que fa al metro, el seu consum el proporciona TMB i és el que es recull a la figura següent. El consum de tracció el 2008 va ser de 198.064.712 kWh, un 8,64% més que el 2006, a causa del major nombre de cotxes-km recorreguts. No obstant això, aquest augment del consum d'energia del ha estat inferior al creixement de l'oferta, del 9,7%, gràcies a la reducció del consum unitari dels trens.

A aquest consum cal afegir-ne el vinculat amb la força i l'enllumenat del servei, que és de 71.637.637 kWh. Així que el consum total de la xarxa de metro en el 2008 és de 269.700.349 kWh. Considerant que per la ciutat de Barcelona transcorre el 84% de la xarxa, el consum energètic vinculat a la ciutat és de 226.216.97 kWh.

FIGURA 72.
CONSUM D'ENERGIA DEL METRO (EN MILERS DE KWH)

	2006	2008	Diferència 06/08	Percentatge 06/08
Tracció	182.310	198.064,712	15.753	8,64%
Força i enllumenat	67.353	71.637,637	4.284	6,36%
Total	249.663	269.700,349	20.037	8,03%

Font: TMB (2008)

Quant al tramvia metropolità, i segons informació de la empresa que en gestiona l'explotació a Barcelona, aquest mode de transport requereix 5kWh per poder recórrer 1 km. Considerant que durant el 2008 entre el Trambaix (T1,T2,T3) i el Trambesòs (T4,T5,T6) es van recórrer un total de 2.52 milions de quilòmetres, dels quals només un 42% es van realitzar a l'interior de Barcelona segons els càlculs realitzats a través d'un Sistema d'Informació geogràfica (SIG). Així doncs, el consum energètic del tramvia vinculat a la ciutat de Barcelona va ser de 5.297.633 kWh.

Pel que fa a Ferrocarrils de la Generalitat, el consum total de tracció i subministrament elèctric a les línies metropolitanes el 2008 va ser de 90.530 milers de kWh (taula 54), considerant tant la línia Barcelona – Vallès com la Llobregat – Anoia, és a dir, per explotar 183 km de línia ferroviària. No obstant, com per Barcelona només es realitzen

13.7 km el consum elèctric vinculat a la ciutat és de 6.850.854 milers de kWh.

FIGURA 73.
CONSUM D'ENERGIA DELS FGC (EN MILERS DE KWH)

	2003	2008	Diferència	Percentatge
Tracció	80.204	90.530	10.326	12,87%
Enllumenat	1.247	1.112	-135	-10,83%
Total	81.451	91.642	10.191	12,51%

Font: FGC (2008)

Respecte a rodalies RENFE, no s'ha trobat informació del seu consum energètic, però considerant que és similar al que es produeix els Ferrocarrils de la Generalitat i que circula, segons els càlculs realitzats amb SIG, per 27,2 km de la xarxa ferroviària de Barcelona, es pot estimar que el consum total d'aquest mode es troba al voltant de 13.631.201 kWh.

FIGURA 74.
CONSUM D'ELECTRICITAT DEL TRANSPORT PÚBLIC COL·LECTIU (EN MILERS DE KWH)

FMB (metro)	269.216,971
Tramvia	5.297,633
FGC	6.850,854
Rodalies RENFE	13.631,201
Total	251.996,659

Taxis de gas liquat del petroli

El consum de GLP, és a dir de butà i propà, el proporciona l'empresa Repsol-Butano S.A., i com el consum elèctric de la ciutat també es recull a l'anuari estadístic de Barcelona. Es disposa de l'evolució del consum durant el període 2003-2007, que és el que mostra la figura següent.

FIGURA 75.
CONSUM DE GLP DEL TRANSPORT PÚBLIC A BARCELONA

Any	Consum (Tn)
2003	718
2004	54
2005	55
2006	181
2007	172

Font: Anuari Estadístic de Barcelona 2003-2007
Dades: Repsol YPF

Es pot observar com després d'una gran davallada del GLP en automoció, la creació d'un nou conveni per fomentar-ne l'ús, l'ha fet recuperar a petita escala. El consum específic per a cotxes de GLP és de 58,19 g/km (CORINAIR). Els factors d'emissió de CO, NOx i COV en àmbit urbà són els de la figura anterior i les emissions de CO₂ són de 175 g/km.

FIGURA 76.
FACTORS D'EMISSION DEL GLP PER VEHICLES < 2,5 T

NOx	0,100 g/km
CO	1,173 g/km
VOC	0,055 g/km

Font: CORINAIR: Considerant v=21.3 km/h

3.3 CONSUMS I EMISSIONS TOTALS DEL TRANSPORT

El consum total del transport a Barcelona l'any 2008 va ser de 15.970.539 GJ. Els combustibles líquids suposen el 91,51% del consum del transport, per tan sols un 5,68% de l'electricitat i un 0,31% del GLP.

Entre els combustibles líquids el consum de gas-oil supera el de gasolina, mentre que el gas-oil representa un 69,32% i el de gasolina representa un 30,68%. Si distingim entre vehicle privat i transport públic, a Barcelona el 87,12% del consum correspon al vehicle privat per tan sols un 12,88% del transport públic.

Les emissions totals són les resultants de les emissions globals del vehicle privat i les dels autobusos (taula 59). Les del consum elèctric són nul·les en l'entorn d'utilització i les del GLP són despreciables. El vehicle privat és el responsable del 84% de les emissions de NOx, el 98% de les de CO, el 98% de les de VOC i el 93% de les de CO₂, a Barcelona.

FIGURA 77.
CONSUM DEL VEHICLE PRIVAT I EL TRANSPORT PÚBLIC (2008)

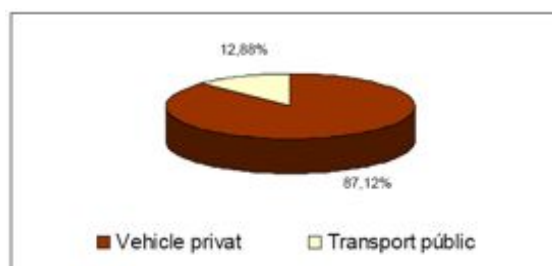


FIGURA 78.
CONSUM TOTAL DEL TRANSPORT A BARCELONA (2008)

Combustibles líquids	Gasolina	vehicle privat	128.946.167 (litres)	4.484.748 GJ	28,08 %	91,51 %	87,12 %
	Gas-oil	vehicle privat	243.947.474 (litres)	9.428.570 GJ	59,04 %		
		transport públic (bus)	18.168.392 (litres)	702.208 GJ	4,40 %		
Electricitat		transport públic (ferroviari)	251.996.659 (kWh)	907.188 GJ	5,68 %	5,68 %	12,88 %
GLP		transport públic (taxi)	1.067.476 (kg)	50.171 GJ	0,31 %	0,31 %	
GNC		transport públic (bus)	110.508.000 (kWh)	397.829 GJ	2,49 %	2,49 %	
Total				15.970.539 GJ	100%	100%	100%

Equivalències aproximades:
1 litre gasolina = 32 MJ, 1 litre gas-oil = 1,1 litre de gasolina ; 1 kWh = 3,6 MJ, 1kg GLP = 14 kWh

FIGURA 79.
EMISSIONS TOTALS A BARCELONA EL 2008 (EN TONES)

	Vehicle privat									Autobús				TOTAL
	Gasolina			Dièsel			Total							
	Interior ciutat	Rondes	Total	Interior ciutat	Rondes	Total	Interior ciutat	Rondes	Total	Dièsel	Bio dièsel	Gas Natural	Total	
NOx	336,7	78,9	415,6	3.330,7	671,0	4001,72	3.667,4	749,9	4.417,3	552,4	89,6	119,8	761,8	5.179,1
CO	8.011,9	828,8	8840,7	1.297,6	251,2	1548,82	9.309,5	1.080,0	10.389,6	173,6	29,9	35,7	239,2	10.627,8
VOC	3.268,9	968,7	3457,6	482,6	71,0	553,57	3.771,4	239,7	4.011,2	35,4	4,6	38,2	78,3	4.089,5
SO ₂	18,4	3,0	21,35	77,8	16,9	94,74	98,2	19,9	118,1	7,0	32,6	0,122	0,063	116,2
NH ₃	25,0	7,5	32,54	2,0	0,7	2,70	27,1	8,2	35,2	0,078	0,013	0,033	0,124	35,3
N ₂ O	6,2	1,6	7,79	13,2	4,4	17,60	19,4	6,0	25,4	0,780	0,135	0,327	1,242	26,6
CH ₄	191,0	12,9	203,96	8,7	2,8	11,52	199,7	15,7	215,5	0,138	0,025	0,061	0,222	215,7
CO ₂	264.198,6	42.821,0	306.619,7	530.265,3	112.677,1	642.942,4	794.463,9	155.298,2	949.762,1	44.527,4	6.477,0	14.425,9	65.430,3	1.015.192,4
CO ₂ eq	279.742,2	44.013,1	323.755,3	534.709,6	114.149,9	648.859,5	814.451,8	158.163,0	972.614,8	44.762,7	6.517,7	14.524,9	65.805,1	1.038.419,9
TSP	35,7	7,2	42,82	98,3	31,3	129,59	134,0	38,5	172,4	3,4	0,6	1,4	5,337	5.509,40
PM10	26,6	5,2	31,75	71,8	23,8	95,67	98,4	29,0	127,4	2,4	0,4	1,0	3,886	4.013,40
PM2,5	13,2	2,6	15,82	35,9	11,4	47,24	49,1	14,0	63,1	1,2	0,2	0,5	1,939	2.002,10
PM1	2,3	0,4	2,68	5,9	1,8	7,69	8,1	2,2	10,4	0,2	0,03	0,1	0,3	10,70
PM0,1	1,4	0,3	1,69	4,7	1,5	6,15	6,1	1,7	7,8	0,2	0,03	0,1	0,3	8,10

4. MESURES I ACTUACIONS A IMPLANTAR

Un cop s'ha diagnosticat la situació actual del consum energètic i emissions de gasos contaminants associades al transport, es procedeix a presentar tot un conjunt d'actuacions de millora aplicables a la ciutat de Barcelona així com l'avaluació dels seus efectes.

En aquest sentit, el conjunt de millores a presentar s'acompanyarà d'una taula resum on s'indiqui el canvi desencadenat en les variables de mobilitat (flux, composició del parc de vehicles, etc.) així com la reducció del consum energètic i de les emissions de gasos contaminants per a poder determinar la rendibilitat de cada mesura en diferents escenaris temporals del Pla (2011-2020).

S'hi identifiquen un total de 9 mesures, cadascuna d'elles orientades a assolir un objectiu concret i que requereixen d'una o varies actuacions per a que els resultats obtinguts siguin els desitjats. Aquestes actuacions incideixen en tres aspectes fonamentals de la mobilitat: el parc mòbil de la ciutat, el nombre de vehicles que circulen pels seus carrers, és a dir, el seu flux, i la pròpia gestió del trànsit.

4.1 VEHICLES AMB ENERGIES MÉS EFICIENTS

L'objectiu d'aquesta mesura és potenciar l'ús de vehicles menys contaminants, ja sigui perquè són més moderns i, per tant, disposen d'una tecnologia més avançada, o perquè substitueixen la combustió de gasolina o gasoil per energies més eficients de manera total o parcial. Les actuacions que han de permetre assolir aquesta mesura són tres:

- Renovació accelerada del parc mòbil més antic per vehicles més nets.
- L'ús d'energies alternatives, vehicles híbrids.
- Procés de transformació de les flotes captives per vehicles més nets.

A continuació es presenta d'una fitxa descriptiva de cadascuna d'aquestes actuacions on es recullen les característiques més representatives.

Actuació	A1.1. Renovació accelerada del parc mòbil
Descripció	Donar facilitats econòmiques als ciutadans per a que puguin canviar els vehicles més antics per un altre de nou, ja que les noves tecnologies permeten reduir la quantitat de gasos contaminants que els vehicles emeten a l'atmosfera.
Responsables de l'actuació	Ajuntament de Barcelona i Agència d'Energia de Barcelona, amb complementarietat a les ajudes de la Generalitat de Catalunya, de l'Estat Espanyol i de la indústria automobilística.
Com actuar	Reservar una partida dels pressupostos locals per subvencionar als ciutadans de Barcelona en possessió d'un vehicle amb antiguitat superior als 10 anys una part del cost d'adquisició d'un vehicle més nou i ecològic (Euro IV, Euro V i futurs Euro VI). Es proposa una subvenció de l'administració local de 500 euros per vehicle. L'ajuda de l'administració local serà additiva a les ajudes econòmiques d'Administracions superiors (Generalitat i estat) per poder ampliar l'abast de la subvenció i fer-la més atractiva. En aquest cas es podrà arribar a una ajuda global de 2500 euros per vehicle (1000 provinents de la indústria, 500 provinents de la Generalitat de Catalunya, 500 provinents de l'Administració central i 500 de la local). La subvenció únicament serà efectiva si s'acredita que el vehicle antic tenia una antiguitat superior a 10 anys i ha estat desballestat en un centre autoritzat per l'Agència de Residus de Catalunya. Aquesta mesura és també complementària a l'entrada en vigor de l'Ordenança fiscal núm.12. (aprovaada en Plenari pel Consell Municipal amb data de 19 de desembre de 2008) que regula l'aplicació de l'impost sobre vehicles de tracció mecànica (IVTM). Aquesta ordenança determina que els vehicles acreditats que no poden utilitzar un carburant contaminant (vehicles de biogàs, gas natural, metà, etc.) tindran una bonificació del 75% de la quota de l'impost. En el cas de turismes de benzina o dièsel amb unes emissions inferiors als 100 g/km de CO₂ la bonificació serà del 50%. Finalment, els turismes amb unes emissions compreses entre els 101 i 120 g/km de CO₂ tindran una bonificació del 25%.
Beneficiaris	Els ciutadans amb vehicle privat censat a Barcelona
On actua	Sobre el parc mòbil.
Objectiu	Aconseguir un parc de vehicles a Barcelona amb un factor mig de consum i d'emissions de gasos contaminants el més reduït possible
Requisits/claus d'èxit	Informar als ciutadans de la importància que té la renovació del parc mòbil, no només per qüestions mediambientals sinó també de seguretat vial. Divulgar les subvencions que podrà gaudir la persona que es canviï de vehicle.
Càlcul de les emissions	S'avaluaran diversos escenaris 2008, 2015 i 2020 amb un objectiu de compliment del Protocol de Kyoto (13.200.000 veh-km/dia) i amb l'objectiu propi del PMU de Barcelona (15.500.000 veh-km/dia). Per a cada escenari temporal, s'ha fixat unes categories de reconversió de vehicles. En particular, per al 2015 es substitueixen els vehicles PREEURO i Euro I (196.426 vehicles) per categoria Euro IV o superior, i posteriorment al 2020 es considera que els vehicles de

	categoria EURO II i EURO III han estat substituïts per vehicles de categoria igual o superior a Euro V (492.195 cotxes). La mesura comporta reduccions significatives en gasos d'efecte local, especialment en els òxids de nitrogen i de partícules que són els de major efecte perjudicial a la salut. Malauradament, s'ha de tenir en compte que segons el mètode COPERT, els vehicles més nous consumeixen més que els antics. D'aquesta forma, tots aquells gasos proporcionals al consum (especialment CO₂) presenten un augment d'emissions en renovar el parc de vehicles a categories EURO IV.
Estalvi d'emissions	En aquest cas, es redueixen les emissions de NOx i de partícules associades a la mesura de renovació del parc mòbil. Tanmateix, l'estalvi d'emissions de gasos amb factors d'emissió proporcionals al consum pot resultar negatiu. D'aquesta forma, es produeix una reducció d'emissions valorades en 31.301 Tn de CO₂ equivalent al 2015. En canvi, a l'horitzó 2020, quan s'ha produït un canvi substancial de vehicles a Categoria Euro IV (i superiors) de major consum unitari, les emissions de CO₂ eq. s'incrementen en 55.256 tones.
Cost	El cost de la mesura s'ha calculat en base a l'importa màxim disponible per fer front a les subvencions considerades en les actuacions 1.1, 1.2 i 1.3. En el període 2011-2015 es disposarà d'un import total màxim d'1,5 milions d'euros anuals per a fer front a les mesures de subvenció, mentre que en el període 2016-2020 l'import a disposar serà de 2 milions d'euros anuals.

Actuació	A1.2. Ús d'energies alternatives i vehicles híbrids
Descripció	Potenciar l'ús d'energies més sostenibles, ja sigui mitjançant vehicles totalment elèctrics o vehicles híbrids.
Responsables de l'actuació	Ajuntament de Barcelona
Com actuar	Es reservarà una partida dels pressupostos locals per subvencionar als ciutadans de Barcelona una part del cost d'adquisició d'un vehicle híbrid o elèctric per substituir un vehicle antic. Es proposa una subvenció de l'administració local de 1000 euros per vehicle. L'ajuda de l'administració local serà additiva a les ajudes econòmiques d'Administracions superiors (Generalitat i estat) per poder ampliar l'abast de la subvenció i fer-la més atractiva. En aquest cas es podrà arribar a una ajuda global de 3000 euros per vehicle (1000 provinents de la indústria, 500 provinents de la Generalitat de Catalunya, 500 provinents de l'Administració central i 1000 de la local). La subvenció únicament serà efectiva si s'acredita que el vehicle antic ha estat desballestat en un centre autoritzat per l'Agència de Residus de Catalunya. Aquesta mesura és també complementària a l'entrada en vigor de l'Ordenança fiscal núm.1.2. (aprovada en Plenari pel Consell Municipal amb data de 19 de desembre de 2008) que regula l'aplicació de l'impost sobre vehicles de tracció mecànica (IVTM). Aquesta ordenança determina que els vehicles elèctrics o bimodals tindran una bonificació del 75% de la quota de l'impost. Paral·lelament es modificaran les bases específiques per a gaudir de subvencions sobre la taxa d'estacionament a les zones d'aparcament (verdes o blaves) de manera que a banda dels residents també les puguin demanar els propietaris de vehicles més sostenibles (híbrids o elèctrics), i aquests puguin disposar d'una targeta d'identificació que els permeti gaudir del descompte corresponent i de l'ús de les places d'estacionament específiques que caldrà reservar per aquesta tipologia de vehicles (el número de places reservades es

	determinarà de manera proporcional a la demanda existent en cada zona). S'aprovarà un Pla de distribució d'estacions de recàrrega elèctrica on es fixi la seva ubicació i capacitat del servei. La seva implantació es realitzarà en diverses fases, en funció del nombre de vehicles elèctrics i híbrids que hi hagin matriculats a la ciutat. Finalment, es potenciarà el desenvolupament de grups de treball i estudis de recerca que permetin el desenvolupament d'un motor més eficient, ja sigui per part d'universitat o d'empreses vinculades amb el sector automobilístic.
Beneficiaris	Els ciutadans amb vehicle privat.
On actua	Sobre el parc mòbil.
Objectiu	Aconseguir que una part rellevant dels turismes censats a Barcelona (percentatge del 15% a 2020) utilitzi un motor elèctric o híbrid de forma que el consum d'energies derivades del petroli i emissions de gasos contaminants associades siguin pràcticament nul·les.
Requisits/claus d'èxit	Agilitar els requeriments necessaris per l'entrada en funcionament dels beneficis econòmics dels que podran gaudir els usuaris dels vehicles més sostenibles. Donar a conèixer a tots els ciutadans dels avantatges que presenten els vehicles d'energies alternatives i híbrids. Identificar i informar de la ubicació de les places d'aparcament reservades a l'ús d'aquesta tipologia de vehicles en punts estratègics de la ciutat. Informar als usuaris dels vehicles elèctrics i híbrids de la ubicació dels diferents punts de recàrrega distribuïts per tota la ciutat. Signatura de convenis entre les Administracions, empreses automobilístiques, centres de recerca per garantir la innovació en motors elèctrics i necessitats de canvi en l'espai urbà.
Càlcul de les emissions	S'avalua de manera independent l'estalvi d'emissions per a cada tipologia de vehicle considerant que al 2015 un 5% dels vehicles són híbrids o elèctrics (30.442 vehicles), xifra que augmenta fins al 15% al 2020, arribant als 91.325 vehicles. Un cop es disposa de la nova distribució de tipologia de cotxes que circulen per la ciutat es torna a calcular les emissions de manera anàloga a l'anàlisi realitzat per a l'estat actual.
Estalvi d'emissions	Al 2015 es preveu que l'estalvi de CO ₂ eq sigui de 40.445 tones i que al 2020 s'arribi a les 121.335 tones. En quant a gasos contaminants d'efecte local, la reducció de NOx i de partícules corresponents al 2015 és respectivament de 143 Tn i 17,7 Tn anuals; mentre que per a l'any 2020 l'estalvi és de 215 Tn de NOx i de 26 Tn de partícules.
Cost	El cost de la mesura s'ha calculat en base a l'import màxim disponible per fer front a les subvencions considerades en les actuacions 1.1, 1.2 i 1.3. En el període 2011-2015 es disposarà d'un import total màxim d'1,5 milions d'euros anuals per a fer front a les mesures de subvenció, mentre que en el període 2016-2020 l'import a disposar serà de 2 milions d'euros anuals.

Actuació	A1.3. Procés de transformació de flotes captives per vehicles més nets
Descripció	La mesura té com a objecte la transformació dels vehicles de major quilometratge a la ciutat cap a tecnologies energètiques més sostenibles ja sigui mitjançant vehicles totalment elèctrics o vehicles híbrids. La migració cap a vehicles de major eficiència energètica i d'emissions es farà fonamentalment mitjançant subvencions a la compra de nous vehicles i reduccions d'alguns impostos (IAE). Aquesta mesura és una de les actuacions més eficients, ja que inverteix els recursos econòmics per a mitigar el canvi climàtic associat a un sector responsable de grans volums però constituït per pocs agents. El sector o flotes de vehicles que es poden acollir a les subvencions poden ser flotes de Forces de l'Estat, flotes de transport sanitari, flotes de transport públic, sector de mercaderies i de distribució.
Responsables de l'actuació	Ajuntament de Barcelona com a actor responsable de les subvencions directes així com l'Ajuntament de Barcelona solidari amb la Delegació d'Hisenda a Barcelona per a la reducció d'impostos locals.
Com actuar	Substituir progressivament els vehicles de combustió de derivats del petroli per d'altres més nets de les flotes pertanyents a Administracions Públiques: Administració Local, Mossos d'esquadra, Diputació de Barcelona. Així mateix, també es fomentarà la substitució de vehicles en empreses de transport públic (TMB i cooperatives de Taxi), i empreses amb una àmplia flota de vehicles com per exemple, serveis de mercaderies, missatgeria o ambulàncies. No s'ha d'oblidar que, en última instància, són les empreses i no l'Ajuntament qui decideix si es modificarà la flota. Per aquesta raó es considera necessari aplicar altres mesures econòmiques que facin més atractiva la possibilitat de modificar la flota de vehicles actual. La primera mesura és la reserva d'una partida de pressupostos per subvencionar part del cost d'adquisició dels vehicles. Es proposa una subvenció de l'administració local de 1000 euros per vehicle pertanyent a una entitat privada. L'ajuda de l'administració local serà additiva a les ajudes econòmiques d'Administracions superiors (Generalitat i Estat) per poder ampliar l'abast de la subvenció i fer-la més atractiva. La subvenció únicament serà efectiva si s'acredita que el vehicle antic ha estat desballestat en un centre autoritzat per l'Agència de Residus de Catalunya. Per altra banda, s'aprovarà una nova ordenança fiscal que defineixi un nou coeficient d'aplicació sobre la quota establerta al Real Decret legislatiu 1175/1990 del 28 de setembre, on es fixen les tarifes i instruccions de l'impost sobre activitats econòmiques (IAE). D'aquesta manera, les empreses de transport que acreditin que més d'un 50% dels seus vehicles pertanyin a categoria superiors o iguals Euro V i la totalitat igual o superior a Euro IV abans del 2015 podran rebre una bonificació d'un 10% en el pagament de l'impost IAE.
Beneficiaris	Administracions, cooperatives i empreses de transport (públiques o privades) amb flota de vehicles.
On actua	Sobre el parc mòbil
Objectiu	Aconseguir que una part rellevant de vehicles de transport (turismes i furgonetes) censats a Barcelona tinguin un consum mig i emissions de gasos contaminants mitjana el més reduït possible.
Requisits/claus d'èxit	Agilitar l'entrada en funcionament dels avantatges fiscals i de les subvencions a

	les que poden optar les empreses i administracions públiques que tenen una flota de vehicles al seu càrrec. Col·laboracions entre administracions competents en la recaptació de l'impost d'activitats econòmiques
<i>Càlcul de les emissions</i>	Es realitza un estimació dels efectes de l'actuació avaluant l'estalvi que s'assoleix en una flota de vehicles com la dels taxis. Es preveu que amb les polítiques de foment dels vehicles híbrids s'aconsegueix que al 2015 un 24% dels quilòmetres es realitzin amb aquesta tipologia de vehicles (92,8 milions de km) i que al 2020 s'augmenti fins al 36% (147,3 milions de km).
<i>Estalvi d'emissions</i>	Amb els quilòmetres que es deixen de realitzar amb vehicles dièsel i que passen a realitzar-se amb híbrids, es preveu que al 2015 es deixin d'emetre a l'atmosfera un total de 14.600 tones de CO2 equivalent, valor que augmenta fins a 20.900 tones al 2020.
<i>Cost</i>	El cost de la mesura s'ha calculat en base a l'import màxim disponible per fer front a les subvencions considerades en les actuacions 1.1, 1.2 i 1.3. En el període 2011-2015 es disposarà d'un import total màxim d'1,5 milions d'euros anuals per a fer front a les mesures de subvenció, mentre que en el període 2016-2020 l'import a disposar serà de 2 milions d'euros anuals.

4.2 AUGMENT DE L'OCUPACIÓ DELS VEHICLES I FOMENT DEL TRANSPORT DELS VEHICLES COMPARTITS

Aquesta mesura té com a objectiu aconseguir fer un ús més sostenible del vehicle privat augmentant la seva ocupació i reduir el nombre de vehicles que es desplacen pels carrers de la ciutat, raó per la que es vol potenciar tant l'ús del vehicle compartit com el dels vehicles multiusuari.

No obstant, a més de fomentar els desplaçaments alternatius al vehicle privat de manera tradicional també s'optimitza el servei de taxis, reduint el nombre de quilòmetres que es circula sense passatge i potenciant el servei compartit.

Així que les actuacions d'aquesta mesura són tres:

- Fomentar l'ús del vehicle compartit - carpooling.
- Fomentar l'ús del vehicle multiusuari - carsharing.
- Optimitzar el servei del taxi.

Actuació	A2.1. Fomentar l'ús del vehicle compartit - Carpooling
Descripció	Establir una xarxa d'usuaris de vehicles d'alta ocupació (VAO) per potenciar l'ús del vehicle compartit per augmentar l'ocupació dels vehicles que circulen per la ciutat, especialment a les hores puntes del dia.
Responsables de l'actuació	Centres de treball (empreses o polígons industrials) i centres d'estudi (públics o privats) amb seguiment de l'Ajuntament.
Com actuar	Aquesta actuació només pot resultar beneficiosa amb la col·laboració dels Centres que concentren un elevat nombre d'atracció de viatges, ja siguin per motius de feina o d'estudi. No obstant, l'Ajuntament ha de potenciar la seva divulgació i estimular als Centres a l'hora de crear una xarxa per compartir vehicle. Ajuntament: - Reserva a la web de l'Ajuntament un espai de divulgació del servei on s'expliqui el seu funcionament, els beneficis que aporta, i es permeti accedir a una xarxa VAO. Aquesta xarxa ha d'incloure un apartat per als centres de treball, un altre per als centre d'estudi i un tercer per ciutadans que vulguin unir-se a la xarxa de manera independent (sense pertànyer a cap centre en concret). D'aquesta manera totes les dades estaran centralitzades i es facilitarà el control de l'acceptació de l'actuació. En una primera fase cada centre gaudirà d'un enllaç exclusiu per a que els contactes es realitzin entre persones del mateix centre, ja que d'aquesta manera augmenta la probabilitat de conèixer a la persona amb qui es compartirà el vehicle o, com a mínim, es pot tenir coneixement de qui és (condició imprescindible en els centres d'estudi). En una segona fase, quan el compartir cotxe ja estigui més normalitzat i el servei s'hagi guanyat la confiança dels usuaris es pot realitzar un creuament de dades de manera que persones de diferents centres de treball es puguin posar en contacte. - Reservar una part del pressupost destinat a la millora de la mobilitat de la ciutat per subvencionar als Centres part de les despeses vinculades amb

	aquest servei i fer un seguiment del seu compliment (veure apartat de requisits). - Establir contacte i arribar a un acord amb els gestors d'infraestructures per a que els vehicles d'alta ocupació puguin de gaudir de descomptes als peatges d'accés a la ciutat (Abertis, Tabassa) i aparcaments públics de la ciutat (BSM, Saba). - Establir contacte amb els centres que es donin d'alta en la xarxa VAO per informar-los de les diverses tasques es poden donar al centre a fi de facilitar i fomentar l'ús d'aquest ús més sostenible del vehicle privat (places d'aparcament reservat, xerrades, etc). Centres de treball: - Facilitar el contacte entre treballadors de la mateixa empresa que realitzen el mateix recorregut o un de similar, a través de la intranet o pàgina web de la pròpia empresa o polígon industrial. - Reservar places d'aparcament a les empreses per als treballadors que demostrin que accedeixen a la feina compartint el cotxe amb altres companys. - Proporcionar vehicles d'empresa a aquells treballadors que estiguin disposats a recollir a companys de feina per anar a treballar plegats amb ocupació igual o superior a 3 treballadors - Ampliar els franges d'entrada i sortida de la feina a aquelles persones que facin ús d'aquest mode de transport per facilitar-los la coincidència amb la resta d'ocupants del vehicle. - Finançament parcial de les despeses extres (peatges o aparcaments) vinculades al vehicle privat, i que només podran gaudir les persones que accedeixin a la feina amb vehicle propi acompanyats per un company de feina. Centres de primària i secundària: - Facilitar el contacte entre pares d'alumnes que viuen a prop. - Finançament d'una part de les despeses addicionals vinculades amb els alumnes (menjador, material docent, etc.). Centres d'estudi superior: - Facilitar el contacte entre alumnes que realitzen el mateix recorregut o un de similar i accedeixen amb vehicle privat. - Reservar places d'aparcament a les immediacions del centre per als alumnes que demostrin que accedeixen a la feina compartint el cotxe amb altres companys. - Finançament d'una part del material docent que ha d'adquirir els alumnes que comparteixen vehicle.
Beneficiaris	Persones que es desplacen amb el vehicle privat i col·lectius exclosos que no podrien desplaçar-se a centres en transport públic.
On actua	Sobre el flux de trànsit (reduint vehicles tot incrementant la seva ocupació)
Objectiu	Incrementar les ocupacions actuals d'1,18 persones per vehicle privat de Barcelona a valors aproximats d'1,4 persones per vehicle.
Requisits/claus d'èxit	Campanyes publicitàries realitzades des de l'Ajuntament i xerrades informatives als diversos centres on s'exposin els avantatges que poden gaudir les persones que es desplacin compartint cotxe i com posar-se en contacte les persones que

	estan disposades a desplaçar-se amb aquest mode de transport. Aquelles persones que arribin al centre de treball com passatger d'un vehicle d'alta ocupació podran disposar d'un abonament de transport públic que els facilitarà el centre corresponent per tornar a casa en el cas que no ho puguin realitzar amb el vehicle compartit perquè hagi sortit un imprevist. Els centres hauran de realitzar seguiments periòdics per verificar que no es comet frau i que les persones inscrites en el servei realment accedeixen al centre compartint vehicle. Els centres d'estudi i treball que col·laborin en la divulgació de l'ús més sostenible del vehicle privat hauran de rebre una subvenció que els permeti cobrir les despeses vinculades a tal efecte (pàgines webs per permetre a les persones interessades accedir a una base de dades segura, finançament de part dels abonaments de transport públic, etc) i que variaran en funció del nombre de persones que donades d'alta en el sistema. Requereix de la disposició dels usuaris de carrils específics a les principals vies d'accés a la ciutat, per on només podran circular els cotxes amb més d'un passatger i els vehicles de transport públic col·lectiu (carrils Bus-VAO). Els vehicles ocupats per més d'una persona gaudiran de descomptes als peatges d'entrada a Barcelona i aparcaments públic situats al centre de la ciutat o propers als accessos dels carrils Bus-VAO. L'ocupació del vehicle serà identificada amb captació de càmeres de vídeo que registraran la matrícula i el nombre de persones que transporta el vehicle. Descomptes en les places d'aparcament de les zones verdes i blaves regulades. En el moment de treure el tiquet s'haurà d'inscriure el número de la matrícula del vehicle i cadascun dels seus ocupants enviar un missatge a través de bluetooth amb el seu DNI, quantes més persones envien el missatge major serà el descompte. Aquest sistema requereix que les matrícules captades per les càmeres de vídeo quedin registrades a una base de dades i puguin ser consultades abans de expendre el tiquet, on quedarà registrada la matrícula per facilitar el bon ús del descompte.
Càlcul de les emissions	Es preveu que durant la vigència del present Pla el nombre de vehicles d'alta ocupació substitueixin al 24% dels vehicles actuals, passant així d'un coeficient d'ocupació del 1,18 a un del 1,4 (pax/veh) que proposa el PMU per al 2018. Aquest augment d'ocupació permet reduir el nombre de vehicles que circulen per la ciutat i, per tant, les emissions de gasos contaminants a l'atmosfera. Es considera que realitzant una correcta divulgació i fomentació de la xarxa VAO es pot aconseguir que al 2015 el 12% dels vehicles que actualment es troben en circulació passin a ser d'alta ocupació, el que implica una reducció de 55.814 vehicles. En una segona fase (escenari 2020) on el servei gaudeix de la confiança dels ciutadans el nombre de cotxes VAO continua augmentant i es preveu que es retirin de circulació un total de 134882 vehicles. El que equival a un coeficient d'ocupació de 1,29 i 1,48 respectivament. Un cop es té el nombre de vehicles que es preveu que circulin per la ciutat es torna a calcular les noves emissions.
Estalvi d'emissions	Amb l'estalvi de vehicles previstos es preveu una reducció de 108.072 tones de CO₂ equivalent al 2015 i de 140.865 tones al 2020 en el moment de finalització de la vigència del Pla.
Cost	Creació de pàgina web: 4.500 €, i manteniment (1.000 €/any). Subvencions als centres adscrits a la xarxa VAO: 12.000 €/any. Descomptes a usuaris VAO de fins al 50% en peatges i aparcament. Projecte d'implantació final a Barcelona de descomptes en peatges i aparcaments (a valorar)

Actuació	A2.2. Fomentar l'ús del vehicle multiusuari - Carsharing
Descripció	Una flota de vehicles es posa a disposició de qualsevol persona que es dona d'alta d'aquest servei i paga pel temps que el fa servir més el quilometratge total del desplaçament. Els vehicles es troben distribuïts per diversos aparcaments de la ciutat i s'han de tornar al mateix lloc on s'han recollit. Es preveu potenciar el seu ús per a un perfil d'usuari que sigui treballador d'una empresa i que actualment es desplaça amb el seu cotxe únicament els dies que ha de realitzar alguna gestió durant la seva jornada laboral (amb el Carsharing pot accedir a la feina amb transport públic i disposar del cotxe únicament per fer la gestió). També són usuaris potencials persones que fan servir el vehicle privat per motius d'oci i que per amortitzar la seva adquisició decideixen utilitzar el Carsharing en els desplaçaments de mobilitat obligada. Amb una correcta gestió i divulgació del Carsharing podrien beneficiar-se d'aquest servei aquests usuaris quan realment necessiten fer el desplaçament i prescindir de la compra d'un vehicle d'ús individual.
Responsables de l'actuació	Empreses (públiques o privades), ja que són les que han de prendre la decisió de donar-se d'alta dels serveis. Gestor del Carsharing (renovació dels vehicles a més eficients) i Ajuntament de Barcelona.
Com actuar	Actualment ja existeix un Carsharing adaptat a les empreses, amb tarifes més econòmiques i la possibilitat de registrar un nombre il·limitat de conductors autoritzats per a cada targeta identificativa per l'ús del servei. Per aconseguir un ús més estès d'aquesta modalitat de transport es reservarà una petita partida dels pressupostos per poder subvencionar a part de les empreses que en facin ús. Les empreses poden donar-se d'alta del servei per a que els seus treballadors puguin disposar de vehicles per realitzar gestions fora de l'empresa. És a dir, es substitueixen els cotxes d'empresa i un mateix vehicle del sistema el pot fer servir empreses diferents, reduint així el nombre de vehicles del sistema. Per altra banda, per a què el servei resulti mediambientalment més sostenible l'Ajuntament animarà a l'empresa responsable d'aquest servei (Avancar) a ampliar la flota de vehicles més nets i que els usuaris habituals d'aquests cotxes puguin gaudir de descomptes o bonificacions.
Beneficiaris	A treballadors que requereixen l'ús del vehicle privat de manera esporàdica i a empreses que disposen de flotes de vehicles infrautilitzades.
On actua	Sobre el flux de trànsit.
Objectiu	Reduir el nombre de vehicles associats als desplaçaments de mobilitat obligada i millorar la categoria ambiental dels vehicles mitjançant el servei de "compartir vehicle".
Requisits/claus d'èxit	Subvencionar a les empreses en funció del grau en que fan ús del servei, i així recuperar part de les despeses que han hagut d'assumir prèviament. Realitzar campanyes informatives per divulgar l'existència del servei, el seu funcionament i requisits de les subvencions. A més a més de l'establiment econòmic que suposar per a les empreses, ja que el Carsharing Business inclou les despeses de manteniment, assegurança i detalla a la factura els quilòmetres recorreguts.

<i>Càlcul de les emissions</i>	Segons estudis previs realitzats per conèixer la disponibilitat al canvi de transport als centres de treball es preveu que amb aquesta actuació es reduïxi un 3% dels desplaçaments actuals amb vehicles privat, el que equival a 57.967.430 quilòmetres menys circulant per la ciutat. Un cop es coneix el número de cobxes estalviats es torna a calcular les emissions de manera anàloga a l'anàlisi realitzat per a l'estat actual.
<i>Estalvi d'emissions</i>	Es preveu que l'estalvi d'emissions amb aquesta actuació sigui de 23.456 Tones de CO ₂ equivalent.
<i>Cost</i>	Subvenció a les empreses: 400 €/vehicle per nou contracte al servei de Carsharing i baixa del vehicle a substituir (fins any 2015).

Actuació	A2.3. Optimitzar el servei del taxi
<i>Descripció</i>	Els taxis circulen en lliure durant un període significatiu del temps pels carrers de Barcelona fins que algú els atura per requerir el seu servei de transport. Aquest fet provoca que es realitzin molts quilòmetres sense càrrega, amb el cost econòmic i ambiental que això suposa. Per aquesta raó es considera necessari modificar el sistema de recollida del passatge, i que només es pugui realitzar mitjançant reserva prèvia a les empreses del sector o directament en un conjunt de parades de taxis localitzades de forma òptima en punts singulars de la ciutat.
<i>Responsables de l'actuació</i>	Taxistes i empreses del sector i Ajuntament de Barcelona (disposició de les parades de taxi)
<i>Com actuar</i>	- Regular el servei de taxi de forma que la pujada al servei es faci en parada o prèvia reserva telefònica o web a alguna de les radioemissores de la ciutat. En centralitzar les reserves del servei es pot conèixer els orígens i destinacions dels trajectes. Això permet informar al taxista del recorregut òptim del servei en funció de l'estat dels trànsit, i la possibilitat de compartir el taxi entre diferents clients que han de realitzar recorreguts similars. - Facilitar la ubicació, implantació i ampliació de les parades de taxi a Barcelona per poder suportar al major volum de vehicles que en faran ús un cop instaurada la mesura. La distància d'accés a les parades a la zona central de Barcelona serà inferior a 300 metres en la zona central i de 600 metres en la zona perifèrica. Es preveu la necessitat de generar 121 noves parades a la zona central de la ciutat que disposin d'una capacitat mínima de 5 vehicles. Aquest fet comporta l'eliminació de 605 places destinades a Àrea Verda/Blava o a Càrrega i Descàrrega.
<i>Beneficiaris</i>	Taxistes i usuaris del servei.
<i>On actua</i>	Sobre la gestió del trànsit.
<i>Objectiu</i>	Reduir el quilometratge sense passatgers (en buit) de la flota de taxis a la ciutat
<i>Requisits/claus d'èxit</i>	Realitzar campanyes informatives entre els taxistes de la necessitat de canviar de sistema de recollida de passatge i els beneficis que els aportarà. Divulgar entre els ciutadans les diverses maneres que hi ha per agafar un taxi (reservar o en parada). Potenciar l'ús del taxi compartit, informant als usuaris d'aquesta possibilitat en el

	moment de realitzar la reserva.
<i>Càlcul de les emissions</i>	S'ha avaluat que un taxista recorre 6 km en lliure (buit) per cada hora de servei. La pujada exclusiva del taxi en parades suposaria que els desplaçaments en buit per hora es reduïssin a 3,2 km. Aquest fet suposaria l'estalvi anual de 71 milions de vehicles quilòmetre en el sector que s'haguessin recorregut a una velocitat mitjana de 22 km/h. Amb aquest estalvi de quilometratge es passa a calcular les emissions generades per la nova situació. La posada en servei de la mesura s'ha planificat per a l'any 2015 o anterior.
<i>Estalvi d'emissions</i>	Un cop consolidada la mesura es preveu que es produeixi una reducció de 10.724 Tones de CO ₂ equivalent a l'any 2015 en relació a l'escenari actual.
<i>Cost</i>	El cost de senyalització vertical i horitzontal per parada s'ha estimat en 350 euros, fet que comporta un import global del 42.350 euros associat a la mesura.

4.3 FOMENT DE L'ÚS DEL TRANSPORT PÚBLIC COL·LECTIU I MILLORA DEL SERVEI

Actualment Barcelona presenta una àmplia oferta del transport públic col·lectiu, no obstant, la major part dels desplaçaments que es realitzen a la ciutat es fan amb el cotxe particular. És per això que cal actuar per a què part dels usuaris del vehicle privat canviïn la percepció que tenen del transport públic i el considerin un mode de transport competitiu i de fàcil accés, especialment per a les persones procedents d'altres municipis.

En definitiva, cal que el sistema de transport públic en superfície sigui més eficient i facilitar l'accés al transport públic a qualsevol persona que tingui com origen/destinació del seu desplaçament la ciutat de Barcelona.

Les actuacions que han de permetre assolir aquest objectiu són:

- Redisseny de la xarxa d'autobusos de Barcelona.
- Creació de carrils Bus-VAO a les principals accessos de la ciutat.
- Facilitar l'ús del transport públic i la intermodalitat.

Actuació	A3.1. Redisseny de la xarxa d'autobusos de Barcelona
<i>Descripció</i>	La creació d'una nova xarxa d'autobusos amb línies més eficients i acompanyades d'elements de prioritat de pas, el que permet aconseguir una major velocitat de circulació. Aquest fet beneficia a l'usuari perquè redueix el temps de viatge i també a l'operador perquè requereix d'un menor nombre de vehicles per donar el servei.
<i>Responsables de l'actuació</i>	Ajuntament i principal empresa operadora de transport públic en superfície (TMB).
<i>Beneficiaris</i>	Operadors i usuaris del servei d'autobusos.

Com actuar	- Treballar conjuntament amb TMB i un equip d'experts del transport per definir un traçat òptim de la nova xarxa, tant en aspectes de funcionalitat com d'eficiència. - Facilitar la instal·lació i aplicació de les noves tecnologies necessàries per garantir el bon funcionament del servei. - Avaluar els requeriments presentats per TMB per poder operar amb unes condicions mínimes de seguretat, comoditat i funcionalitat, com són l'existència de camins bus d'una amplada mínima de 3,20 metres i llibre d'obstacles que farien reduir la velocitat comercial del servei o la necessitat de modificar els sentits de circulació d'alguns carrers per aconseguir recorreguts més directes.
On actua	Sobre el flux de trànsit.
Objectiu	- Dissenyar la xarxa d'autobusos que garanteixi una bona accessibilitat en tot el territori de Barcelona, una velocitat comercial alta (superior a 15 km/h) i una cobertura temporal suficient, a més d'eliminar serveis redundants en el centre de la ciutat. Una xarxa ortogonal és la que resulta més adient per donar resposta a aquests requisits.  - La freqüència de pas a la major part del territori ha de ser força alta (20 bus/hora) per minimitzar el temps d'espera a la parada. - A la zona central s'augmenta el nombre de parades per millorar l'accés al sistema des del centre de la ciutat. - La xarxa ortogonal serà, en definitiva, la que presenti millors prestacions però per garantir el bon funcionament del sistema cal que sigui reforçada per una xarxa d'autobusos de serveis convencionals i una altra de proximitat.
Requisits/claus d'èxit	Es requereix un compromís polític per part de les administracions que faciliti la incorporació dels elements bàsics de la nova xarxa, com poden ser nous camins d'ús exclusiu de l'autobús, sistemes de prioritització de pas i canvis de sentit o de distribució de camins del viari. Cal assegurar que la velocitat de circulació sigui la desitjada i, per tant, resulta necessari que hi hagi un control rigorós de la indisciplina (vehICLES aparcats en camí bus o invasió d'aquest, etc.). S'ha d'informar al ciutadà de les modificacions del servei, les millores que aportarà i els beneficis que obtindran els seus usuaris (estalvi de temps, etc.)
Càlcul de les emissions	Segons un estudi realitzat recentment (CENIT, 2009a) la nova xarxa ortogonal permet reduir gairebé un 10% el nombre de veh-km passant dels 41 milions de l'any 2008 a 36,5 milions al 2015, i necessitar un 14% menys de vehicles a la flota (en lloc de 1.079 autobusos només es necessitarien un total de 932). Es preveu que el transport públic augmenti el seu nombre d'usuaris un 17% perquè en reduir el temps de viatge part dels usuaris del vehicle privat el troben més atractiu i en faran ús. Això implica que en un any deixaran de circular pels

	carrers de Barcelona 24,5 milions de veh-km.
<i>Estalvi d'emissions</i>	Amb aquesta actuació es produeix un doble estalvi, el vinculat amb la millora de l'eficiència del transport públic suposa una reducció de 7.817 tones de CO ₂ equivalent. El que correspon al descens de turismes en circulació és de 35.115 tones, (valor inclòs en l'actuació 3.3.)
<i>Cost</i>	El cost d'aquesta mesura dependrà de les necessitats específiques que requerirà cadascun dels corredors de la nova xarxa. S'estima un cost aproximat de posada en servei de la xarxa d'uns 150.000 euros/km

Actuació	A3.2. Creació de carrils Bus-VAO a les principals accessos de la ciutat
<i>Descripció</i>	La mesura es basa en disposar d'una plataforma reservada pel transport públic i vehicles d'alta ocupació (VAO) a les principals vies d'accés a la ciutat (Meridiana, Gran Via, Diagonal). En no haver de compartir l'espai amb la resta de vehicles, els vehicles d'alta ocupació circularan a major velocitat i, per tant, requeriran un menor consum de carburant. S'ha de tenir en compte que aquesta situació només es dona en estat de congestió, on es circula a velocitats molt baixes i es realitza un alt consum de combustible.
<i>Responsables de l'actuació</i>	Gestors responsables de la via (Ajuntament, Generalitat i Ministeri de Foment).
<i>Com actuar</i>	S'establiran converses amb les Administracions responsables de les vies d'accés a Barcelona per crear carrils Bus-VAO: Ministeri de Foment (B-23) i Generalitat (C-58, C-31, C-33). A la vegada, el desenvolupament es farà paral·lelament a l'extensió de carrils Bus-VAO a l'interior de Barcelona (Av. Meridiana, Gran Via i Av. Diagonal) que permeti donar continuïtat als carrils Bus-VAO d'accés a la ciutat. La circulació per aquests carrils estarà exclusivament restringida per a vehicles d'alta ocupació (autobusos i vehicles amb dos o més ocupants per vehicle). La implantació de la infraestructura haurà de venir complementada amb un sistema de vigilància de l'ús dels carrils (càmeres o guàrdia urbana).
<i>Beneficiaris</i>	Persones que es desplacen a Barcelona procedents d'altres municipis.
<i>On actua</i>	Sobre el flux de trànsit.
<i>Objectiu</i>	L'objectiu de la mesura és incrementar la velocitat dels vehicles d'alta ocupació i millorar les seves prestacions. La millora de la infraestructura del BUS-VAO ha de suposar indirectament l'increment de l'ocupació del vehicle i per tant, la reducció del quilometratge del parc mòbil a la ciutat.
<i>Requisits/claus d'èxit</i>	Divulgació de l'estalvi de temps que s'aconsegueix fent servir els modes de transport autoritzats per circular per aquesta secció de la via. D'aquesta manera els usuaris potencials trobaran més atractiu viatjar amb aquests modes i optaran per deixar el vehicle privat a casa. Fomentar la intermodalitat entre transports públics fent arribar els carrils Bus-VAO a les terminals d'autobusos interurbans i com a mínim a una estació de la xarxa de metro.

<i>Càlcul de les emissions</i>	Segons el projecte constructiu del carril Bus-VAO del corredor C-31 (GISA, 2005) els viatgers del transport públic que accedien a Barcelona per aquesta via perdien diàriament un total de 233 hores. El que es tradueix amb un increment d'usuaris del transport públic, ja que el temps dels desplaçaments amb aquest mode disminuiria significativament. Aquests nous passatgers serien usuaris procedents del vehicle privat i per tant suposarien la reducció d'uns 770 vehicles d'entrada a Barcelona per plataforma en un dia. A continuació es realitza una hipòtesi inicial en la que es considera que la totalitat dels carrils Bus-VAO entren en servei durant la vigència del PECQ 2011-2020 per així poder realitzar una estimació de la reducció d'emissions que es podria aconseguir amb la implantació de l'actuació proposada.
<i>Estalvi d'emissions</i>	Amb els condicionants exposats anteriorment s'estima que es deixi d'emetre 1.536 tones de CO ₂ equivalent a l'atmosfera.
<i>Cost</i>	Aquesta actuació és molt ambiciosa i requereix de negociacions entre Administració Local, Generalitat, Estat i Gestors de la infraestructura en els accessos a Barcelona afectats. Caldrà realitzar projectes d'estudi específics per conèixer les peculiaritats de cada carril Bus-VAO i un posterior projecte constructiu. El cost aproximat de construcció es situa sobre 1 milió d'euros per quilòmetre.

Actuació	A3.3. Fomentar l'ús del transport públic i la intermodalitat
<i>Descripció</i>	L'actuació que es presenta pretén fomentar els serveis de Transport Públic per a què sigui el responsable del creixement quantitatiu de la mobilitat a la ciutat de Barcelona. La seva promoció haurà de mantenir acotats els més de 13 milions de quilòmetres realitzats en dia feiner (2008) pel parc mòbil a la xarxa viària de Barcelona. La mesura doncs és estratègica per no incrementar els períodes de congestió a la xarxa vial de la ciutat. Aquesta mesura es compon de mesures infraestructurals (Línia 9 de metro, extensions de línies de metro actuals) així com la millora de nous serveis de transport de superfície i mesures de prioritat de pas. A la vegada, la mesura general haurà de facilitar el transbordament entre diversos modes de transport de manera que es realitzi de forma ràpida i segura per a què resulti més atractiu a l'usuari. Amb aquesta actuació, les persones que accedeixen a Barcelona amb vehicle privat poden deixar el vehicle a corredors d'accés a la ciutat i realitzar la resta del recorregut amb modes més sostenibles.
<i>Responsables de l'actuació</i>	Administració central, Generalitat de Catalunya, Ajuntament, empresa municipal encarregada de gestionar els aparcaments públics (BSM), i empreses operadores dels diversos modes de transport que donen servei a la ciutat i que formen part del sistema tarifari integrat.
<i>Beneficiaris</i>	Persones que en algun moment del recorregut es desplacen amb transport públic.
<i>Com actuar</i>	L'actuació que es presenta inclou el desenvolupament de les següents mesures d'acció: - Desenvolupament total de les infraestructures recollides en el PDI 2001-2010 de l'ATM i futurs plans. - Desenvolupament i construcció de noves places d'estacionament Park-&-

	Ride més econòmiques als accessos de la ciutat i que estiguin ben comunicades amb modes més sostenibles (parades de bus, estacions de metro i estacions de bici). D'aquesta manera els usuaris del vehicle privat poden realitzar la darrera part del desplaçament amb aquest modes. Facilitar la cessió de terrenys per construir noves places d'aparcament als accessos de la ciutat des d'on es pugui accedir al transport públic amb facilitat i negociar amb BSM per a que aquestes places tinguin un preu més econòmic que les de l'interior de la ciutat. - Millores de freqüència per reduir el temps d'espera de l'autobús per a que no es penalitzi tant haver de realitzar un transbordament, ja sigui amb el metro o amb una altra línia d'autobús. - Millorar la velocitat de circulació dels autobusos amb mesures de prioritització per a reduir el temps de viatge i fer-lo equiparable amb el del vehicle privat. Les mesures a desenvolupar són: • Parada doble en corredors amb una freqüència agregada superior a 30 busos/hora • Camil bus d'amplada superior a 3,20 metres • Prioritat semafòrica activada o passiva - Permetre l'accés de bicicletes a l'autobús exceptuant els moments de màxima demanda (de 7h a 9:30 i de 17h a 20h).
On actua	Sobre el flux de trànsit.
Objectiu	Potenciar l'ús del transport públic en la situació actual i que aquest pugui ser el responsable del creixement de la mobilitat a la ciutat en relació al vehicle privat.
Requisits/claus d'èxit	Fer campanyes informatives de les millores incorporades al sistema de transport públic i donar prioritat als vehicles de transport públic front als vehicles privats.
Càlcul de les emissions	S'avaluen els escenaris previstos pel PMU situats al 2018. Es parteix de l'Escenari de Kyoto, que representa la situació que hauria d'existir per al compliment dels objectius (amb 13.200.000 veh-km) i es compara amb el total de veh-km que es produïen en un escenari tendencial on no es produís un traspàs del vehicle privat cap al transport públic (20.800.000 veh-km).
Estalvi d'emissions	Si no s'aconsegueix fomentar el transport públic per a que doni servei a part dels usuaris del vehicle privat es preveu que es produeixi gairebé 560 mil tones de CO ₂ eq que en cas contrari no es produïen.
Cost	Variable en funció de desenvolupament de les infraestructures

4.4 GESTIÓ AMBIENTAL DEL TRÀNSIT

Un altre mode per controlar les emissions produïdes pel trànsit és actuar de manera directa sobre la seva gestió, és a dir, controlar el mode de conduir perquè es produeixi un menor nombre de gasos i condicionar als usuaris del vehicle privat perquè facin servir vehicles menys contaminants.

Les mesures són:

- Macroregulació semafòrica.
- Tarifació variable segons ocupació i tipus de vehicle.
- Limitació d'entrada a la ciutat per els vehicles més contaminants.
- Descomptes en pàrkings de BSM o zones blaves per els vehicles més nets.

Actuació	A 4.1 Macroregulació semafòrica a favor del Transport Públic de Superfície
<i>Descripció</i>	L'objectiu de la mesura és crear una ona verda en les interseccions ubicades al llarg dels corredors de transport públic de superfície (TPS), de forma que s'augmenti la velocitat comercial dels vehicles de TPS i es penalitzi lleugerament la velocitat del vehicle privat. Els desfasaments de les interseccions semafòriques s'adaptaran en la major mesura a les trajectòries dels vehicles de TPS, condicionades pel temps de pujada i baixada de passatgers en les parades. D'aquesta forma, els vehicles de TPS tindran una major probabilitat de trobar-se els semàfors en verd al llarg dels corredors i evitar la seva aturada en la intersecció. L'augment de velocitat comportarà l'increment de la demanda del sistema TPS front el vehicle privat i la reducció de consum i emissions. Tanmateix, la lleugera reducció de la velocitat del vehicle privat suposarà un augment del seu consum i emissions. La rendibilitat de la mesura es justifica per la diferència d'ocupació dels vehicles de transport públic i vehicle privat.
<i>Responsables de l'actuació</i>	Ajuntament de Barcelona (Centre de Control de Trànsit) i Transports Metropolitans de Barcelona
<i>Beneficiaris</i>	Usuaris del transport públic, operadors de transport públic en superfície, veïns.
<i>On actua</i>	Sobre la regulació semafòrica de la ciutat. En el cas de Barcelona s'ha considerat la seva aplicació en els corredors definits pels carrers París, Mallorca, València Aribau, Muntaner i Villarroel.  Fig. a. Corredors analitzats i àrea d'aplicació de la mesura
<i>Com actuar</i>	S'identifiquen els corredors on hi discorren les línies de transport públic col·lectiu en superfície que transportin un major flux de passatgers i el mateix pla semafòric de regulació. De forma genèrica els corredors presentaran interseccions comunes on la prioritat en una direcció pot arribar a perjudicar a les línies que discorren en la direcció complementària.

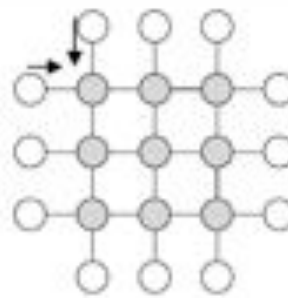


Fig. b. Esquema de coordinació en xarxa

En aquestes interseccions comunes cal determinar un desfasament òptim del temps de verd entre les dues direccions de circulació, en funció del flux de passatgers que es transporta en cada direcció. L'esquema típic de fases semafòriques per cada direcció de moviment dels vehicles en una intersecció és el següent:

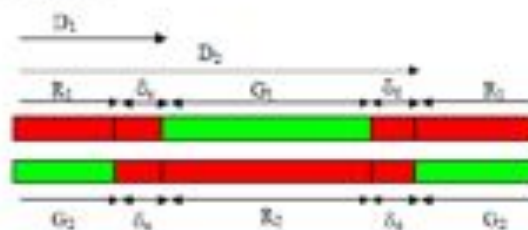


Figura.c. Esquema de fases semafòriques

On:

D , desfasament

G , temps de verd

R , temps de vermell

δ , fases en què els dos semàfors es troben en vermell

D'aquesta forma, l'actuació planteja trobar el valor de $D1$ i $D2$ (moment d'activar la fase de verd) en totes les interseccions de forma agregada per a què la circulació dels vehicles de TPS tingui el menor nombre d'aturades en semàfors.

Degut a la seva complexitat de resolució, la seva implementació necessita el desenvolupament d'un model de simulació-optimització basat en algorismes metaheurístics (algorismes evolutius i genètics) que busquin els desfasaments òptims en tota la xarxa d'estudi (Estrada et al. 2009).

El càlcul dels desfasaments òptims per als 6 corredors d'estudi afectarà addicionalment a totes les interseccions de l'àrea d'estudi de la zona definida en la Figura 5.4.a. En aquest sentit, el model recalcularà els desfasaments de totes les interseccions de l'àrea d'estudi per a minimitzar les aturades dels vehicles privats en corredors no utilitzats per al TPS.

Requisits/claus d'èxit

El desenvolupament de la mesura necessita conèixer de forma precisa els temps de parada dels vehicles de transport públic en superfície i la seva variació temporal al llarg del dia. La lleugera penalització a la velocitat del vehicle privat pot arribar a fer més atractiu el servei de TPS. En aquest sentit, els vehicles privats que avancin els vehicles de TPS en la parada tombaran a ser avançats pels últims en les interseccions semafòriques. El desenvolupament dels nous plans de regulació semafòrica de prioritat als serveis de TPS s'haurà de realitzar prèviament a la seva implantació, calculant els efectes per a tots els usuaris de

	la via pública (vianants, transport públic i vehicle privat).
<i>Càlcul de les emissions</i>	En el càlcul de les emissions s'ha considerat la freqüència de pas real de les línies de TMB per Barcelona i les intensitats de vehicles privats en les vies de la zona d'estudi en Hora Punta. A partir d'aquests valors s'ha calculat el total de vehicles-quilòmetre abans i després de l'actuació, que permet valorar els estalvis energètics i d'emissions de cada actuació.
<i>Estalvi Emissions</i>	Amb l'escenari proposat anteriorment es preveu un estalvi anual de 273 tones de CO ₂ equivalent (dia). La metodologia de càlcul únicament valora les variacions de les emissions degudes a una variació de la velocitat de trajecte. No obstant, els beneficis d'aquesta mesura serien superiors si es considerés realment l'efecte de l'arrencada i aturada dels vehicles en els semàfors, acció d'elevat consum i de producció d'emissions.

Actuació	A4.2. Gestió del trànsit amb control semafòric entre districtes
<i>Descripció</i>	Es construirà el Diagrama Fonamental Macroscòpic dels 10 districtes de Barcelona. La seva realització es basarà en la recopilació de dades provinents dels més de 80 detectors d'espises que té l'Ajuntament de Barcelona a la xarxa vial, dades de monitorització de les trajectòries d'una part dels autobusos de TMB i dades provinents de taxis operatius a Barcelona equipats amb GPS. La sèrie temporal d'anàlisi serà tota una setmana (5 dies laborables, un dissabte i un diumenge) durant les 24 hores del dia, per assegurar la definició de tot el domini de la relació flux-densitat (q-k). Posteriorment, es desenvoluparà un sistema de gestió de semàfors per a controlar el flux d'accés a cada districte de Barcelona. La darrera implantació tecnològica dels nous equips de regulació semafòrica realitzada durant el 2009-2010 a Barcelona permetrà el correcte desenvolupament del pla semafòric dinàmic, amb una comunicació directe i en temps real entre el centre de control i el regulador de cada semàfor. L'objectiu de la mesura és que les demores temporals aplicades als vehicles en les vies d'accés siguin significativament inferiors a l'estalvi de temps de viatge dins el districte.
<i>Responsables de l'actuació</i>	Ajuntament de Barcelona, Centre de Control de Trànsit
<i>Beneficiaris</i>	Usuaris del vehicle privat, usuaris del transport públic, operadors de transport públic en superfície, veïns.
<i>On actua</i>	Sobre el flux de trànsit i la regulació semafòrica de la ciutat
<i>Com actuar</i>	En cada districte, s'identificaran les vies principals d'accés que permeten l'entrada i sortida de vehicles a la xarxa urbana del districte. En temps real s'avaluarà la densitat de vehicles en cada districte de Barcelona mitjançant dades de detectors i flotes circulants. El nombre de vehicles per àrea es calcularà com el flux net d'entrades- sortides i vehicles que acaben el seu recorregut en el districte. El tractament d'aquestes dades permetrà identificar quin punt (q_{max} , k_{max}) representa la situació actual de trànsit del diagrama q-k. Si la densitat k_{max} és superior a la densitat crítica k^* s'activarà el pla de control semafòric del districte. El nombre de vehicles que accedeixin al districte per totes les vies d'accés estarà regulat per un cordó de semàfors. Si la intensitat de la via a flux continu és de I_v , el temps de verd en la intersecció és g i el temps de cicle és C , la intensitat màxima desitjada de cada moviment (I_{max}) es pot calcular mitjançant l'expressió següent:

	$I_{\max} = (g / C) I_s$ El sistema de gestió dels semàfors variarà el temps de verd (g) en cada intersecció mantenint el temps de cicle (C), de forma que s'ajusti la intensitat màxima desitjada ($I_{\max}$) en temps real a les necessitats de cada escenari per a mantenir la densitat òptima de vehicles a l'interior del districte.  Per exemple, si un semàfor en una via d'accés a un districte congestionat presenta un temps de cicle de 91 segons, dels quals 45 segons corresponen a temps de verd, la regulació semafòrica podria reduir el temps de verd a un valor mínim de 15 segons. Amb aquesta mesura es reduiria la capacitat d'accés en un 17%, fet que ajudaria a descongestionar el districte i a augmentar la velocitat en el seu interior.
Requisits/claus d'èxit	Com a pas previ a la implementació del sistema cal en primer lloc calcular els diagrames fonamentals macroscòpics a partir d'una plataforma tecnològica de comptatge i seguiment de vehicles. En aquest sentit, seria necessari treballar conjuntament amb TMB i radioemissores de taxi per a proporcionar dades suficients amb prou precisió per a garantir un bon ajust de la corba q-k. La construcció de les corbes q-k s'ha de realitzar per un equip científic expert en la metodologia i en el tractament d'aquestes dades. Per altra banda, seria necessari adaptar el Centre de Control de Trànsit de la ciutat per a processar en temps real les dades de les plataformes tecnològiques i determinar l'estat temporal i evolució del trànsit. A la vegada, s'haurà de desenvolupar un model eficient que permeti identificar l'estratègia de regulació semafòrica més òptima per a diferents conjuncions de congestió en districtes veïns mitjançant simulació. Finalment, caldrà adaptar la interconnexió entre el centre de control i els reguladors dels semàfors per a adequar en temps real els paràmetres del regulador segons convingui.
Càlcul de les emissions	Els càlculs de les emissions i consum energètic s'ha realitzat identificant una relació entre la velocitat mitjana de recorregut i la densitat de vehicles en el centre. La velocitat de referència resultant de cada estat de trànsit amb una densitat k (amb un valor associat de vehicles quilòmetre), ha estat utilitzada amb el programa COPERT per avaluar els factors unitaris de consum i d'emissions. Per a l'escenari de compliment de Kyoto, la velocitat mitjana ha estat de 33,02 km/h. L'estalvi total de CO2 eq. ha estat de 10.800 Tn per l'escenari 2020.
Cost	Desenvolupament eina de control de trànsit valorada en 300.000 euros i adaptació de centre de control de trànsit valorada en 100.000 euros.

Actuació	A4.3. Tarifació variable segon ocupació i tipus de vehicle
Descripció	Establir una reducció del preu dels peatges d'accés a Barcelona que només puguin gaudir els vehicles més nets o els d'alta ocupació. Amb aquesta actuació les persones que es desplacen amb vehicle privat difícilment seran condicionades per realitzar un canvi de mode cap al transport públic, no obstant, si que estaran atretes a fer un ús més sostenible del vehicle privat.
Responsables de l'actuació	Empreses concessionàries d'autopistes afectades (Tabasa als Túnels de Vallvidrera i Abertis a la C-32 i C-33).
Com actuar	- Mantenir una taula de negociació amb les empreses concessionàries per donar suport a l'actuació i col·laborar amb elles a l'hora de fixar les pautes d'avaluació, gestió i explotació necessàries perquè es pugui portar a terme la seva implantació. - Instal·lar detectors a l'entrada del peatge que permetin identificar el nombre de persones que viatgen en un vehicle. D'aquesta forma, els vehicles d'alta ocupació que paguin el peatge amb targeta o targeta de Via T podran beneficiar-se d'unes tarifes menors. En el cas que es passi per una cabina manual la detecció del nombre de passatgers es realitzarà de manera visual i la reducció de la tarifa es realitzarà de manera manual. - Amb les targetes Via T o realitzant la lectura de les matrícules es poden identificar la tipologia del vehicle, de manera que els que siguin més nets paguin una tarifa inferior al peatge d'accés a la ciutat. - El descompte de tarifes que s'aplicarà serà del 50% a vehicles amb una ocupació superior o igual a 2 persones. En el cas de vehicles híbrids o elèctrics també es podrà aplicar un descompte del 25%.
Beneficiaris	Usuaris de vehicles privats més nets o que viatgen acompanyats per una o més persones.
On actua	Sobre el flux de trànsit i el parc mòbil.
Objectiu	La mesura busca incrementar el grau d'ocupació dels vehicles a partir d'incentius econòmics en peatges d'entrada.
Requisits/claus d'èxit	Com els usuaris d'aquesta mesura solen realitzar desplaçaments curts, on el temps de viatge té un gran pes a l'hora de canvia d'hàbits, resulta convenient disposar de cabines de pagament específiques (i camils corresponents) per als vehicles d'alta ocupació per a que puguin passar amb major fluïdesa el peatge. Si existeixen vies gratuïtes alternatives a la via de pagament part dels usuaris potencials de l'actuació optaran per evitar la de pagament. Per aquesta raó cal que el cost monetari que suposa el peatge per als VAO sigui similar al cost vinculat a l'increment de temps que suposa circular per la via alternativa.
Càlcul de les emissions	A partir de l'anàlisi de diversos estudis realitzats arreu del món (Estats Units, Dinamarca, Gran Bretanya, Espanya, etc.) s'ha pogut conèixer les elasticitats vinculades als canvis de preus dels peatges. Amb aquesta informació i la possibilitat de fer servir vies alternatives, es detecta que es produeix un canvi en els hàbits dels usuaris quan la reducció del peatge

	és superior al 50%, moment en que augmenta un 24% el nombre de vehicles d'alta ocupació que circulen per la via.
<i>Estalvi d'emissions</i>	Nul perquè és una actuació complementària (a la mesura 2.1)
<i>Cost</i>	La compensació de la subvenció del preu del peatge pot ser sufragada amb un increment de la tarifa de tots aquells vehicles que circulen amb una ocupació igual a 1. D'aquesta forma, no s'ha de crear cap fins de compensació per part de l'administració, sinó que el gestor de la via pot recaptar els mateixos ingressos independentment del flux. El cost d'implantació dependrà de la tecnologia que disposi actualment cada via i dels acords que s'arribin en les negociacions. Així que per realitzar una valoració econòmica del pressupost per a la implantació de l'actuació és necessari realitzar un projecte específic d'anàlisi i avaluació.

Actuació	A4.4. Limitació d'entrada a la ciutat per els vehicles més contaminants
<i>Descripció</i>	Fins a l'escenari 2015, els vehicles anteriors o iguals a la classificació Ece 15-03 (antiguitat superior als 24 anys) tindran prohibida la circulació dins la ciutat durant els dies feiners. La seva possessió es considerarà com un vehicle històric de forma que la seva conducció es realitzarà de forma puntual i per motius d'oci. D'aquesta forma, la seva circulació només es permetrà durant el cap de setmana o en dies feiners amb una autorització prèvia de l'administració local. L'autorització de la circulació en un dia feiner es realitzarà de forma telemàtica i gratuïta mitjançant la web de l'Ajuntament (tràmits i gestions). A partir del 2016, la prohibició s'estendrà als vehicles d'una classificació igual o inferior a la ECE 15-04 (antiguitat superior a 24 anys).
<i>Responsables de l'actuació</i>	Ajuntament de Barcelona.
<i>Beneficiaris</i>	Usuaris de vehicles més nets, que seran els que sí poden entrar a la ciutat i coincidiran al carrer amb un menor nombre de vehicles.
<i>Com actuar</i>	- Es realitzaran lectures de matrícula als accessos de la ciutat per mitjà de les càmeres de control de trànsit existents. D'aquesta forma, la identificació del número de la matrícula dels vehicles serà contrastada on-line o off-line amb la base de dades del cens de parc mòbil per a determinar la seva antiguitat. D'aquesta forma es sancionarà els vehicles antics (i per tant més contaminants) que presentin una data de fabricació inferior al 1986. Cal comentar que és indispensable comparar la data de fabricació i no la de matriculació per classificar correctament l'edat de vehicle que han estat matriculats dues o més vegades. - La Guàrdia Urbana també podrà realitzar controls en el carrer sobre aquesta tipologia de vehicles.
<i>On actua</i>	Sobre el parc mòbil.
<i>Objectiu</i>	Reduir al màxim el quilometratge dels vehicles menys nets però garantint la seva circulació per motius d'oci o esbarjo.
<i>Requisits/claus d'èxit</i>	Informar als ciutadans de l'entrada en funcionament de l'actuació amb anterioritat, explicant la necessitat de la seva implantació i dels beneficis que comportarà, no només a la millora de la circulació per l'interior de la ciutat sinó

	també per als seus ciutadans. Informar de les sancions que poden tenir aquelles persones que no compleixin la prohibició d'accés.
<i>Càlcul de les emissions</i>	Es considera que aquesta actuació no computa en el càlcul d'emissions de gasos contaminant estalviats perquè la major part de les persones afectades per la seva implantació optaran per canviar de vehicle i poder continuar accedint a la ciutat en vehicle privat. En definitiva, aquesta mesura accelera la renovació del parc mòbil amb vehicles més nets i els seus guanys mediambientals ja s'han calculat anteriorment (A1.1).
<i>Estalvi d'emissions</i>	Nul perquè és una actuació complementària.
<i>Cost</i>	S'utilitzaran les càmeres de control existents a les vies d'entrada de la ciutat i de la xarxa bàsica.

Actuació	A4.5. Descomptes en pàrkings de BSM o zones Blaves per els vehicles més nets
<i>Descripció</i>	Els vehicles més nets pagaran unes tarifes inferiors a les zones Blaves de la ciutat i aparcaments de Barcelona Serveis Municipals.
<i>Responsables de l'actuació</i>	Empresa municipal de gestió de l'aparcament (BSM)
<i>Com actuar</i>	Arribar a un acord amb BSM per a què accepti la nova tarificació de les places d'estacionament bonificades. En el moment de treure el ticket s'haurà de registrar la matrícula i en funció de quina tipologia de vehicle s'haurà de pagar l'import normal o rebre una bonificació (en percentatge sobre l'import normal). Durant l'extensió del ticket d'aparcament en superfície, el conductor determinarà el número de matrícula i la tipologia de vehicle seleccionada, de forma que quedarà impresa en el document acreditatiu de l'estacionament. D'aquesta manera, els agents de control de l'aparcament podran verificar la concordança entre vehicle, tarifa aplicada i d'aquesta forma evitar frau.
<i>Beneficiaris</i>	Usuaris de vehicles més nets.
<i>On actua</i>	Sobre el parc mòbil.
<i>Objectiu</i>	Crear incentius econòmics per la circulació amb vehicles de menor consum unitari i menor generació de gasos amb efectes contaminants.
<i>Requisits/claus d'èxit</i>	Informar als ciutadans de la nova actuació i del avantatges econòmics que podran gaudir els conductors de vehicles nets.
<i>Càlcul de les emissions</i>	Es considera que aquesta actuació per si sola no produeix una reducció de gasos contaminants però sí que condiciona als propietaris de vehicles més contaminants a canviar el seu vehicle per un de més net. És a dir, ajuda a assolir l'objectiu de la primera actuació del Pla. (A1.1. Renovació accelerada del parc mòbil) i, per tant, l'estalvi d'emissions ja està computat a l'actuació inicial.
<i>Estalvi d'emissions</i>	Actuació complementària. A.1.1

<i>Cost</i>	En principi la tecnologia existent permetria l'aplicació directa d'aquesta mesura. Únicament caldria canviar el software de control de l'aparcament en superfície per permetre la tarifació variable segons tipologia de vehicle. Import estimat: 200.000 euros.
-------------	--

4.5 RACIONALITZACIÓ DE LES OPERACIONS DE LA DISTRIBUCIÓ URBANA DE MERCADERIES

Un volum considerable dels vehicles que circulen diàriament pels carrers de Barcelona correspon a serveis de repartiment i distribució de mercaderies. Degut a la singularitat del comportament d'aquests vehicles, on es defineixen rutes i punts de càrregues i descàrregues, és necessari determinar actuacions dirigides específicament a aquest sector del transport i que permetin millorar l'eficiència dels seus serveis.

Les actuacions a implantar durant el present Pla Energètic de Barcelona són:

- Microplataformes de distribució.
- Gestió de la càrrega i descàrrega.
- Distribució nocturna amb vehicles de gran tonatge (25 t).
- Pooling d'empreses.

Actuació	A5.1. Microplataformes de distribució
<i>Descripció</i>	Es construeixen plataformes de consolidació a l'interior de les ciutats on els vehicles de major capacitat realitzin l'aprovisionament de la mercaderia independentment dels horaris de venda dels comerços adjacents. D'aquesta manera l'enviament a l'interior de la ciutat es pot realitzar amb vehicles de major capacitat, fora de les hores de major intensitat de trànsit i fins i tot en període nocturn. Aquesta mesura comporta un estalvi de temps de conducció, major productivitat a les empreses de distribució, i per tant, el nombre de vehicles que han d'accedir a les ciutats és inferior. Posteriorment, el lliurament final des de la plataforma fins als comerços es realitza en vehicles de menor capacitat, que poden ser de baix consum o fins i tot vehicles elèctrics. L'ús de la microplataforma de distribució de mercaderies només s'ha considerat oportú per al petit comerç i part de les tendes afiliades a la xarxa HORECA (hosteleria, bars i restaurants).
<i>Responsables de l'actuació</i>	Ajuntament de Barcelona per prioritzar la construcció i les empreses de distribució que donen servei a la plataforma (CORREOS, MRW, SEUR, DHL, AZKAR, OCHOA, TIPSA, FedEx, UPS, etc.)
<i>Com actuar</i>	Facilitar els solars o parcel·les on situar les microplataformes i els seus accessos. Situar les microplataformes en els centres de gravetat de la demanda de cada

	districte o barri, amb facilitat de vials d'accés per als vehicles de transport de gran volum. Els vehicles de gran capacitat hauran de realitzar el lliurament de la mercaderia a la microplataforma en horari nocturn (20 a 4h) o en hores vall. L'administració disposarà de personal propi per a realitzar les operacions de recepció de mercaderia en la microplataforma. A nivell microscòpic, la microplataforma ha de tenir suficient espai per emmagatzemar les mercaderies durant la recepció i per a procedir al traspàs de la càrrega cap als vehicles de menor grandària per a realitzar la distribució capil·lar als comerços. L'administració gestionarà una flota de lliurament capil·lar de la mercaderia als comerços adjacents de la microplataforma. Aquesta flota realitzarà tots els lliuraments que hagin arribat a la microplataforma, sigui quina sigui l'empresa de distribució que l'hagi transportada. D'aquesta forma, les empreses de distribució es faran càrrec de l'enviament fins al microplataforma amb una consolidació de la demanda que permetrà obtenir un factor de càrrega superior a l'actual. Les empreses que operin amb la microplataforma hauran de sufragar part del seu cost financer, però podran ser beneficiàries d'incentius fiscals per a participar en el projecte (reducció de l'impost sobre activitats econòmiques). En aquest sentit, s'aprovarà una nova ordenança fiscal que defineixi un nou coeficient a aplicar sobre la quota establerta al Real Decret legislatiu 1175/1990 del 28 de setembre, on es fixen les tarifes i instruccions de l'impost sobre activitats econòmiques. D'aquesta forma, les empreses que hagin de pagar l'IAE i que facin ús de les microplataformes puguin gaudir d'una bonificació i paguin un impost inferior a les empreses que realitzen la distribució de la mercaderia de manera tradicional.
Beneficiaris	Empreses de distribució a petits comerços
On actua	Sobre el flux de trànsit i l'operativa de distribució
Objectiu	Reduir el nombre de vehicles de transport de mercaderies a les ciutats mitjançant la consolidació de mercaderia en una terminal final. Utilitzar vehicles de menor consum energètic (fins i tot elèctrics) per la distribució capil·lar.
Requisits/claus d'èxit	Col·laboració entre les empreses de distribució que operin en la microplataforma. Compliment de la planificació temporal de lliurament de les empreses. Minimitzar el cost de la ruptura de càrrega en la microplataforma.
Càlcul de les emissions	A partir del nombre de petit comerç en cada districte proporcionat pel Departament d'Estadística de l'Ajuntament de Barcelona i el nombre de recepcions setmanals de mercaderia, s'ha calculat les operacions totals de recepció anual que podrien ser encaminades via la microplataforma. Posteriorment, s'ha suposat que abans del 2015 es construeixen microplataformes als districtes de Ciutat Vella, Sants i Sant Andreu. L'estalvi dels quilòmetres recorreguts en el 2015 pel desenvolupament d'aquesta mesura és de 1,6 milions de quilòmetres. Per altra banda, per a l'any 2020 es suposa la construcció d'una microplataforma en cada districte de la ciutat, que suposarà l'estalvi de 8,1 milions de quilòmetres anuals.
Estalvi d'emissions	A partir dels quilòmetres estalviats es preveu que es deixi d'emetre 697 tones de CO ₂ equivalent al 2015 i s'arribin al 2.745 tones al 2020.

Cost	La construcció d'una plataforma de 1000 m2 de superfície té aproximadament un cost de construcció de 515.000 euros, un cost de posada en servei (maquinària auxiliar, etc.) de 460.000 euros i un cost de manteniment anual de 385.000 euros/any. D'aquesta forma, el cost total d'inversió de 10 microplataformes és de 9.750.000 euros, amb un cost de manteniment anual de gairebé 4 milions d'euros (durant el període 2011-2020).
------	--

Actuació	A5.2. Gestió de càrrega i descàrrega
Descripció	El nombre de places de càrrega i descàrrega per a vehicles de mercaderies és molt baix. Habitualment els vehicles de distribució menor no troben cap plaça lliure i opten per realitzar el servei ocupant un carril de circulació, amb les molèsties al trànsit que això ocasiona. Per evitar aquesta situació es proposa regular l'ocupació de les places destinades a la càrrega i descàrrega per a permetre una reserva temporal d'aquestes places a les empreses que col·laborin en una distribució de mercaderies "neta".
Responsables de l'actuació	Ajuntament de Barcelona.
Com actuar	Reservar a la web de l'Ajuntament un apartat específic per a la càrrega i descàrrega on es pugui fer la reserva de la plaça. Es permetrà la reserva de places de càrrega i descàrrega més properes a la destinació del servei de cada enviament i la seva disponibilitat per franges temporals de 20 ó 30 minuts. Aquesta eina assegura que en el moment d'arribar al lloc d'entrega/recollida es disposa d'una plaça lliure.
Beneficiaris	Empreses de distribució (CORREOS, MRW, SEUR, DHL, AZKAR, OCHOA, TIPSA, FedEx, UPS, etc.)
On actua	Sobre la gestió de l'oferta d'aparcament
Objectiu	Reduir al mínim el trànsit d'agitació dels vehicles de transport de mercaderies per a buscar aparcament i evitar les operacions de càrrega i descàrrega il·legal.
Requisits/claus d'èxit	A l'hora de realitzar la reserva cal indicar el nom de l'empresa que en farà ús i imprimir un comprovant que s'haurà de col·locar en una part visible del vehicle per a que el vehicle no sigui sancionat per incompliment de l'actuació.
Càlcul de les emissions	Aquesta actuació no permet reduir el nombre de vehicles o quilòmetres recorreguts a la ciutat, no obstant, al no interferir en la circulació dels carrils on és habitual trobar vehicles estacionats en doble fila realitzant la càrrega i descàrrega permet mantenir la velocitat de circulació dels vehicles, aspecte fonamental en el transport públic en superfície. Així que aquesta mesura ajuda al compliment de l'actuació 3.1.
Estalvi d'emissions	Nul perquè és una actuació complementària.
Cost	El cost aproximat de l'actuació es pot valorar en 100.000 €, incloent el preu de la modificació de la web (10.000 €) i de la creació del programa de gestió i control.

Actuació	A5.3. Distribució nocturna amb vehicles de gran tonatge (25 Tn)
Descripció	La distribució de les mercaderies durant una franja horària nocturna suposa l'operació dels vehicles en períodes on no hi ha congestió de trànsit i no existeixen problemes de interacció amb altres vehicles. Adicionalment, es poden utilitzar vehicles de major tonatge, fet que augmenta la capacitat dels vehicles amb els que es realitza la distribució. Això suposa un nombre inferior de vehicles per transportar el mateix volum de mercaderies. Aquesta operativa està encaminada a grans superfícies comercials que puguin disposar de personal de recepció nocturn. Les grans superfícies comercials que presenten una viabilitat més alta són els supermercats.
Responsables de l'actuació	Ajuntament de Barcelona i empreses de distribució
Com actuar	- Les empreses que participin en aquesta actuació hauran d'invertir en l'adquisició de vehicles de transport de gran capacitat i vehicles auxiliars de càrrega i descàrrega de baixa contaminació acústica. - D'aquesta forma, els vehicles de gran capacitat tindran un permís especial per entrar a la ciutat a partir de les 22h. - En arribar a la gran superfície comercial dins la ciutat, el vehicle podrà realitzar l'operació de descàrrega en doble fila degudament senyalitzada amb cons i senyalització lumínica. En estar en període de poca intensitat de trànsit, no es preveuen problemes de congestió en el carrer. - La gran superfície comercial disposarà d'una persona per a la recepció de la mercaderia que ajudarà a la seva descàrrega i emmagatzematge en el comerç. Degut que els volums de mercaderia a rebre són alts (ex: grans supermercats), el cost del personal de nit és assumible i es pot aprofitar per la reposició de prestatges o inventari del comerç. Les empreses de distribució poden beneficiar-se d'incentius fiscals per a procedir en aquesta operativa tal i com bonificacions en el pagament de l'IAE.
Beneficiaris	Empreses de distribució a grans comerços / grans comerços amb flota pròpia
On actua	Sobre la gestió del transport de mercaderies
Objectiu	Reduir el quilometratge del transport d'aprovisionament a grans superfícies mitjançant la reconversió a vehicles de major capacitat i menor freqüència d'enviament. A la vegada, el canvi horari en la distribució permet realitzar els enviaments en períodes de menor congestió i per tant, es necessita menor consum energètic i de recursos.
Requisits/claus d'èxit	El personal que realitza el transport, càrrega i descàrrega i recepció al gran comerç haurà de rebre una formació especial per a operar d'una forma correcta i no fer soroll. En aquest sentit, és indispensable la utilització de sistemes de comunicació remota inalàmbrica entre el personal per evitar parlar o cridar durant l'operació.
Càlcul de les emissions	En proves pilot realitzades a un supermercat específic de la ciutat de Barcelona, el temps de transport es redueix en un 90% respecte l'operativa diürna i la inversió dels vehicles de gran tonatge es recupera abans de 3 anys. L'aplicació a gran escala a la principal cadena de supermercats a Barcelona (82

	centres) comportaria la reducció de més de 140.000 quilòmetres a l'any. Aquest fet suposaria una reducció de CO ₂ de 171 tones. Tanmateix, la distribució nocturna no seria extensible al petit comerç degut a la necessitat de la presència de personal auxiliar durant el procés de lliurament. El poc volum de lliurament no justificaria l'increment de cost de personal.
Estalvi d'emissions	Amb els quilòmetres estalviats es preveu un estalvi de 256 tones de CO ₂ equivalents.
Cost	Per part de l'Ajuntament, únicament comportaria la bonificació de l'impost de l'IAE al conjunt d'empreses que hi participessin. Per part de l'empresa participant, l'increment de cost del vehicle, maquinària auxiliar i personal de reforç nocturn pot estar valorat en uns 120.000 euros/ any

Actuació	A5.4. Pooling d'empreses
Descripció	La mesura en qüestió consisteix en la cooperació entre empreses de distribució urbana de mercaderies (grans operadors logístics i empreses de missatgeria) per a consolidar i compartir enviaments entre empreses per incrementar el factor de càrrega dels vehicles en la darrera milla.
Responsables de l'actuació	Empreses de distribució urbana
Com actuar	- Dividir la ciutat en diversos sectors (zones de transport) de manera que una única empresa de distribució pugui donar servei a cadascun d'ells. - Es realitzaria una partició de la ciutat en zones de transport, de forma que cada zona fos visitada per una sola empresa de distribució. - Cada empresa de transport descarregaria tota la mercaderia amb destinació a la ciutat en una plataforma logística situada en la seva perifèria. En aquesta plataforma, les mercaderies es classificarien segons la seva zona de transport de destinació, és a dir, en funció de l'empresa (la mateixa o una col·laboradora) que té assignada la distribució en aquella zona. - D'aquesta forma, s'utilitzarien vehicles de gran capacitat entre les plataformes logístiques de les empreses participants per bescanviar totes aquelles mercaderies amb diferent empresa pel transport de llarga distància i capil·lar. Degut al nombre reduït d'empreses participants, la grandària de la flota no seria significativa. - Posteriorment, una vegada la mercaderia ha estat descarregada a la plataforma logística de l'empresa assignada a la zona de transport de destinació, aquesta es carregaria en vehicles per a la distribució capil·lar. La principal característica és que el factor d'ocupació d'aquests vehicles serà superior (més eficient) i que es podran eliminar els vehicles de les altres empreses col·laboradores que en la situació passada també hi

	accedien. - Aprovar una nova ordenança fiscal que defineixi un nou coeficient a aplicar sobre la quota establerta al Real Decret legislatiu 1175/1990 del 28 de setembre, on es fixen les tarifes i instruccions de l'impost sobre activitats econòmiques. De manera que les empreses que hagin de pagar l'IAE i que formin part d'un Pooling d'empreses puguin gaudir d'una bonificació i paguin un impost inferior a les empreses que realitzen la distribució de la mercaderia de manera tradicional.
Beneficiaris	Empreses de distribució urbana (CORREOS, MRW, SEUR, DHL, AZKAR, OCHOA, TIPSA, FedEx, UPS, etc.)
On actua	Sobre la gestió de flotes de mercaderia
Objectiu	Incrementar el factor d'ocupació dels vehicles de distribució de mercaderies i reduir la flota total del sector.
Requisits/claus d'èxit	Col·laboració entre empreses per a un bé comú. Beneficis fiscals per les empreses que operin amb aquest sistema (reducció de l'impost sobre activitats econòmiques).
Càlcul de les emissions	En aquest cas, no s'ha pogut calcular l'estalvi en les emissions i consum energètic degut a la sensibilitat dels resultats al nombre d'empreses participants i a la confidencialitat de les dades de cada empresa. Tot i que la mesura pot resultar molt rendible, caldrà contactar directament amb les empreses de repartiment per a avaluar exactament amb dades internes les potencialitats de la mesura.
Estalvi d'emissions	A valorar amb les empreses
Cost	A valorar amb les empreses

4.6 CAMINAR COM A MITJÀ DE TRANSPORT

El mitjà de transport més sostenible és el caminar, és per això que cal facilitar els desplaçaments a peu generant zones de pacificació del trànsit per a que el recorregut es pugui realitzar de manera còmoda i segura, i prioritat de pas per al vianant. A

més a més, no cal oblidar que gairebé tots els desplaçaments tenen una part que es fa a peu ja sigui des de la parada de l'autobús o des d'on s'ha aparcat el cotxe.

Per assolir els objectius marcats en aquesta mesura es presenta una única actuació:

- Zones 30 i ona semaforica

Actuació	A6.1. Zona 30 i ona verda
Descripció	Reduir la velocitat màxima de circulació a 30 km/h en aquelles zones on hi ha un flux significatiu de vianants, com són els carrers secundaris dels barris, eixos comercials o d'oci. Adaptar la fase verda dels semàfors de vianants per garantir unes

	condicions mínimes de seguretat per creuar els carrers.
<i>Responsables de l'actuació</i>	Ajuntament de Barcelona.
<i>Com actuar</i>	- Remodelació urbanística per ampliar les voreres, col·locar elements de pacificació del trànsit i una pavimentació diferenciada a la resta de vies. - Ampliar la fase verda dels semàfors de vianants. - Ampliació de les voreres per donar major espai als vianants i al mateix temps els usuaris del vehicle privat tinguin una percepció real de que els vianants tenen major prioritat. - Pavimentació diferenciada als accessos de les zones 30 i col·locació d'elements de pacificació del trànsit en diversos punts de la via. - Ampliar la fase verda dels semàfors de vianants per a que hi hagi prou temps per creuar el carrer de manera segura.
<i>Beneficiaris</i>	Tots els ciutadans.
<i>On actua</i>	Sobre la gestió del trànsit
<i>Objectiu</i>	Millora del moviment dels vianants, eliminació de barreres arquitectòniques i increment de la seva velocitat d'avanç.
<i>Requisits/claus d'èxit</i>	Desviar part del trànsit d'aquestes zones per vies més principals per a que la circulació que hi hagi sigui residual. Realitzar els serveis de distribució fora de l'horari comercial per evitar invasions de la vorera que destorben a les persones que es troben passejant.
<i>Càlcul de les emissions</i>	Els desplaçaments a peu corresponen a distàncies curtes de manera que difícilment pot competir amb modes motoritzats, raó per la que aquesta mesura no està tan dirigida a reduir les emissions sinó que ho està a facilitar i fer més agradable aquests desplaçaments que habitualment estan vinculats a moments d'oci o al tram final d'un desplaçament motoritzat.
<i>Estalvi d'emissions</i>	Nul perquè els vehicles es desvien per altres vies però permet millorar la qualitat de vida dels veïns i vianants dels carrers on s'aplica l'actuació.
<i>Cost</i>	Requereix d'un estudi d'urbanització de les vies a pacificar, ja que el cost dependrà de la longitud de les vies i de les condicions en les que es troben actualment.

4.7 POTENCIACIÓ DE LA BICICLETA I ELS SISTEMES NO MOTORITZATS

La bicicleta és un mode de transport molt sostenible perquè no emet gasos contaminants i permet realitzar desplaçaments de 7,5 km amb certa facilitat, una distància molt superior a la mitjana que es realitza a Barcelona amb autobús (3

km). És per això que es considera que la bicicleta té un gran potencial per als desplaçaments que es realitzen a la ciutat, ja sigui durant tot el recorregut o només la part final del trajecte.

Per facilitar-ne l'ús es proposen les següents actuacions:

- Ampliació de la xarxa de carrils bici.
- Flotes de bicicletes a les empreses.

Actuació	A7.1. Ampliació de la xarxa de carrils bici
Descripció	Ampliar el nombre de quilòmetres de la xarxa de carrils bici de la ciutat.
Responsables de l'actuació	Ajuntament de Barcelona.
Com actuar	Crear més quilòmetres de carril bici a la ciutat i millora de les prestacions i seguretat del mateix.
Beneficiaris	Usuaris de la bicicleta.
On actua	Sobre el flux de trànsit.
Objectiu	- Crear nous carrils d'ús específic de bicicletes i ampliar els existents. - Dotar de continuïtat a la xarxa de manera que la connexió entre carrils bici es realitzi de manera directa i segura. - Accés als principals intercanviadors de la ciutat (bus, metro, tramvia i pàrkings VAO) per facilitar la intermodalitat.
Requisits/claus d'èxit	Els carrils han d'estar degudament segregats de la resta de vehicles per tal de permetre la circulació amb bicicleta amb garanties de seguretat. Disposar de plànols de la xarxa de carrils bici distribuïts per tota la ciutat que permeti a l'usuari de la bicicleta identificar el corredor més proper per accedir a la xarxa i planificar el recorregut a realitzar. Ampliar els punts d'estacionament per a bicicletes (públiques i privades) a tota la seva extensió i especialment als intercanviadors i principals pols de demanda de la ciutat. Promoure en les empreses la instal·lació de dutxes i vestidors per garantir als seus treballadors que arriben a la feina en bicicleta unes condicions mínimes d'higiene. En cas que no sigui possible habilitar una zona destinada a aquest fi es pot arribar a un acord amb els polisportius més propers perquè ofereixin un servei de dutxes a un preu molt reduït i després difondre'l entre els seus treballadors.
Càlcul de les emissions	Es compara l'acceptació al canvi de mode en els desplaçaments de mobilitat obligada de la ciutat amb els d'accés als polígons industrials integrats dins de l'àrea urbana del municipi (Gesmopli,2008). En els plans de mobilitat elaborats en aquests centres de treball un 3% dels treballadors declaren la seva disposició a fer ús de la bicicleta en els desplaçaments entre el seu lloc de residència i la feina.
Estalvi d'emissions	L'aplicació de la mesura permet reduir 15.356 Tn equivalents de CO2 per l'escenari 2015.
Cost	Variable en funció del nombre de quilòmetres de carril bici que es posin en marxa durant la vigència del PECQ 2011-2020.

Actuació	A7.2. Flotes de bicicletes a les empreses
<i>Descripció</i>	Substituir part del parc mòbil de les empreses (principalment motocicletes) per bicicletes, ja que aquest mode de transport resulta competitiu en recorreguts de curta distància si es realitza amb vehicles tradicionals (7,5 km) i de mitjana distància (25 km) si es fa servir bicicletes amb motor elèctric que s'activen als moments que requereixen de major esforç com són carrers amb pendent considerable, contrarestar l'efecte del vent o salvar distàncies més llargues. Amb aquesta mesura no només es produeix un benefici ambiental al tractar-se d'un mode no contaminant sinó que també permet un estalvi econòmic a l'empresari al no necessitar combustible per al seu funcionament i, a la vegada, aquelles persones que actualment es troben exclosos per accedir al món laboral perquè no disposen de carnet de conduir també resulten beneficiades.
<i>Responsables de l'actuació</i>	Empreses que operen amb vehicle per recórrer petites distàncies, ja que són les que decideixen la tipologia de vehicles de la seva flota.
<i>Com actuar</i>	- Facilitar els tràmits que s'han de realitzar per donar d'alta a una empresa en el cas en que aquesta es compromet a que més del 50% de la seva flota siguin bicicletes. - Aprovar una nova ordenança fiscal que defineixi un nou coeficient a aplicar sobre la quota establerta al Real Decret legislatiu 1175/1990 del 28 de setembre, on es fixen les tarifes i instruccions de l'impost sobre activitats econòmiques. De manera que les empreses que hagin de pagar l'IAE i que amplin la seva flota de bicicletes puguin gaudir d'una bonificació i paguin un impost inferior a les empreses que realitzen la distribució de la mercaderia de manera tradicional. - Reservar una partida dels pressupostos per subvencionar part de l'adquisició de bicicletes a les empreses que ho sol·licitin durant la primera fase d'implantació de l'actuació (escenari 2015)
<i>Beneficiaris</i>	Les empreses (missatgeries, menjar a domicili...) i col·lectius amb exclusió laboral per no disposar de carnet de conduir.
<i>On actua</i>	Sobre el parc mòbil.
<i>Objectiu</i>	Utilitzar modes no motoritzats per desplaçaments de curta distància.
<i>Requisits/claus d'èxit</i>	Fer campanyes informatives dels beneficis econòmics i privilegis fiscals que poden tenir les empreses qui substitueixen part del seu parc mòbil motoritzat per bicicletes. Modificar la distribució de l'espai del viari assignat a cada mode de transport per poder ampliar la xarxa de carrils bici de la ciutat i així poder realitzar els desplaçaments amb unes garanties mínimes de seguretat (A7.1) Divulgar l'existència de bicicletes amb motor elèctric per a que les empreses que tenen desplaçaments més llargs o que es troben ubicades en zones de certa pendent puguin acollir-se a l'actuació.
<i>Càlcul de les emissions</i>	Segons el PMU al 2006 hi havia un total de 43.166 motos per motiu professional i a l'escenari del compliment del protocol de Kyoto es preveu que només hi haurien d'haver 28.191. Així que es considera que en el cas de que hi hagi una gran acollida de l'actuació al 2020 s'arribi a substituir un 50% dels desplaçaments per motius professionals en motocicletes cap a la

	bicicleta. Els càlculs es realitzen suposant el traspàs dels mateixos veh-km de les motocicletes cap a les bicicletes. També s'ha analitzat el cas intermedi en que només s'aconsegueixi reduir un 30%.
<i>Estalvi d'emissions</i>	L'aplicació de la mesura permet reduir un total de 30.500 Tn equivalents de CO2 per l'escenari 2015 i de 50.000 Tn equivalents de CO2 per al 2020.
<i>Cost</i>	Suposant que es subvenciona el 20% del cost d'adquisició de les bicicletes (valor aproximat 100 €) s'estima preveure un fons de 18.000 €/any per a la subvenció.

4.8 NORMATIVES PER A PROMOURE LA MOBILITAT AMBIENTAL I SOSTENIBLE

Per poder portar a terme algunes de les mesures proposades fins al moment es requereix la implicació de l'Administració a fi de modificar algunes de les normatives i actuar en el principal aspecte que condicionen la mobilitat, el monetari.

Per una banda, es presenten reduccions d'impostos que puguin gaudir els ciutadans tant a títol personal com empresarial de manera que els vehicles i empreses més netes paguin menys. Alguns d'ells estan vinculats amb el vehicle (ITV, IVTM) i d'altres directament amb l'empresa (IAE), ja que també es vol bonificar a aquelles empreses que incorporen l'ús de la bicicleta (Actuació A8.1).

Tanmateix, en ocasions es requereix una despesa prèvia per tal de incentivar l'adquisició de vehicles més nets o gestionar el canvi de mode de transport cap a un més sostenible, com és el cas de la creació de pàgines webs on es puguin posar en contacte persones que volen accedir al seu destí amb vehicle compartit o que fan ús del carsharing (Actuació A8.2). En aquests casos es presenten una sèrie de subvencions que permetin recuperar part de la inversió realitzada. Com aquesta actuació no va vinculada a una cosa fixa en el temps (com pot ser el nombre de matrícula d'un vehicle) sinó que varia en funció dels objectius assolits es necessita realitzar un seguiment periòdic per determinar el volum de la subvenció i evitar l'existència de frau. Aquesta mesura no computa en el estalvi d'emissions ja que està vinculada de manera directa amb les actuacions A1.1, A1.2, A1.3, A2.1, A2.2 i A7.2.

4.9 INFORMACIÓ I FORMACIÓ AMBIENTAL SOBRE MOBILITAT SOSTENIBLE

El canvi d'hàbits en temes de mobilitat és una tasca àrdua d'assolir perquè no depèn únicament de l'oferta de modes disponibles per a realitzar un desplaçament, sinó que la decisió de quin mode es fa servir la té en última instància l'usuari i generalment es mostren reticents a la modificació de la rutina i dels hàbits adquirits en el temps. És per això que aquesta mesura s'ha de realitzar de manera complementària a la resta de mesures i d'aquesta manera poder incidir en la disposició del ciutadà a canviar cap a un mode de transport més sostenible.

Les actuacions que constitueixen aquesta mesura estan centrades en els tres pilars de la conscienciació i la seva divulgació. El primer és el de la informació, que es basa en difondre la situació ambiental en que es troba la ciutat i la necessitat de realitzar un canvi en la mobilitat. El segon pilar és el de l'acceptació, és a dir, aconseguir el reconeixement del gran volum gasos contaminants que es desprenen de la mobilitat i interioritzar la necessitat del canvi. I el tercer pilar és el de l'actuació, on el ciutadà decideix modificar els seus hàbits per a que la seva mobilitat sigui més sostenible, no només canviant a modes més nets sinó millorant la conducció del vehicle privat per aconseguir reduir les seves emissions.

En definitiva, les actuacions que representen a aquests pilars són:

- Implicació dels ciutadans.
- Cursos de conscienciació escolar.
- Cursos de conducció econòmica.

Actuació	A9.1. Implicació dels ciutadans
Descripció	Informar als ciutadans de la situació ambiental actual per a que els ciutadans siguin conscients d'aquesta realitat i entenguin la necessitat de reduir l'ús del vehicle privat de manera individualitzada i optar per fer servir uns modes de transport més sostenibles que emetin un menor nombre de gasos contaminants a l'atmosfera.
Responsables de l'actuació	Ajuntament de Barcelona.
Com actuar	- Fer campanyes informatives als diversos modes de comunicació (televisió, radio i premsa) a través de documentals, monogràfics i anuncis publicitaris. - Ampliar l'apartat de la web de l'Ajuntament destinat a la mobilitat sostenible on es puguin consultar de manera fàcil i directe les diverses modalitats de transport sostenible (carpooling, carsharing, transport públic i bicicleta) i les actuacions previstes per assolir una mobilitat més neta. D'aquesta manera el ciutadà podrà conèixer els beneficis econòmics, mediambientals i de salut dels que pot gaudir. - Lliurament de tríptics amb la problemàtica principal deguda a les elevades emissions vinculades amb la mobilitat. - Fer taules rodones on es tracti de manera directa els motius principals del canvi climàtic i la influència del transport en la seva evolució. - Habilitar estands on s'informi de manera directa al ciutadà i es
	responguin les preguntes que en pugui tenir.
Beneficiaris	Tots els ciutadans
On actua	Sobre els ciutadans.
Objectiu	- Conscienciar al ciutadà de la necessitat de canviar les pautes de mobilitat per aconseguir que siguin més sostenible i que això només es pot aconseguir amb la seva col·laboració.
Requisits/claus d'èxit	Que tinguin un format atractiu per al ciutadà i permeti la seva implicació en el problema.
Càlcul de les emissions	Aquesta actuació no té repercussions directes en l'estalvi d'emissions però és imprescindible per a que la resta d'actuacions del Pla tinguin èxit.
Estalvi d'emissions	Nul, ja que és complementaria a la resta d'actuacions i per si sola no aconsegueix reduir les emissions.
Cost	Dependrà de la difusió que es realitzi, no obstant, es pot considerar com a pressupost de sortida un cost inicial de 12.000 euros/any.

Actuació	A9.2. Cursos de conscienciació escolar
Descripció	Ampliar l'educació ambiental dins del programa lectiu de les escoles de manera similar a com es fa a la xarxa d'escoles verdes de Catalunya. http://mediambient.gencat.cat Cal tenir en compte que a més d'informar de l'existència del canvi climàtic i dels seus efectes també cal prestar especial atenció a cadascun dels camps vinculats amb el problema, com poden ser la desforestació, les energies renovables o la mobilitat sostenible. D'aquesta manera, en termes de mobilitat, els nens prenen consciència de la problemàtica de les emissions i la necessitat de fer un canvi cap a una mobilitat més sostenible i evitar agafar hàbits negatius (com és l'ús desmesurat del vehicle privat).
Responsables de l'actuació	Ajuntament de Barcelona.
Com actuar	- Animar a les escoles que formin part de la xarxa d'escoles verdes de Catalunya i que realitzin amb els nens activitats de conscienciació de la mobilitat sostenible. - Iniciar converses amb el Departament d'Educació de la Generalitat per modificar el programa educatiu de les escoles.
Beneficiaris	Tots els ciutadans.
On actua	Sobre el flux del trànsit.
Objectiu	- Explicar als nens la necessitat de fer un ús eficient dels recursos a través de jocs i activitats lúdiques de manera que els nens interioritzin la problemàtica vinculada amb la mobilitat actual. - Incloure activitats que permetin als alumnes descobrir la mobilitat
	actual, analitzar-la, proposar solucions i debatre-les entre els companys. Per exemple, calcular el temps de viatge dels seus desplaçaments habituals amb els diversos modes de transport es pot incloure dins de diverses matèries, com són coneixement del medi social, connexió del medi natural o, fins i tot, les matemàtiques.
Requisits/claus d'èxit	Que tinguin l'acceptació del professorat i dels tutors dels nens per a que s'impliquin en les activitats. Que els pares també col·laborin en les activitats i estimulin als seus fills a la comprensió i participació d'aquestes.
Càlcul de les emissions	Aquesta actuació no té repercussions directes en l'estalvi d'emissions però facilitar assolir en un futur una mobilitat més sostenible.
Estalvi d'emissions	Nul, ja que no incideix de manera directa sobre la mobilitat de la ciutat.
Cost	Queda inclòs dins de l'actuació 9.1

Actuació	A9.3. Cursos de conducció eficient i econòmica
<i>Descripció</i>	Està demostrat que amb ajuda de tècniques de conducció específiques es pot aconseguir un estalvi d'energia i per tant una reducció d'emissions contaminants. A més a més, té altres beneficis com són la reducció en la despesa del manteniment del vehicle (frens, embragatge, caixa de canvis i motor), un augment de la comoditat del conductor durant la conducció que es reflecteix amb una disminució de l'estrès i, com a conseqüència de tot això, una disminució del risc d'accidents entre un 10 i un 25%.
<i>Responsables de l'actuació</i>	Centres de conducció i entitats vinculades amb l'automòbil, per exemple, el RACC, cooperatives de taxi, empreses de transport públic en superfície, professors d'autoescola o empreses de distribució de mercaderies.
<i>Com actuar</i>	- Preus econòmics per a les empreses que disposen d'una flota de vehicles o que els seus treballadors requereixen d'un alt volum de desplaçaments per desenvolupar la seva feina. - Facilitar la formació necessària als centres que vulguin donar aquests cursos i l'espai on posar en pràctica les tècniques presentades durant el curs. - Incloure els cursos en els programa de formació de les empreses.
<i>Beneficiaris</i>	Usuaris del vehicle privat i empreses, ja sigui per l'estalvi econòmic o per el descens de baixes.
<i>On actua</i>	Sobre la conscienciació dels conductors
<i>Objectiu</i>	- Reduir el consum energètic per quilòmetre (unitari) modificant els hàbits dels conductors al volant
<i>Requisits/claus d'èxit</i>	Divulgació de l'existència dels cursos i dels beneficis que aporten tant a nivell personal com empresarial. Que les Administracions donin exemple i facilitin als seus treballadors realitzar el curs, ja que d'aquesta manera l'actuació tindrà una major
	acceptació per part de la ciutadania. Diversificar els centres on s'imparteixen els cursos per a que un major nombre d'usuaris puguin accedir sense haver de realitzar desplaçaments molt llarg, ja que aquest pot ser un motiu dissuasiu d'assistència.
<i>Càlcul de les emissions</i>	Segons estudis realitzats pel RACC amb els cursos de conducció econòmica es pot estalviar fins a un 20% de combustible sense disminuir la velocitat.
<i>Estalvi d'emissions</i>	Variarà en funció de les empreses que realitzin el curs.
<i>Cost</i>	Queda inclòs dins de l'actuació 9.1

4.10 RESUM DE LES MESURES

A continuació es presenta una taula resum on es presenten totes les mesures i les actuacions que es necessiten per assolir els seus objectius, a més d'algunes de les seves característiques, com són la relació existent entre algunes d'elles, l'element sobre el que actuen i el resum de les emissions previstes que s'estalviïn un cop consolidada l'actuació.

FIGURA 80.
RESUM D'ACTUACIONS I LES SEVES RELACIONS

Objectiu	Actuació	Actuació vinculant	On actua
1. Vehicles amb energies més eficients	A1.1. Renovació accelerada del parc mòbil	A4.3 Limitació d'entrada a la ciutat als vehicles més contaminants A4.4. Descomptes en pàrkings per vehicles nets A8.1. Impostos de matriculació	Sobre el parc mòbil.
	A1.2. Ús d'energies alternatives i vehicles híbrids	A8.1. Impostos A8.2. Subvencions	Sobre el parc mòbil.
	A1.3. Procés de transformació de flotes captives per vehicles més nets	A8.1. Impostos A8.2. Subvencions	Sobre el parc mòbil.
2. Augment de l'ocupació dels vehicles i foment del transport públic i dels vehicles compartits	A2.1. Fomentar l'ús del vehicle compartit - Carpooling	A3.2 Carrils bus-VAO A4.2. Tarifació variable A8.2. Subvencions	Sobre el flux de trànsit.
	A2.2. Fomentar l'ús del vehicle multiusuari - Carsharing	A8.2. Subvencions	Sobre el flux de trànsit.
	A2.3. Optimitzar el servei del taxi		Sobre la gestió del trànsit.
3. Fomentar l'ús del transport públic col·lectiu i millora del servei	A3.1. Redisseny de la xarxa d'autobusos de Barcelona		Sobre el flux de trànsit.
	A3.2. Creació de carrils Bus-VAO a les principals accessos	A2.1. Carpooling A3.3. Fomentar intermodalitat	Sobre el flux de trànsit.

Objectiu	Actuació	Actuació vinculant	On actua
	de la ciutat		
	A3.3. Fomentar l'ús del transport públic i la intermodalitat	A3.1. Redisseny xarxa bus A7.1. Ampliació xarxa bicicleta	Sobre el flux de trànsit.
4. Gestió ambiental del trànsit	A4.1. Gestió de velocitat variable		Gestió del trànsit.
	A4.2. Gestió del trànsit amb regulació de fluxos entre barris de la ciutat		Gestió del trànsit
	A4.3. Tarifació variable segon ocupació i tipus de vehicle		Sobre el flux de trànsit i el parc mòbil.
	A4.4. Limitació d'entrada a la ciutat per els vehicles més contaminants		Sobre el parc mòbil.
	A4.5. Descomptes en pàrkings de BSM o zones Blaves per els vehicles més nets		Sobre el parc mòbil.
5. Racionalització de les operacions de la distribució urbana de mercaderies per a esdevenir un sistema més sostenible	A5.1. Microplataformes de distribució		Sobre el flux de trànsit i l'operativa de distribució
	A5.2. Gestió de càrrega i descàrrega		Gestió del trànsit.
	A5.3. Distribució nocturna amb vehicles de gran tonatge (25 Tn)		Gestió del trànsit.
	A5.4. Pooling d'empreses		Gestió de flotes.
6. El caminar com a mode de transport	A6.1. Zona 30 i ona verda		Gestió del trànsit
7. Potenciació de la bicicleta i sistemes no motoritzats	A7.1. Ampliació de la xarxa de camís bici	A3.3.Fomentar intermodalitat	Sobre el flux de trànsit.
	A7.2. Flotes de bicicletes a les empreses	A8.1. Reducció d'impostos	Sobre el parc mòbil.
8. Normatives per a promoure la mobilitat ambiental i sostenible	A8.1. Reducció d'impostos		Sobre el parc mòbil i el flux del trànsit.
	A8.2. Subvencions		Sobre el parc mòbil i el flux del trànsit.
9. Informació i formació ambiental sobre la mobilitat sostenible	A9.1. Implicació dels ciutadans		Sobre els ciutadans.
	A9.2. Cursos de conscienciació escolar		Sobre el flux de trànsit.

Objectiu	Actuació	Actuació vinculant	On actua
	A9.3. Cursos de conducció econòmica		Gestió del trànsit

FIGURA 81.
ESTALVI D'EMISSIONS | CONSUMS PER TIPOLOGIA DE VEHICLES | SEGONS ACTUACIONS (ESCENARI 2015)

[illegible]

FIGURA 82. ESTALVI D'EMISSIONS I CONSUMS PER TIPOLOGIA DE VEHICLES I SEGONS ACTUACIONS (ESCENARI 2020)

[illegible]

5. CONCLUSIONS

Els efectes totals en el canvi climàtic generats pel transport venen donats pels vehicles-km i les seves emissions, necessaris per a satisfer una demanda de mobilitat dins una regió espacial: a banda de la distància i el nombre de vehicles, els efectes depenen també de l'ocupació del vehicle, de l'espectre tecnològic i de l'eficiència energètica que fa moure el vehicle, i dels efectes unitaris sobre el canvi climàtic que provoquen.

Malgrat l'evolució positiva dels vehicles en eficiència energètica i en efectes unitaris negatius vers el canvi climàtic, malauradament les distàncies han augmentat (commuting), les ocupacions mitjanes han disminuït i la mobilitat global augmenta un 50% per sobre de l'augment del PIB. En aquest context, és necessari l'aplicació de mesures radicals i eficients per a sostenir o reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle i el consum extensiu d'energia associat al sector del transport. El desenvolupament d'aquest Pla d'Energia, Canvi Climàtic i Qualitat de l'Aire està enfocat cap a aquesta finalitat. El PECQ 2011-2020 té com a objectiu no només estimar l'estatu quo en matèria d'emissions i consum energètic de la mobilitat a Barcelona, sinó proposar un conjunt de mesures de mitigació i prioritzar-ne les accions més eficients.

La mobilitat a Barcelona ha seguit en les darreres dècades una evolució creixent en nombre de viatges i en nombre de recursos emprats. A excepció de moments puntuals de crisi econòmica, tots els indicadors associats al transport han patit increments significatius. A nivell global, el nombre de quilòmetres realitzats en el terme municipal de Barcelona per tot el parc mòbil ascendeix a un total de 3.744 milions per a l'any 2008, on més de la meitat són realitzats per turismes. La realització d'aquest quilometratge total necessita 373 milions de litres de carburant per a poder-se realitzar i origina un total de gasos efecte hivernacle de 949 mil tones de CO₂, 215 tones de CH₄ i 25 tones d'N₂O. Aquest càlcul s'ha realitzat considerant realment el parc mòbil circulant a la ciutat que equival, en el cas dels turismes a un 64 % de vehicles diesel i un 36% de vehicles de gasolina.

Aquest fet difereix amb les avaluacions prèvies d'energia i contaminants, ja que aquestes es realitzaven amb el parc mòbil censat que suposaven un repartiment del 57,6% de vehicles de

benzina i un 42,4% de vehicles en dièsel. En aquest estudi s'ha constatat que els vehicles més antics tenen una menor utilització que els vehicles més nous a la vegada que els vehicles diesel presenten un major quilometratge que els vehicles de benzina. Els autobusos urbans de Barcelona han realitzat al 2008 més de 40 milions de quilòmetres per a servir uns 190 milions de viatges. Per a la prestació d'aquest servei es necessiten un total de 18 milions de litres de carburant dièsel i l'equivalent a 110 milions de kWh de gas natural i 2,7 milions de litres de biodièsel. La flota d'autobusos és responsable de generar 66 mil tones de CO₂, 0,22 tones de CH₄ i 1,2 tones d'N₂O. Finalment, el consum d'energia elèctrica associat als serveis de ferrocarril en l'àmbit urbà de Barcelona prestat per TMB, FGC, TRAMBAIX i RENFE és de 181.715.413 kWh.

Els càlculs anteriors s'han realitzat seguint la metodologia CORINAIR proposada per l'European Environment Agency. La metodologia ha resultat ser efectiva per al càlcul dels factors d'emissió i de consum de cada tipologia de vehicle per a una velocitat de circulació determinada. Tanmateix, aquesta metodologia no té en compte els fenòmens d'stop&go i les aturades que pateixen els vehicles en un flux discontinu de trànsit per efecte dels semàfors, incidents, parades de transport públic o congestió.

Un cop es disposa de la quantitat de gasos d'efecte hivernacle emesos a l'atmosfera per tots els vehicles que circulen per Barcelona es multipliquen per l'índex GWP (Global Warming Potencial), que és un coeficient que permet equiparar les emissions de cada gas amb les de CO₂, obtenint així un total de 1 milió de tones de CO₂ equivalent.

Per a poder reduir el consum energètic i mitigar el canvi climàtic associat a la mobilitat de la ciutat de Barcelona, el PECQ planteja un conjunt de propostes d'actuació que apostin per a una mobilitat més sostenible i eficient amb les que es preveu estalviar més de 540 mil tones de CO₂ equivalent. A més a més, cal tenir en compte les 560 mil tones de CO₂ equivalent que s'estalviaran si s'aconsegueix que l'increment de desplaçaments que es produeixin de l'objectiu previst (Escenari Kyoto 2018 del PMU) queda cobert pel transport públic.

Si bé les projeccions de trànsit auguren un increment significatiu de la mobilitat en la vigència del PECQ 2011-2020, totes les estimacions i plans de mobilitat (Pla de Mobilitat Urbana de l'Ajuntament de Barcelona) determinen que el transport públic ha de ser la única persona per vehicular aquest creixement. En particular, per a l'any 2018 ha definit una reducció d'un 6% dels veh-km realitzats en vehicle privat, amb un creixement del nombre de viatges interns en TPC del 30 % (392.000) i del 65% (765.000) per als viatges de connexió.

Les mesures més importants per reduir el consum energètic i les emissions de gasos contaminants i d'efecte hivernacle són les que s'apliquen a flotes captives que utilitzen energies derivades del petroli, per ser les que presenten un major quilometratge per vehicle (taxis, autobusos, etc.). La renovació d'aquestes flotes cap a vehicles més nets o especialment polítiques de reducció del seu quilometratge anual mantenint el nivell de servei resulten en grans estalvis energètics i d'emissions. La seva implementació mitjançant incentius fiscals o ajudes econòmiques (subvenció cost adquisició vehicles més eficients energèticament) pot ser més fàcil ja que només actua sobre un percentatge reduït del parc mòbil de la ciutat. En el mateix nivell d'importància es situarien totes aquelles mesures de promoció del transport públic que suposin captar usuaris del vehicle privat i en conseqüència que redueixin els vehicles-quilòmetre realitzats pels turismes a la ciutat.

Cal constatar que la reducció en emissions i consums energètics associada a treure un vehicle-quilòmetre de la xarxa vial és equivalent al canvi de més de dos vehicles de categoria Pre-Euro a Euro IV. En un segon terme, la renovació dels turismes cap a fonts d'energia més eficients (EURO V i híbrids), la tarifació segons ocupació i l'increment i promoció del carpooling i carsharing també comporten reduccions significatives i han de ser incorporades en el PECQ.

Pel que respecte a les mercaderies, s'ha avaluat l'estalvi energètic derivat del desenvolupament de microplataformes de consolidació urbana i distribució nocturna a supermercats. Si bé la primera pot suposar una mesura eficient des del punt de vista teòric, la seva aplicació pràctica suposa la col·laboració de varies empreses de distribució (en competència) amb l'administració i una ruptura de càrrega addicional de la mercaderia. Aquest fet condiciona la seva aplicació pràctica a la ciutat. Per altra banda, la distribució nocturna comporta menors guanys que la primera mesura però té una aplicació molt més senzilla ja que l'operativa només afecta a una empresa i li pot resultar en una reducció de costos operatius.

Referències

- Agència d'Energia de Barcelona (2008). *El comptador. Energia i canvi climàtic a Barcelona*.
- Agència d'Energia de Barcelona (2009). *La promoción del vehículo eléctrico. La visión de Barcelona*.
- Ajuntament de Barcelona (2008). *Pla de Mobilitat Urbana. Avaluació ambiental en la planificació de la mobilitat*. Departament de Medi Ambient i Habitatge.
- Ajuntament de Barcelona (2008). *Anuari estadístic de la ciutat de Barcelona*. Departament d'Estadística (i anteriors).
- Ajuntament de Barcelona (2009). *Dades bàsiques de mobilitat 2008 (v.02)*. Direcció de serveis de Mobilitat.
- Autoritat del Transport Metropolità de Barcelona (1998). *Els comptes del transport de viatgers a la Regió Metropolitana*.
- Autoritat del Transport Metropolità de Barcelona (2008). *Enquesta de Mobilitat En dia Feiner. La Mobilitat a Catalunya i a la Regió Metropolitana de Barcelona*.
- Autoritat del Transport Metropolità de Barcelona (2009). *Memòria'08*.
- Baldasano, J.M. (1995). *Valoración de las emisiones de los gases causantes del incremento del efecto invernadero*. Ajuntament de Barcelona. Comissió de Medi Ambient i Serveis Urbans, Barcelona.
- Barracó, H. (1998). *El cas de Barcelona: Consum energètic i emissions atmosfèriques associades als transports*. Àrea. Revista de debats territorials, 88-101.
- Barracó, H. (1998). *El flux energètic de Barcelona. Anàlisi i sostenibilitat ambiental*. Projecte final de carrera de Ciències Ambientals, 1998.
- CENIT (2008). *Viabilitat d'establir un sistema de tarificació per ocupació a túnels i accessos a Vallvidrera (TABASA)*.
- CENIT (2009a). *Xarxa de Transport Públic de Barcelona. Bases per a la definició d'un nou model integrat dels serveis de superfície*. Amb la col·laboració de Transports Metropolitans de Barcelona i l'Ajuntament de Barcelona. Document de Treball.
- CENIT (2009b). *Estudi per a la definició i concreció de les necessitats pel futur mòdul de gestió avançat de velocitat variable sobre el corredor format per la C-31 i la C-32 en els seus trams d'accés al sud de Barcelona*. Amb la col·laboració del Servei Català de Trànsit. Document de Treball.
- CENIT (2009c). *Anàlisi de l'oferta i la demanda a la xarxa de taxis de l'àrea metropolitana de Barcelona*. Amb la col·laboració de l'Institut Metropolità del Taxi. Document de Treball.
- Departament de Política Territorial i Obres Públiques (2009a). *Observatori de la Mobilitat. Trànsit*. Generalitat de Catalunya.
- Departament de Política Territorial i Obres Públiques (2009b). *Observatori de la Mobilitat. Transport de Mercaderies*. Generalitat de Catalunya.
- Departament de Política Territorial i Obres Públiques (2009c). *Observatori del transport de mercaderies per carretera a Catalunya*. Generalitat de Catalunya.
- Estevan i Sanz (1996). *Hacia la reconversión ecológica del transporte en España*.
- Estrada, M. (2007). *Gestión del Transporte Urbano de Mercancías*. Actes de les Jornades Tècniques de la Mobilitat de Ciutadans i Mercaderies. GIZLOGA. Sant Sebastià, 28 de novembre de 2007.
- Estrada, M. (2008). *Análisis de estrategias eficientes en la logística de distribución de paquetería*. Càtedra abertis UPC. V Premi abertis de Gestió d'Infraestructures de Transport.
- Estrada M., C. Trapote, M. Roca-Riu and F. Robusté (2009). Improving bus travel times with passive traffic signal coordination. *Journal of the Transportation Research Record* 2111, pp 68-75. ISSN: 0361-1981. Washington, USA.
- European Environmental Agency (2007a). *EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2007*. Technical report No 16/2007.
- European Environment Agency (2007b). *COPERT IV. Computer programme to calculate emissions from road transport. User Manual*. Laboratory of Applied
- Thermodynamics. Aristotle University of Thessaloniki.

- Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya, FGC (2009). *Memòria anual 2008*.
- Geenpeace (2009). *Transporte: el motor del cambio climático*.
- Keller, M. , R. Evéquoz i H. Kessler. (1995) *Luftschadstoffemissionen des Strassenverkehrs 1950-2010*
- Geroliminis, N. and Daganzo, C.F., "Existence of Urban-Scale Macroscopic Fundamental Diagrams: Some Experimental Findings," accepted by *Transportation Research part B* (2008)
- Geroliminis, N. and Carlos F. Daganzo, "Macroscopic Modeling of traffic in cities," TRB 86th Annual Meeting, paper 07-0413. January 2007.
- GISA (2005). *Estudi de viabilitat de la implantació d'un carril bus d'entrada a Barcelona a l'autopista C-31 entre Montgat i Barcelona*. Gestor d'Infraestructures, S.A.
- Mataix, C. (1999). *Reducción de las emisiones de CO₂ en los vehículos*. Ponència a les Jornades sobre la política de transport i el canvi climàtic, València, 1999
- MCRIT (2006). *Model de previsió de demanda de trànsit a Catalunya*. Model facilitat pel Departament de Política Territorial i Obres Públiques de la Generalitat de Catalunya.
- Ministerio de Fomento (2004). *Plan Estratégico de Infraestructuras de Transporte*. Documento propuesta.
- Ministerio de Fomento (2005). *Plan Estratégico de Infraestructuras de Transporte*. Informe de Sostenibilidad Ambiental.
- Ministerio de Fomento (2008). *Estrategia Española de Movilidad Sostenible*. Conjuntament amb Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Ministerio de Medio Ambiente (2007). *Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia. Horizonte 2012-2020*. Oficina Española de Cambio Climático.
- Oficina Catalana del Canvi Climàtic (2008). *Pla Marc de Mitigació del Canvi Climàtic a Catalunya*. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Generalitat de Catalunya.
- Pischinger, R. (1998). *Deliverable no. 6. Methodologies for estimating air pollutant emissions from transport, MEET Project*.
- Robusté, F. (2005) *Transport mobilitat i canvi climàtic*, en : Llebot, J. E. (2005). *Informe sobre el canvi climàtic a Catalunya*. Institut d'Estudis Catalans.
- Robusté, F. i J. Cardenal (2001) *Pla Energètic de Barcelona: Transport*. Barcelona Regional.
- Robusté (2003). *El transport en el Pla Energètic de Barcelona*.
- Robusté, F. (2006). *Panorama actual de la Gestió d'autobusos a Espanya*. Actes de les Jornades internacionals sobre sistemes eficients d'autobusos.
- Sturm, P.J., K. Pucher i R.A. Almbauer. (1994) *Determination of motor vehicle emissions as a function of the driving behaviour*. Air & Waste Management Association, 1994
- Transports Metropolitans de Barcelona, TMB (2009). *Informe anual 2008*.
- Transport Research Laboratory, TRL (1998). *Deliverable no. 22. Methodologies for estimating air pollutant emissions from transport, MEET Project*.
- Zachariadis, Th. i Z. Samaras.(1997). *Comparative assessment of European tools to estimate traffic emissions*. International Journal of Vehicle Design, 1997.

