

# 19 Transport, mobilitat i logística

## **Autors**

Francesc Robusté

Miquel Estrada

**Francesc Robusté** és doctor en enginyeria de camins, canals i ports, doctor en enginyeria, màster en transport i màster en investigació operativa per la Universitat de Califòrnia (Berkeley). És catedràtic de transport a la Universitat Politècnica de Catalunya i coordinador del grup de recerca CENIT. Fa quatre sexennis que es dedica a la recerca, concretament en la línia de la modelització del sistema de transport, i cinc quinquennis que es dedica a la docència. És autor de 365 publicacions, ha col·laborat en 200 projectes de R+D+I, ha tutoritzat 17 tesis de doctorat i 100 tesis de llicenciatura, i ha obtingut 11 premis.

**Miquel Estrada** és doctor en enginyeria de camins, canals i ports, professor agregat de transport a la Universitat Politècnica de Catalunya i director de projectes del consorci CENIT. Fa un sexenni que es dedica a la recerca, concretament en la línia de les operacions en transport públic i logística. És autor de 35 publicacions, ha col·laborat en 37 projectes de R+D+I i ha obtingut 2 premis de recerca.

**Sumari**

Síntesi .....	467
19.1. Introducció .....	468
19.2. Relació del transport, la mobilitat i la logística amb les emissions de GEH del transport: les palanques de maniobra en la gestió .....	468
19.3. Iniciatives de regulació dels sectors productors d'emissions .....	471
19.4. El transport i el canvi climàtic a Catalunya .....	472
19.4.1. Àmbit interurbà.....	472
19.4.2. Àmbit metropolitana i urbà .....	475
19.4.3. Ports .....	476
19.4.4. Aeroports .....	477
19.5. Conclusions .....	478
19.6. Recomanacions .....	479
Referències bibliogràfiques .....	480

## **Síntesi**

Les emissions i el consum energètic associats al sector del transport, la logística i la mobilitat s'han reduït durant el quinquenni 2010-2015 (en un 20 % respecte de l'any 2005), però l'apropament als objectius és conjuntural. Malgrat que les noves tecnologies desenvolupades tendeixen cap a una descarbonització del transport, l'acció afirmativa de les administracions i la conscienciació creixent sobre el canvi climàtic i la sostenibilitat,

les emissions i el consum energètic del sector encara són preocupants i presenten poca factibilitat de reducció sense mesures coercitives (com ara restriccions, tarifació, regulació, etc.) d'un impacte polític evident.

## **Paraules clau**

mobilitat, logística, externalitats del transport, operacions, emissions, descarbonització, canvi climàtic

### 19.1. Introducció

El transport, la mobilitat i la logística a Catalunya en el període 2010-2015 s'han caracteritzat per una reducció dels moviments de persones i de mercaderies als mitjans mecanitzats de tot el territori a causa de la crisi econòmica tant global com local, fet que ja s'havia detectat en l'anàlisi dels darrers anys del *Segon informe sobre el canvi climàtic a Catalunya* (SICCC; Llebot, 2010). Les unitats de producció dels viatges en infraestructures lineals (vehicles/km, passatgers/km i tones/km) i els moviments dels vehicles a les terminals (ports, aeroports i estacions) han disminuït en gairebé tots els mitjans mecanitzats de transport. Conseqüentment, les emissions i el consum energètic associats al sector del transport, la logística i la mobilitat s'han reduït, de manera que la crisi ha actuat com a facilitadora dels nivells de sostenibilitat.

Durant aquest darrer quinquenni també s'ha percebut una consolidació de la consciència col·lectiva (d'empreses i d'administracions) i individual pel que fa als efectes associats al transport en el canvi climàtic i les emissions locals, cosa que s'ha materialitzat en la potenciació pública de l'electromobilitat i el foment de mitjans no motoritzats per al transport individual als plans de mobilitat de les ciutats. També cal destacar nombrosos projectes pilot de noves tecnologies sobre l'ús d'energies més netes en el transport marítim (com ara el gas) i ferroviari (com ara el gas natural líquid), l'electrificació completa d'autobusos (la qual supera la hibridització dels motors de combustió i elèctric) i de vehicles auxiliars en terminals portuàries per al moviment intern de la mercaderia (com ara els carretons portic o *straddle carriers*) i nous models d'avions més eficients. No obstant això, la difusió d'aquestes noves tecnologies es produeix lentament a causa del preu d'adquisició elevat i de la poca autonomia d'aquests vehicles en comparació de les tecnologies madures dels motors tèrmics (tot i la conscienciació sobre el canvi climàtic i la discriminació positiva dels governs en matèria d'incentius fiscals).

Si bé la reducció de la mobilitat experimentada en aquest quinquenni ha tingut un efecte positiu en la mitigació del canvi climàtic, la pregunta que ens formulem és si els sectors del transport i la logística del país han continuat desenvolupant po-

lítiques i mesures per a combatre'l i si les mesures han estat eficients per a obtenir percentatges (significatius) de disminució dels gasos amb efecte d'hivernacle (GEH) superiors a la davallada de la mobilitat (un apropament als objectius casual o circumstancial).

### 19.2. Relació del transport, la mobilitat i la logística amb les emissions de GEH del transport: les palanques de maniobra en la gestió

Les ciutats que configuren el territori català esdevenen una plataforma en la qual es desenvolupa tot un conjunt d'activitats i de serveis cada cop més heterogenis que determinen l'activitat econòmica, cultural, social i d'oci, l'assentament de persones i la potencialitat de la generació i l'atracció de viatges. De fet, el 70 % de la població europea resideix en ciutats. Les polítiques locals de desenvolupament tenen com a principi l'oferta d'una accessibilitat (sovint valorada en temps o en temps i cost convertits en *cost generalitzat*) en tota l'extensió per a garantir el dret a l'accessibilitat universal i equitativa dels ciutadans. No obstant això, la mobilitat global del conjunt de la població i dels béns de consum és regulable a causa dels efectes negatius en matèria de congestió, contaminació atmosfèrica i seguretat.

Les tecnologies han permès incrementar progressivament la velocitat dels mitjans de transport, cosa que s'ha associat al progrés, al desenvolupament urbà i a l'extensió dels límits físics i econòmics d'un assentament urbà. Tanmateix, la velocitat té un preu des del punt de vista econòmic, social i ambiental. Si la productivitat i la competitivitat del sector del transport es maximitza a velocitats altes (cada mitjà de transport té un interval de *velocitats òptimes*, per sota i per sobre de les quals genera aspectes més negatius que no pas positius), cosa que garanteix un temps de viatge baix als usuaris, això entra en contraposició amb altres visions. Des del punt de vista de la seguretat, el risc d'accidents es minimitza a velocitat nul·la, però des del punt de vista de l'eficiència energètica, el valor òptim dels motors tèrmics se situa prop dels 70-90 km/h. Per tant, és necessari establir un balanç ponderat (amb pesos) entre el ventall d'efectes de la velocitat i considerar la percepció de la població i el grau d'acceptabilitat social.

El volum d'emissions ( $E$ ) produït pel flux vehicular que circula per una via determinada depèn bàsicament de dos factors: el factor unitari d'emissió dels vehicles,  $f_e$  (grams d'element contaminant/km), que sovint depèn de la velocitat de circulació, i el quilometratge de tots els vehicles que circulen per la via,  $M$  (vehicles/km). L'avaluació del consum de carburant ( $C$ ) del mateix flux es pot fer d'una manera similar, mitjançant la determinació del factor de consum unitari dels vehicles,  $f_c$  (litres de carburant/km per a una velocitat determinada). D'aquesta manera, s'obtenen les equacions següents:

$$C = f_c M$$

$$E = f_e M$$

Els factors unitaris d'emissió o de consum depenen, bàsicament, de la velocitat del desplaçament, de la tipologia del vehicle (del motor, del cubicatge, del tipus de combustible, etc.), de les condicions atmosfèriques (com ara un motor fred o calent), del pes (per tant, de l'ocupació o la càrrega) i de les dimensions del vehicle (EEA, 2007). Els factors de consum més petits (i, per extensió, els factors d'emissió més petits dels gasos que són proporcionals al consum de carburant, com ara el  $\text{CO}_2$ ) es produeixen, com ja s'ha esmentat, en un interval de velocitat de 70 a 90 km/h. Tanmateix, els factors d'emissió o les partícules que no presenten cap relació amb el consum ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{PM}_{10}$ ) mostren un comportament heterogeni en els diferents intervals de velocitat.

En general, es pot incidir en qualsevol dels dos factors (o ambdós) d'emissions o de consum de carburant unitari i en la quantitat de mobilitat amb l'objectiu de reduir les emissions i el consum energètic. Des de fa decennis, els fabricants de vehicles han liderat un procés industrial de reducció dels factors d'emissió i de consum basat en una millora progressiva de l'eficiència del vehicle i han actuat en la minimització del consum dels motors, el disseny aerodinàmic i la reducció de la tara dels vehicles. En el darrer decenni, amb l'entrada al mercat dels vehicles d'etiqueta mediamambiental Euro V i VI, bàsicament s'ha treballat en la reducció de les emissions locals ( $\text{NO}_x$  i partícules) dels vehicles de motor dièsel, ja que són les més perjudicials per a la salut humana, més que no

pas en la reducció dels GEH (el gran objectiu dels decennis anteriors).

La taula 19.1 mostra que els vehicles lleugers Euro VI redueixen en un 50 % les emissions unitàries de  $\text{NO}_x$  respecte dels vehicles Euro IV, però que, en canvi, no comporten cap reducció de  $\text{CO}_2$ . S'ha deixat de banda la reducció de les emissions de  $\text{CO}_2$  per tal de centrar-se en les emissions de  $\text{NO}_x$  i de PM, especialment dels motors dièsel. Ens trobem, per tant, en un marc normatiu que fa cinc anys que considera que les emissions de  $\text{CO}_2$  o bé no es poden reduir més sense un canvi de paradigma, o bé no es consideren, o bé han deixat de ser prioritàries en l'agenda política que condiciona els fabricants i els consumidors (de vehicles).

No obstant això, aquests models indirectes d'estimació de consum i d'emissions presenten limitacions. Els factors d'emissió i de consum publicats per l'Agència Europea de Medi Ambient (EEA; el 2007, el 2009 i el 2013) es calculen al laboratori i tenen en compte patrons de conducció no regulada. Consideren que un flux vehicular en règim continu circula a una velocitat constant determinada, cosa que comporta la infravaloració de les estimacions en règim discontinu (la variació significativa de la velocitat i les parades i les detencions freqüents), especialment en ciutats on la presència de semàfors és alta. En el cas dels vehicles més nous, la mostra de vehicles monitorats en condicions reals de circulació és reduïda i presenta una variació de factors d'emissió, especialment per als vehicles de motor dièsel Euro V i VI en el cas del contaminant local  $\text{NO}_x$ . Els factors d'emissió de  $\text{NO}_x$  de l'Euro V detectats en proves reals són de 0,8 g/km i són quatre cops superiors a les proves reguladores que marquen els límits teòrics màxims (0,18 g/km). Les darreres proves en condicions reals de circulació aporten valors molt semblants als assenyalats per l'EEA (Ermes, 2015). No obstant això, aquestes mateixes proves constaten que els vehicles comercials lleugers de motor dièsel Euro V presenten valors significativament superiors als dels cotxes, de prop d'1,2 g/km, i que els darrers cotxes de motor dièsel Euro VI mostren valors molt superiors als 0,3 g/km nominals. Per tant, les dues conclusions són que en aquests últims casos els factors d'emissió publicats per l'EEA s'hauran d'actualitzar en la mesura que es facin més pro-

TAULA 19.1. Distribució del parc mòbil censat a Catalunya i determinació del factor d'emissió per a cada etiqueta ambiental en vehicles de motor dièsel

EDAT	CILINDRADA	% TOTAL AGRUPACIÓ	NO <sub>x</sub>		CO		VOC		PM		SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>									
			Velocitat	FE [g/km]	Velocitat	FE [g/km]	Velocitat	FE [g/km]	Velocitat	FE [g/km]	FE [g/km]	FE [g/km]	FE [g/km]	FE [g/km]	FE [g/km]	FE [g/km]								
COTXES DE MOTOR DIÈSEL	Pre ECE ECE 15-00/01 (valors 00/01) anteriors al 1978	fins a 1.999 cc	1,60 %	10-130	0,444	10-130	0,935	10-130	0,076	10-130	0,133	0,011	0,001	0	0,005	314,2								
		més de 2.000 cc	0,14 %	10-130	0,742	10-130		10-130		10-130														
	ECE 15-02 1979-1980 1979-1980	fins a 1.999 cc	1,20 %	10-130	0,444	10-130		10-130		10-130														
		més de 2.000 cc	0,10 %	10-130	0,742	10-130		10-130		10-130														
	ECE 15-03 1981-1985	fins a 1.999 cc	1,49 %	10-130	0,444	10-130		10-130		10-130														
		més de 2.000 cc	0,13 %	10-130	0,742	10-130		10-130		10-130														
	ECE 15-04 1986-1992	fins a 1.999 cc	5,74 %	10-130	0,444	10-130		10-130		10-130														
		més de 2.000 cc	0,50 %	10-130	0,742	10-130		10-130		10-130														
	Euro I 1992-1995	fins a 1.999 cc	4,09 %	10-130	0,586	10-130		0,190		10-130							0,028	10-130	0,072	0,030	0,001	0,002	0,011	119,3772
		més de 2.000 cc	0,44 %	10-130		10-130				10-130							0,040	10-130						
	Euro II 1995-2001	fins a 1.999 cc	7,73 %	10-130	0,569	10-130		0,069		10-130							0,018	10-130	0,041	0,030	0,001	0,004	0,007	
		més de 2.000 cc	0,96 %	10-130		10-130				10-130							0,050	10-130						
Euro III 2001-2004	fins a 1.999 cc	20,16 %	10-130	0,678	10-130	0,029	10-130	0,010	10-130	0,033	0,023	0,001	0,009	0,003										
	més de 2.000 cc	2,30 %	10-130		10-130		10-130	0,014	10-130															
Euro IV 2005-2010	fins a 1.999 cc	34,18 %	10-130	0,441	10-130	0,013	10-130	0,004	10-130	0,024	0,00	0,001	0,009	0,000										
	més de 2.000 cc	4,33 %	10-130		10-130		10-130	0,004	10-130															
Euro V 2010-2013	fins a 1.999 cc	10,84 %	10-130	0,610	10-130	0,040	10-130	0,008	10-130	0,002	0,000	0,002	0,004	0,000										
	més de 2.000 cc	0,81 %	10-130		10-130		10-130		10-130															
Euro VI	fins a 1.999 cc	3,07 %	10-130	0,210	10-130	0,049	10-130	0,008	10-130	0,002	0,000	0,002	0,004	0,000										
	més de 2.000 cc	0,20 %	10-130		10-130		10-130		10-130															
<b>Total</b>		<b>100,0 %</b>		<b>0,449</b>		<b>0,128</b>		<b>0,015</b>		<b>0,038</b>	<b>0,0103</b>	<b>0,001</b>	<b>0,006</b>	<b>0,002</b>	<b>122,818</b>									

Font: EEA (2007, 2009 i 2013).

ves i, en segon lloc, que la producció d'emissions contaminants locals dels vehicles de motor dièsel en condicions normals és superior al límit màxim regulador nominal fixat per la política europea, tal com ha assenyalat la premsa mundial en diversos casos de marques automobilístiques de renom. No obstant això, la introducció de vehicles híbrids

(un percentatge encara petit), purament elèctrics (amb bateries o amb cèl·lules d'hidrogen) o de gas farà que els factors d'emissions globals del parc de vehicles continuïn disminuint.

L'altra gran variable per a mitigar els efectes en matèria d'emissions i de consum és la reducció

del quilometratge del parc mòbil, que, com hem comentat anteriorment, ha patit una disminució a causa de la crisi econòmica. No obstant això, s'espera que en el futur aquesta variable torni a presentar els valors anteriors a la crisi i que mostri una tendència creixent, especialment en els desplaçaments intermunicipals. Tanmateix, tot i que el nombre de viatges pot créixer, s'espera que l'increment en desplaçaments urbans es produeixi en els mitjans no motoritzats i el transport públic col·lectiu (TPC). No obstant això, les dificultats pressupostàries dels governs locals i regionals dels darrers anys han fet que les inversions per a fomentar el TPC pràcticament s'hagin congelat. Altres sistemes d'increment de l'ocupació tenen problemes d'aplicació heterogenis. Els sistemes de vehicles compartits (*carpooling*) pateixen una segona versió del servei per a adaptar-se a les pautes de mobilitat de les persones (la primera versió no les tenia en compte) i se circumscriuen a col·lectius molt específics que permeten la compatibilitat horària dels desplaçaments (*commuters*). Els sistemes de cotxe multiusuari (*carsharing*) comporten una disminució de l'inventari d'actius invertits en la mobilitat privada i una reducció de les necessitats d'aparcament, però no redueixen gaire les emissions ni el consum energètic perquè es continua fent un viatge (tot i que la demanda de viatges disminueix, ja que el cost d'accés és superior, i que el parc de vehicles de *carsharing* és més nou que la mitjana del parc mòbil normal). Els sistemes de serveis a la demanda amb autobús són poc rendibles en termes econòmics i els de taxi col·lectiu es troben en conflicte administratiu (com és el cas d'Uber) amb els serveis regulats de taxi, de manera que hi ha barreres legals per a la potenciació a curt termini.

### 19.3. Iniciatives de regulació dels sectors productors d'emissions

El transport és un sector difús d'emissions, ja que la producció d'emissions del transport no es localitza a cap punt concret del territori. Si bé tots els compromisos i els objectius d'emissions de GEH d'àmbit internacional i nacional el tenen en compte i plantegen algunes palanques de maniobra per a la contenció (com ara la COP21, a París, en la qual s'actualitzaven els compromisos de Kyoto; el Pla Nacional d'Adaptació al Canvi Climàtic de l'Oficina Espanyola de Canvi Climàtic, a Espanya, i

l'Estratègia Catalana d'Adaptació al Canvi Climàtic 2013-2020 de l'Oficina Catalana del Canvi Climàtic, a Catalunya), el 80 % de les polítiques de mitigació del canvi climàtic en el transport s'implanten en el si de governs regionals o locals. En aquest sentit, el Pla Estratègic d'Infraestructures i Transport 2005-2020 (PEIT, d'àmbit espanyol), el Pla d'Infraestructures de Transport de Catalunya (PITC, d'àmbit català) i el Pla Director d'Infraestructures (PDI, d'àmbit metropolità) són plans que tenen com a línia vertebradora la mitigació dels efectes del transport i la logística en el medi ambient, amb informes i anàlisis específics de la sostenibilitat ambiental de les mesures. Tot i això, són plans que actuen bàsicament en l'oferta infraestructural. A més, els dos darrers plans esmentats inclouen una quantificació d'objectius numèrics de nou repartiment modal a favor de mitjans més respectuosos amb el medi ambient, però que difícilment es poden assolir sense mesures coercitives sobre l'ús de mitjans o incentius econòmics sobre la demanda. D'altra banda, el Pla Director de la Mobilitat 2013-2018 (PDM, d'àmbit metropolità) incrementa l'àmbit d'actuació de les mesures amb un enfocament conjunt d'urbanisme, mobilitat i demanda, considera els punts que atreuen i generen viatges i proposa mesures específiques sobre l'oferta i la demanda. Finalment, els darrers anys s'han aprovat nombrosos plans de mobilitat urbana (PMU) amb un enfocament clar cap a la millora de la sostenibilitat ambiental, mesures locals d'afavoriment del transport públic i dels mitjans no motoritzats i ordenances municipals que regulen els incentius i les sancions a les tecnologies de transport que no són coherents amb els objectius mediambientals.

D'altra banda, a partir de l'aprovació de la Directiva 2008/50/CE, del 21 de maig, s'ha intensificat el desenvolupament de plans de millora de la qualitat de l'aire tant en l'àmbit nacional com regional.<sup>1</sup> A Espanya, la transposició d'aquesta Directiva és el Reial decret 102/2011, del 28 de gener, que defineix els objectius de la qualitat de l'aire per a diversos contaminants i en regula l'avaluació. Tot i que l'abast d'aquests plans és transversal als diversos

1. Com ara el Pla d'Actuació per a la Millora de la Qualitat de l'Aire a les Zones de Protecció Especial de l'Àmbit Atmosfèric (PAMQA), horitzó 2020, o el Pla de Millora de la Qualitat de l'Aire a Barcelona 2015-2018 (PMQAB).

àmbits productors d'emissions (com ara la indústria, el transport, l'àmbit domèstic, la generació d'energia, etc.), el transport és el sector principal que es considera, amb més del 50 % de les mesures plantejades respecte als altres àmbits. En particular, es fa un inventari d'emissions i de mesures de millora per al transport terrestre, el port de Barcelona i l'aeroport del Prat. Si bé l'objectiu d'aquests plans és la reducció dels contaminants locals ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{NO}_2$  i  $\text{PM}_{10}$ ), les mesures plantejades també tenen un efecte clar en la reducció dels GEH. Bàsicament, es planteja la potenciació del transport públic amb mesures de prioritització, el foment de l'electromobilitat, la classificació ambiental, l'incentiu de vehicles nets (l'etiquetatge ambiental), la millora del parc automobilístic, la millora de la xarxa de bicicletes, la regulació de la velocitat amb una consciència ambiental, la conscienciació ciutadana, els cursos de conducció eficient, la millora de la tecnologia del parc vehicular auxiliar dels ports i els aeroports i l'increment de la inspecció.

Així mateix, Europa, Espanya i Catalunya han inclòs als plans de foment de la R+D+I programes específics per a fomentar una mobilitat sostenible i demostrar la viabilitat tècnica i econòmica de noves tecnologies de transport que tinguin un impacte més petit en el canvi climàtic. Concretament, la Unió Europea ha creat la convocatòria H2020, en la qual una de les tres línies d'actuació del sector del transport (amb més de 6.000 milions d'euros de pressupost) és el foment dels vehicles respectuosos amb el medi ambient (*green vehicles*).

## 19.4. El transport i el canvi climàtic a Catalunya

Catalunya presenta dues zones diferenciades en matèria de mobilitat i d'efectes generats al medi ambient. D'una banda, l'àrea metropolitana de Barcelona (amb 36 municipis que representen el 2 % de l'extensió del territori català però el 43 % de la població), on es concentren la major part dels desplaçaments i, consegüentment, una problemàtica creixent en matèria d'emissions de GEH i de contaminants locals. La major part dels municipis d'aquesta àrea han estat declarats zona de protecció especial de l'ambient atmosfèric. D'altra banda, a la resta del territori català la mobilitat s'articula a l'entorn dels assentaments urbans i les vies de comunicació principals, però sense grans complicacions pel que fa a la congestió i a l'impacte d'emissions contaminants.

### 19.4.1. Àmbit interurbà

El sector de la carretera presenta una reducció de la productivitat dels viatges i una reducció de les matriculacions a causa de la crisi econòmica, cosa que ha comportat un envelliment del parc mòbil i, consegüentment, un retard en la substitució per vehicles més nets (figura 19.1). De fet, el 38 % del parc mòbil és constituït per vehicles matriculats abans del 2003 (Ajuntament de Barcelona, 2014).

La taula 19.2, la taula 19.3 i la taula 19.4 mostren una estimació del consum de carburant, de les emissions i dels viatges duts a terme a la xarxa de carreteres de Catalunya el 2010 i el 2013 (pre-

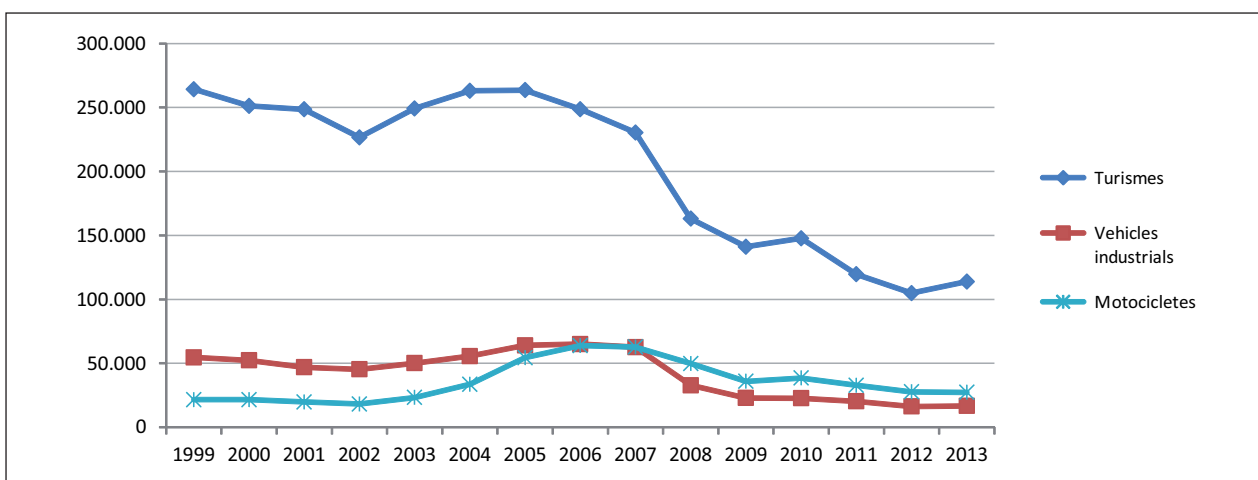


FIGURA 19.1. Matriculacions del parc mòbil a Catalunya.

Font: Elaboració pròpia a partir de les dades de l'Idescat (2014).



sentats en aquest TERCER INFORME SOBRE EL CANVI CLIMÀTIC A CATALUNYA, TICCC) en comparació dels registres de l'any 2005 (recollits al SICCC). Es constata que l'any 2010 la mobilitat de vehicles a la carretera es va incrementar en un 18 % (vehicles/km) respecte de l'any de referència, el 2005. Tanmateix, la mateixa dada valorada l'any 2013 només representa un creixement del 3 % respecte del 2005, de manera que en el període 2010-2013 la quantitat de vehicles/km es va reduir en un 12 % i, per tant, es van revertir alguns dels problemes de congestió i de pèrdua de velocitat a la xarxa. En conseqüència, l'any 2013 el consum de carburant a la xarxa de carreteres interurbanes de Catalunya es va reduir en un 6 % respecte de l'any de referència, el 2005, i els GEH van presentar una

reducció de prop del 20 % ( $N_2O$ ,  $CO_2$  i  $CH_4$ ). Els gasos contaminants d'efecte local van mostrar una reducció variable, en la qual destaca la disminució de partícules i d'òxids de nitrogen de prop del 13 % i del 14 %, respectivament.

En la taula 19.3 es pot observar que els estalvis d'emissions han estat superiors al creixement negatiu dels indicadors de mobilitat i, per tant, es percep un efecte clar de la reducció dels factors d'emissió i de consum del parc mòbil. Aquesta tendència podria haver estat més important si la renovació del parc mòbil no s'hagués estancat.

En el cas de les mercaderies per carretera, els camions que recorren rutes de llarga distància han

TAULA 19.2. Estimació del consum de carburant dels viatges en vehicle privat per als anys 2005, 2010 i 2013

	Any 2005 (SICCC)	Any 2010 (TICCC)	Variació 2005-2010	Any 2013 (TICCC)	Variació 2005-2013
Consum (litres)	3.529.474.663	3.803.143.417	8 %	3.316.570.664	-6 %

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de la Generalitat de Catalunya (2005, 2010 i 2013) i de l'EEA (2007, 2009 i 2013).

TAULA 19.3. Estimació de les emissions dels viatges en vehicle privat per als anys 2005, 2010 i 2013

Emissions (kg)	Any 2005 (SICCC)	Any 2010 (TICCC)	Variació 2005-2010	Any 2013 (TICCC)	Variació 2005-2013
$NO_x$	57.515.997	60.544.938	5 %	49.394.650	-14 %
CO	151.089.164	156.941.337	4 %	128.282.223	-15 %
VOC	27.298.497	29.778.526	9 %	24.667.457	-10 %
$SO_2$	1.439.904	1.468.037	2 %	1.207.328	-16 %
PM	3.794.675	4.124.327	9 %	3.320.968	-12 %
$NH_3$	893.845	361.382	-60 %	67.534	-92 %
$N_2O$	390.186	370.495	-5 %	297.132	-24 %
$CH_4$	1.424.153	1.454.676	2 %	1.164.655	-18 %
$CO_2$	13.746.589.764	13.178.749.343	-4 %	11.179.931.327	-19 %

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de la Generalitat de Catalunya (2005, 2010 i 2013) i de l'EEA (2007, 2009 i 2013).

TAULA 19.4. Estimació dels viatges en vehicle privat per als anys 2005, 2010 i 2013

Viatges en vehicle privat	Any 2005 (SICCC)	Any 2010 (TICCC)	Variació 2005-2010	Any 2013 (TICCC)	Variació 2005-2013
Interurbà + urbà (milions vehicles $km^{-1} any^{-1}$ )	37.640	44.301	18 %	38.837	3 %
Interurbà (sense peatge) (milions vehicles $km^{-1} any^{-1}$ )	14.964	17.613	18 %	15.440	3 %

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de la Generalitat de Catalunya (2005, 2010 i 2013) i de l'EEA (2007, 2009 i 2013).

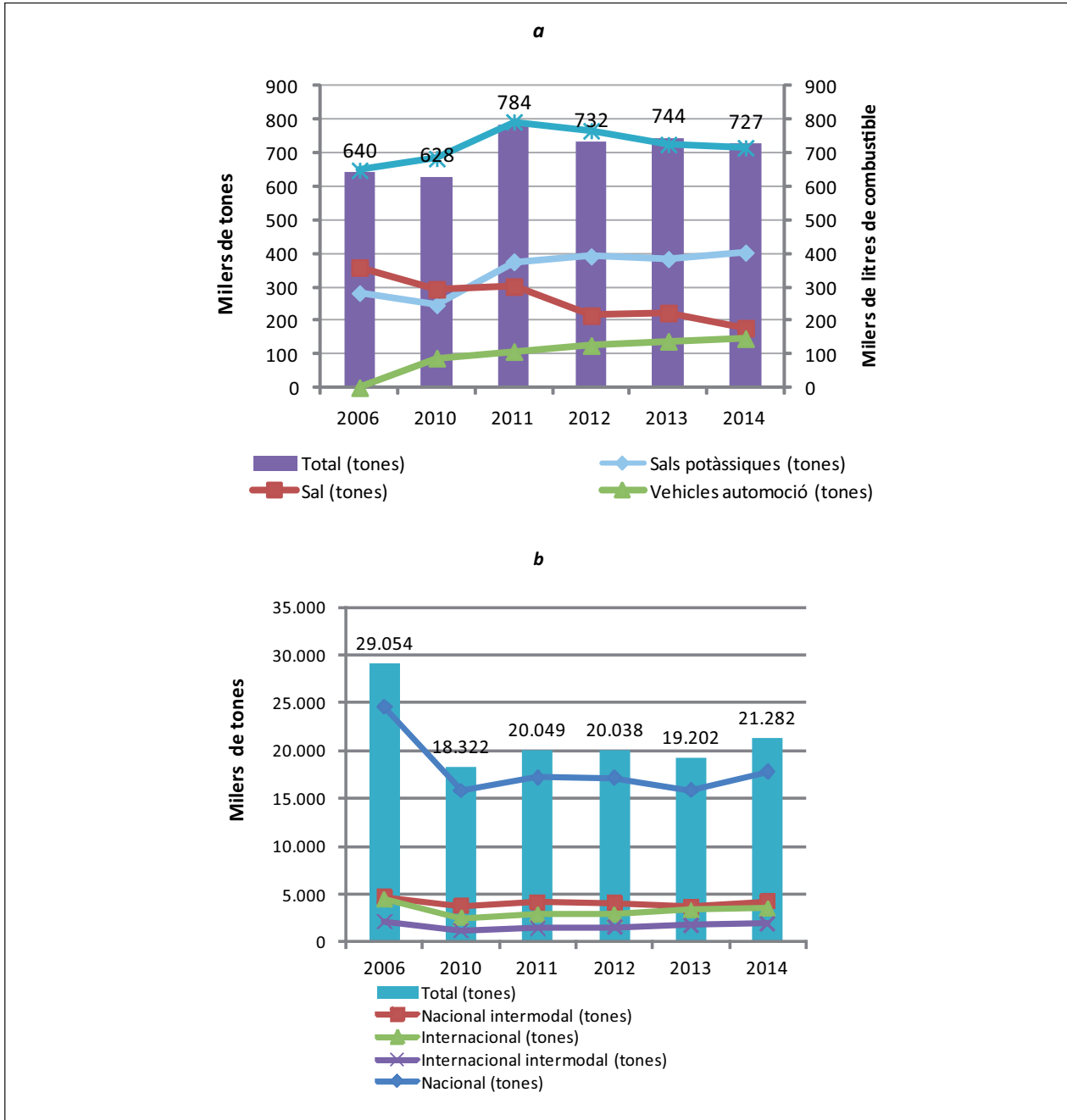


FIGURA 19.2. Indicadors de trànsit: a) en les línies de ferrocarril de mercaderies d'àmbit català (FGC), i b) en les línies estatals operades per Renfe Operadora.

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de FGC (2015), FGC (2008) i Ministeri de Foment (2015).

presentat una millora significativa en la reducció de les emissions els últims vint anys i han arribat a l'etiquetatge Euro VI amb uns nivells inferiors als del decenni del 1980. No obstant això, les millores dels motors dièsel d'aquests vehicles seran marginals en el futur. En aquest sentit, existeixen iniciatives i projectes pilot per a l'electrificació de les vies d'alta capacitat en l'àmbit europeu, en les quals el carril de vehicles lents (el dret) té ca-

tenària<sup>2</sup> o tecnologia d'inducció perquè durant la circulació al llarg de la infraestructura es pugui utilitzar un motor elèctric (un resum dels estudis, les proves pilot i les anàlisis econòmiques es pot consultar a Mercadal, 2011).

2. N'és un exemple el projecte eHighway, de Siemens (<http://w3.siemens.com/topics/global/en/electromobility/pages/ehighway.aspx>).

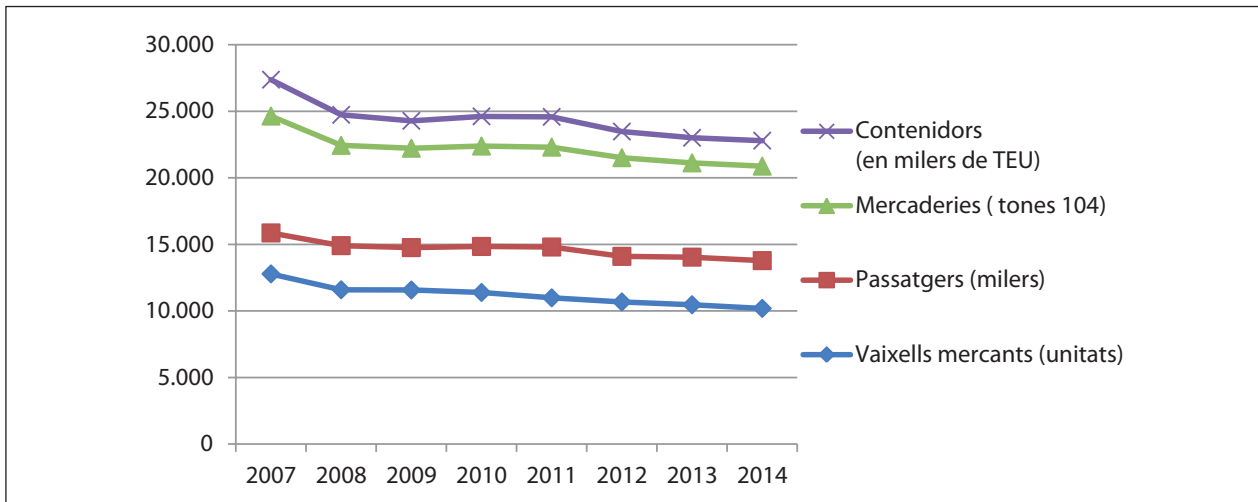


FIGURA 19.3. Mobilitat als ports comercials catalans.

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'Idescat (2015).

Pel que fa al transport ferroviari, els fluxos de mercaderies han experimentat una reducció en el període 2006-2010 a causa de la crisi econòmica. Aquesta reducció ha estat més significativa a les línies de l'Administrador d'Infraestructures Ferroviàries (ADIF) que a les gestionades per Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya (FGC). No obstant això, l'evolució en el període 2010-2014 ha presentat una contenció de la mobilitat. Solament destaca un creixement sostingut del trànsit en el transport de vehicles i de sals potàssiques a la xarxa de FGC. El factor d'èxit es relaciona amb l'establiment de polítiques comercials i d'aliances especialitzades per als clients amb serveis *ad hoc* i adaptats a la mercaderia mobilitzada. És el cas de FGC, que ha aconseguit que la mobilitat de les mercaderies del tren l'any 2014 hagi superat els valors previs a la crisi econòmica. No obstant això, en el cas de Renfe Operadora, amb més diversitat de clients, l'any 2014 els fluxos no van arribar a igualar l'escenari del 2006, previ a la crisi, tant pel que fa a les rutes nacionals com als corredors internacionals. La política europea ha intentat potenciar l'establiment de corredors ferroviaris transeuropeus que intentin atreure trànsit del transport per carretera. El corredor ferroviari mediterrani (RFC-6) és el que té més extensió, amb un recorregut que va des del sud d'Espanya fins a Hongria, que arriba a Finlàndia amb ramificacions i que cobreix els ports principals de la conca mediterrània. Tot i que va esdevenir operatiu l'any 2013 i que l'any 2014 ja hi havia vuit operadors interessats en l'explotació, el trànsit observat en aquesta infraestructura encara

és mínim. Cal emfatitzar que el volum de mercaderies mobilitzades per Renfe Operadora entre Espanya i l'estranger és cent cops inferior al mobilitzat pel sector marítim als ports catalans (figura 19.2 i figura 19.3). Les diferències tecnològiques i de regulacions d'entrada al sector ferroviari han impedit la potenciació d'aquest mitjà de transport entre Espanya i Europa.

#### 19.4.2. Àmbit metropolità i urbà

Les polítiques d'increment de l'oferta del TPC durant el període 2005-2010 en l'àmbit metropolità avançades al SICCC no han aconseguit augmentar la quota de mercat significativament. En el cas del tren de rodalia, fins i tot hi ha hagut una pèrdua de viatges (taula 19.5).

La crisi ha comportat una reducció dels viatges i ha potenciat d'una manera natural els mitjans no motoritzats i els més barats (com, per exemple, la substitució del cotxe per la motocicleta). Pel que fa a les emissions urbanes per la mobilitat quotidiana, es pot dir que la crisi ha comportat un increment dels nivells de sostenibilitat.

Així mateix, aquesta tendència d'increment de l'oferta del TPC s'ha paralytitzat a partir de l'any 2010 a causa del problema del finançament. Si l'any 2005 la quota de cobertura<sup>3</sup> era del 50 %

3. L'expressió *quota de cobertura* fa referència al percentatge dels costos d'inversió i operacionals del servei de TPC compensats amb els ingressos per la venda de títols de transport a usuaris directes.

TAULA 19.5. Desplaçaments totals en dies feiners

Desplaçaments totals en dies feiners (en viatges / dia)							
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
A peu	7.048.418	7.265.591	7.210.315	7.915.751	7.715.497	7.717.399	7.776.000
En bicicleta	130.438	158.408	163.580	172.938	193.012	193.897	206.000
En transport públic	2.912.229	3.036.695	3.103.035	3.109.294	2.956.000	2.962.757	2.935.000
En autobús	1.132.427	1.120.933	1.124.684	1.103.708	1.049.293	1.021.692	1.049.542
En tramvia	57.161	61.528	63.538	64.412	61.237	61.377	77.297
En metro	1.076.952	1.159.221	1.197.093	1.213.573	1.233.742	1.236.562	1.218.160
En tren	645.689	695.014	717.720	727.600	611.728	643.127	590.001
En vehicle privat	5.856.126	6.191.763	5.679.599	5.770.458	5.667.521	5.657.978	5.415.000
<b>En tots els mitjans</b>	<b>15.947.211</b>	<b>16.652.019</b>	<b>16.156.075</b>	<b>16.967.982</b>	<b>16.532.030</b>	<b>16.532.030</b>	<b>16.329.000</b>

Font: ATM (2015).

(ATM, 2005), l'any 2012 aquest valor ha estat aproximadament del 40 % (ATM, 2013).

La potenciació del TPC per a atreure viatges del vehicle privat és ineficaç sense una política d'aparcament d'enllaç (*park-and-ride*, en l'àmbit interurbà) i sense restriccions d'ús i/o de tarifació pel que fa al vehicle privat i a l'aparcament (en l'àmbit urbà).

No obstant això, ha estat en la mobilitat urbana que s'han fet palesos els avenços més importants en matèria de millora dels factors d'emissió dels vehicles, especialment els associats a les flotes públiques. A totes les ciutats amb concentracions grans de població s'han desenvolupat serveis públics de lloguer de bicicletes (en alguns casos amb motor elèctric d'assistència) i s'han potenciat zones de pacificació del trànsit als barris més residencials. Així mateix, en el cas de Barcelona s'ha fomentat l'ús de l'electromobilitat en taxis i autobusos. A final de l'any 2014 ja hi havia 18 taxis completament elèctrics i 2.150 d'híbrids (CENIT, 2014).

En el cas dels autobusos, existeixen diversos models comercials de 12 m que permeten una operació continuada durant tot el servei. No obstant això, el repte principal són els vehicles de 18 m, que necessiten operacions de recàrrega al carrer per a prestar el servei. Barcelona incorporarà dos vehicles a final d'octubre d'enguany per a analitzar-ne les prestacions en una prova pilot del projecte europeu

«Sistema d'autobusos urbans d'emissions zero» (Ze-EUS). D'aquesta manera, la potenciació dels serveis de taxis i d'autobusos de grans dimensions haurà d'anar acompanyada de la distribució al territori de prou estacions de recàrrega, per a les quals caldrà estudiar detalladament la disciplina i el temps de recàrrega dels diferents usuaris potencials.

En el cas de la distribució urbana de mercaderies, es potencia l'ús de microplataformes de consolidació de mercaderies als centres urbans. Els operadors logístics tradicionals porten mercaderies a aquestes infraestructures perquè siguin distribuïdes per un altre operador als comerços o als habitatges amb vehicles de menys impacte ambiental (com ara els vehicles elèctrics o els tricicles assistits amb motor elèctric). El benefici social d'aquestes mesures s'ha demostrat en diverses proves pilot (com ara el projecte SMILE, <http://smile-urbanlogistics.eu>). No obstant això, el model de negoci de l'operador de l'última milla amb vehicles nets encara no és sòlid i depèn de les subvencions de l'Administració.

#### 19.4.3. Ports

La mobilitat als ports de Barcelona i de Tarragona també ha manifestat una tendència a la baixa pel que fa al nombre de moviments, tant de mercaderies com de passatgers (figura 19.3). En aquest mitjà de transport, la qüestió principal relativa a la productivitat de vehicles/km ha es-

tat l'increment de la grandària dels vaixells per a potenciar les economies d'escala i reduir els costos del transport des de principi del segle XXI. Aquest fet ha comportat la construcció de vaixells post-Panamax (un model de vaixells amb capacitat per a més de 5.000 TEU<sup>4</sup>) per a cobrir les rutes marítimes amb calendari fix entre Àsia i Europa. Tanmateix, la crisi econòmica de final del decenni anterior ha fet que aquestes rutes no tinguin prou demanda per a cobrir la capacitat d'aquests vaixells i, per tant, que l'increment de la grandària dels vaixells s'hagi paralitzat. En segon lloc, també s'han intentat potenciar les rutes de curta i mitjana distància (*short sea shipping*) pel que fa a les cadenes logístiques a Europa. No obstant això, la competitivitat i la freqüència alta dels serveis de carretera (encara pocs països de la Unió Europea apliquen taxes a les externalitats del sector per mitjà de l'eurovinyeta) comporten que els serveis marítics de curta distància principalment tinguin èxit en l'exportació de vehicles i de matèries primeres als ports catalans.

Amb relació als factors de consum i d'emissions, la diversitat del tipus i de la grandària dels vaixells fa molt difícil una millora dels motors de propulsió, de manera que encara existeix una dependència dels motors dièsel. Això és especialment important pels efectes de les emissions locals de NO<sub>x</sub>, de partícules i d'ozó als ports catalans, en els quals hi ha una gran convivència i proximitat amb els assentaments urbans. En aquest sentit, el Reglament (UE) 2015/757 del Parlament Europeu i del Consell, del 29 d'abril del 2015, obligarà, en el futur, a fer el seguiment, la notificació i la verificació de les emissions de diòxid de carboni a tots els vaixells amb arqueig superior a les 5.000 tones en les etapes de desplaçament amb origen o destinació a un port de la Unió Europea.

D'altra banda, hi ha diversos projectes europeus (com ara el *CORE LNGas hive*) que intenten reduir l'impacte del sector en les emissions locals mitjançant la substitució de l'ús del dièsel pel gas

4. La unitat TEU prové de la siglació de *twenty-foot equivalent unit* i és una unitat de capacitat per al transport de mercaderies equivalent a un contenidor estàndard de 6,096 m de llargària, 2,438 m d'amplària i 2,591 m d'alçària, amb un volum interior de 32,8 m<sup>3</sup> i un pes de càrrega màxima de 30.480 kg.

natural quan els vaixells estan atracats als ports i l'automatització i l'electrificació dels vehicles auxiliars de transport i de càrrega de mercaderies dins dels ports (grues pòrtic i carretons pòrtic).

A partir de les 682.862 tones de carburant dièsel subministrades als vaixells del port de Barcelona l'any 2013 (Ministerio, 2014), es poden estimar les emissions de gasos contaminants i de GEH, com mostra la taula 19.6.

#### 19.4.4. Aeroports

El sector aeri tampoc no ha estat deslligat de la crisi econòmica, ja que presenta una reducció del nombre de moviments d'aeronaus des del 2008, com mostra la figura 19.4. No obstant això, el nombre de passatgers ha anat augmentant des del 2008, mentre que el transport de mercaderies s'ha mantingut estable (Idescat, 2015).

Aquestes tendències són conseqüència d'una racionalització del servei de les companyies aèries que busquen l'increment de l'ocupació i l'eliminació de les rutes que tinguin molta competència amb altres mitjans, especialment el ferroviari a curta i a mitjana distància. En aquest cas, l'aeroport de Barcelona ha desenvolupat una política de potenciació de les operacions com a aeroport de connexió (*hub*), amb l'establiment de rutes de més distància des de Barcelona (i de més capacitat).

TAULA 19.6. Estimació de les emissions associades a 682.862 tones de productes petrolers subministrats als vaixells del port de Barcelona l'any 2013

Gasos contaminants i GEH	Tones*
NO <sub>x</sub>	49.166,1
CO	5.053,2
VOC	1.638,9
SO <sub>2</sub>	6.828,6
PM	2.253,4
NH <sub>3</sub>	—
N <sub>2</sub> O	54,6
CH <sub>4</sub>	34,1
CO <sub>2</sub>	2.164.672,5

\* Estimació mitjançant la metodologia simplificada de l'EEA (2007), com a producte del total de tones de carburant servides als vaixells per un factor de consum agregat de tots els vaixells.

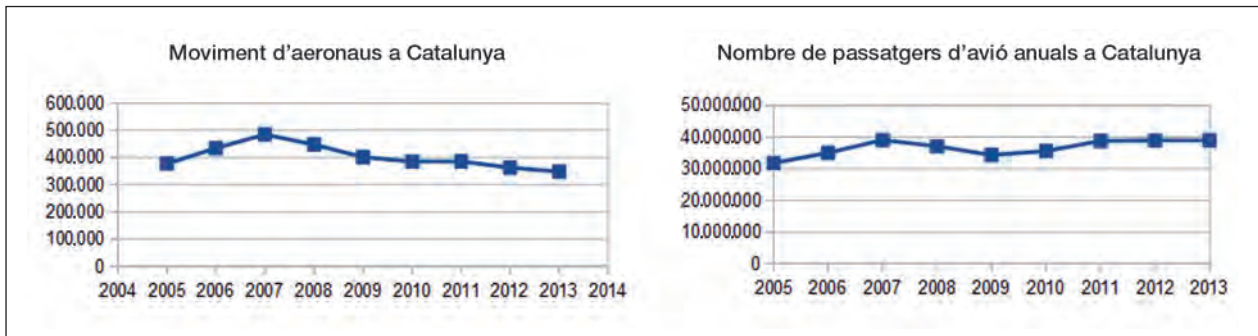


FIGURA 19.4. Mobilitat als aeroports de Catalunya.

Font: Idescat (2015).

Amb relació a la millora dels factors d'emissió i de consum de les aeronaus, són molt condicionats per les proves d'homologació i de seguretat de l'Associació Internacional del Transport Aeri (IATA). Tanmateix, en aquest mitjà de transport la innovació ha estat més significativa que en el ferroviari i actualment les empreses de producció d'aeronaus (com ara Boeing i Airbus) desenvolupen aeronaus de més eficiència energètica especialment per a cobrir rutes de llarga distància amb vehicles de gran capacitat. De fet, actualment també es gesta l'aplicació d'un mecanisme de regulació dels drets d'emissió de GEH del sector als vols intracomunitaris de la Unió Europea per a l'any 2020. D'altra banda, aquesta millora no s'ha produït en el camp dels serveis de terra, ja que els vehicles auxiliars dels aeroports (com ara els vehicles per al transport d'equipatge, els autobusos per al transport de persones, els vehicles per al subministrament de carburant o els vehicles per al posicionament de rampes) encara utilitzen majorment motors tèrmics de tecnologia superada.

### 19.5. Conclusions

El darrer quinquenni s'ha caracteritzat per una davallada de l'activitat econòmica i de retruc de la mobilitat de persones i de mercaderies en mitjans mecanitzats, cosa que ha provocat una reducció de la contribució del transport per carretera al canvi climàtic d'un 20 % respecte de l'any 2005 i un canvi de tendència pel que fa als increments dels mateixos efectes de l'any 2010, segons els valors de la taula 19.3. No obstant això, els motius d'aquest canvi són eminentment conjunturals, i és necessari fomentar un canvi de les tecnologies de mobilitat i dels models d'ús dels serveis de mobilitat en el present, ja que tots els indicadors presenten una

recuperació i una pujada del nombre de viatges i de la producció de quilometratge dels vehicles. Els fenòmens de congestió i de concentració de viatges en hora punta també s'han reduït per l'atur i la flexibilització més gran de la jornada de treball, fet que té un impacte positiu en la mitigació del canvi climàtic. Aquesta tendència de contenció de la mobilitat també s'ha produït en el transport marítim i, en menys grau, en el transport aeri.

En el cas de les ciutats, els PMU i els plans de control de la qualitat de l'aire potencien l'ús de mitjans de transport no motoritzat, de mesures de prioritització dels mitjans de transport col·lectiu i d'un transport de mercaderies més sostenible, els quals contribueixen activament a la mitigació del canvi climàtic.

Tanmateix, les mesures de promoció del TPC a les grans ciutats no han aconseguit atreure uns nivells de demanda significatius del transport privat, que encara gaudeix de la inexistència d'un marc de penalització econòmica o de restriccions d'ús. Aquest fet, conjuntament amb la reducció de la capacitat de l'espai urbà, comportarà que quan l'activitat econòmica augmenti de nou es tornin a repetir els impactes creixents en el canvi climàtic del transport a les ciutats. El fenomen de l'electromobilitat només s'ha constatat realment a les flotes públiques i la discriminació positiva en matèria d'incentius fiscals no ha estat eficient.

Aquests incentius fiscals en matèria d'etiquetatge ecològic dels vehicles són adequats quan el vehicle és híbrid o completament elèctric. No obstant això, els efectes esperats de la millora dels factors d'emissió dels motors tèrmics s'han sobredimensionat a causa dels errors inherents als models es-



timatius d'emissions. S'ha demostrat que la regulació màxima d'emissions de gasos contaminants d'efecte local, especialment en el cas dels vehicles de motor dièsel de les categories Euro V i Euro VI, és molt inferior a l'emissió real en condicions de circulació urbana.

Així mateix, les operacions d'aturar i engegar (*stop & go*) en circulació urbana no s'han inclòs als models predictius i també són una font d'error (les emissions i els consums són superiors a causa d'aquestes aturades excepte en els vehicles nous que aturen el motor, que representen un percentatge encara mínim del parc vehicular). Tot i l'estalvi d'energia teòric de l'aturada del motor, el consum i la generació d'emissions més significatius es produeixen en la fase d'acceleració del vehicle de velocitat zero a velocitat de creuer.

Per tant, en primer lloc és necessari poder mesurar adequadament els impactes associats al canvi climàtic del transport, especialment en zones urbanes. En segon lloc, cal potenciar l'ús de vehicles i de tecnologies més respectuoses amb el medi ambient a la vegada que s'apliquen mesures coercitives, tarifadores i reguladores del vehicle privat a fi de garantir un transvasament modal real a mitjans de transport amb més capacitat vehicular o amb menys generació d'emissions.

### 19.6. Recomanacions

En vista dels resultats de l'anàlisi per sectors de transport anterior, es proposen les recomanacions següents:

#### *Pel que fa a l'àmbit interurbà*

- La creació d'una oferta de serveis de TPC d'autobús integrada en l'àmbit interurbà i urbà, amb una planificació real de punts d'aparcament d'enllaç amb prou capacitat per a l'arribada a les estacions de TPC des de punts de demanda dispersa.
- El manteniment dels serveis de TPC ferroviaris, amb una millora especial de la fiabilitat del servei i de la puntualitat i amb un increment de les places d'aparcament d'enllaç a les estacions i de les tarifes integrades.
- La bonificació dels peatges per a vehicles elèctrics i d'alta ocupació a les autopistes de

pagament de les administracions i d'empreses gestores privades.

- L'aplicació real de l'eurovinyeta per a la tarifació del trànsit de mercaderies per carretera per motius ambientals a curt termini (i, a mitjà termini, per a tots els vehicles pesants i lleugers que facin servir la xarxa d'altres prestacions seguint els principis europeus de «pagament per ús» i «qui contamina, paga»).
- El desenvolupament de proves pilot d'electrificació de carrils lents per a camions elèctrics als corredors logístics principals.

#### *Pel que fa a l'àmbit metropolitana i urbà*

- L'incentiu econòmic de la substitució de la flota vehicular per vehicles amb motor tèrmic d'etiqueta ambiental superior i per vehicles híbrids i elèctrics, especialment en flotes públiques o d'empreses.
- La restricció i la regulació de l'accés dels vehicles amb més impacte (amb prohibició i/o pagament de tarifa), mitjançant taules de diàleg i consens amb els actors implicats. A París ja es parla de la prohibició de l'entrada de vehicles de motor dièsel a la ciutat i a Londres s'ha previst un pla de substitució de tots els taxis de la ciutat per vehicles elèctrics amb vista al 2017.
- El desenvolupament de mesures de gestió ambiental del trànsit a l'accés a les ciutats principals (com ara la velocitat variable o els carrils d'alta ocupació sense grans inversions en infraestructures) i d'una política tarifària d'aparcament a les ciutats.
- La creació d'una infraestructura segura per a mitjans de transport no motoritzats dins dels municipis i principalment entre els municipis adjacents i els llocs de treball situats a la perifèria (com ara als polígons industrials).
- L'adopció de mesures de prioritat de pas en el cas del transport públic de superfície per a fer-lo més competitiu respecte del vehicle privat (com ara la coordinació semafòrica o la restricció d'aparcament al voltant de les parades).
- La potenciació de la motocicleta elèctrica mitjançant ajudes públiques per a la substitució de les motocicletes de motor tèrmic i el foment de la R+D+I per al desenvolupament d'aquest tipus de vehicles en empreses nacionals. A les ciutats principals de la Xina un percentat-

ge molt significatiu de les motocicletes ja són elèctriques.

- La restricció d'espai viari al vehicle privat per mitjà de la creació de vies de circulació amb prou capacitat per al trànsit de pas.

#### *Pel que fa als ports i els aeroports*

- La potenciació de l'ús d'altres fonts d'energia (com ara el gas i l'electricitat) quan els vaixells es troben atracats al port.
- La substitució activa dels vehicles auxiliars amb motor tèrmic per vehicles elèctrics en aeroports i ports.
- La millora de la qualitat i del procés de refinament del combustible utilitzat pels vaixells.
- L'incentiu de l'eficiència (energètica i ambiental) per a canviar el model de mobilitat actual i la penalització de la ineficiència.

## Referències bibliogràfiques

- AJUNTAMENT DE BARCELONA (2014). *Anuari estadístic de la ciutat de Barcelona 2014: Transports i circulació* [en línia]. <<http://www.bcn.cat/estadistica/catala/dades/anuari/cap15/C1509030.htm>> [Consulta: 4 febrer 2016].
- ATM = AUTORITAT DEL TRANSPORT METROPOLITÀ (2006). *Memòria d'activitats*. Barcelona: Autoritat del Transport Metropolità.
- (2013). *Memòria d'activitats*. Barcelona: Autoritat del Transport Metropolità.
- (2015). *Pla Director de Mobilitat de la Regió Metropolitana de Barcelona*. Barcelona: Autoritat del Transport Metropolità.
- CENIT = CENTRE D'INNOVACIÓ DEL TRANSPORT (2014). *Observatori del taxi*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- ERMES = EUROPEAN RESEARCH GROUP ON MOBILE EMISSION SOURCES (2015). *Diesel light duty vehicle NO<sub>x</sub> emission factors: Information paper* [en línia]. <<http://www.ermes-group.eu/web>> [Consulta: 4 febrer 2016].
- EEA = EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2007). Technical report núm. 16/2007, *EMEP/CORINAIR Emission inventory guidebook - 2007* [en línia]. <<http://www.eea.europa.eu/publications/EMEP-CORINAIR5>> [Consulta: 4 febrer 2016].
- (2009). Technical report núm. 9/2009, *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook - 2009* [en línia]. <<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009>> [Consulta: 4 febrer 2016].
- (2013). Technical report núm. 12/20013, *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook - 2013* [en línia]. <<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013>> [Consulta: 4 febrer 2016].
- FGC = FERROCARRILS DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA (2008). *Memòria anual 2007*. Barcelona: Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya.
- (2015). *Memòria anual 2014*. Barcelona: Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya.
- IDESCAT = INSTITUT D'ESTADÍSTICA DE CATALUNYA (2014). *Anuari estadístic de Catalunya: Transports i TIC* [en línia]. <<http://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=10>> [Consulta: 4 febrer 2016].
- (2015). *Anuari estadístic de Catalunya: Transports i TIC* [en línia]. <<http://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=10>> [Consulta: 4 febrer 2016].
- LLEBOT, J. E. (ed.) (2010). *Segon informe sobre el canvi climàtic a Catalunya*. Barcelona: Generalitat de Catalunya: Institut d'Estudis Catalans.
- MERCADAL, A. (2011). *Vehicles alimentats en marxa (VAM): anàlisi de la viabilitat tècnica i econòmica*. Tesi (grau). Barcelona: Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de la Universitat Politècnica de Catalunya.
- MINISTERIO DE FOMENTO DE ESPAÑA (2015). *Boletín estadístico online 2014* [en línia]. Madrid: Ministerio de Fomento de España. <<http://www.fomento.gob.es/BE/?nivel=2&orden=07000000>> [Consulta: 4 febrer 2016].
- PUERTOS DEL ESTADO (2014). *Sistema portuario de titularidad estatal. Anuario estadístico 2014*. Madrid: Gobierno de España. Ministerio de Fomento.