

Projeccions de mobilitat del Pla Director de Mobilitat de la Regió Metropolitana de Barcelona

Lluís Alegre i Valls

Enginyer de camins, canals i ports

Cap del Servei de Mobilitat de l'Autoritat del Transport Metropolità

En primer lloc, vull expressar la meva més sincera felicitació a l'IEC pel seu centenari, a la vegada que vull agrair aquesta invitació a l'Autoritat del Transport Metropolità (ATM) per a explicar-vos la metodologia emprada dins el Pla Director de Mobilitat (PDM) de la Regió Metropolitana de Barcelona (RMB) per a calcular les projeccions de les variables de la mobilitat en els propers anys, els impactes socials i mediambientals que suposen i les estratègies a establir per a assolir una mobilitat que garanteixi l'accessibilitat als ciutadans i minimitzi els danys ambientals que genera.

En els darrers anys hem pogut veure que les coses canvien molt a poc a poc si segueixen el seu curs natural, i això que és cert per a la mobilitat i l'urbanisme avui en dia ja no ens ho podem permetre i, per tant, cal actuar per accelerar els canvis. Així ens vam preguntar si existia un paquet d'eines que ens ajudessin a forçar el canvi i com podíem simular-les per a valorar la seva efectivitat.

Cal tenir present en quin marc es realitza el PDM. A Catalunya, l'any 2003 es va aprovar la Llei de la mobilitat, que en el seu article primer deter-

mina el que ha de ser l'objectiu central de la política de mobilitat del nostre país, garantir a tots els ciutadans una accessibilitat amb mitjans sostenibles. La mateixa llei fixa el contingut dels plans directors de mobilitat, que són bàsicament:

1. Seguiment i gestió de la mobilitat de la zona.
2. Ordenació del trànsit interurbà d'automòbils.
3. Promoció dels transports públics col·lectius.
4. Foment de l'ús de la bicicleta i dels desplaçaments a peu.
5. Ordenació i explotació de la xarxa viària principal de la zona.
6. Organització de l'aparcament intrazonal.
7. Transport i distribució de mercaderies.

D'altra banda, la llei també fixa com a marc orientador per a la seva aplicació les Directrius Nacionals de la Mobilitat, que estableixen, d'una manera ja més concreta, els objectius per als propers anys, i els diferents camps de la mobilitat en els quals cal actuar, incorporant-hi un seguit d'indicadors que cal avaluar de cara a assolir una mobilitat sostenible i segura.

Dades bàsiques de l'RMB

L'RMB té una superfície de 3.261 km², 4,7 milions d'habitants l'any 2005 i una densitat de 1.468 habitants per km². La seva xarxa d'infraestructures interurbana es compon de 2.127 km de carreteres i 668 km de via ferroviària.

Un fet característic de l'RMB és que més del 90 % de la seva mobilitat té origen i destí en ella mateixa, de manera que pot analitzar-se, diagnosticar-se i es poden decidir actuacions pel que fa a l'àmbit de la mobilitat, amb la certesa que actuem sobre el gros principal de les variables de la mobilitat.

La majoria de dades bàsiques d'aquesta ponència corresponen a valors de l'any 2004 i 2005, i s'han obtingut de fonts com ara l'enquesta de mobilitat en dia feiner (EMEF) que es realitza cada any, el butlletí *Transmet* de l'ATM, el graf SIMCAT de la Generalitat de Catalunya, però sobretot d'un seguit d'estudis instrumentals referents a tots els temes d'anàlisi de la mobilitat que requeria la confecció del PDM.

L'RMB inclou set comarques, que es mostren a la figura 1, el Barcelonès, el Baix Llobregat, el Garraf, l'Alt Penedès, el Vallès Occidental, el Vallès Oriental i el Maresme. Aquestes comarques són força diferents, i no hi trobem un comportament homogeni pel que fa a la mobilitat. A la figura 2 podeu veure el repartiment de la població a l'RMB, amb una gran concentració a l'entorn de la ciutat de Barcelona.

Si analitzem la densitat de població, podem veure, al mapa de la figura 3, la zona més fosca, amb forma de bota, que correspon al Barcelonès, al Baix Llobregat i a una part del

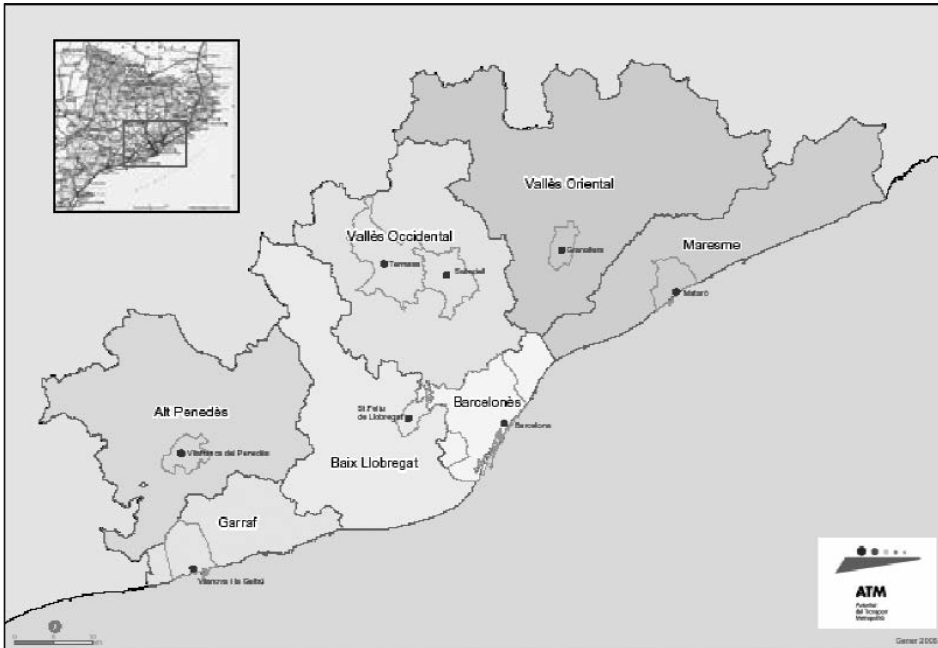


FIGURA 1. Comarques que conformen l'RMB.

Vallès Occidental, amb Barcelona amb el valor més alt de 18.000 habitants per km² i la resta de l'RMB amb valors molt inferiors, a l'entorn de 624 habitants per km²; aquestes diferències que, a més, es troben en molts altres indicadors obliguen a ser molt curiosos en l'aplicació dels resultats d'aquest treball. Tot i això, el pes de la ciutat de Barcelona dins de l'RMB no ha parat de disminuir els darrers anys perquè la població se'n va del pinyol central cap a la primera corona metropolitana inicialment, i darrerament cap a la segona corona metropolitana.

En el gràfic de la figura 4 podeu veure l'evolució de l'ocupació del sòl i de la densitat de l'RMB des de l'any 1956 fins al 2005 i podeu observar que els darrers anys s'està produint un alentiment de la dispersió en el territori.

Així mateix la distància mitjana recorreguda en un desplaçament per motiu de treball a l'RMB no ha parat de créixer, de manera que l'any 1981 la distància mitjana era de 4,5 km, i l'any 2004, de 6,7 km. Aquest valor té una gran importància, perquè, mentre que per a distàncies curtes tenim com a mitjans de transport a promoure amb més intensitat la marxa a peu i la bicicleta, a mesura que la distància s'allarga guanya presència el vehicle privat, i el mitjà amb què hem de donar resposta a aquesta mobilitat és el transport públic.

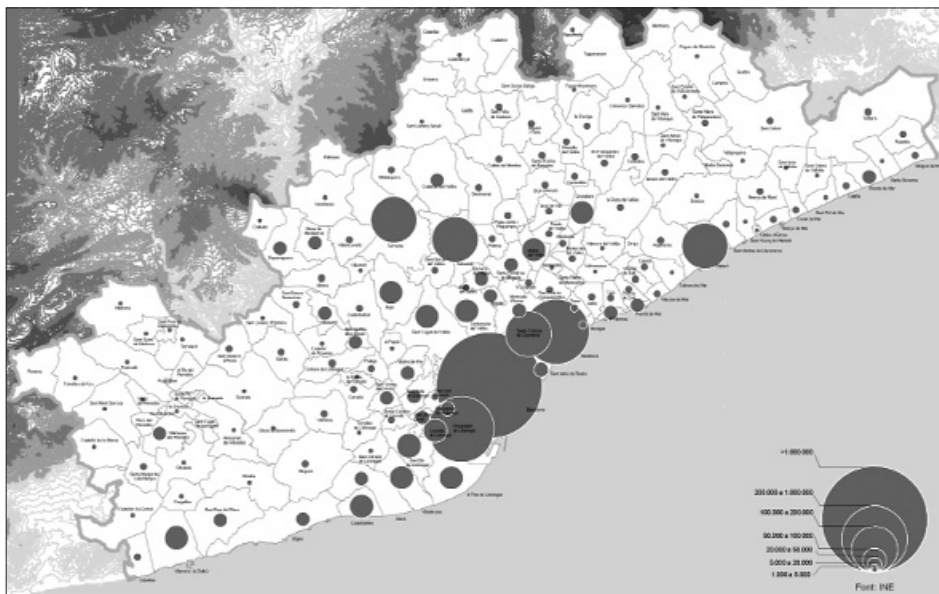


FIGURA 2. Distribució de població a l'RMB.

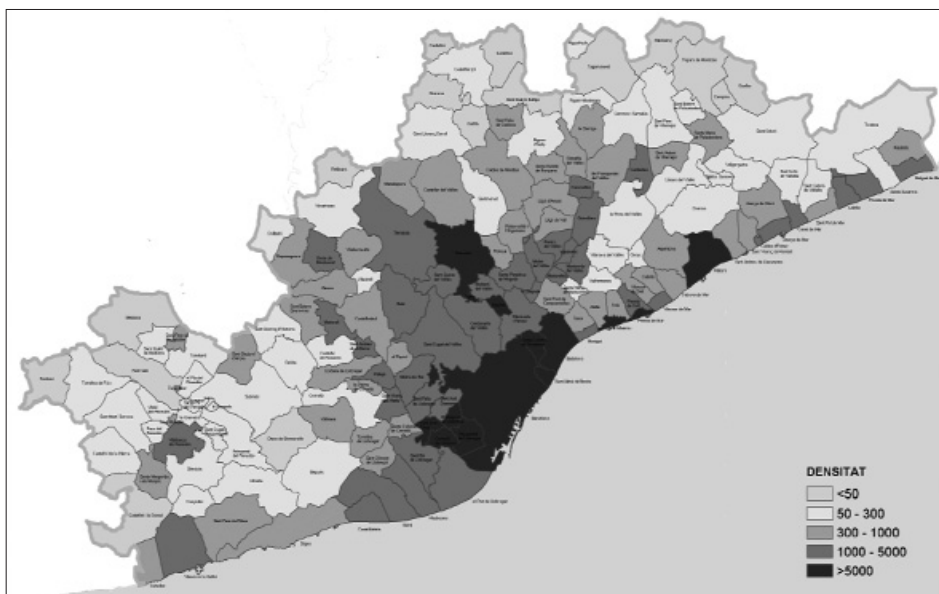


FIGURA 3. Densitat de població a l'RMB.

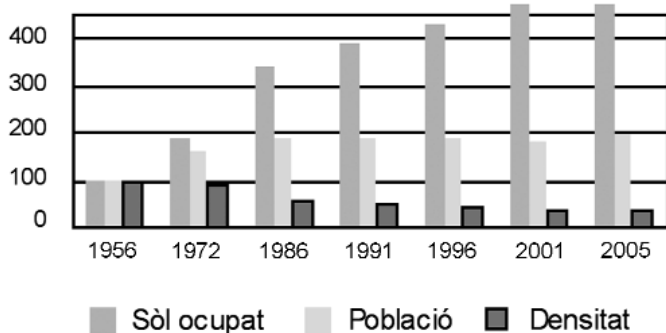


FIGURA 4. Evolució de l'ocupació del sòl i de la densitat de població (1956-2005).

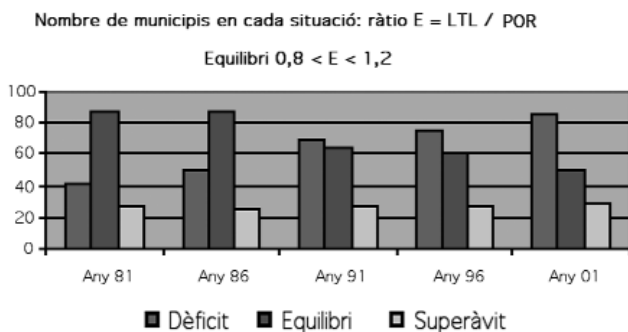


FIGURA 5. Evolució de l'equilibri LTL/POR.

Un altre element fonamental que afecta la mobilitat és l'evolució de la relació entre llocs de treball (LTL) i població ocupada resident (POR) d'un municipi. Entenem que un municipi és equilibrat si aquesta relació està entre 0,8 i 1,2. Podem veure en el gràfic de la figura 5 l'evolució cap al desequilibri dels municipis de l'RMB, entre l'any 1981 i el 2001. Tenim així un doble efecte de dispersió, de les ciutats cap als petits municipis, i alhora els llocs de treball s'allunyen d'on viu la gent.

Un altre valor, ara a escala comarcal, és l'autocontenció o percentatge de gent que es queda a treballar a la comarca on viu; al Barcelonès té el valor més alt, 90,3 %, mentre que al Baix Llobregat, el valor més baix, 73 %, i la resta de comarques es mouen a l'entorn del 80 %. Ara bé, el Barcelonès és excedentari en llocs de treball i genera una gran quantitat de viatges que explica la baixa autocontenció de la major part de les altres comarques.

Pel que fa a la mobilitat de passatgers, en la taula de la figura 6 podem veure de quina manera es mou la gent; pel que fa a la mobilitat obligada o ocupacional, el rei és el cotxe,

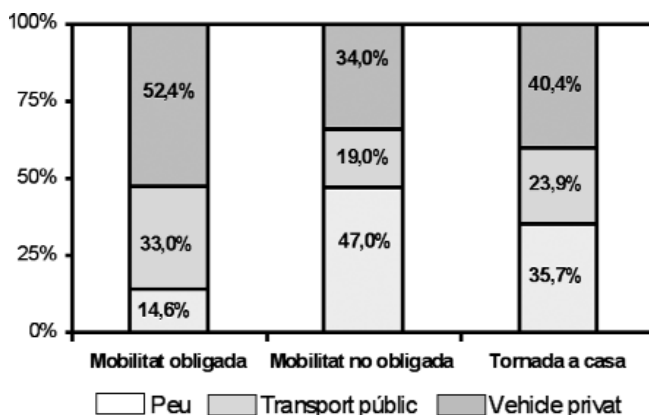


FIGURA 6.

amb un percentatge del 52,4 %; el transport públic, un 33 %, i els modes no motoritzats, un 14,6 %, mentre que en mobilitat no obligada, el cotxe disminueix fins al 34 %, el transport públic fins al 19 % i la marxa a peu i la bicicleta pugen fins al 47 %.

La mercaderia ja no va en tren, aquest és un fenomen que es dona a tot Europa; en aquest moment tan sols un 4 % de la mercaderia que es mou per l'RMB ho fa en transport ferroviari. També sabem que aquest valor pot millorar, perquè hi ha zones europees on és molt més alt, per sobre del 10 %.

Pel que fa als efectes externs de la mobilitat, en podem destacar l'accidentalitat, el canvi climàtic i la contaminació de l'aire.

Quant a l'accidentalitat, sabem que vam tenir 15.569 accidents amb víctimes a tota l'RMB; el que sorprèn és l'elevat nombre que es dona a les zones urbanes, 14.304. Ara bé, pel que fa al nombre de morts, n'hi ha més a les carreteres, 103, que a les poblacions, 82.

Quant al canvi climàtic, és sens dubte l'element que en aquest moment està més en la consciència de la gent. Les emissions de CO₂ que causa el transport, l'any 2004, es xifren a l'RMB en 6,8 milions de tones i van creixent amb la mobilitat. Respecte al CO₂ la millora del comportament dels vehicles que utilitzen combustibles fòssils no pot contrarestar l'increment de mobilitat.

Pel que fa als contaminants atmosfèrics, especialment òxids de nitrogen, NO_x, i partícules de grandària menor de deu micres, PM₁₀, el Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat ha declarat zones de protecció especial, per aquests contaminants, quaranta municipis de l'RMB que ja estan en nivells per sobre dels límits admesos per les directives europees per a l'any 2005, i molt per sobre dels límits admesos per a l'any 2010. En aquest sentit, la millora que suposen els motors Euro 4 i Euro 5 sí que assoleixen reduccions que permeten albirar una reducció de les emissions d'aquests contaminants.

Metodologia utilitzada per a fer les projeccions fins a l'any 2012

Les projeccions de població i llocs de treball s'han basat en les dades que ha elaborat l'equip que redacta el Pla Territorial de l'RMB i es troben en el treball *Evolució de la població i l'activitat econòmica a l'RMB*, realitzat per l'IET per a l'ATM i que podeu trobar íntegrament al web de l'ATM.

Les projeccions de mercaderies s'han elaborat a partir de l'estudi de la Cambra de Comerç de Barcelona *El transport per ferrocarril a Catalunya*, que incorpora ja la informació del creixement previsible del transport de mercaderies a l'RMB i també té en compte els nous projectes de transport de mercaderies en ferrocarril, com el que s'està duent a terme al port de Barcelona.

Pel que fa a les infraestructures s'han considerat les que ja estan aprovades i amb finançament, tant les viàries com les ferroviàries: les viàries, previstes en el Pla d'Infraestructures de Catalunya, PITC, les hem introduït en el model de simulació del trànsit interurbà i les ferroviàries, contingudes en el Pla Director d'Infraestructures (PDI), s'han tingut presents en les matrius per determinar els fluxos de viatges en mode ferroviari.

Per a comparar els escenaris, hem utilitzat quatre eines:

1. Una comparació agregada a partir dels costos totals i per modes del transport, seguint la metodologia de l'estudi de costos socials i ambientals del transport de la Generalitat de Catalunya de l'any 2002, però actualitzant-la amb determinats paràmetres i conceptes. Lògicament s'hi han tingut presents tots els costos, els interns i els externs. El resultat també el podeu trobar al web de l'ATM.

Aquell escenari que minimitzi els costos externs i els costos unitaris seria l'escenari escollit tenint present aquest criteri. Per a fer la comparació s'han actualitzat els valors a l'any 2004.

2. El creixement de les variables de mobilitat per a cadascun dels escenaris que s'estudii. Els valors de la mobilitat interurbana per carretera s'han obtingut del model de simulació SIMCAT, de la Generalitat de Catalunya, calibrat amb les dades per a l'any 2004, i les projeccions per als modes ferroviaris s'han obtingut del PDI.

Un dels resultats més interessants del treball és el graf de la xarxa viària obtingut pels diferents escenaris i els nivells de servei assolits en les diferents vies.

3. Una anàlisi d'impactes energètics i ambientals, consums de combustibles fòssils i emissions de CO₂, NO_x i PM₁₀. S'hi ha utilitzat el programa de càlcul europeu Cupert III amb algunes correccions per als vehicles dièsel del programa Tremove. Els factors d'emissió s'han obtingut de la base de dades CORINAIR.

Les emissions de CO₂ per a cada tipologia de vehicle es calculen amb les dades del parc i de mobilitat i aplicant el respectiu factor d'emissió, que alhora depèn del factor de consum

d'energia (ja calculat prèviament per a cada tipologia de vehicle i segons la mobilitat en cada xarxa) i, per tant, depèn de la velocitat.

Posat que la velocitat és molt diferent segons la via, s'ha dividit el càlcul de les emissions totals per tres tipus de xarxa: la urbana, la local i la bàsica. A aquestes tres emissions s'han afegit les degudes a la xarxa ferroviària:

$$E_{\text{totals}} = E_{\text{urbana}} + E_{\text{local}} + E_{\text{bàsica}} + E_{\text{ferro}}$$

Les emissions de cada tipologia de vehicle per xarxa urbana, local i bàsica s'obtenen amb l'expressió següent:

$$E_j = \sum_i F_{eijm} * N_i * D_{ij} \quad \begin{array}{l} j = \text{urbà, local i bàsica} \\ i = \text{tipologia de vehicle} \end{array}$$

En què:

F_e = factor d'emissió que és funció de la velocitat per a cada tipologia de vehicle i combustible (m), que en el cas del CO_2 depèn del factor de consum de combustible

N = nombre de vehicles

D = recorregut mitjà de cada vehicle (km)

Per als dos contaminants, NO_x i PM_{10} , les emissions de la mobilitat són una funció directa del factor d'emissió, però no del factor de consum.

D'altra banda, les emissions degudes a la mobilitat en ferrocarril s'han calculat a partir dels vehicles-quilòmetre i del consum d'energia elèctrica i del factor d'emissió del mix de generació d'energia elèctrica de Catalunya, que és diferent el 2004 que el 2012, segons les previsions del Pla de l'Energia.

Cal tenir present que els consums el 2004 els coneixem amb una molt bona aproximació i, per tant, podíem comprovar si el model, aplicat per a l'any 2004, ens calculava correctament els consums, utilitzant els valors de les variables de mobilitat que coneixíem.

Per a la xarxa viària s'han hagut de generar cinc simuladors, un per a cada nivell de servei de les carreteres, és a dir, per a les diferents velocitats mitjanes que es donen, perquè si es treballava amb la velocitat mitjana de tota la xarxa, s'obtenia un valor proper als 80 km/h, que és molt proper a l'òptim pel que fa a minimitzar les emissions, és a dir, s'esbiaixava el resultat cap al cantó de la minimització de les emissions.

4. A l'últim, de cara a tots els valors de la mobilitat s'ha creat una bateria d'indicadors, dels quals s'han escollit vint, denominats *nucli*, que també s'han tingut en compte en comparar els diferents escenaris.

Per exemple, s'ha analitzat la velocitat mitjana del transport públic interurbà de superfície, el percentatge d'usuaris dels modes no motoritzats.

L'escenari tendencial

Per a poder afinar bé els càlculs, ha calgut fer una projecció del parc de vehicles, segons el tipus de motor, de combustible consumit, per antiguitat i tipologia de turisme, mercaderies lleugeres i pesants. Els resultats de la projecció per a l'escenari tendencial albiren un creixement del parc d'un 13 %. L'any 2004 hi havia tres milions de vehicles i es preveu per a l'any 2012 un parc de 3,4 milions de vehicles.

Pel que fa als quilòmetres recorreguts per mode, es mostren els resultats en la taula que segueix. Es preveu un creixement contingut per als viatgers per carretera, amb una taxa anual de l'1,14 %, però un creixement molt proper al 3 % per a les mercaderies per carretera. Els modes ferroviaris en tots dos casos creixen més que el mode carretera, però els valors absoluts de partida són molt inferiors i, en conseqüència, aquests increments no permeten dir que es produeix un canvi substancial en la mobilitat metropolitana.

Mode	2004	2012	Variació	Taxa anual
	Vehicles -km	Vehicles -km		
Transport viatgers carretera	16.137.859.515	17.669.309.283	9%	1,14%
Transport viatgers ferrocarril	172.149.000	211.402.306	23%	2,60%
	Tn - Km	Tn - Km		
Mercaderies carretera	23.390.876.915	29.262.341.290	25%	2,84%
Mercaderies ferrocarril	1.298.000.000	2.523.138.000	94%	8,66%

Les velocitats mitjanes per tipologia de xarxa i nivells de servei es mostren en el quadre següent:

Velocitat mitjana del trànsit per a cada nivell de servei (vehicles lleugers)				
	Nivell de Servei	2004	2012	Variació
4 o més carrils	A B	110,86	110,05	-0,81
	C	111,49	103,08	-8,41
	D	109,15	106,63	-2,52
	E	97,12	98,95	1,83
	F	34,31	31,54	-2,77
	Reste de vies	A B	51,30	49,65
C		54,91	49,90	-5,01
D		47,17	47,01	-0,17
E		51,71	44,86	-6,85
F		17,02	16,57	-0,44
Velocitat en àmbit urbà en km/h				
Autobusos urbans	Cotxes	Reste de vehicles		
13,31	19,5	19,5		

Cal destacar, pel que fa a les velocitats, que el nivell de servei F indica els vehicles/quilòmetre que es fan en congestió i a quina velocitat mitjana es fan. Aquest també és un element d'anàlisi, perquè l'escenari que amb unes mateixes infraestructures doni un nivell F amb menys vehicles/quilòmetre serà el que originarà el menor cost extern a causa de la congestió.

Pel que fa al repartiment modal, els resultats obtinguts es mostren en el quadre que segueix:

Mode	2004	2012	Variació	Taxa anual
	Viatger	Viatger		
Autobús	349.296.160	389.493.204	11,5%	1,37%
Taxi	89.408.120	89.408.120	0,0%	0,00%
Vehicle privat	1.299.075.960	1.456.840.000	12,1%	1,44%
Total transport viatgers ferrocarril	537.060.988	613.962.063	14,3%	1,69%
Total transport viatgers modes mecànics RMB	2.274.841.228	2.549.703.387	12,1%	1,44%
Peu i bicicleta	1.050.222.600	1.083.040.000	3,1%	0,39%
Mobilitat total	3.325.063.828	3.632.743.387	9,3%	1,11%

Es mostra que, pel que fa a passatgers, el vehicle privat i el transport públic creixen un valor semblant, prop del 12 %. Qui té un pitjor comportament és la marxa a peu i la bicicleta, que no aconsegueixen créixer ni en valors absoluts ni en termes percentuals.

Els resultats obtinguts per als costos socials i ambientals del transport a l'escenari tendencial mostren, per al transport de passatgers, un millor comportament dels costos unitaris l'any 2012 que el 2004 i un comportament força dolent dels relatius a les mercaderies, que empitjoren un 11 %, com es mostra al quadre següent:

	2004	2012	Variació totals	Taxa anual
Costos totals del transport passatgers, €	24.192.328.777	28.146.318.416	16%	1,91%
Costos totals del transport mercaderies, €	25.763.832.001	37.001.767.375	44%	4,63%
Costos totals transport, €	49.956.160.778	65.148.085.791	30%	3,37%

Pel que fa als costos totals, tenim uns costos de cinquanta mil milions d'euros i, el 2012, de seixanta-cinc mil milions d'euros. Aquest increment, que cal recordar que és a preus de 2004, es deu a l'augment del preu dels combustibles per sobre de l'IPC i a l'increment de la mobilitat amb vehicle privat i de les mercaderies. Així doncs, en l'escenari tendencial no ens

Consum de combustible per tipologia

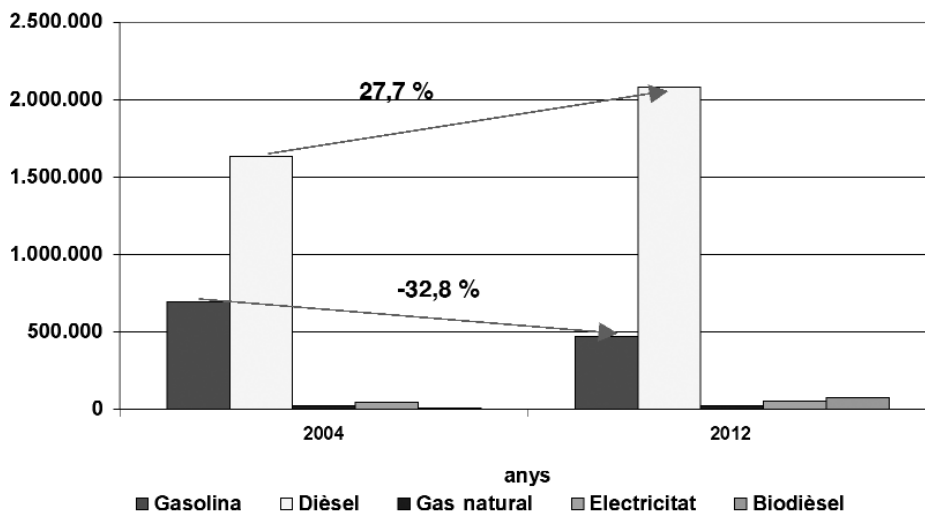


FIGURA 7.

acostem gens als objectius de millora de l'eficiència del sistema de transport i tampoc de minimització dels costos totals.

Els consums de combustibles fòssils es mostren a la figura 7. El dièsel augmenta un 27,7 % i la gasolina es redueix un 32,8 %. En total, el consum augmenta un 9 %, tot i haver considerat que el preu del combustible augmenta en la mateixa proporció que ho ha fet els dos darrers anys i que el gasoli incrementa el preu fins a igualar el de la gasolina. Sembla, doncs, que el preu no serà un element suficient per a aturar el consum de combustible els propers anys.

Les emissions de CO₂ creixen molt properes als consums d'energies fòssils i, per tant, en resulta un creixement del 10 %, molt lluny dels objectius del protocol de Kyoto i sobretot del valor fixat a les DNM de reducció del 20 % per a l'any 2012.

En canvi, les emissions de NO_x i PM₁₀ disminueixen totes dues amb valors propers al 30 %. Aquests valors no són suficients en els municipis declarats de protecció especial a l'ambient atmosfèric, però sí un bon resultat per al conjunt de l'RMB i s'assoleixen bàsicament per la millora de l'eficiència dels motors.

Paral·lelament s'han realitzat unes anàlisis de sensibilitat de diferents valors ambientals a les variacions de determinades variables de la mobilitat. En el gràfic que segueix es mostra un exemple relatiu a la sensibilitat de les emissions de CO₂ respecte a la velocitat dels vehicles en xarxa urbana.

Emissions CO₂-xarxa urbana

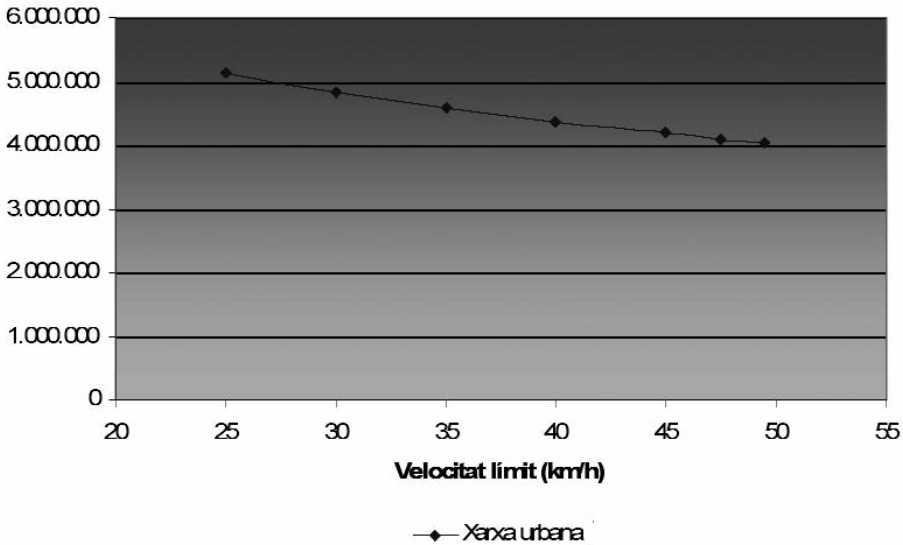


FIGURA 8.

Aquesta anàlisi ens permet saber que la màxima de «a menys velocitat, menys consum i menys emissions» no és del tot certa. Així, a les ciutats, per a disminuir les emissions de contaminants amb el parc actual tan sols queda l'alternativa de reduir la mobilitat en vehicle privat, mentre que a la xarxa de carreteres, les gràfiques que es van obtenir mostraven que una bona gestió de la velocitat pot reduir les emissions de CO₂ i contaminants prop d'un 20 %.

En realitzar l'anàlisi de sensibilitat, pel que fa a la renovació del parc de vehicles, si es retiren motors Euro 1, 2 i 3 i s'hi afegeixen motors Euro 4 i 5, milloren tots els indicadors, una reducció poc significativa pel que fa a les emissions de CO₂, però força important, com ja s'ha indicat anteriorment, pel que fa a la reducció de les emissions de contaminants.

Els resultats de l'escenari tendencial

El PDM, veient els resultats de la diagnosi, va formular nou objectius operatius, a cadascun dels quals va associar un indicador, els més importants dels quals es relacionen a continuació i es compara el resultat assolit en l'escenari tendencial amb la proposta realitzada:

1. Reduir els costos unitaris del transport: a la figura que es mostra a continuació es pot veure com l'escenari tendencial aconsegueix reduir els costos unitaris del transport de passatgers, però no el de mercaderies. L'explicació rau en el gran encariment dels preus dels combustibles, que, quant a les mercaderies, no permeten compensar les millores per l'eficiència dels motors.

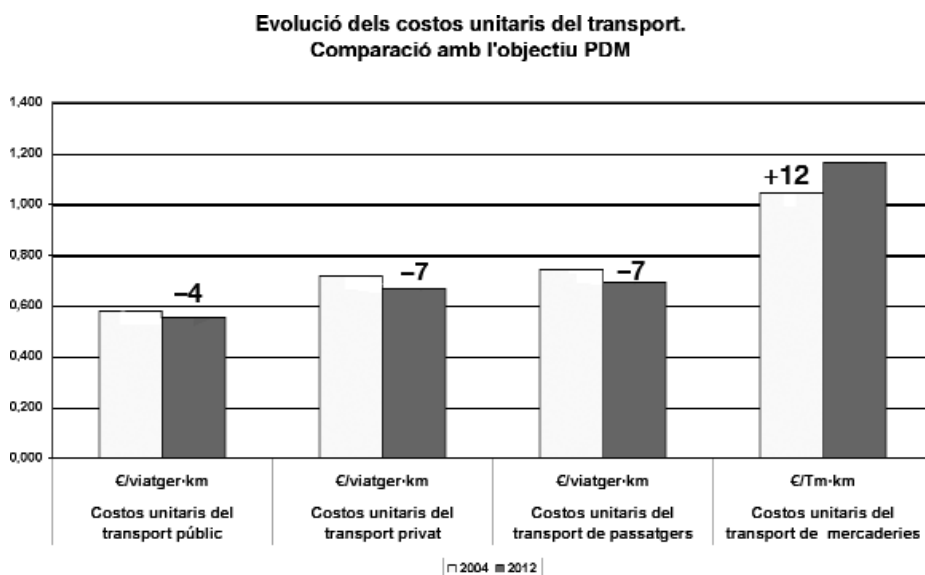


FIGURA 9.

2. Moderar la distància de desplaçament: a l'escenari tendencial es manté un creixement semblant al que s'ha produït els darrers anys; així la distància mitjana era, l'any 2004, de 5,86 km i l'any 2012 la projecció resulta de 6,13 km.

Pel que fa a la mobilitat obligada, la distància mitjana de tots els desplaçaments era l'any 2004 de 6,77 km i l'any 2012 les projeccions donen una distància mitjana de 7,04 km.

3. Assolir un canvi modal cap als modes públic i no motoritzats, proposant-nos una reducció percentual del cotxe del 10 %. A la imatge tenim a l'esquerra el repartiment modal assolit i a la dreta l'objectiu marcat. Com es pot apreciar, l'any 2012 es manté un pes del vehicle privat molt semblant al de l'any 2004, que mostràvem en explicar la diagnosi de la mobilitat.

Pes relatiu per modes de la mobilitat total

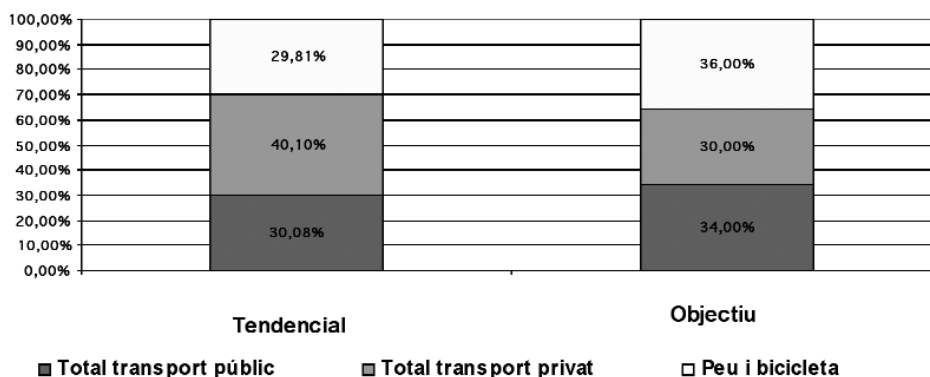


FIGURA 10.

4. Ens vam proposar reduir les externalitats del sistema de transport; a la taula que hi ha a continuació es pot comprovar que sí que algunes de les externalitats, com és el cas dels accidents, milloren notablement, però les que es deuen al canvi climàtic i a la contaminació empitjoren ostensiblement.

Tipus de cost	2004	2012	Variació	Taxa anual
Efecte barrera	13.775.141	14.193.317	3%	0,37%
Per ocupació de l'espai	156.885.819	158.950.456	1%	0,16%
Danys causats al paisatge i a la natura	37.551.073	38.991.702	4%	0,47%
Canvi climàtic	1.124.326.832	1.317.912.880	17%	2,01%
Per pol·lució atmosfèrica	295.680.733	274.278.694	-7%	-0,93%
Accidents	742.401.981	545.964.831	-26%	-3,77%
Processos avant-post	99.725.640	103.823.344	4%	0,50%
Sobrecostos externalitats	193.358.991	229.383.536	19%	2,16%
Soroll	305.891.903	369.170.194	21%	2,38%
Pèrdua de la plusvàlua immobiliària	275.800.000	275.800.000	0%	0,00%
Vibracions	637.203	780.886	23%	2,57%
TOTALS	3.246.035.317	3.329.249.840	3%	0,32%

5. En el cas de la reducció d'accidents, hi ha una política molt compromesa per part del Servei Català de Trànsit, que ha assolit reduccions molt elevades de víctimes mortals a les carreteres catalanes els darrers tres anys. Tot i això, caldrà vigilar com evoluciona aquest indi-

cador amb la inaturable irrupció de la moto en la mobilitat de les nostres ciutats i també de les nostres carreteres.

5. Ens vam proposar moderar el consum i la intensitat energètica de l'RMB, d'acord amb les previsions del Pla de l'Energia de Catalunya; això volia dir quedar-nos en 2,2 milions de Ktep, mentre que el valor que assolíem era de 2,8 milions de Ktep, xifra que significava un 25 % més de l'objectiu proposat.

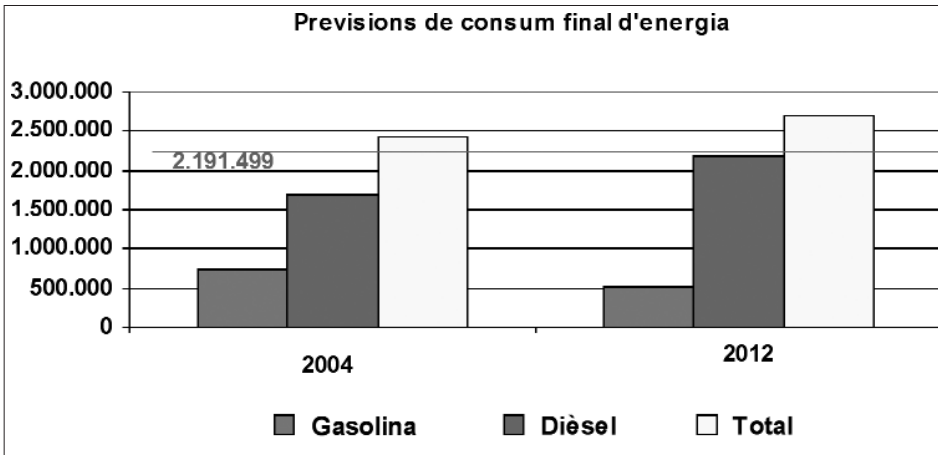


FIGURA 11.

6. Pel que fa al canvi climàtic, les directrius nacionals de mobilitat estableixen que cal reduir-lo en un 20 %, valor molt per sobre del que determina el protocol de Kyoto. La diferència entre el valor assolit a l'escenari tendencial i l'objectiu és d'un 30 %, cosa que ja ens indica que serà un dels objectius més difícils d'acomplir.

7. Respecte a les emissions de contaminants, controlem sobretot dos contaminants, partícules en suspensió, PM_{10} , i òxids de nitrogen, NO_x , els valors obtinguts dels quals es mostren a la taula que hi ha a continuació i que són força satisfactoris. Els valors específics per als quaranta municipis declarats zones de protecció de la qualitat de l'aire seran determinats en el Pla d'Actuació del Departament de Medi Ambient i Habitatge.

Emissions de contaminants	2004	2012 Tend.	Variació prop. / 2004
PM_{10}	2.988	2.048	-48,08%
NO_x	34.319	22.351	-39,54%

Altres valors d'indicadors assolits a l'escenari tendencial es mostren a la taula següent:

Núm.	Nom	Unitats	2004	2012	Valor objectiu 2012	Variació objectiu 2012
4	Nivell d'autocontenció en els desplaçaments quotidians municipals	%	63,9	63,5	63,9	0,4
5.1	Desplaçaments urbans diaris a peu i en bicicleta	milions	3,75	3,87	4,55	0,69
5.5	Desplaçaments urbans diaris en vehicle privat	milions	1,00	1,08	0,77	-0,31
7.1	Proporció dels modes a peu i en bicicleta en el desplaçament urbà	%	31,59	29,81	36	6,19
7.2	Proporció d'autobús en el desplaçament urbà	%	11,6	11,3	13	1,7
8.1	Desplaçaments intermunicipals diaris en autobús	milions	26,50	36,51	30,80	-5,71
10.3	Proporció de vehicle privat en el desplaçament intermunicipal	%	65,4	66,5	62,6	-3,9
23.2	Velocitat comercial de l'autobús urbà	km/hora	13,31	13,31	14,64	1,33
23.6	Velocitat comercial de l'autobús interurbà	km/hora	27	27	29,7	2,7
32.1	Adaptació a PMR del parc mòbil de transport públic de superfície	% vehicles adaptats	85	100	100	0
32.2	Adaptació a PMR de les estacions de transport públic	% estacions adaptades	46,7	74	90	16
33	Motorització	Turism/hab	428	436	407	-29
36.1	Longitud de carril urbà per a bicicletes	km	280	603	1.000	397
36.3	Longitud de via per a vianants o zones 30	km	211	222	1.000	778
41.1	Proporció en camió del volum interurbà de mercaderies	%	96,9	95,9	94	-1,9
45	Accidents amb víctimes per veh/km	Accid/ 10.000 veh/km/ any	0,25	0,21	0,21	0

Com es pot comprovar, en un escenari tendencial era molt difícil assolir la majoria de reptes marcats.

Així doncs, hem determinat les conclusions següents:

1. La mobilitat creix i es dispersa perquè es produeix un increment tant dels vehicles/quilòmetre de passatgers (9 %) i de les tn/km (25 %) com de la distància mitjana recorreguda (4 %), per la qual cosa cal l'acostament de l'activitat econòmica i la població i l'aturament de la dispersió de l'habitatge.

2. La mobilitat en transport públic creix un 12 %, però no és suficient per a guanyar quota del transport privat (12 %): l'augment de l'oferta de transport públic per si sola no és suficient per a produir el transvasament modal, per tant, cal trobar elements que penalitzin l'ús ineficient del vehicle privat.

3. Les quotes modals de la marxa a peu i la bicicleta augmenten molt poc (0,39 % anual) tot i ser els mitjans més eficients per a assolir els objectius del pla: calen unes xarxes connectades i instruments de gestió que n'accelerïn la implantació.

4. La quota modal del transport de mercaderies per ferrocarril creix un 8,6 % anual, al ritme previst al PITC, però no és suficient per a aconseguir les reduccions de contaminants que cal assolir ni dona una resposta eficient a les necessitats de l'economia de l'RMB.

5. Es manté el creixement de consum dels combustibles fòssils (9 %) i de les emissions de CO₂ (10,4 %), tot i la millora de l'eficiència dels motors; per acostar-se a Kyoto, és necessari fomentar l'ús de vehicles sostenibles i reduir la mobilitat per carretera.

6. Tot i la disminució dels contaminants emesos a l'aire, NO_x (39 %) i PM_{10} (48 %) respectivament, no n'hi ha prou. En les zones declarades de protecció especial calen accions complementàries, d'acord amb els plans d'actuació que s'elaborin.

7. El cost unitari del transport de passatgers es redueix (-7 % en els vuit anys de projecció), però no ho fa el de mercaderies (+12 %), de manera que pot influir en la competitivitat de les empreses de l'RMB, per la qual cosa cal reduir la dependència dels combustibles fòssils mitjançant el transvasament modal cap al ferrocarril i millorar la gestió de la logística.

8. Els costos totals del transport augmenten de 49.900 milions a 65.100 milions, (30,5 %), 3,4 % anual, tot i la reducció de la major part dels preus unitaris, de manera que cal fer més eficient el sistema, millorant la gestió de la mobilitat i traslladant quota de desplaçaments cap a la marxa a peu i en bicicleta.

Així doncs, d'acord amb els resultats de l'escenari tendencial, cal modificar el comportament actual de la mobilitat afegint noves mesures a les programades; els dos punts més febles a l'escenari són l'excessiu consum energètic i el reduït transvasament modal, que alhora són elements clau per a aconseguir els objectius del PDM.

A partir d'aquestes conclusions s'han construït tres escenaris més: el primer, centrat en mesures de tipus energètic, el segon, centrat en mesures de canvi modal, i el tercer, intermedi, que és el que proposem en el PDM i que es descriu a continuació.

El model de mobilitat i els eixos d'actuació del Pla

S'ha proposat el model de mobilitat següent:

Un model de mobilitat integrador de les polítiques urbanístiques i de mobilitat pel que fa a la localització dels habitatges, les activitats i la implantació d'infraestructures, que aturi la dispersió territorial i construeixi una estructura de ciutats ben connectada amb transport públic.

Un model de mobilitat sostenible i segur que millori els paràmetres ambientals de l'RMB, que promogui la transferència d'usuaris dels vehicles privats cap als modes no motoritzats i el transport públic que garanteixi una xarxa viària segura.

Un model de mobilitat eficient que garanteixi la competitivitat de l'economia i que promogui l'ús de combustibles nets amb mínim impacte sobre la salut de les persones i el medi ambient.

Un model de mobilitat equitatiu que col·labori a augmentar la qualitat de vida a l'RMB, al seu reequilibri social i eviti l'exclusió social, que es pugui originar per la manca de mitjans de transport, d'algun dels seus ciutadans.

Per assolir-lo es proposen nou eixos d'actuació i aplicar noranta mesures que es resumeixen a continuació:

EA1. Coordinar l'urbanisme amb la mobilitat

L'objectiu d'aquesta estratègia és aturar l'increment de la distància mitjana de recorregut a l'RMB, i estendre la planificació de la mobilitat sostenible a tots els àmbits territorials i funcionals on calgui.

Per exemple, es proposa que tots els municipis de més de vint mil habitants facin obligatòriament el seu pla de mobilitat urbana, a més d'aquells que es troben dins de la zona declarada d'especial protecció a l'ambient atmosfèric. A la figura 12, hi ha els municipis que s'inclouen en el PDM.

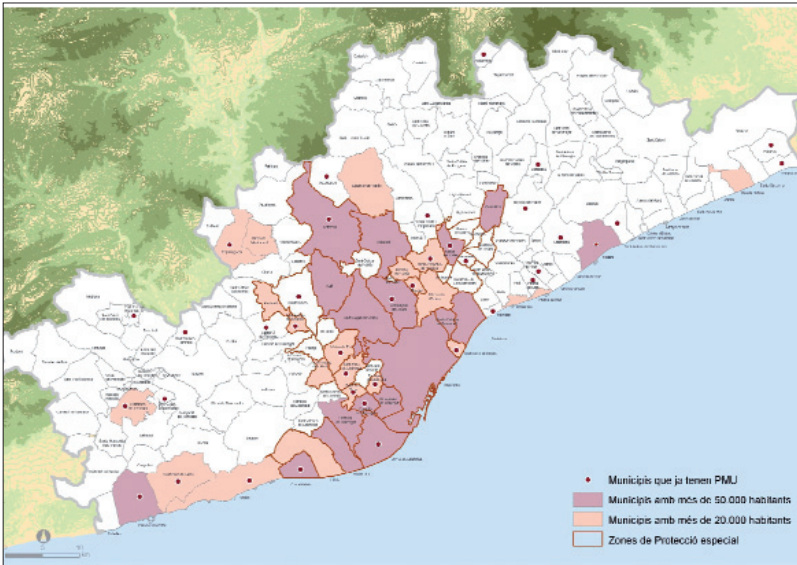


FIGURA 12.

EA2. Fomentar una xarxa d'infraestructures de mobilitat segura i ben connectada

L'objectiu d'aquesta estratègia és garantir una xarxa d'infraestructures interurbanes ben connectada i segura per a tots els modes de transport. A la figura 13 es mostra la xarxa de car-rils bici interurbana per a l'RMB que es proposa.

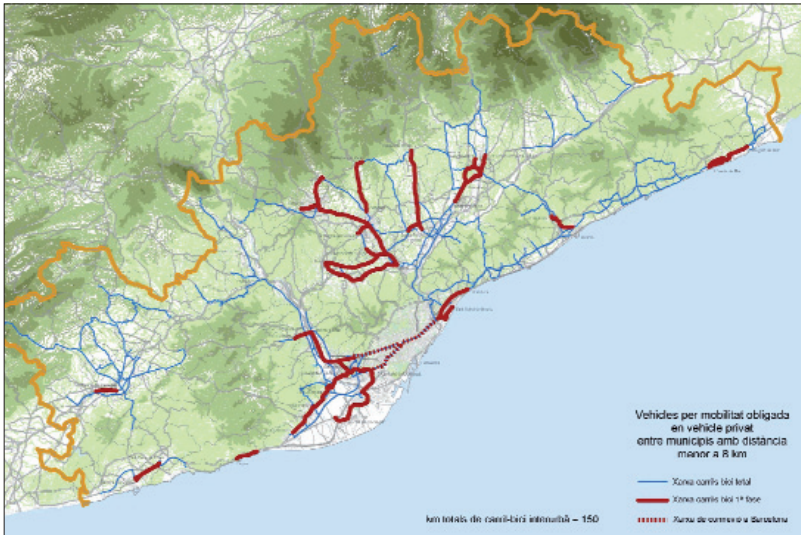


FIGURA 13.

EA3. Gestionar la mobilitat i afavorir el transvasament modal

L'objectiu d'aquesta estratègia és modificar l'ús excessiu del vehicle privat en els desplaçaments interurbans mitjançant la gestió de la mobilitat. A la figura 14 es veuen les vies determinades pel Departament de Medi Ambient per a optimitzar la velocitat per a reduir les emissions de contaminants.



FIGURA 14.

EA4. Millorar la qualitat del transport ferroviari

L'objectiu d'aquesta estratègia és donar una millor oferta ferroviària i garantir que aquesta funcionarà com una sola xarxa. Per exemple, el metro del Vallès, que gestiona Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya (FGC) amb tants bons resultats pel que fa al passatge.



FIGURA 15.

EA5. Assolir un transport públic de superfície accessible, eficaç i eficient

L'objectiu és garantir un transport públic de superfície de qualitat i competitiu vers el vehicle privat, en temps de viatge. La figura 16 mostra el carril bus inaugurat a l'accés nord de Barcelona a la C-31.



FIGURA 16.

EA6. Modernitzar l'activitat del sistema logístic i accelerar les infraestructures ferroviàries de mercaderies

L'objectiu és potenciar un sistema logístic eficient i minimitzar els costos unitaris del transport de mercaderies. A la figura 17 s'explicita la voluntat de fomentar el transport de mercaderies per ferrocarril.



FIGURA 17.

EA7. Garantir l'accés sostenible als centres generadors de mobilitat

L'objectiu és garantir l'accés amb transport públic i mitjans no motoritzats als centres generadors de la mobilitat a l'RMB. Per exemple, es proposa unir tots els polígons industrials de l'RMB amb les estacions més properes, amb itineraris per a vianants i ciclistes, amb el resultat que es mostra a la figura que segueix.

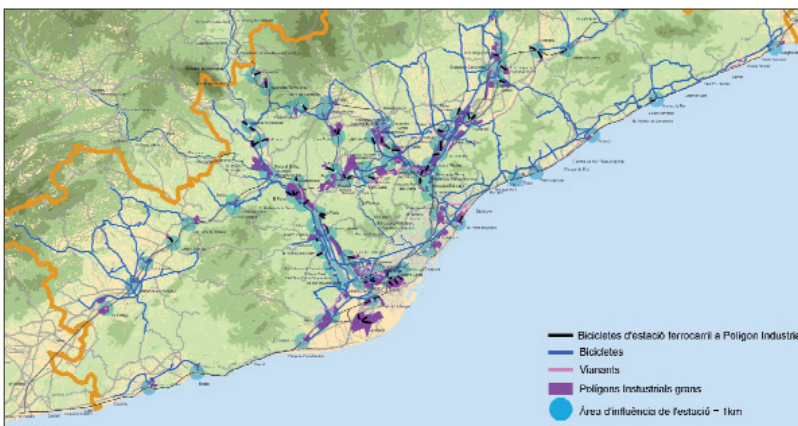


FIGURA 18.

EA8. Promoure l'eficiència energètica i l'ús dels combustibles nets

L'objectiu és la reducció del consum d'energia provinent dels combustibles fòssils, de les emissions dels gasos d'efecte d'hivernacle i dels contaminants de l'aire produïts pel sistema de transport. En algunes ciutats del món ja hi ha autobusos híbrids operant en les seves flotes, com el de la figura 19.



FIGURA 19.

EA9. Realitzar una gestió participativa dels objectius del Pla Director de Mobilitat

L'objectiu és garantir la participació i la implicació de tots els agents als quals afecta la mobilitat a l'RMB, per aconseguir les sinergies necessàries per a garantir l'èxit dels objectius que s'ha proposat el PDM. Així, cal repensar la Setmana de la Mobilitat Sostenible i Segura i aconseguir una major implicació dels ciutadans.



FIGURA 20.

Els resultats obtinguts

De l'aplicació de les mesures s'assoleixen els resultats següents:

Quant a les variables de la mobilitat, a la taula següent es mostra que, pel que fa al vehicle privat, es produeix una reducció del 13 % dels vehicles/quilòmetre per sota dels valors de l'any 2004, i un 20 % respecte a l'escenari tendencial; respecte a les mercaderies, però, tan sols s'assoleix una reducció del 5 % dels vehicles/quilòmetre (camions).

Mode	2004	Tend 2012	PDM 2012	Variació	Variació
	Veh /km	Veh /km	Veh /km	PDM/Tenden	PDM/2004
Autobús	241,7	305,1	361,3	18%	49,5%
Veh. privat + taxi	15.896,2	17.364,2	13.809,5	-20%	-13,1%
Total viatgers carretera	16.137,9	17.669,3	14.170,7	-20%	-12,2%
Total viatgers ferrocarril	172,1	211,4	224,2	6%	30,2%
	Veh /km	Veh /km	Veh /km		
Mercaderies carretera	10.275,4	12.941,9	12.290,7	-5%	19,6%
Mercadereis ferrocarril	26,0	50,5	85,4	69%	229,1%
Total mercaderies	10.301,4	12.992,4	12.376,1	-5%	20,1%

Pel que fa a les intensitats de trànsit, a les figures següents podem comparar l'escenari tendencial, a la figura 21, i la proposta del PDM, a la figura 22, tots els vials de color vermell milloren els nivells de servei, mentre que els verds l'empitjoren.

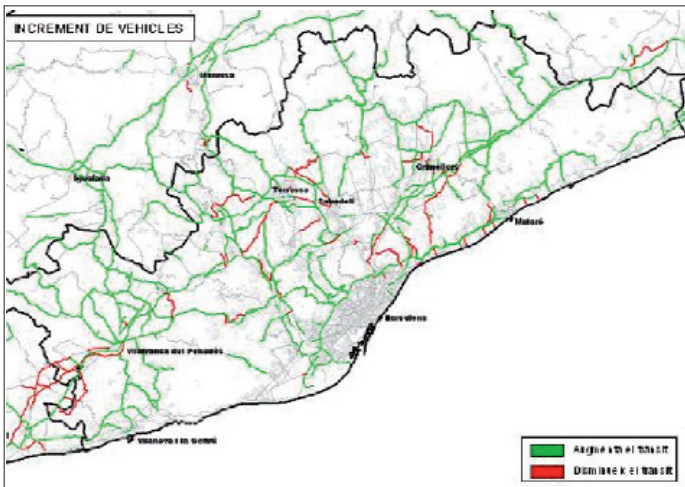


FIGURA 21.

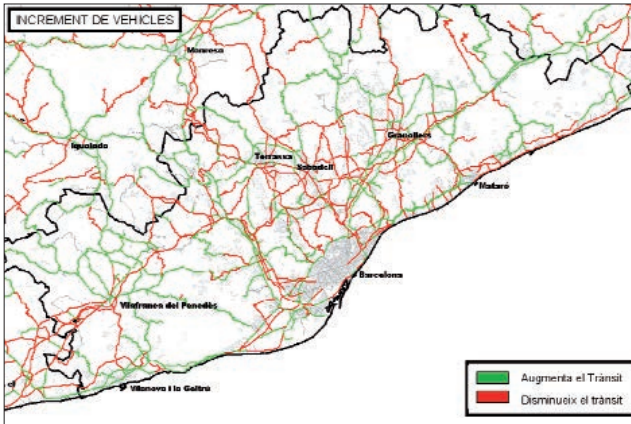


FIGURA 22.

Clarament l'escenari proposat millora molt les condicions de serveis de les carreteres de l'RMB, sobretot les locals.

De cara a l'avaluació ambiental, s'han escollit dinou mesures, i s'han avaluat per tal de veure si assolim els valors objectius. El resultat ha estat una reducció de les emissions de CO₂ del 20,5 %, i els seus efectes es reparteixen segons la figura següent:

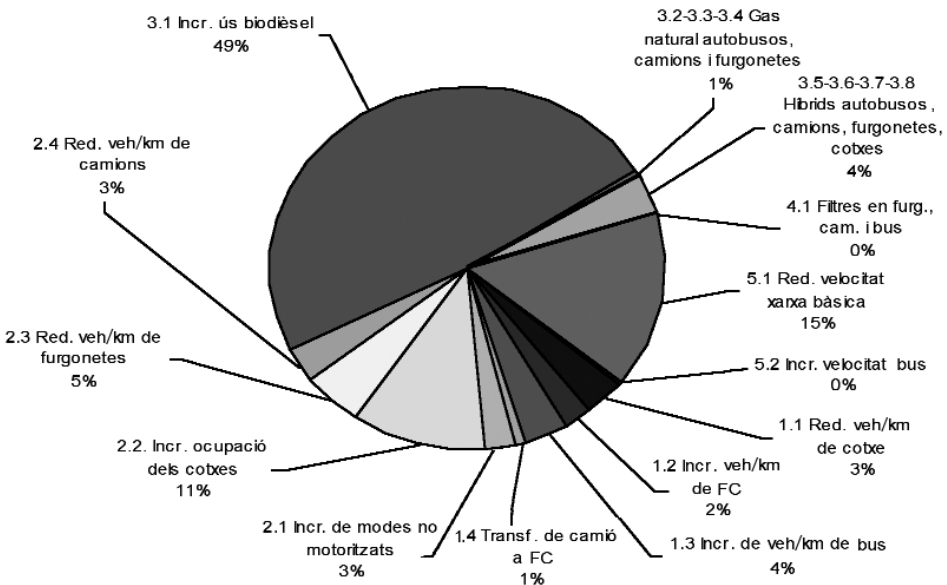


FIGURA 23.

A la figura següent tenim el mateix repartiment, però per a les emissions de NO_x .

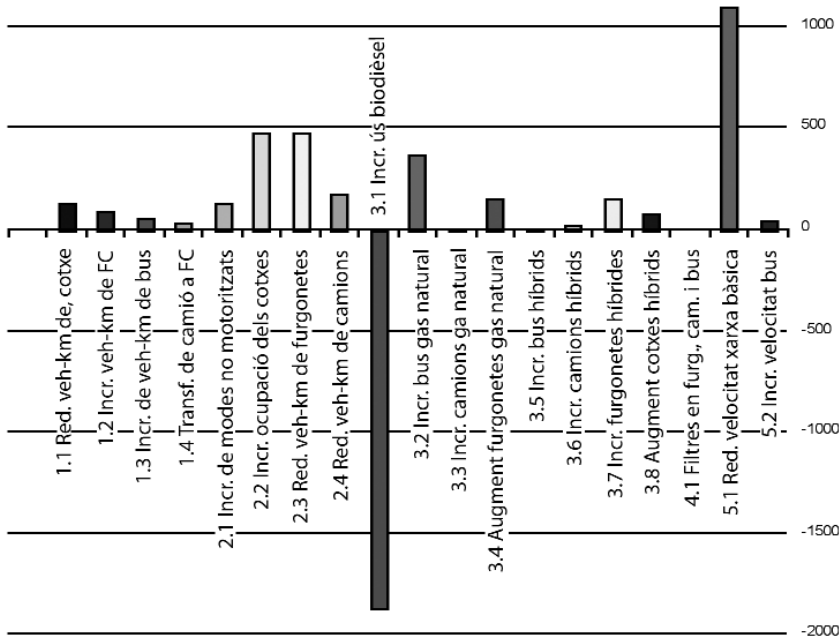


FIGURA 24.

Es pot destacar la contradicció que hi ha amb el biodièsel, que d'una banda és el millor contribuent a la reducció de CO_2 i, a la vegada, incrementa les emissions de NO_x , contradicció que hem de resoldre mitjançant una reflexió dels valors globals que doni el Pla per a cada cas.

Reflexions finals del PDM

La mobilitat creix, però ho fa d'una manera més sostenible, de manera que es produeix una notable reducció dels vehicles/quilòmetre de passatgers (20 %) i de la distància mitjana recorreguda per viatge (0,8 %). A mitjà termini, les mesures de l'EA1 que proposen l'acostament dels llocs de treball i la residència i l'aturament de la dispersió de l'habitatge milloraran encara més aquests valors.

La mobilitat en transport públic creix un 27,7 % en els vuit anys de la projecció i guanya una quota significativa del transport privat. L'augment de l'oferta s'acompanya de mesures que prioritzin el transport públic.

Els desplaçaments de la marxa a peu i de la bicicleta augmenten un 5,3 % respecte al 2004, xifra insuficient tenint present que són els modes més eficients. Aquests propers sis anys han de servir per a crear una xarxa connectada interurbana i urbana, que garanteixi el creixement d'aquests modes.

La quota modal del transport de mercaderies per ferrocarril es proposa que s'acceleri, tot i això, cal tenir present que per a recorreguts curts, com els que es donen a l'RMB, el PDM aposta fort per millorar l'eficiència del transport per carretera.

Amb les mesures del Pla s'assoleix la reducció de consum de combustible i de les emissions de CO₂ (20,54 %) per sobre, fins i tot, dels valors del Pla de l'Energia i de les Directrius Nacionals de Mobilitat.

Les emissions de NO_x i PM₁₀ pel transport es redueixen els propers anys a l'entorn d'un 48 % i 39 % respectivament. Aquesta reducció s'aconsegueix amb la suma a l'efecte de renovació del parc del mix de les dinou mesures proposades.

L'eficiència del sistema de mobilitat millora per la reducció dels costos unitaris del transport. El cost total del transport de l'escenari tendencial es redueix de 65.100 milions d'euros, a 59.300 milions d'euros. Respecte a l'any 2004, aquesta xifra suposa un augment del 20 %, motivat per l'increment del preu del combustible per sobre de l'IPC i del nombre de vehicles/quilòmetre de les mercaderies.

Podem assolir les fites de les Directrius Nacionals de Mobilitat i del Pla d'Actuació en les ZPE fent un ús extens del *toolkit* disponible de mesures tecnològiques i de gestió. Unes i altres són imprescindibles.

No hi ha una «recepta universal» per a tots els àmbits. Mesures eficients en l'àmbit urbà poden ser-ho poc en l'àmbit interurbà i viceversa.

Hi ha mesures amb efectes contradictoris que cal explicar i consensuar (per exemple, biodièsel).

És imprescindible el compromís dels actors institucionals responsables de cada mesura de gestió per a la consecució dels seus objectius.

Cal informar al ciutadà i promoure que hi participi, perquè tan sols així s'aconseguiran els objectius del Pla, per la suma de moltes accions individuals.

Les propostes del PDM de l'RMB s'han elaborat tenint presents les conclusions de l'escenari tendencial, i s'han afegit noranta accions addicionals a les que es tenen programades. Amb els resultats obtinguts es pot concloure que es poden aconseguir els objectius fixats pel Pla.