

Anàlisi del Metabolisme Energètic de l'Economia Catalana (AMEEC)

Bloc 5: El cas específic del petroli

Daniel Gómez Cañete
Associació per a l'Estudi dels Recursos Energètics

Abril de 2007

Estudi encarregat pel Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible (CADS). Generalitat de Catalunya.

Equip de recerca: Jesús Ramos Martín (coordinador) i Sílvia Cañellas Boltà

Institut d'Estudis Catalans (IEC)

Anàlisi del Metabolisme Energètic de l'Economia Catalana (AMEEC)
Bloc 5: El cas específic del petroli

Abril 2007

Continguts

Resum Executiu	1
Introducció	1
Petroli i balanços generals	1
Importacions	2
Consum de petroli en el sector no energètic.....	2
Petroli al sector transport	2
Cim del petroli.....	4
Conclusions	4
1. Introducció	5
2. Petroli: balanços generals	9
2.1. Producció autòctona	9
2.2. Importacions.....	10
2.3. Consum de productes petrolífers per a usos no energètics	12
2.4. Consum de productes petrolífers a l'extracció de petroli i les refineries..	13
2.5. Importància del petroli a la indústria química catalana.....	15
2.6. Consum de derivats del petroli a la indústria per a usos energètics	19
3. Petroli al sector transport	23
3.1. Situació actual i tecnologies disponibles	23
3.2. Transport de mercaderies	27
3.3. Transport de passatgers	29
3.4. El sector transport davant la seguretat del subministrament de petroli ..	31
4. Cim del petroli	35
4.1. Antecedents	35
4.2. Estat actual de la discussió	41
5. Conclusions	47
Referències	51
Glossari	56
Llistat dels principals acrònims utilitzats	57
Índex de termes	58

Índex de Figures

Figura 1: Evolució del grau d'autoabastiment de la producció energètica a l'Estat espanyol (1980 – 2004)	5
Figura 2: Evolució de la producció pròpia d'energia primària a l'Estat espanyol en el període 1980 – 2004.....	6
Figura 3: Distribució del consum de petroli a Catalunya en termes d'energia primària segons els usos (1990-2005) (en ktep)	7
Figura 4: Producció de petroli als jaciments de l'Estat espanyol	9
Figura 5: Producció de petroli als jaciments de l'Estat espanyol (2004).....	10
Figura 6: Importacions de petroli a l'Estat espanyol per regions geogràfiques (1999 – 2005)	11
Figura 7: Importacions de petroli per país d'origen (2005)	12

Figura 8. Consum de productes petrolífers per a usos no energètics i al sector energètic a Catalunya.....	13
Figura 9: Distribució geogràfica de la producció química de l'Estat espanyol ..	16
Figura 10: Capacitat productiva de la indústria química a Tarragona respecte el total de l'Estat.....	17
Figura 11: Consum de derivats del petroli al sector industrial a Catalunya 1990 – 2005	20
Figura 12: Consum final d'energia al transport per combustibles (2005).....	23
Figura 13: Consum energètic a Catalunya al sector transport, per combustibles (1990 – 2005)	24
Figura 14: Evolució del nombre de viatgers a RENFE, FGC i autobusos regulars a Catalunya (1990 – 2003)	30
Figura 15: Corba original de Hubbert per a la producció de petroli als EUA.....	36
Figura 16: Revisió i evolució de reserves provades de l'OPEP	38
Figura 17: Diferents estimacions per a l'URR (recurs últim recuperable) de petroli a nivell mundial	39
Figura 18: Relació entre descobriments i consum de petroli	40
Figura 19: Escenaris de producció anual de petroli segons l'EIA	42
Figura 20: Producció de petroli fins al 2030 per fonts.....	43

Índex de Taules

Taula 1: Consums propis del sector d'exploració i producció petrolífer (milers de tep) segons l'escenari IER.....	14
Taula 2: Consums propis del sector de refinat i semi-manufactures petrolíferes (milers de tep), segons l'escenari IER.....	14
Taula 3: Sectors i producció de la indústria química a Catalunya	18
Taula 4: Assignacions d'emissions per activitats PNA 2005-2007 i 2008-2012 (en milions de tones de CO ₂ eq)	19

Resum Executiu

Introducció

Aquest bloc fa una descripció detallada de diferents aspectes relacionats amb l'ús del petroli a Catalunya. L'anàlisi permetrà discutir sobre el nivell de dependència del petroli exterior i la necessitat de promoure canvis en l'estructura econòmica del país, especialment pel que fa a la mobilitat i les infraestructures de transport. D'una banda, presentarem les dades d'extracció de petroli que es fa a Catalunya, i l'origen de les importacions de petroli a l'Estat espanyol (no existeixen dades específiques d'importacions per a Catalunya). En segon lloc, tractarem sobre l'ús de petroli en el sector no energètic (és a dir, exceptuant la generació d'electricitat). Considerarem el sector químic i petroquímic, responsable de la transformació del cru en semimanufactures que després seran utilitzades a la indústria química, de gran importància a Catalunya. També es dedicarà un apartat al consum de derivats del petroli per part de la indústria del ciment. El capítol 3 tracta el tema del transport, que mostrarà quines són les tendències en l'ús de petroli en el transport tant de mercaderies com de passatgers. Finalment, la discussió ens portarà a valorar el fenomen de l'arribada al cim de producció mundial de petroli, i com pot afectar països molt dependents de la importació de petroli, com és el cas de Catalunya i de l'Estat espanyol.

L'escenari actual de consum energètic a Catalunya és el resultat de tres dècades de fort creixement del consum, amb una proporció molt gran, el 75,5% l'any 2005, satisfeta a partir de fonts primàries fòssils, com el petroli i el gas natural (i en menor grau, el carbó). Atesa l'escassetat de fonts primàries energètiques, tant l'Estat espanyol com Catalunya són fortament dependents de les importacions d'aquests recursos. En els darrers quinze anys s'ha produït una certa diversificació de les fonts, amb una reducció del pes del carbó, substituït a la generació elèctrica per la generació d'origen nuclear, a partir dels anys seixanta, i per l'ús del gas natural en centrals tèrmiques a partir de la dècada dels noranta.

En el cas de Catalunya, el pes dels combustibles fòssils és una mica menor que en el conjunt de l'Estat, a causa del major percentatge de generació d'energia elèctrica d'origen nuclear, en detriment del carbó. No obstant, el pes del sector del transport i de la indústria química i de refinat de petroli fa que a Catalunya el consum de combustibles fòssils, i especialment de petroli, tingui una gran importància.

Petroli i balanços generals

Pel que fa a l'extracció de petroli, cal dir que tres dels quatre jaciments petrolers de l'Estat espanyol es troben a Catalunya, davant les costes de Tarragona, tot i que els seus volums de producció són insignificants comparats amb la demanda de productes petrolífers a Catalunya (només representen un

2,5% del consum català de petroli, o un 0,4% del consum estatal). Malgrat que en els últims temps s'estan tornant a concedir permisos d'exploració, tant al Pirineu com a les costes mediterrànies, les expectatives d'aquestes activitats exploratòries no canviaran significativament la situació.

Importacions

L'abastiment de petroli a Catalunya es fa en condicions de lliure mercat, per la qual cosa tant les importacions com el transport són dependents de la iniciativa privada. La Compañía Logística de Hidrocarburos, hereva de l'antic monopoli estatal, està participada per companyies privades, i s'encarrega de prestar serveis logístics per al transport i distribució dels hidrocarburs. En conjunt, les importacions de petroli a l'Estat espanyol gaudeixen d'un cert grau de diversificació, encara que globalment la majoria d'importacions provenen del nord d'Àfrica i l'Orient Mitjà. Cal destacar que són precisament aquestes regions les que es preveu que en un futur es facin càrrec de la part més important de les exportacions del mercat mundial. En aquest sentit, l'actual dependència de les importacions procedents d'aquestes zones només es pot accentuar en el futur.

Consum de petroli en el sector no energètic

El consum de productes petrolífers a Catalunya que es destinen a usos no energètics s'ha gairebé doblat en els darrers 15 anys, arribant a més de 3.360 ktep (segons les dades d'ICAEN, 2006). Els productes més importants són les nafes i els gasos líquids del petroli, que s'utilitzen a les plantes d'olefines i a una planta de deshidrogenació de propà, respectivament, totes situades al polígon petroquímic de Tarragona.

Aquest consum per a usos no energètics correspon a més del 25% del consum de productes petrolífers de Catalunya, i la tendència és a l'augment. Això vol dir que cada cop s'utilitza menys petroli en la generació d'energia i més en usos que sostenen la indústria química catalana, que aporten un major valor afegit a l'economia. Aquests consums es mantindran o augmentaran en el futur, si es vol mantenir i potenciar aquesta indústria.

D'altra banda, el sector de refinat de productes petrolíers i el sector químic tenen una participació important en el consum de petroli, encara que més que consum hem de parlar de transformació, ja que els inputs de cru es tradueixen després en productes com ara benzines i gasoil o bé nafes i olefines destinades a la producció química. La totalitat del sector químic a Catalunya conforma un important sistema productiu local, amb grans nivells de concentració, especialment a Tarragona. Les previsions de creixement del consum, degut a que aquesta és una indústria que optimitza les seves instal·lacions en base a criteris energètics, dependrà exclusivament de l'ampliació de les plantes existents i de la conjuntura econòmica, i de fenòmens com la deslocalització, a banda de l'aplicació de mesures per a reduir l'emissió de gasos amb efecte d'hivernacle.

Petroli al sector transport

D'altra banda, pel que fa a l'ús de derivats del petroli al transport, cal considerar que l'estructura econòmica catalana fa que el transport sigui fonamental per a molts sectors econòmics, i això es reflecteix de retruc en la seva important participació en el consum final d'energia, amb un 37% del total segons les dades de l'any 2005. El fet que Catalunya sigui un lloc de pas en l'eix nord – sud mediterrani, que el turisme és una part molt important de l'economia o la importància en els darrers anys del sector de la construcció fan que el transport per carretera tingui un pes molt gran dins la satisfacció de les necessitats de mobilitat. Com que aquest transport utilitza com a combustible gairebé exclusivament derivats del petroli, el transport a Catalunya és molt dependent del petroli.

Les tendències observades configuren un panorama en el qual l'ús del vehicle privat creix més que l'ús del transport públic, amb una tendència general a l'augment del parc de vehicles (68% en l'última dècada). L'organització del territori, amb àmplies àrees que disposen d'un transport públic poc desenvolupat, fa que aquesta tendència persisteixi en el futur, si és que no es produeixen canvis estructurals importants.

Transport de mercaderies

La situació geogràfica de Catalunya, connectada amb França pel nord i una franja costanera amb dos ports importants a Barcelona i Tarragona, és un dels factors importants de la configuració del transport de mercaderies. A més, moltes d'aquestes mercaderies arriben a Catalunya en tren o vaixell però continuen el seu viatge per carretera, afegint més pressió a aquesta modalitat de transport, de manera que un 76% del transport de mercaderies es fa per carretera.

En quant als balanços del transport amb la resta de l'Estat, Catalunya és receptora d'importants volums de mercaderies, especialment de materials de la construcció i minerals (2,5 milions de tones), mentre que una important producció química destinada al comerç estatal i exterior (4 milions de tones) equilibra el balanç fins a fer-lo lleugerament positiu (1,5 milions de tones). L'estructura econòmica, doncs, caracteritza el comportament del sector del transport de mercaderies.

Transport de passatgers

El subsector del transport de passatgers es caracteritza també per un comportament lligat de manera estructural a l'economia del país. Com a factors determinants es presenten el creixement demogràfic (un 11,5% els últims 6 anys), el creixement de la mobilitat, especialment la mobilitat obligada per motius de feina i estudis (que ha crescut a un ritme del 2,3% anual des del 2001), la disposició del territori i la poca oferta de transport públic a molts indrets del territori fan que el transport de passatgers sigui un sector molt important per a l'ús de combustibles líquids per al transport derivats del petroli.

Així, el creixement de la mobilitat intermunicipal ha beneficiat el creixement de l'ús del transport privat, que ara suposa un 70% d'aquests desplaçaments.

Cim del petroli

Aquest bloc es completa amb la presentació de la discussió sobre el cim de la producció mundial de petroli i de les seves conseqüències en els dos sectors analitzats abans. En els últims tres anys el debat sobre la durada de les reserves de petroli ha tornat a l'actualitat, degut al fort increment dels preus observat en els mercats internacionals. Malgrat que aquest increment es pot atribuir a l'augment de la demanda a la Xina, la Índia i els Estats Units, així com a la disminució de la capacitat ociosa de producció, gairebé tots els actors, ja sigui la indústria, els governs o les agències especialitzades, s'han ocupat de la polèmica sobre el futur de la producció de petroli.

L'existència d'un punt màxim de la capacitat de producció mundial de petroli no és negat per ningú, però la polèmica gira entorn a les dates en les que s'assolirà, i els seus efectes. Val a dir que el cim del petroli no té tant a veure amb les reserves sinó que afecta la capacitat de producció. És per això que, degut a la importància del petroli en l'economia mundial, i el previsible creixement de la demanda, avançar-se a possibles problemes d'abastiment resultarà crucial per a l'èxit de les previsions econòmiques de les economies mundials.

Malgrat les incerteses, el consens indica que es pot esperar que hi hagi volatilitat de preus als mercats petrolers internacionals, amb un progressiu encariment del cru, fet que afectaria principalment a països molt dependents de les importacions de petroli. En aquest sentit, Catalunya és especialment vulnerable, i davant d'un possible cim del petroli abans de la segona dècada del s.XXI s'haurien de començar a prendre mesures per reduir aquesta dependència, posant èmfasi, a més de en quines haurien de ser les mesures pal·liatives, en polítiques estructurals per reduir el pes del petroli en el sector del transport.

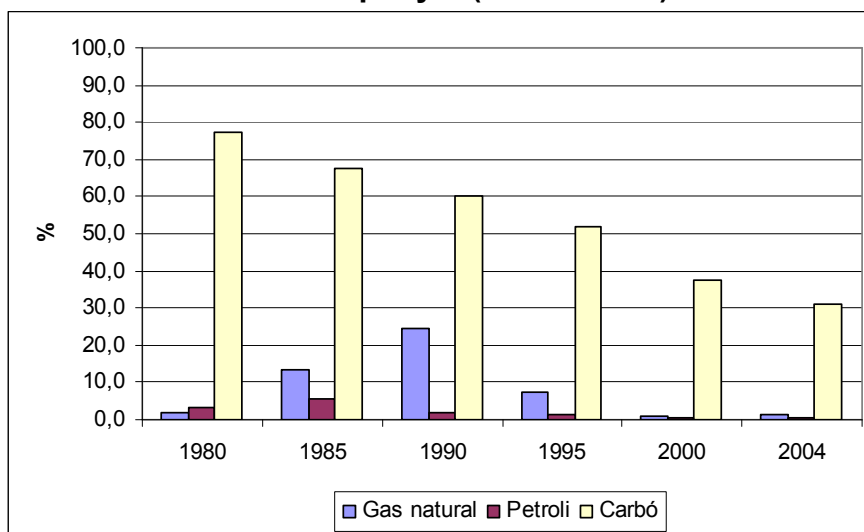
Conclusions

Atenent a les consideracions exposades en els apartats del cim i dels escenaris futurs de producció mundial de petroli, i a l'estructura dels usos del petroli en el transport i en el sector químic, es fan una sèrie de recomanacions que posen l'èmfasi en canvis estructurals que facin Catalunya menys dependent del petroli. Cal diferenciar entre estratègies destinades a la mitigació, és a dir, una disminució del consum (ja sigui per motius ecològics o bé per problemes estructurals permanents en el subministrament de petroli); i les estratègies destinades a canviar l'estructura del model econòmic i social de Catalunya, per fer-la menys dependent d'aquest recurs energètic.

1. Introducció

A Catalunya, el creixement del consum d'energia primària durant les dues últimes dècades ha estat molt important, passant dels 16.702,07 ktep¹ l'any 1990 als 26.698,85 ktep l'any 2005, un increment del 60% (ICAEN 2006). L'evolució d'aquesta tendència ha estat molt similar a la de l'Estat espanyol, que en el seu conjunt és un dels països europeus que ha presentat un major creixement del consum energètic en les últimes dècades: gairebé ha doblat el consum d'energia primària, fins als més de 145.816 ktep l'any 2005 (Ministeri d'Indústria, 2006). Aquest creixement, tant a Catalunya com al conjunt de l'Estat, s'ha caracteritzat per dos factors. En primer lloc, gran part d'aquest consum prové d'un augment de l'ús de fonts primàries fòssils, com el petroli i el gas natural (i en menor grau, del carbó). En segon lloc, i atesa l'escassetat de fonts indígenes fòssils, gairebé tot es satisfà a través de les importacions. El Bloc 2 presenta una anàlisi en profunditat del consum d'energia primària a Catalunya els darrers 15 anys. La Figura 1, a continuació, mostra que el grau d'autoabastiment per al petroli i gas natural al conjunt de l'Estat espanyol és molt petit, mentre que el del carbó ha anat reduint-se progressivament i cada cop s'importa més carbó.

Figura 1: Evolució del grau d'autoabastiment de la producció energètica a l'Estat espanyol (1980 – 2004)



Font: Elaboració pròpia a partir de dades del Ministeri d'Indústria (2004)

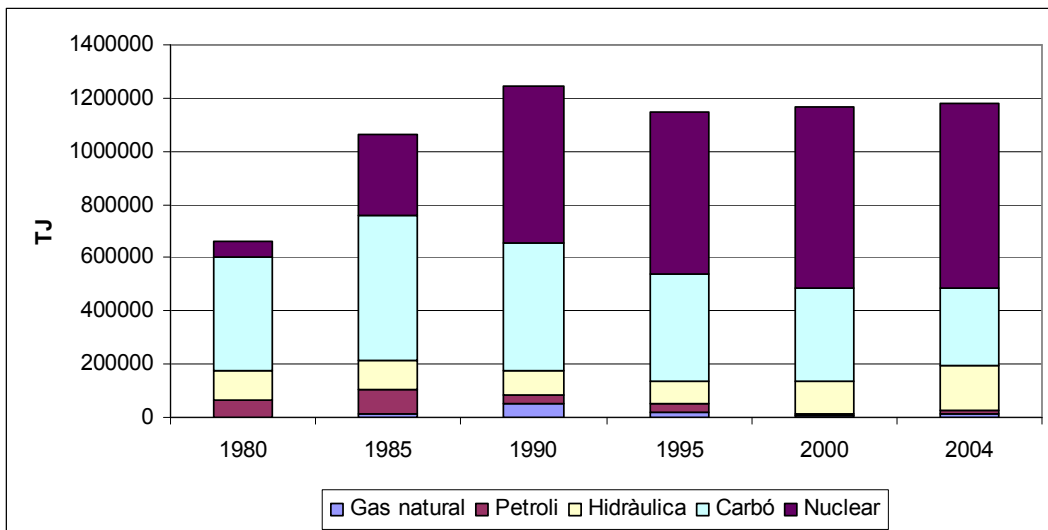
Malgrat la diversificació que ha patit l'estructura del subministrament d'energia primària del país, fonamentalment a partir de la substitució del petroli per a generació elèctrica per gas natural i energia nuclear, els combustibles fòssils continuen tenint un pes molt important, fins i tot percentualment més gran que a la resta de països europeus. Així, si les fonts primàries d'origen fòssil constituïen el 1984 el 87% de l'energia primària de l'Estat, vint anys després el percentatge és del 85% (Ministeri d'Indústria, 2005), mentre que a l'Europa dels

¹ Ktep: milers de tones equivalents de petroli.

quinze s'ha passat d'un consum d'un 83% de combustibles fòssils el 1985 a un 79% el 1999 (Eurostat, 2002). La disminució en l'ús de petroli i carbó ha seguit la mateixa tendència que a Europa, però partint de percentatges més alts i amb una disminució menor en el cas del gas natural.

Pel que fa a Catalunya, l'escenari energètic ha seguit una trajectòria molt semblant, encara que en la producció d'energia primària els combustibles fòssils tenen un pes menor: 75,5% el 2005 davant un 85% a l'Estat espanyol el 2004 (Ministeri d'Indústria, 2005 i ICAEN, 2006), fet que s'explica pel baix ús a Catalunya del carbó per a la generació elèctrica, compensat per un major percentatge a càrrec de l'energia nuclear. Aquesta dependència és encara més manifesta en el cas del petroli, font primària analitzada en aquest bloc.

Figura 2: Evolució de la producció pròpia d'energia primària a l'Estat espanyol en el període 1980 – 2004²



Font: Elaboració pròpia a partir de dades del Ministeri d'Indústria (2004)

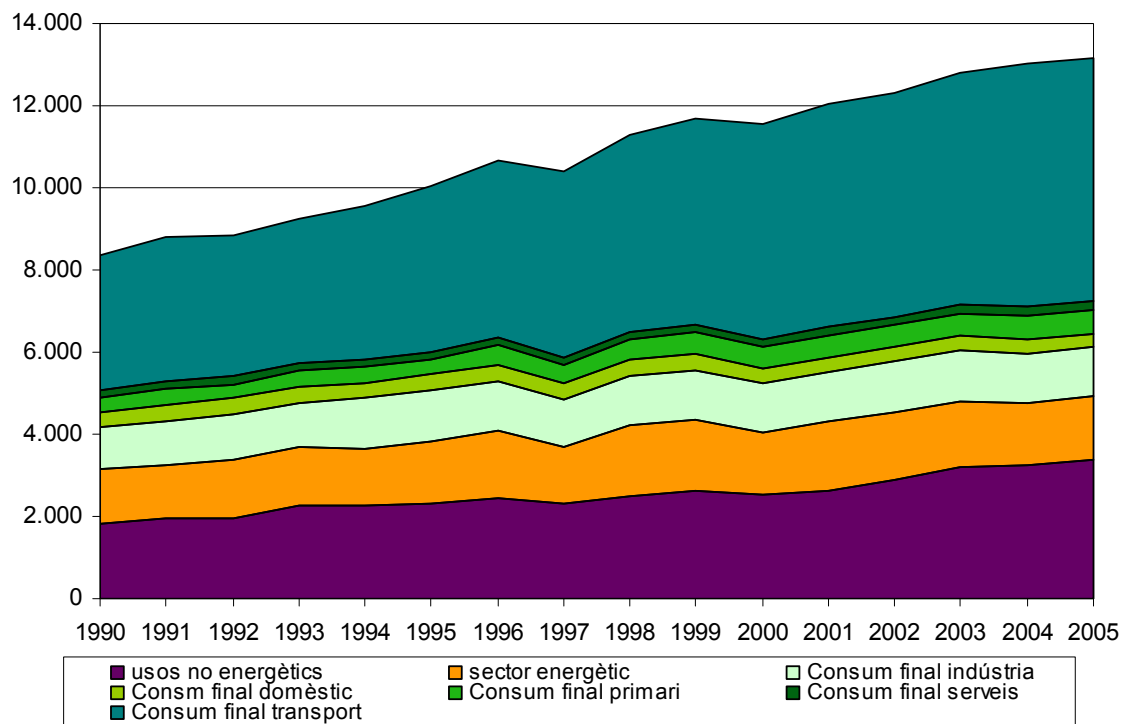
El pes del transport a Catalunya, i la presència d'una important indústria petroquímica, reforça encara més el paper del petroli en el metabolisme de l'economia catalana, fins al punt que, des del 1996, el transport és el sector consumidor d'energia final més important, i en aquest sector, el 98% de l'energia prové de derivats del petroli, tal com especifica el Pla de l'Energia de Catalunya (Generalitat de Catalunya, 2006a) i com s'ha presentat ja al Bloc 2.

Així doncs, Catalunya és, com la resta de l'Estat, dependent dels combustibles fòssils i especialment del petroli, i més particularment el sector transport té una dependència gairebé total dels derivats del petroli. A més, la forta presència, en proporcions estatals i fins i tot europees, d'un sector industrial petroquímic a Catalunya, fa encara més gran la importància del petroli a la nostra economia, ja que aquest serveix de matèria primera per als sectors de la química bàsica, agroquímica, plàstics i també per a l'elaboració de semi-manufactures energètiques com ara els combustibles líquids derivats del petroli per al seu ús

² Igual que hem fet al Bloc 2, incloem aquí l'energia nuclear com a producció domèstica, tot i que en els darrers anys tot l'urani que s'ha utilitzat a l'Estat espanyol s'ha importat.

al transport. La Figura 3 mostra quina és la distribució d'usos del consum de petroli a Catalunya en el període analitzat aquí (1990-2005).

Figura 3: Distribució del consum de petroli a Catalunya en termes d'energia primària segons els usos (1990-2005) (en ktep)



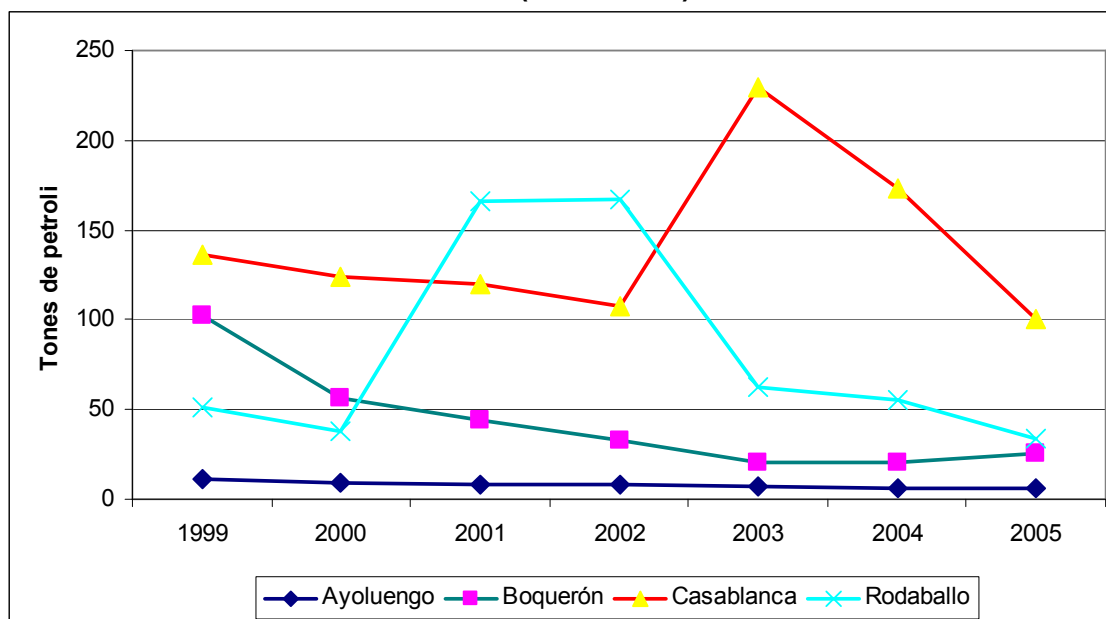
Font: Elaboració pròpia a partir de les dades d'ICAEN (2006)

2. Petroli: balanços generals

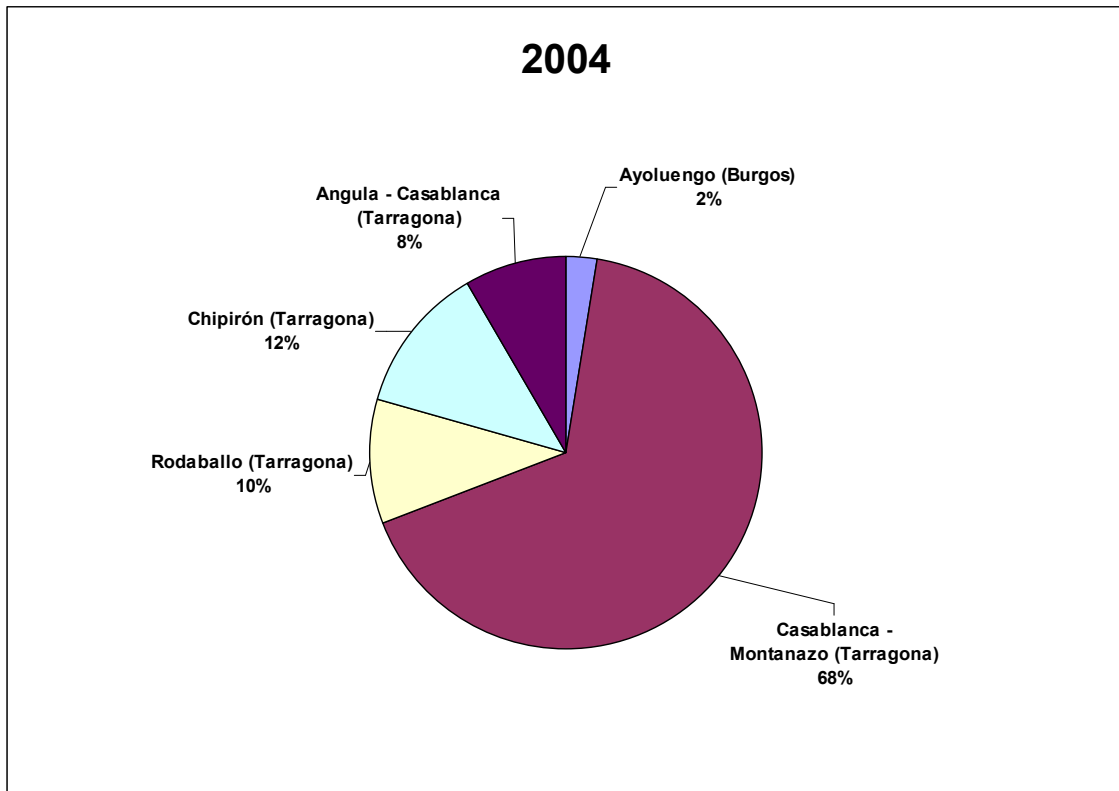
2.1. Producció autòctona

Encara que Catalunya compta amb bona part dels jaciments autòctons de petroli situats al conjunt de l'Estat espanyol, la participació de l'extracció pròpia al conjunt del consum és molt petita, gairebé insignificant. Així, si el consum de petroli a Catalunya el 2003 va ser de 8.219 ktep (Generalitat de Catalunya, 2006a), la producció autòctona va ser de només 163 ktep (Generalitat de Catalunya, 2006), tota ella concentrada als pous petrolífers situats davant la costa de Tarragona: els jaciments de Boquerón, Casablanca i Rodaballo. A aquest fet s'hi ha d'afegir que es tracta de jaciments ja madurs i sotmesos, en absència de nous desenvolupaments (com el que es va fer el 2001 en el jaciment de Rodaballo, o el 2002 a Casablanca), a taxes d'esgotament molt altes. Aquest esgotament generalitzat dels jaciments espanyols ha fet que la producció de petroli a l'Estat hagi passat dels 300 ktep del 1999 als 166 ktep de 2005. Els últims dos anys, la producció ha sofert una davallada d'un 20,3% (2004) i un 34,9% (2005) (Boletín Estadístico de Hidrocarburos, 2004 i 2005). La diferència entre producció pròpia i consum, d'una banda, i les perspectives de producció dels actuals jaciments, de l'altra, fan que aquesta situació no es prevegi que canviï. En tot cas, i si el consum continua augmentant, la tendència és a una major dependència de les exportacions de petroli. La Figura 4 mostra les dades d'extracció de petroli dels últims anys en els quatre principals jaciments que hi ha a l'Estat espanyol. Tres són a Tarragona, i el quart, Ayoluengo, es troba a Burgos.

Figura 4: Producció de petroli als jaciments de l'Estat espanyol (1999-2005)



Font: Resums anuals del Boletín Estadístico de Hidrocarburos; Ministeri d'Indústria, Comerç i Turisme

Figura 5: Producció de petroli als jaciments de l'Estat espanyol (2004)

Font: CORES 2005

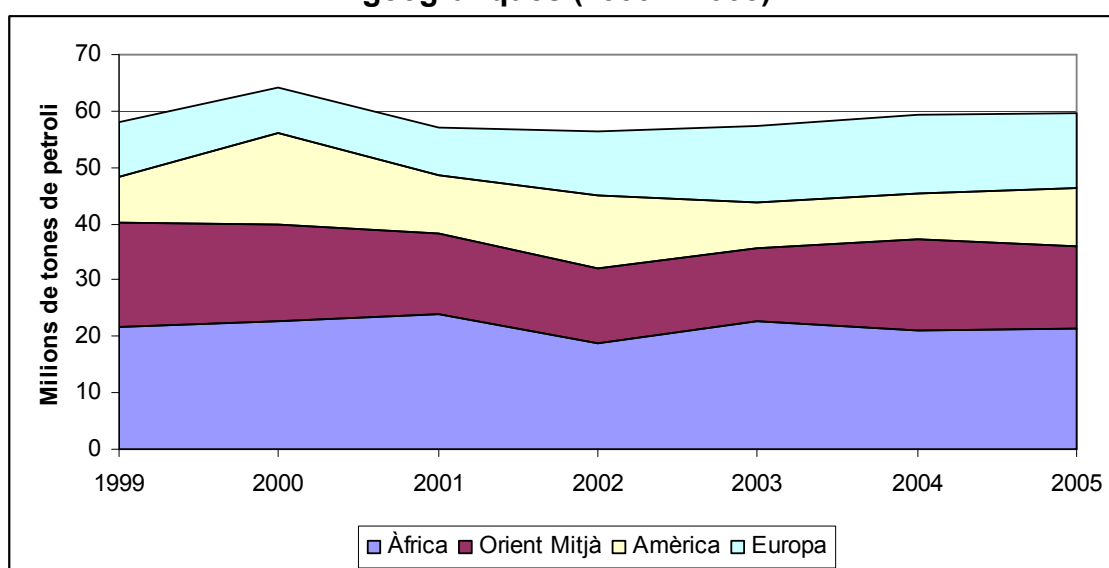
En els últims anys, i degut a la pujada dels preus del petroli, el sector de l'exploració petrolífera a l'Estat espanyol està tornant a donar signes d'activitat, com mostren les notícies de nous permisos per a l'exploració als Pirineus Orientals, davant les costes valencianes i també a les Balears. Aquestes iniciatives es troben encara en una fase preliminar, i no ha transcendit cap estimació sobre reserves, qualitat del cru i capacitat de producció, tot i que tenint en compte els precedents històrics, no s'esperen volums significatius.

2.2. Importacions

El conjunt del sector del petroli depèn dels mercats internacionals, i com a conseqüència, tant els preus com la seguretat del subministrament dependran dels comportaments i circumstàncies d'aquests mercats mundials. L'origen de les importacions de petroli actuals denota un notable nivell de diversificació, ja que provenen de més de trenta països (Boletín Estadístico de Hidrocarburos, 2005). A l'hora de valorar aquesta diversificació es poden tenir en compte múltiples factors, com ara la proximitat geogràfica, l'estabilitat política del país productor, la pertinença a estructures polítiques afins, el comportament dels cartels, el declivi de la producció o fins i tot l'evolució del diferencial entre consum intern i exportacions d'aquests països. Així, gairebé la meitat d'aquestes importacions provenen de països de l'OPEP (Aràbia Saudita, Nigèria, Líbia, Iran, Algèria i Iraq) amb el que això comporta en el sentit de que existeix la possibilitat que aquests actuïn com un sol proveïdor. Per exemple,

en el cas de retallades de la producció o una tornada al sistema de quotes, avui en desús degut a què el cartel produeix pràcticament al 100% de la seva capacitat. Geogràficament, el principal proveïdor de petroli a l'Estat espanyol és el continent africà, seguit d'Orient Mitjà, Amèrica i finalment Europa. Un exemple de caiguda de producció que probablement afectarà a la capacitat exportadora és el de Noruega, que des de 2002 veu com la seva producció cau any rere any, amb una caiguda del 7,5% l'últim any (BP Statistical Review 2005). De fet, el Regne Unit, que des del punt de vista petroler pertany a la mateixa província petrolera que Noruega, el Mar del Nord, ja va deixar de realitzar exportacions significatives cap a Espanya a partir del 2001, poc després de passar el seu cim de producció petrolera (any 1999).

Figura 6: Importacions de petroli a l'Estat espanyol per regions geogràfiques (1999 – 2005)



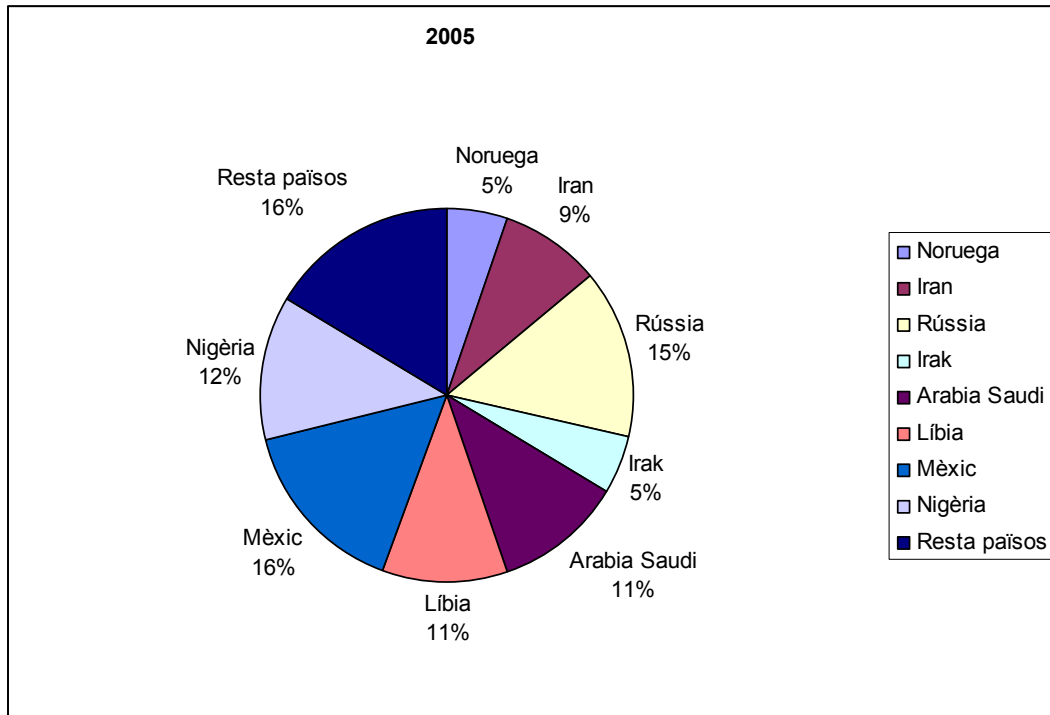
Font: Elaboració pròpia a partir del Boletín Estadístico de Hidrocarburos (diversos anys)

Pel que fa a la inestabilitat política, tots els exportadors de la zona d'Orient Mitjà són susceptibles de veure's afectats per la tensió regional (Àrab Saudita, Iraq) i fins i tot alguns es troben pendents de possibles sancions, com ara Iran, d'on l'Estat espanyol va importar el 8,3% del petroli que es va consumir el 2005. En aquest mateix any, les importacions tenen com a principal origen el continent africà, amb un 35,9%, seguit de l'Orient Mitjà (24,7%), a molt poca distància Europa (22,1%) i finalment Amèrica, amb un 17,2%.

La tendència actual fa que el major volum de reserves mundials de petroli es vagi concentrant a la zona d'Orient Mitjà i el Caucas, de manera que en el futur les importacions de cru tendiran a concentrar la seva procedència en aquesta zona. Aquest fet, més enllà del volum total de les reserves, dependrà de la seguretat geopolítica del subministrament i de les inversions necessàries per convertir els recursos coneguts en reserves provades. Històricament, les importacions de cru cap a l'Estat espanyol s'han caracteritzat pel protagonisme de les àrees africana i de l'Orient Mitjà. En el futur, aquesta tendència s'accentuarà, com de fet passarà de manera generalitzada a tot el món.

L'Agència Internacional de l'Energia (AIE, 2005b) preveu que la contribució d'aquesta regió a la producció mundial s'incrementarà des d'un 35% l'any 2004 fins a un 44% el 2030, sempre i quan es facin les inversions adequades per tal d'eleva la capacitat de producció, que l'AIE xifra en 24.000 milions de dòlars anuals.

Figura 7: Importacions de petroli per país d'origen (2005)



Font: CORES 2005

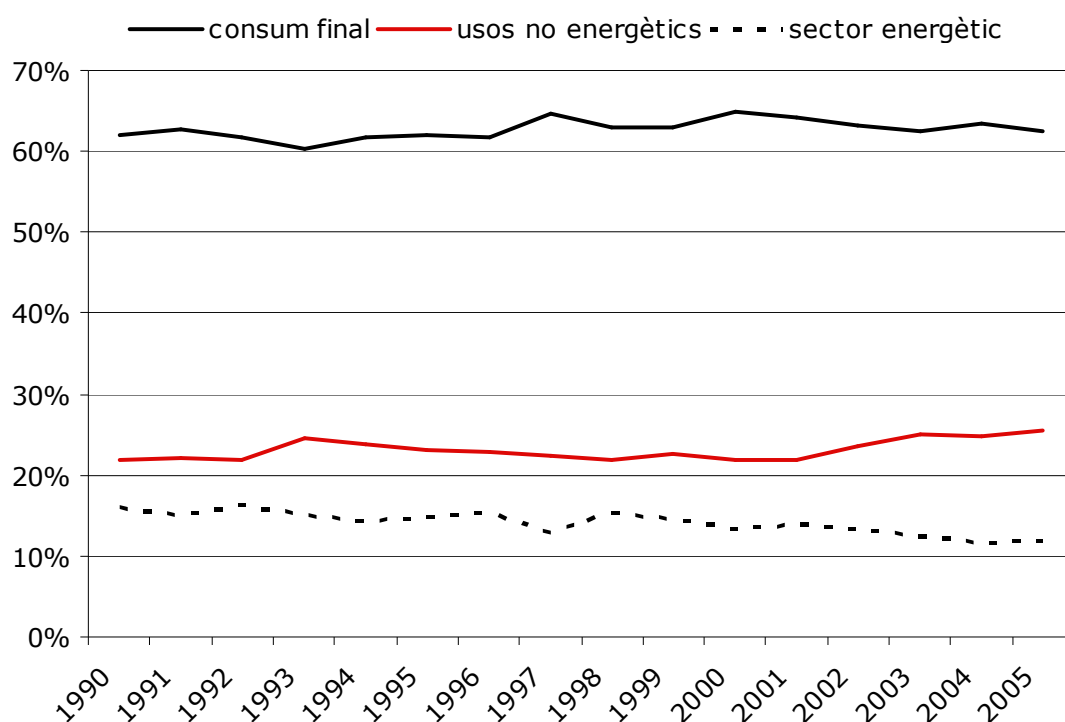
2.3. Consum de productes petrolífers per a usos no energètics

El consum de petroli per a usos no energètics ha augmentat força els darrers anys, i significa una part important de tot el petroli consumit a Catalunya. Segons els balanços energètics que elabora ICAEN (2006), el consum de derivats del petroli per a usos no energètics l'any 2005 va ser de 3.364,7 ktep, gairebé el doble que l'any 1990 (que era de 1.821,9 ktep). La Figura 8 mostra el percentatge sobre el total del petroli consumit que es dedica a usos no energètics, que com s'observa a anat augmentant els darrers anys, passant d'un 21% l'any 1990 al 25% el 2005. Aquesta dada indica el pes del sector petroquímic i químic a Catalunya, que va en augment.

Així, l'increment en el consum de petroli a Catalunya no es deu al seu ús per a generar energia sinó principalment a la utilització de productes petrolífers com a matèria primera del sector industrial català. Aquesta tendència es pot considerar positiva, en el sentit que és un millor aprofitament del petroli en l'economia. Cal remarcar que és un consum de petroli que caldrà que es continuï fent en el futur si es vol mantenir el mateix pes de la indústria química a l'economia catalana, que com veurem després és molt important.

Els productes que es consumeixen per a usos no energètics són principalment naftes i gasos liquats de petroli. En dades de l'any 2005 les naftes són les més importants, amb diferència, amb un consum de 2.499 ktep per a usos no energètics, seguits pels gasos liquats de petroli (566 ktep), fueloil (205 ktep) i finalment, gasolines (67 ktep). Les naftes es consumeixen a les plantes d'olefines de Repsol Química i de Dow Chemical Ibérica, i provenen de la producció de la refinaria de Repsol Petróleo a la Pobla de Mafumet, de la resta de l'Estat espanyol i d'importació. Els gasos liquats de petroli (GLP) s'utilitzen a la planta de deshidrogenació de propà per a produir propilè de Basf Sonatrach Propanchem en el complex de Tarragona, que utilitza propà procedent d'Algèria (Generalitat de Catalunya, 2006).

Figura 8. Consum de productes petrolífers per a usos no energètics i al sector energètic a Catalunya



Font: Elaboració pròpia a partir de les dades proporcionades per ICAEN (2006)

2.4 Consum de productes petrolífers a l'extracció de petroli i les refineries

Pel que fa al petroli que es transforma a les refineries catalanes, el 2005 van ser 9.194,4 ktep, que representa un 34,4% del total de l'energia primària consumida a Catalunya, i un augment del 6,4% des de l'any 1990.

El consum atribuït a l'explotació dels jaciments de cru davant les costes de Tarragona i al funcionament d'importantes refineries a la mateixa zona suposen, entre GLP, nafta, benzina i fuel, el 20,8% del total consumit a Catalunya el

2003 (Generalitat de Catalunya, 2006), la major part del qual correspon a les refineries.

L'extracció consumeix una quantitat relativament petita d'energia de productes petrolífers, només un 0,01% del total del consum d'energia primària a Catalunya el 2003 (Generalitat de Catalunya, 2006a) com correspon a la poca capacitat productora d'aquests jaciments, i degut a que les instal·lacions (igual que les refineries), han estat dissenyades amb criteris d'optimització energètica. El combustible consumit és gasoil, que s'utilitza per a l'operació de la maquinària i dels diferents vehicles i vaixells que participen en aquestes operacions. Segons el Pla de l'Energia de Catalunya (PEC) (Generalitat de Catalunya, 2006a), no es preveuen increments significatius d'aquests consums en el sector d'extracció del petroli, sinó més aviat al contrari. La tendència, sense nous desenvolupaments, és a una disminució del consum, ja que també es preveu que la producció dels jaciments vagi disminuint fins a desaparèixer a finals de la dècada actual. Així, segons les previsions del Pla de l'Energia 2006-2015, aquests consums tindran una disminució important en els propers anys (Generalitat de Catalunya, 2006a:162), com es mostra a la Taula 1.

Taula 1: Consums propis del sector d'exploració i producció petrolífer (milers de tep) segons l'escenari IER

				Taxes mitjanes de variació anual (%)		
	2003	2010	2015	2003–2010	2010–2015	2003-2015
Gasoil	1,0	0,2	0,2	-20,5%	0,0%	-12,6%

Font: Elaboració pròpia a partir de dades del Pla de l'Energia 2006-2015

Pel que fa a l'altre apartat del consum del sector, el corresponent al de les refineries, plantes d'olefines (monòmers petroquímics bàsics que serveixen de matèria primera per a l'elaboració d'altres productes de química bàsica) i altres productes derivats del petroli, la Taula 2 mostra el seu consum actual i les previsions del Pla de l'Energia. Cal remarcar, però, que no es disposa de sèries de dades que diferenciïn entre subsectors (química bàsica, fina, agroquímica, farmacèutica), informació que seria molt útil per a poder aprofundir en l'anàlisi.

Taula 2: Consums propis del sector de refinat i semi-manufactures petrolíferes (milers de tep), segons l'escenari IER

				Taxes mitjanes de variació anual (%)		
	2003	2010	2015	2003–2010	2010–2015	2003-2015
Gas de refinaria	731,4	954,0	954,0	3,9%	0,0%	2,2%
Fuel de refinaria	351,4	366,0	366,0	0,6%	0,0%	0,3%

Font: Elaboració pròpia a partir de dades del Pla de l'Energia 2006-2015

L'evolució del consum d'aquest sector depèn de les properes ampliacions de les plantes situades al territori català, ubicades totes elles al complex petroquímic de Tarragona. Concretament, existeixen dues refineries, Asea i Repsol Petróleo, i tres plantes d'olefines, les de Repsol Química, Dow

Chemical Ibérica i Basf Sonatrach Propanchem. Aquestes indústries tenen una clara interrelació, ja que per a la producció d'olefines es consumeixen nafes produïdes a les refineries, tant les situades a Tarragona com a d'altres llocs de l'Estat i a l'estranger. Per a les previsions fetes pel Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015 (Taula 2) es tenen en compte les previsions d'expansió d'aquestes indústries. Per exemple, Repsol Química té previst augmentar la seva capacitat per tractar nafes, mitjançant la construcció d'un *cracker* d'età. Si es dugués a terme aquesta ampliació, es faria en col·laboració amb Dow Chemical Ibérica. D'altra banda, i després d'ampliacions efectuades els anys 2000 i 2005 (aquesta última per un valor 68,8 milions d'euros i destinada a la construcció d'un *cracker* d'etilè³, una planta de química bàsica en la que es descomponen hidrocarburs d'estructures moleculars complexes en d'altres menys complexes, trencant els seus enllaços de carboni), Dow Chemical Ibérica preveu tornar a ampliar la seva capacitat de producció, fet que queda reflectit a les expectatives de consum de productes petrolífers.

2.5 Importància del petroli a la indústria química catalana

L'activitat de la indústria química a Catalunya té una gran importància des del punt de vista econòmic, atès que la indústria química espanyola representa un 9,4% del PIB industrial nacional i la participació catalana en aquesta és del 46% (Figura 9). Pel que fa a la relació del sector químic respecte al conjunt de la indústria catalana, i sense disposar de dades referents a la participació del sector químic en el PIB català, podem dir que l'any 2005, el volum de negoci del sector químic va ser d'un 15,4% del total de la indústria catalana. De fet, bona part de la producció química a Catalunya representa el 100% de la producció estatal d'alguns productes, mentre que en la resta es mantenen proporcions molt altes (Figura 10). A més, el sector químic està molt relacionat amb d'altres sectors i activitats productives, com demostra el seu ampli catàleg productiu de béns de consum i materials que intervenen en d'altres sectors econòmics (Taula 3).

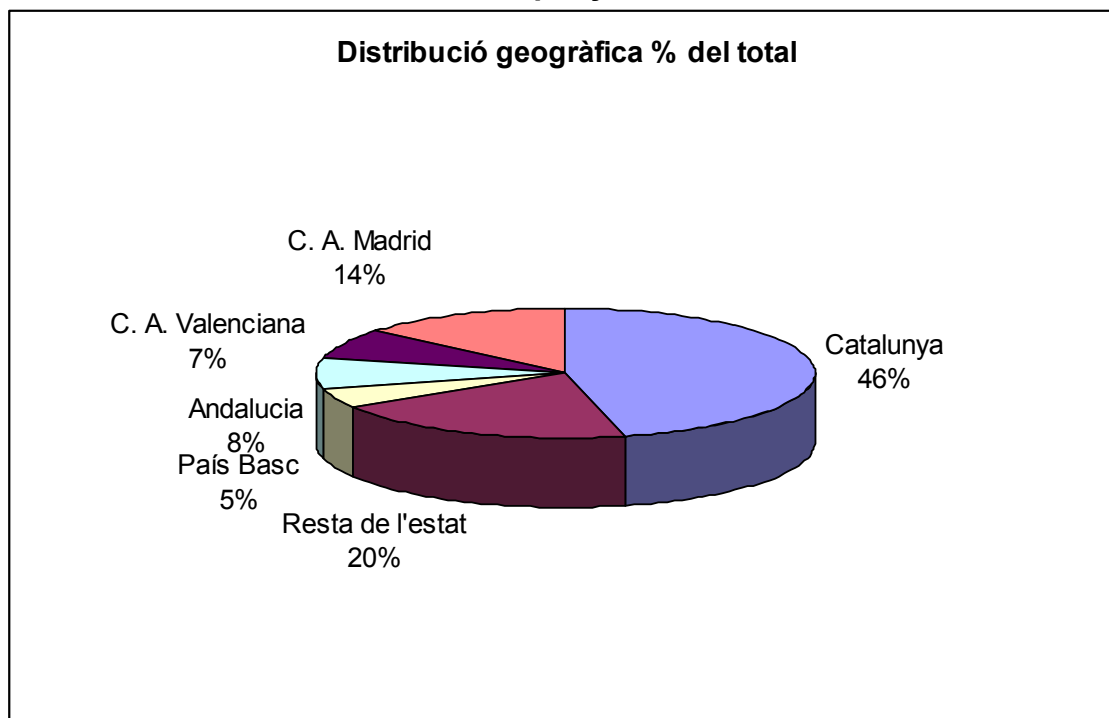
Una altra característica de la indústria química catalana és la seva concentració, especialment pel que fa a les coqueries i la refinació de petroli. Aquest és el sector amb un nivell de concentració territorial més alt de tota la indústria catalana, amb un índex de Gini⁴ de 0,922 (Generalitat de Catalunya 2005b), concentrat geogràficament a la província de Tarragona. El sector químic, per la seva part, té un índex de Gini de 0,881, i es situa en el sisè lloc entre els dinou sectors de la indústria catalana, i es reparteix entre la província de Tarragona i l'àrea metropolitana de Barcelona. Si ho mesurem segons els

³ L'etilè és un d'aquests hidrocarburs més lleugers produïts als *crackers*.

⁴ Aplicada a la distribució territorial de determinats sectors industrials, l'índex de Gini determina la distribució dels ocupats d'un sector entre les unitats territorials amb les quals es divideix el territori (els municipis i les àrees funcionals). Els valors d'aquest índex van del 0 (l'activitat es distribueix de forma homogènia en el territori) i 1 (tota l'activitat es concentra en una localitat, sigui municipi o àrea funcional).

índex de concentració relativa⁵, el sector de les coqueries i la refinació continua sent el que obté un valor més alt, mentre que el sector químic es col·loca en vuitè lloc (Generalitat de Catalunya 2005b).

Figura 9: Distribució geogràfica de la producció química de l'Estat espanyol

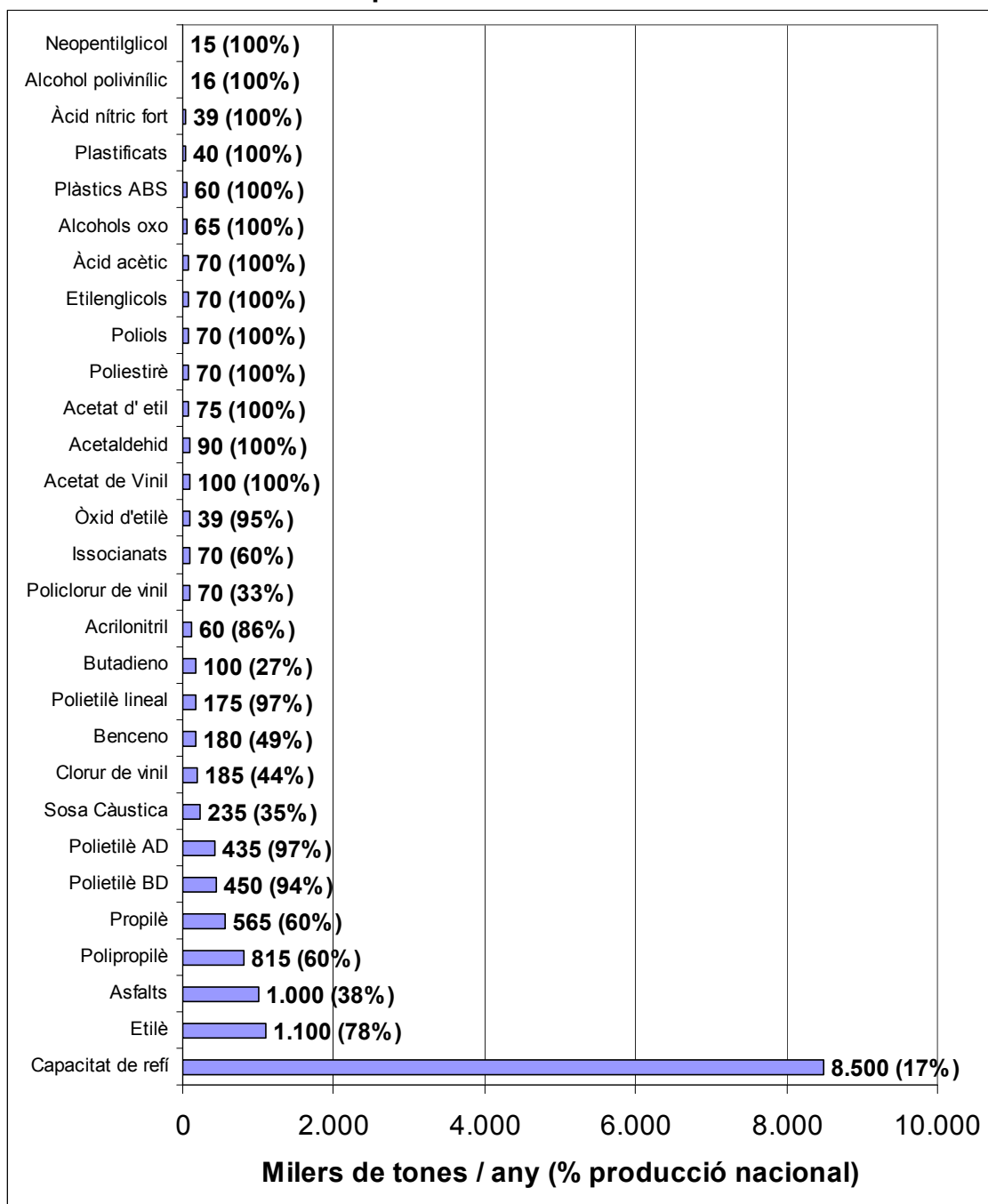


Font: FEIQE 2007

En el cas de Tarragona, aquesta concentració té el seu origen històric en la instal·lació, a principis dels anys 60, de diverses indústries químiques, aprofitant la proximitat del port de Tarragona. Més tard, al 1968, va entrar en funcionament la refinaria d'ASESA, i a partir del 1970, amb la liberalització de les activitats petroquímiques a l'Estat, les concessions i el funcionament monopolista cessen, quedant obert el sector a la inversió privada nacional i estrangera (Comisión Nacional de la Energía, 2003). De fet, l'any 2003 el sector químic català era el sector industrial amb més presència de multinacionals estrangeres, amb un 24,7% del total (Generalitat de Catalunya, 2006). Actualment, es conforma com un sistema productiu local molt complet, amb un alt grau d'interrelació empresarial, i no només al llarg de tota la cadena de valor, des de la importació de cru a la producció de productes químics o productes energètics. Les infraestructures de transport, la logística especial d'aquesta indústria (per exemple, els racks de canonades que van des del port a les empreses i entre aquestes), els serveis, etc, acaben de conformar un sistema que aprofita molt bé els avantatges que la proximitat dóna als sistemes productius locals (Generalitat de Catalunya, 2005b).

⁵ L'índex de concentració relativa mesura la importància de les primeres unitats empresarials, ordenades de major a menor dimensió, respecte al total de les empreses considerades. Aquests índexs s'expressen com un percentatge, on un valor del 100% expressa la major concentració geogràfica d'una activitat productiva.

Figura 10: Capacitat productiva de la indústria química a Tarragona respecte el total de l'Estat



Font: AEQT (2000)

Taula 3: Sectors i producció de la indústria química a Catalunya

Química de base	Química orgànica: acetilè, benzè, etilè, propilè, alcohols, àcids orgànics, fenols, èters, compostos nitrogenats, etc
	Química inorgànica ⁶ : gasos industrials, àcid sulfúric, carburers, fòsfor, calci, hidròxids, halurs, sals, àcids inorgànics, etc
Agroquímica	Adobs, fertilitzants, Insecticides, plaguicides, fumigants, fungicides, desinfectants de llavors, herbicides, mol·lusquicides, etc
Química Industrial	Gasos comprimits (hidrogen, nitrogen, oxigen, aire líquid, etc), colorants i pigments, pintures, vernissos i laques, tints d'impremta, olis i greixos per a usos industrials, olis essencials i substàncies aromàtiques naturals o sintètiques, coles i gelatines, productes auxiliars per a les indústries tèxtils, del cuir i del cautxú, explosius i altres productes diversos (decapants, anticongelants, desincrustants, abrasius, líquids per a transmissions, productes per al tractament de metalls, etc.)
Química per al consum	Sabons comuns, detergents i lleixius, articles de perfumeria i cosmètica (colònies, locions, perfums, sabons de tocador, desodorants, productes de cosmètica i higiene corporal, productes de bellesa, articles per a la cura del cabell, etc.), ceres i parafines (espelmes, per a usos domèstics, per a la neteja de vehicles o per a altres usos), material fotogràfic sensible, articles pirotècnics, mixtos, etc., productes destinats a usos finals (suavitants o altres additius, ambientadors, antitaques, netejavidres, netejadors de metalls, etc.)
Química farmacèutica	Química fina: primeres matèries i principis actius, que constitueixen els elements bàsics per a la producció dels preparats farmacològics.
	Específics farmacològics.

Font: Elaboració pròpia a partir de l'Informe Anual de la Indústria a Catalunya (Generalitat de Catalunya, 2005)

En resum, l'evolució de consums petrolers en el sector d'exploració i refinat i producció de productes químics depèn de l'ampliació de l'activitat industrial del sector, fortament lligada al consum propi i regional (en l'àmbit europeu), i al desenvolupament de la capacitat productiva i exportadora de les indústries químiques dels països en desenvolupament (en l'àmbit global). Com que és un sector en el que l'eficiència energètica de les instal·lacions i dels processos forma part dels seus criteris operatius, l'únic criteri que està introduint canvis importants en la seva estructura és l'ambiental. La nova normativa europea destinada a la indústria química, Sistema REACH⁷, obligarà a partir del 2007 a nous controls, registres i anàlisis en els processos de producció. També, i a causa dels requeriments en matèria d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle establerts tant en el Pla Nacional d'Assignacions 2005-2007 com el que ja s'ha elaborat per al període 2008-2012⁸, la indústria química, el sector de refinament de petroli i les cimenteres estan obligades al seu compliment.

⁶ S'inclou dins la química bàsica inorgànica la fabricació de primeres matèries plàstiques: polièsters, poliamides, productes de polimerització, poliuretans, cautxú i làtex sintètics, i la producció de fibres artificials i sintètiques.

⁷ http://ec.europa.eu/environment/chemicals/reach/reach_intro.htm

⁸ Disponible a:

http://www.mma.es/portal/secciones/cambio_climatico/documentacion_cc/historicos_cc/pna2008_2012.htm

Per aquests motius la més probable tendència en el consum d'aquests sectors es dirigeix cap a petites variacions, que en tot cas, dependran directament del consum dels productes finals, i per tant de la marxa general de l'economia, tant local com global.

Taula 4: Assignacions d'emissions per activitats PNA 2005-2007 i 2008-2012 (en milions de tones de CO₂ eq)

	Assignació efectiva 2005	Assignació promig anual 2005-2007	Assignació promig anual 2008-2012
Refineries	15,25	15,25	15,88
Coqueries	11,49	11,23	11,79
Prod. Clinker ⁹	30,29	29,99	31,29
Prod. Cement	27,83	27,53	29,01
Instal·lacions combustió ¹⁰ >20MW	11,49	11,23	11,79

Font: Elaboració pròpia a partir de dades del Pla Nacional d'Assignació de drets d'emissió (Ministeri Medi Ambient, 2006)

2.6. Consum de derivats del petroli a la indústria per a usos energètics

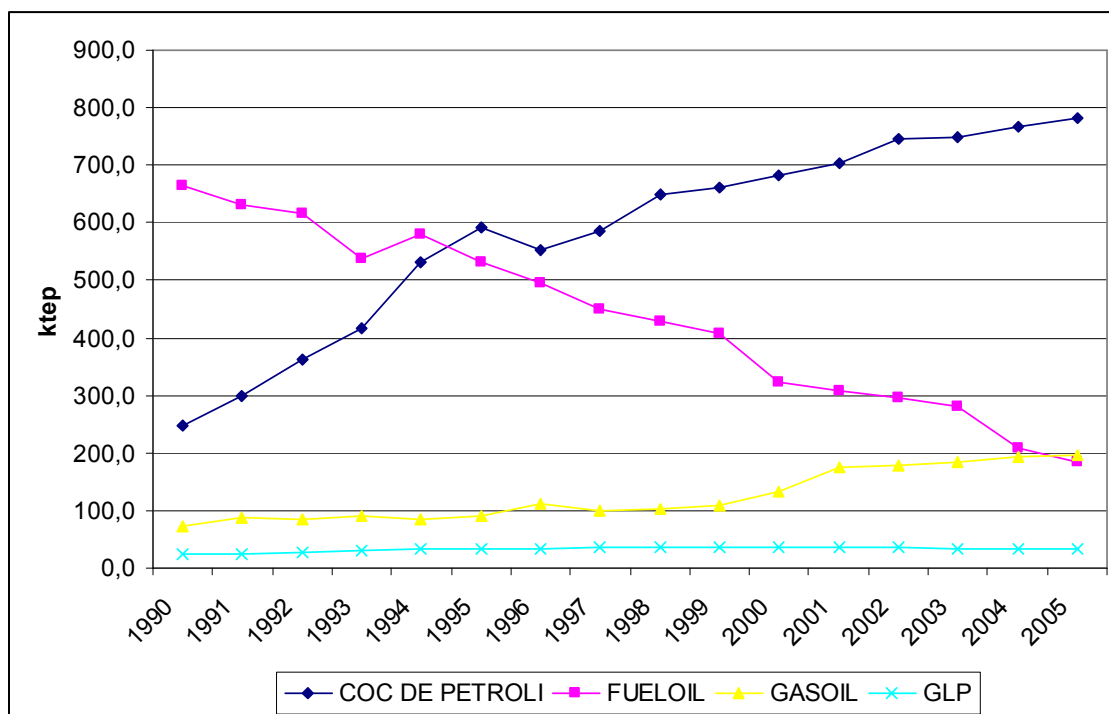
Pel que fa als usos energètics a la indústria, cada cop es consumeix menys energia provinent de productes petrolífers, que es substitueixen per altres combustibles com el gas natural. Per productes, els derivats del petroli consumits al sector industrial a Catalunya són el coc de petroli, el gasoil, el fueloil i els gasos líquids del petroli. En el seu conjunt, el sector industrial va consumir, el 2005, 1.199 ktep de derivats del petroli, un 23,4% del total dels consums energètics (ICAEN 2006). Comparant amb dades del 1990, on aquest consum va ser de 1.007,8 ktep (un 27,9% del total de l'energia consumida al sector industrial), s'aprecia una important davallada del consum en termes absoluts (19% menys respecte 1990), i una baixada de 4,5 punts percentuals en relació a la resta de consums energètics industrials. Aquesta baixada (i també la del carbó), s'explica pel considerable augment del consum de gas natural (de 1.025 ktep el 1990 a 2.161,1 ktep el 2005) i de menors augments en el consum d'electricitat i biomassa.

Dins els consums de derivats del petroli al sector industrial, no disposem d'una desagregació pels corresponents subsectors, encara que l'augment del consum de coc de petroli observat en el període 1990 – 2005 (de 246,4 a 782,7 ktep) seria plausible atribuir-ho a la fabricació de ciment. També s'observa una disminució important del consum de fueloil, que es podria explicar per l'augment de l'ús del gas natural i biomassa en la generació de calor i cogeneració.

⁹ Instal·lacions de fabricació de ciment sense polvoritzar («clinker») en forns rotatoris amb una producció superior a 500 tones diàries, o de calç en forns rotatoris amb una capacitat de producció superior a 50 tones per dia, o en forns d'un altre tipus amb una capacitat de producció superior a 50 tones per dia.

¹⁰ Amb una potència tèrmica nominal superior a 20MW, com ara els crackers d'etilè i propilè.

Figura 11: Consum de derivats del petroli al sector industrial a Catalunya 1990 – 2005



Font: Elaboració pròpia a partir de les dades d'ICAEN (2006)

Producció de ciment

Pel que fa al sector de producció del ciment, Catalunya compta amb set fàbriques de ciment, del conjunt de les 42 que hi ha a tot l'Estat espanyol. A Catalunya es van produir l'any 2005 5,8 milions de tones, un 13% del consum espanyol. Aquestes dades de producció representen un creixement del 25,6% respecte les de l'any 2000 (no es poden comparar amb dades anteriors degut a canvis en el criteri de recollida de dades) (Ciment Català, 2006).

Totes les fàbriques situades a Catalunya són del tipus integral, és a dir, que inclouen forns de clínquer i molins de ciment¹¹. La capacitat de les fàbriques catalanes és de 7.898.000 tones anuals de clínquer i 9.025.000 tones anuals de ciment.

¹¹ La fabricació de ciment comença amb l'extracció de les matèries primeres, pedres calcàries que s'extreuen de les pedreres, normalment situades a les proximitats de les fàbriques, i argiles. Abans de continuar el procés, les barreges de pedres i argiles s'homogeneïtzen, per tal d'obtenir la composició òptima. La barreja resultant és transportada als molins de cru on després de noves homogeneïtzacions del producte aquest passa al procés de clínquerització. Aquest procés consta de diversos processos físics i químics, a mesura que el cru agafa temperatura (assecatge, eliminació de l'aigua de l'argila, descarbonatació i finalment clínquerització). Una vegada obtingut el clínquer, es refreda, aprofitant els gasos i la calor residual del forn i dels refredadors per al preescalfament i/o precalciniació. En la fase final, el clínquer és mòlt, i és mesclat amb guix i diferents addicions, per tal d'aconseguir les diferents varietats de ciment que es comercialitzen.

Tant el consum com la producció de ciment segueixen de prop l'activitat constructora pública i privada, i per tant, en una economia com la catalana, la seva evolució està fortament lligada a l'activitat econòmica general. Dins del conjunt de la Unió Europea, i degut al fort creixement del sector de la construcció en els últims anys, l'Estat espanyol és el principal productor de ciment, amb 50,3 milions de tones de ciment, un 21,1% de la producció de la Unió Europea (Oficemen, 2007a).

La fabricació de ciment és un procés d'alta intensitat energètica, degut als processos de cocció i mòlta, que requereixen grans quantitats d'energia tèrmica i elèctrica. La indústria del ciment és responsable del 2% de l'energia primària consumida a l'Estat espanyol, i s'estima que un 30% dels costos de fabricació corresponen al consum energètic (Oficemen, 2007b).

Des del punt de vista del consum d'energia, els combustibles més utilitzats a la fabricació de ciment a Europa són el carbó, el coc de petroli i l'hulla (75% dels casos), mentre que l'altre 25% es reparteix en l'ús de residus, fuel, lignit o gas natural. Les fàbriques també consumeixen energia elèctrica, en els molins i els ventiladors, consum que representa el 80% del total de l'energia consumida per la planta cementera (Generalitat de Catalunya, 2001).

Sense disposar de dades desagregades dels consums de combustibles i electricitat de les fàbriques de ciment catalanes, cal destacar que és una activitat de gran intensitat energètica i en la que els costos energètics representen una part important del cost total de fabricació. Els BREF¹² per a aquest sector recomanen una sèrie de mesures generals per millorar l'eficiència energètica dels processos de fabricació, de manera que es proposen consums energètics, en un forn de procés sec amb preescalfament i precalcinació multifase de 3.000 MJ/tona de clínquer (ibid), un consum que es situa per sota del rang més baix (3.200 a 5.500 MJ/tona de clínquer) en la producció de ciment a Europa (Cembureau, 1997). Aquestes mesures passen per l'optimització del procés amb controls automàtics i informatitzats, sistemes gravimètrics d'alimentació de combustible sòlid, el màxim ús del preescalfament i la precalcinació, refredadors de clínquer que permetin la recuperació de calor, instal·lacions de sistemes de control de potència per a minimitzar el consum elèctric i l'ús d'equips elèctrics d'alt rendiment energètic (Generalitat de Catalunya, 2001).

La pròpia indústria, davant les pressions dels grups de defensa ambiental i les exigències del Protocol de Kyoto, ja han pensat en substituir el 15% del coc de petroli que utilitzen per fangs procedents de les depuradores d'aigües residuals. Els resultats provisionals de les proves pilot realitzades a les cimenteres de Sant Feliu de Llobregat i Vallcarca no han mostrat un augment de la contaminació, encara que no es disposa de dades respecte a l'eficiència energètica del procés si s'utilitzen combustibles alternatius. Fins al moment, la penetració dels combustibles alternatius en la fabricació de ciment és molt escassa, de només un 5% de l'energia consumida per la indústria cementera a

¹² Els BREF són els documents de referència sobre les millors tècniques disponibles per a cada sector.

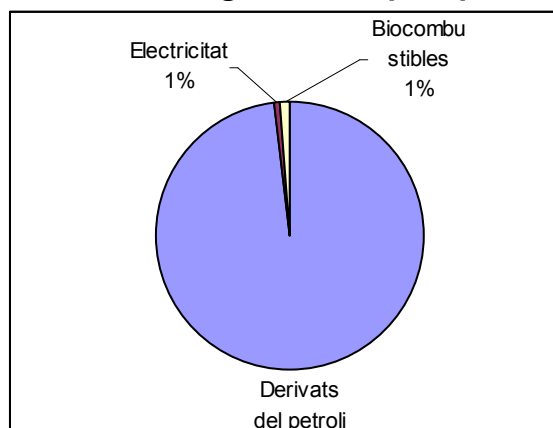
l'Estat espanyol. Entre aquests combustibles trobem, a més dels fangs de les depuradores, pneumàtics usats, farines animals, olis usats, dissolvents, residus de la fusta i altres residus orgànics. La indústria del ciment catalana i espanyola encara té molt de camí a recórrer en l'ús dels combustibles alternatius, ja que hi ha països a Europa on el percentatge de combustibles alternatius es situa en el 30% (Alemanya, Bèlgica, Noruega), d'altres que s'acosten a la meitat (Àustria i Suïssa, 46 i 50% respectivament), i fins i tot països que en un 80% utilitzen combustibles alternatius en la fabricació de ciment (com és el cas d'Holanda) (Oficemen, 2007c).

3. Petroli al sector transport

3.1. Situació actual i tecnologies disponibles

A Catalunya, el transport ha registrat, en el període 1990 – 2005, un creixement anual del seu consum energètic més gran que la resta de sectors, gairebé un 3,7%. A més, el transport és responsable del 37,7% de l'energia final consumida a Catalunya, a parts iguals entre transport de persones i mercaderies. Aquest gran consum energètic és a més a més molt ineficient, ja que en gran part correspon a vehicle privat, de manera que el 15% del consum d'energia final a Catalunya es pot atribuir al vehicle privat. D'aquest consum, un 98% prové dels derivats del petroli (Figura 12).

Figura 12: Consum final d'energia al transport per combustibles (2005)



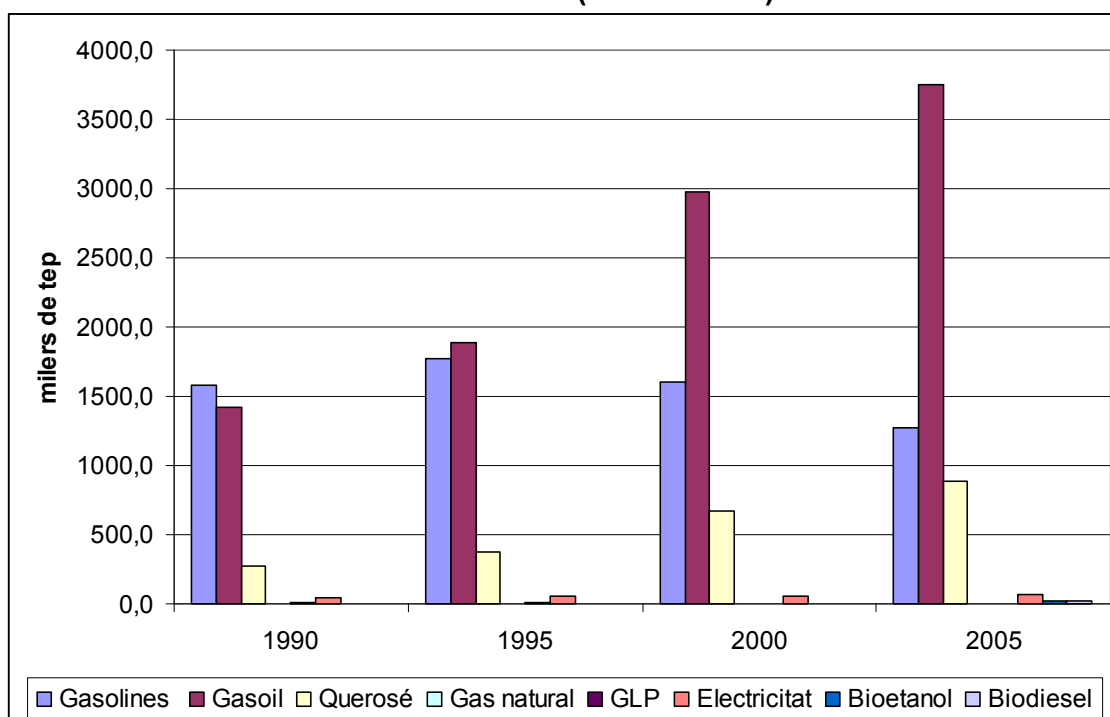
Font: Elaboració pròpia a partir de les dades d'ICAEN (2006)

En els últims anys, l'evolució del consum energètic en el sector transport continua dominada pels derivats del petroli, amb una presència poc important de l'energia elèctrica (al voltant de l'1%) i la introducció, a partir de l'any 2002, dels biocombustibles, tot i que també en proporcions molt petites (veure Figura 13). Dins dels derivats del petroli cal destacar la creixent *dieselització* del parc automobilístic, que fa que el consum de benzina caigui any rere any, sent compensat pel creixement del consum de gasoil, de manera que entre els anys 1990 i 2005, el creixement combinat de gasoil i benzina ha tingut una mitjana del 4,4% anual. El pes del consum d'energia final en el sector transport és molt gran en relació al consum d'energia final a Catalunya, sent l'any 2005 del 37,7% d'aquest. El transport és el principal sector darrera la forta pujada de la demanda primària a Catalunya durant el període 1990 – 2005, que ha estat d'un 72,7% en conjunt. Si bé el consum d'energia final ha crescut durant aquest període un 3,4% anual, el consum d'energia final en el sector transport ho ha fet un 3,7% anual.

Cal destacar la introducció a l'Estat espanyol, des de l'any 1994, de diferents plans per l'afavoriment de la retirada dels vehicles més vells: el Plan Renove I i el Plan Renove II, només per a turismes, i l'actual Plan Prever, que inclou els vehicles industrials lleugers. La introducció d'aquests plans ha provocat

augmentos en el número de vehicles donats de baixa (DGT, 2005), però no ha aconseguit una disminució de l'edat mitjana dels vehicles (ANFAC, 2007). Després de la introducció d'aquest pla les baixes de vehicles vells es van gairebé doblar a tota Catalunya en només un any (augmentant en un 81,9% del 1998 al 1999). Això ha contribuït a millorar l'eficiència del parc d'automòbils, encara que no és l'única variable que s'ha de tenir en compte, ja que per exemple la proporció de vehicles de més de 10 anys ha augmentat progressivament, passant del 9,42% al 1970 a un 39,20% al 1998 (Ministerio de Economía, 2003). També la cilindrada dels vehicles ha crescut. Entre 1988 i 2001, la quota de participació de vehicles de major cilindrada ha augmentat un 182% per als vehicles d'entre 1600 i 1999 cc i un 52% per als vehicles de més de 1999 cc (ibid). Encara que l'eficiència millori per la progressiva renovació del parc d'automòbils, el major número de vehicles i l'augment de cilindrada incidirien en la direcció contrària. Al conjunt de l'eficiència també ha contribuït la *dieselització* del parc automobilístic, encara que altres factors, com l'augment de vendes de vehicles tot-terreny, tendrien a fer baixar aquesta tendència.

Figura 13: Consum energètic a Catalunya al sector transport, per combustibles (1990 – 2005)



Font: Generalitat de Catalunya, 2006

Com ja s'ha comentat, parlar del balanç del petroli al sector transport és parlar de dependència total de les importacions i d'una participació important en el conjunt del consum energètic, un 37% del consum final d'energia (ICAEN, 2006). A més a més, degut a condicions estructurals, el transport té una gran importància per a l'economia catalana, i de fet, les necessitats de transport han anat creixent de manera paral·lela amb el creixement econòmic, tant pel que fa al transport de mercaderies com el de persones. Les pròpies característiques de l'activitat econòmica, cada vegada més recolzada en el sector logístic,

reforcen aquesta tendència. Fenòmens com la deslocalització de la producció de components, l'ús dels mínims estocs necessaris (l'estratègia del anomenat *just in time*), una major rotació de productes i la disminució del volum per producte són responsables d'una major necessitat de transport de mercaderies. Però també en són responsables fenòmens com el model urbanístic de Catalunya, i que correspon a un model de ciutat dispersa, de ràpid creixement, que fa que l'adequació de les infraestructures de transport públic vagi molt per endarrere d'aquesta expansió. En aquesta secció es dedica un apartat específic al transport de mercaderies i un altre al transport de passatgers.

Per la seva estructura territorial, que no afavoreix la possibilitat de fer arribar una bona xarxa de ferrocarril a tot el territori, i per diversos motius històrics, el transport per carretera és la forma més habitual de transport, tant de persones com de mercaderies.

A Catalunya, en el període 1990 – 2005 ha augmentat el parc de vehicles en un 56,7% (segons dades de la DGT). Mentrestant, el cens de conductors s'ha incrementat, en el període 2000 – 2005, en un 8,3%, passant de poc més de 3,5 milions de conductors (3.504.565) a gairebé 3,8 milions (3.797.524).

Durant el mateix període, el consum de combustibles per al transport (benzina i gasoil), ha augmentat un 67,2%, amb una disminució del consum de benzina àmpliament compensat pel consum de gasoil (ICAEN, 2006), com es veu clarament a la Figura 13. La tendència de consum de combustibles derivats del petroli és doncs, a l'alça, tenint en compte que a més dels increments de la mobilitat obligada, el trànsit de mercaderies també augmenta de manera paral·lela al creixement d'àrees econòmiques que impliquen un flux important de mercaderies. Un clar exemple és el sector de la construcció i el trànsit de mercaderies que genera, com s'explicarà més endavant a l'apartat de transport de mercaderies, i com es comenta també al Bloc 11.

Utilització d'altres combustibles

A banda de la gestió de la demanda o l'increment de l'ús del transport públic en detriment del transport privat, una altra opció per a disminuir la dependència d'aquest sector del petroli és la diversificació energètica dels combustibles. Les opcions que es plantegen presenten diverses característiques que les fan més o menys apropiades a mig o llarg termini. A continuació es presenten les més importants: gasos líquats del petroli o del gas natural, biocombustibles, vehicles híbrids, hidrogen o la possibilitat d'electrificació del transport.

Gasos líquats o gas natural comprimit (GNC)

Els combustibles alternatius derivats del petroli, com ara els gasos líquats del petroli o d'altres provinents dels combustibles fòssils, com el gas natural líquat (GNL) o el gas natural comprimit (GNC), estan subjectes als mateixos problemes que els derivats del petroli: seguretat del subministrament i efectes mediambientals del seu ús.

Cal remarcar que no s'inclouen aquí les tecnologies de Gas To Liquids o Coal To Liquids, que requereixen la construcció de plantes dissenyades específicament per portar a terme aquesta mena de transformacions, i a més tenen pitjors efectes ambientals, degut a que són necessaris inputs energètics per a la seva transformació, i que normalment, aquests provenen del carbó o el gas natural, amb el conseqüent augment de les emissions, al menys si parlem de cicles oberts de CO₂.

L'ús d'aquests combustibles alternatius derivats del petroli faria necessària una infraestructura específica, en el cas del GNC, estacions de recàrrega equipades amb compressors capaços d'augmentar la pressió del gas fins a 200 bars, i vehicles equipats amb els dipòsits adequats. Pel que fa al GNL, la líquüefacció s'aconsegueix mitjançant tècniques criogèniques que eviten l'evaporació del gas, i dipòsits capaços de suportar pressions de 5 bars.

A Catalunya s'han dut a terme algunes iniciatives amb aquests combustibles, com és el cas de la ciutat de Barcelona, on durant un any i mig (1995 i 1996), Transports Metropolitans de Barcelona va introduir dos autobusos que consumien gas natural comprimit, prova pilot que ha resultat en la posada en funcionament de 160 autobusos més funcionant amb GNC (TMB, 2004). L'actuació, emmarcada dins la iniciativa europea CIVITAS, projecta que aquest número creixi fins als 250 autobusos (actualment el parc de TMB és de 1019 vehicles). Una altra iniciativa ha estat la portada a terme per l'empresa CESPÀ i l'Institut Català d'Energia (ICAEN, 2007), que des de 1999 presta els seus serveis de recollida de residus amb vehicles propulsats per gas natural líquid.

Biocombustibles

Els biocombustibles tenen l'avantatge que es poden produir localment (tot i que a la pràctica s'està optant per la importació de matèries primeres des de països en desenvolupament), que són més neutres respecte a les emissions de CO₂ i que requereixen poques adaptacions en els vehicles existents. No obstant, i a causa de la limitació en l'extensió dels cultius per a la seva producció, la seva introducció en quantitats significatives suposaria la importació d'aquests biocombustibles o bé la seva producció local a partir de biomassa importada, fet que no solucionaria la qüestió de la independència o la seguretat energètica. Actualment, les plantes de producció de biocombustibles catalanes només satisfan un 0,4% del consum energètic en el transport. Al Bloc 2 ja s'ha analitzat amb força detall les implicacions dels objectius del PEC per al biodièsel a Catalunya.

Vehicles híbrids

Els vehicles híbrids que es comercialitzen a Catalunya combinen l'ús d'un motor d'explosió convencional amb un motor elèctric, les bateries del qual es recarreguen a partir de l'energia extreta de la fricció dels frens. El motor elèctric es pot fer servir tot sol a baixes velocitats o bé com a complement de la potència del motor convencional d'explosió. Una variant dels vehicles híbrids són els anomenats *plug-in hybrids*, dissenyats per a poder ser connectats a la xarxa elèctrica per a recarregar les bateries, o fins i tot per a injectar energia a la xarxa.

Hidrogen

L'hidrogen com a vector energètic per al transport presenta nombroses dificultats tècniques, a més del fet que la seva obtenció a partir del reformat d'hidrocarburs no soluciona el problema de la dependència dels combustibles fòssils, de la mateixa manera que la seva obtenció mitjançant l'electròlisi té un rendiment energètic negatiu (l'energia continguda en l'hidrogen és menor que la utilitzada en el procés de l'electròlisi). A part dels problemes de producció d'hidrogen, les dificultats tècniques associades amb el seu transport i emmagatzematge, la inexistent infraestructura i el pobre rendiment global del procés fan que aquesta opció encara es trobi molt lluny de poder aplicar-se.

Ja s'han dut a terme algunes iniciatives, encara que de petit abast, per demostrar aquest conjunt de tecnologies. Per exemple, dins el projecte Transport Urbà Net per a Europa (CUTE), TMB va posar en circulació tres autobusos d'hidrogen a la ciutat de Barcelona. En aquest cas, cal destacar que l'hidrogen que propulsa aquests autobusos no prové del reformat del gas natural, sinó que es produeix a partir de l'electròlisi de l'aigua, fent servir energia elèctrica produïda amb plaques fotovoltaïques.

Electrificació

L'electrificació del transport, ja sigui privat o col·lectiu, té avantatges en quant a les tecnologies necessàries, donat que avui en dia existeixen motors i bateries amb rendiments acceptables, que si bé no substitueixen totalment la funcionalitat d'un cotxe amb motor d'explosió, podrien constituir una alternativa raonable. El principal obstacle per a la seva implementació, a més de la inexistència d'una producció en massa d'aquests vehicles, és la càrrega addicional que suposaria en la demanda elèctrica per a usos diferents del transport, obstacle que comparteixen amb l'hidrogen, si aquest s'hagués de produir a partir de l'electròlisi de l'aigua.

3.2. Transport de mercaderies

Catalunya és un territori de pas molt important per al transport de mercaderies: es situa com a important eix de connexió amb Europa i amb el sud de la península, a través de l'eix viari del corredor del Mediterrani, i amb el centre peninsular amb el corredor de l'Ebre. Degut a l'activitat dels diferents sectors industrials catalans, Catalunya és també important origen i destinació de mercaderies. Amb dades de l'anàlisi del trànsit de mercaderies que fa el Pla d'Infraestructures del Transport de Catalunya (Generalitat de Catalunya, 2006), es constata la gran importància del transport per carretera en aquest sector: l'any 2003, només un 3% d'aquest es fa per ferrocarril i un 20% per via marítima, enfront del 76% que correspon al transport per carretera. S'ha de tenir en compte que gran part de les mercaderies que arriben per via marítima completen el seu recorregut per carretera. La Plataforma Logística del Delta (PLD), que integra el Port de Barcelona, les Zones d'Activitat Logística del Port de Barcelona (ZAL) I i ZAL II, la Zona Franca, el Polígon Pedrosa i l'Aeroport del Prat va atraure l'any 2000 uns 188.942 vehicles diaris, entre vehicles

pesants, lleugers i turismes. Previsions de l'Autoritat Portuària de Barcelona citades al Pla d'Infraestructures del Transport de Catalunya (2006d) preveuen que al 2020 aquest tràfic de vehicles creixerà fins a gairebé mig milió de vehicles diaris, previsió que de complir-se exerciria una gran pressió en l'eix viari del Llobregat fins a Castellbisbal.

Pel que fa al trànsit que travessa els Pirineus per la frontera, a més dels camions que entren a Catalunya hem d'afegir aquelles mercaderies que, havent arribat via ferrocarril fins a la frontera continuen el seu camí per carretera. Dels 4,3 milions de tones de mercaderies que van arribar per ferrocarril fins a Catalunya per la frontera amb França, 1,9 milions de tones van continuar el seu camí per carretera mitjançant transbordaments fets a Perpinyà-Sant Carles, Rives Altes i el Boló.

Quantitativament, i amb dades de 2005, Catalunya és a més la segona comunitat autònoma, per darrera d'Andalusia, en número de vehicles autoritzats per al transport de mercaderies per carretera, amb 53.824 vehicles (Ministeri de Foment, 2005). Segons dades de l'Enquesta Permanent de Transport de Mercaderies per Carretera, Catalunya és a més la comunitat autònoma que més tones per kilòmetre mou cap a la resta de comunitats autònomes, amb 17.173 milions Tn/km, i la segona en Tn/km rebudes d'altres comunitats autònomes, 15.295 milions. Pel que fa al transport internacional, Catalunya lidera el rànquing de mercaderies rebudes, amb 8.052 milions Tm/km, i es col·loca en tercer lloc, a molt poca distància del segon, el País Valencià, en Tm/km expedides, 5.916 milions. Pel que fa al transport de mercaderies intern, de nou Catalunya es situa en segon lloc per darrera d'Andalusia, amb 10.038 milions de Tm/km.

Segons la Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera 2005, el transport de materials de construcció i minerals, tant bruts com manufacturats (sorra, grava, ciment, peces de formigó, guix, pedra tallada o en brut, maons, teules, etc), representa més de la meitat de les mercaderies transportades a Catalunya. Del mateix estudi es desprèn també que el balanç entre importacions i exportacions de mercaderies de Catalunya és lleugerament positiu, gairebé 1,5 milions de tones. Cal destacar que els balanços que es mostren negatius són els dels materials de construcció i minerals, important des de la resta de l'Estat 2,5 milions de tones el 2005, els de productes agrícoles i animals vius (2 milions de tones) i els de productes metal·lúrgics (0,5 milions de tones). Mentrestant, altres tipus de mercaderies presenten un balanç positiu, com ara els adobs i productes alimentaris i farratges (0,5 milions de tones cadascun), combustibles minerals sòlids i productes petrolífers (0,4 i 1,4 milions de tones respectivament), màquines, vehicles, objectes manufacturats i transaccions especials (1 milió de tones) i finalment, i de manera destacada, l'exportació de productes químics, amb gairebé 4 milions de tones.

Pel que fa a l'evolució del parc de vehicles, en el període 1997 – 2004, i segons dades de la Direcció General de Trànsit, el creixement del número de camions i furgonetes a Catalunya ha estat del 29,6%, arribant el 2004 a 714.600 vehicles en aquesta categoria.

Així doncs, cal destacar el caràcter estructural del gran consum de productes petrolífers destinats al sector del transport de mercaderies, que s'explica per la situació geogràfica de Catalunya, amb els seus importants ports i la seva posició clau en el trànsit que circula pel corredor del Mediterrani. També influeix la importància de sectors com el químic o el de la construcció, que generen un important moviment de tones en el transport per carretera, ja sigui de materials que tenen el seu origen a Catalunya (cas dels productes químics) o bé de materials que tenen la seva destinació a Catalunya (materials de construcció i recursos minerals). En un escenari continuista, en el qual el transport per carretera continuï sent dominant, i en absència d'un canvi en la composició dels combustibles que mouen el parc de vehicles dedicat al transport per carretera, la dependència de l'ús del petroli per al transport de mercaderies continuarà creixent.

Les solucions a aquesta situació poden venir de la mà de polítiques orientades pels actuals plans europeus de gestió del transport, recollits al Llibre blanc de la Unió Europea sobre transport, titulat "La política europea del transport de cara al 2010: l'hora de la veritat" (Comissió Europea, 2004). Dins de les propostes fetes des de la UE, destaca, en primer lloc, el paper del ferrocarril en el transport de mercaderies, amb la recomanació de crear noves línees dedicades exclusivament a les mercaderies. Això passaria per la supressió dels colls d'ampolla, amb recolzament financer per a projectes ferroviaris transfronterers que creuin barreres naturals que, encara que poc rentables, tinguin un valor afegit demostrat, com podria ser la connexió ferroviària de gran capacitat dels Pirineus. A més de la promoció del ferrocarril, també s'aconsella reforçar l'intermodalitat, amb l'èmfasi posat en les connexions marítimes i fluvials amb el ferrocarril (recollit en el Programa Marco Polo II 2007 – 2013).

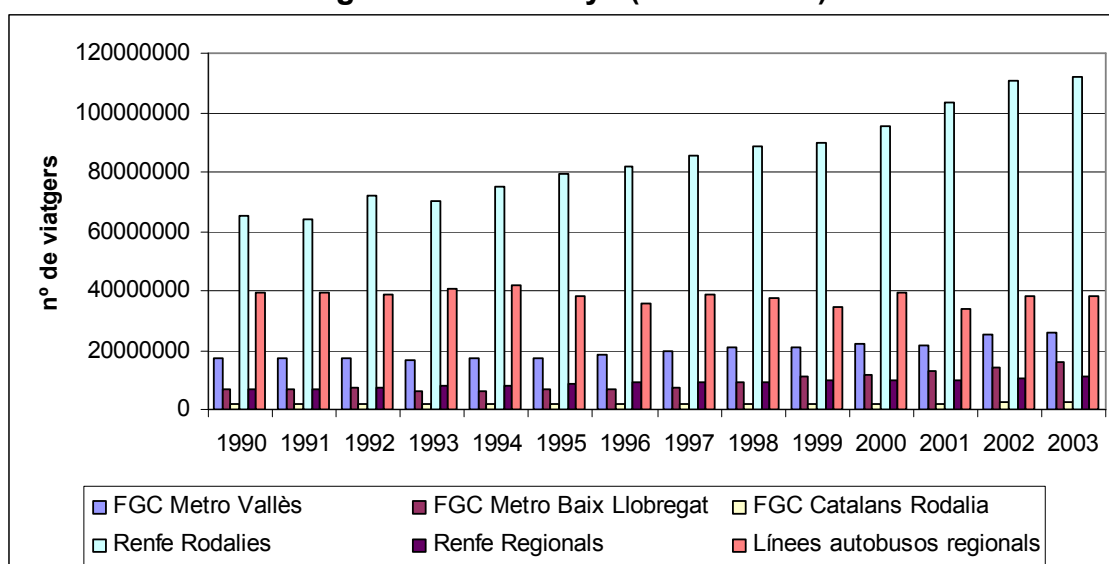
3.3. Transport de passatgers

El creixement econòmic i demogràfic, les taxes d'ocupació i d'estudi i l'augment de la mobilitat intermunicipal han estat els principals factors responsables de l'augment de la mobilitat en els darrers vint anys. Segons dades del Pla d'Infraestructures del Transport de Catalunya, es preveu que entre el 2001 i el 2026 la mobilitat obligada creixi un 2,3% anual, amb una taxa acumulada el final del període d'un 77%. Fins ara, el gran beneficiari d'aquesta mobilitat ha estat el vehicle privat, que si el 1981 representava més d'un 40% de tots els desplaçaments entre municipis per raó de treball, l'any 2001 aquest percentatge estava a prop del 70%. Pel que fa a la mobilitat no obligada (oci, turisme), aquesta tendeix a augmentar amb els augments de la renda i del temps lliure, encara que es manté en una proporció menor: en un dia feiner, representa un 25% del total de la mobilitat.

Dels 563 kilòmetres de la xarxa viària catalana que es troben congestionats (Generalitat de Catalunya 2006d), la major part corresponen a la Regió Metropolitana de Barcelona (RMB). En zones urbanes densament poblades com aquesta, l'alternativa recau en el transport públic, especialment en el

ferrocarril, metro i tramvia. Exceptuant el cas del tramvia, que ha tingut un gran creixement a la RMB gràcies a les línies que enllacen Barcelona i el Baix Llobregat (Trambaix) i Barcelona i Sant Adrià del Besòs (Trambesos), el creixement a les altres modalitats encara està en fase de projecte, i sotmès a l'aplicació del Pla d'Infraestructures de Transport de Catalunya i als acords amb el Ministeri de Foment. No obstant, el creixement en el número d'usuaris del transport públic, especialment en el cas de les Rodalies de Renfe a l'àrea de Barcelona, en absència de creixements en les línies o en la freqüència de pas, resulta en la massificació i congestió del servei. En altres zones, ja sigui per la inexistència de vies d'alta capacitat gratuïtes o per altres motius, com la falta d'integració entre les xarxes de transport públic, manca d'infraestructures, situació orogràfica, etc, el transport privat per carretera continua creixent davant la major demanda de mobilitat intermunicipal.

Figura 14: Evolució del nombre de viatgers a RENFE, FGC i autobusos regulars a Catalunya (1990 – 2003)



Font: Generalitat de Catalunya 2004

El Pla d'Infraestructures per al Transport de Catalunya identifica algunes de les zones que pateixen un dèficit d'infraestructures del transport. Així, les comarques pirinenques amb els desplaçaments entre Vielha-Sort, Sort-la Seu, el Pont de Suert-Sort, Berga-Ripoll o Ripoll-Puigcerdà, la connexió Igualada-Manresa o Falset-Les Borges Blanques són algunes de les més problemàtiques.

Una de les conseqüències del dèficit en les infraestructures del transport és que la velocitat comercial dels vehicles a Catalunya ha estat minvant els últims sis anys. La congestió és, a més dels problemes que causa a la mobilitat, un factor molt important per fer caure encara més l'eficiència del transport privat, especialment en el cas del transport de passatgers en vehicle privat, degut a la seva baixa ocupació habitual. A aquesta circumstància s'afegeix el fet que l'ocupació de la xarxa viària segueix un patró horari que tendeix a concentrar els desplaçaments en franges horàries molt concretes que afavoreixen la congestió.

Pel que fa a les modalitats del transport públic per carretera, segons dades de l'Observatori del transport de viatgers per carretera (Ministeri de Foment 2005), Catalunya avui és la tercera comunitat autònoma en número d'autobusos per al transport de viatges, amb 4.597 unitats, només superada per Andalusia (4.690) i la Comunitat Autònoma de Madrid (6.795). En quant a serveis públics de transport en turismes (taxis) i lloguers de cotxes amb conductor, són aquestes mateixes comunitats autònomes les que ocupen els primers llocs: Catalunya es troba en el segon lloc, amb 10.493 autoritzacions de servei públic de transport en turismes, superada per Madrid i seguit per Andalusia. En el cas del lloguer de vehicles amb conductor l'ordre és el mateix, amb Catalunya en segon lloc amb 402 llicències.

L'evolució del parc de vehicles en el període 1990 – 2005, incloent turismes, motocicletes i autobusos, ha estat d'un 47,8%, 62% i 36,1% respectivament, amb un número de vehicles d'aquestes categories el 2005 de 3.181.101, 486.366 i 7.529 unitats respectivament. En conjunt, el parc de vehicles per al transport de passatgers per carretera, ha augmentat en el període esmentat en un 49,5% (un 3,3% anual).

En resum, en aquest sector s'observen creixements en gairebé totes les modalitats, exceptuant les línies d'autobusos regionals; la mobilitat que més augmenta és la intermunicipal obligada, i allà on no existeixen les suficients infraestructures de transport públic, aquesta mobilitat és satisfeta amb el vehicle privat. Això es manifesta en l'augment del consum energètic destinat al transport, que segons les últimes dades es reparteixen aquest consum a parts iguals (Generalitat de Catalunya 2006a). Totes les previsions, tant de caràcter autonòmic (PITC) com estatal (PEIT) apunten a importants creixements de les infraestructures de transport públic, però al mateix temps s'insisteix en el sobredimensionament de les infraestructures viàries com a part de la solució. Des del punt de vista del consum energètic, les previsions (Generalitat de Catalunya, 2006d) apunten a que continuarà creixent a un ritme superior al d'altres sectors. Per tal de canviar aquesta tendència, alguns eixos d'actuació possibles, ja apuntats per exemple a la Llei de Mobilitat¹³, fan referència a una millora de les infraestructures de transport públic, la millora de la intermodalitat, una millora de l'eficiència energètica dels vehicles i la diversificació energètica dels combustibles per al transport.

3.4. El sector transport davant la seguretat del subministrament de petroli

El sector del transport és especialment vulnerable a les interrupcions i les davallades del subministrament de petroli, així com als augments de preus, com es va poder observar, per exemple, durant els xocs petrolers dels anys 1973 i 1981. Les davallades de producció i subministrament poden estar causades per l'esgotament de jaciments o províncies petrolieres concretes, o bé ser degudes a motius geopolítics (com és el cas de l'Iraq actual) o bé poden

¹³ Llei 9/2003, de 13 de juny, de la mobilitat. DOGC núm. 3913 de 27/6/2003

ser estructurals i permanents, com seria el cas si la producció mundial arribés al punt de màxima extracció (cim del petroli).

L'any 2005 l'Agència Internacional de l'Energia va publicar l'informe "*Saving Oil in a Hurry: Measures for Rapid Demand Restraint in Transport*" (AIE 2005c), on proposava una sèrie de mesures per tal de gestionar una crisi puntual en el subministrament de petroli. L'agència va determinar que les mesures més efectives per a disminuir el consum del petroli en el transport en cas d'una crisi puntual són les més restrictives, com les prohibicions de la circulació. Aquestes mesures, però, sovint s'han d'enfrontar a la resistència de l'opinió pública. Altres mesures, més dependents de la bona voluntat de la població, produeixen estalvis més petits, però la seva relació cost-efectivitat és molt alta, com per exemple un canvi en els horaris de treball o el teletreball. Per contra, les mesures amb costos més grans, especialment si es tracta d'infraestructures, no són rendibles a l'hora d'aconseguir estalvis en el consum de combustible.

Pel que fa als efectes sobre el transport d'un problema estructural en el subministrament, com serien els efectes del cim del petroli, un dels informes de major prestigi que han tractat aquesta qüestió és l'anomenat *Informe Hirsch* (SAIC 2005), encarregat pel Departament d'Energia dels Estats Units. L'informe es centra en els efectes que el pic (o cim) del petroli tindria en el subministrament de combustibles líquids derivats dels hidrocarburs per al transport. En aquest informe s'adopta una perspectiva de gestió del risc, i l'estratègia de mitigació proposada parteix de les tecnologies disponibles actualment, per la qual cosa un aspecte clau és el temps de reacció com a factor que determinarà l'èxit d'aquestes estratègies.

En aquest sentit, la conclusió a la que arriba estima que faria falta avançar-se 20 anys al moment del cim del petroli per aconseguir posar en marxa les mesures necessàries per tal que aquest no tingués cap efecte negatiu sobre la societat i l'economia. Si confrontem aquesta dada amb les diferents dates que s'han donat per al cim del petroli (que s'explicaran en detall a la secció 4) trobem que només en els casos més optimistes, un pic del petroli a partir de 2030, seriem a temps de gestionar l'arribada d'aquest fenomen de manera que no suposés un perjudici greu per als nostres sistemes econòmics i socials.

Una altra de les característiques d'aquest informe és la de centrar-se gairebé de manera exclusiva en mesures de subministrament, i en menor mesura en la millora d'eficiència en els vehicles o l'estalvi. Així, l'informe no contempla mesures de nova fiscalitat en el transport o de legislació sobre l'ús de l'automòbil, com ara reduccions de velocitat, prohibició de circulació en dies alterns, etc., que sí que podrien ser mesures útils per tal de modificar els hàbits d'utilització del vehicle privat.

L'objectiu de l'informe Hirsch, doncs, és presentar mesures d'actuació sobre tecnologies per a la producció de combustibles líquids per al transport en diferents escenaris temporals, i avaluar la seva capacitat de mitigar les dificultats que pot comportar el pic del petroli sobre el sistema de transport. L'informe Hirsch identifica diferents mesures de mitigació:

En primer lloc, la conservació (és a dir, l'estalvi), encara que aquesta seria producte exclusivament de l'aplicació de tecnologies existents a la flota de vehicles, com ara nous dissenys més eficients en l'ús del combustible (per exemple, una més gran generalització dels motors dièsel), o petites modificacions als motors (centraletes electròniques que desactivin un cilindre del motor quan la demanda de potència és baixa). També es poden promoure tecnologies disponibles com la dels vehicles híbrids, que combinen motors d'explosió tradicionals amb motors elèctrics.

Una altra mesura de mitigació seria la millora de la recuperació en els jaciments de petroli. Aquesta mesura afecta menys a països com Espanya, que compten amb molt poques reserves i amb petites expectatives de trobar nous jaciments. L'informe Hirsch també inclou l'opció d'explotar petrolis no convencionals, com els petrolis pesants i les sorres asfàltiques. Aquestes mesures, de nou, només són aplicables als països on existeixin aquesta mena de recursos energètics. En tot cas, cal destacar que l'extracció dels petrolis no convencionals és energèticament menys rendible i comporten un impacte mediambiental més gran (Campbell 2004).

Seguint amb altres alternatives per a la substitució del petroli en el transport, l'informe Hirsch contempla la possibilitat de fer servir la tecnologia de Gas To Liquids (GTL) i de Coal To Liquids (CTL) per a produir combustibles líquids a partir de gas natural o carbó mitjançant el procés Fisher-Tropsch (F-T). Aquesta opció seria viable tècnicament avui en dia, però tant el gas natural com el carbó estan subjectes també a l'esgotament i la seva extracció també segueix un perfil semblant a la corba de Hubbert, ja que també s'aprofiten primer els jaciments més grans, de més bona qualitat i amb un retorn energètic major. En cas d'un aprofitament massiu de les reserves de gas i carbó per a la seva conversió en combustibles sintètics, s'hauria de revisar a l'alça les previsions de demanda durant les properes dècades, per tal d'acomodar el seu nou ús com a font de combustibles per al transport. I tot això en escenaris que ja preveuen un fort creixement de la demanda d'aquí al 2030: un 60,1% per al carbó i un 68% per al gas natural (AIE 2006).

Els biocombustibles són una altra de les opcions proposades. En aquest sentit, la Unió Europea ja s'ha proposat uns objectius de penetració en el mercat de combustibles líquids per al transport de més d'un 5,75% al 2010¹⁴, i la Comissió Europea ha proposat avançar més en aquest sentit establint un objectiu mínim vinculat del 10% dels combustibles per al transport el 2020¹⁵. Encara que teòricament sembla possible, els requeriments de terres de cultiu i la competència amb altres usos del sòl ho fa molt difícil a la pràctica (IPTS 2006), de forma que s'opta per les importacions de primeres matèries, amb els importants impactes associats que s'expliquen al Bloc 2.

¹⁴ Directiva 2003/30/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 8 de maig de 2003, relativa al foment de l'ús de biocarburants i altres combustibles renovables en el transport [Diari Oficial L 123 de 17.5.2003].

¹⁵ COM (2007) 1 final. Comunicació de la Comissió al Consell Europeu i al Parlament Europeu. Una política energètica per a Europa.

L'informe Hirsch també estudia les opcions de l'electrificació del transport i l'hidrogen. Ambdós comparteixen la característica de que el vector elèctric o d'hidrogen necessiten d'una font primària per a ser produïts, de manera que estaríem desplaçant la càrrega de la producció d'aquests vectors a sistemes ja existents i que, si descomptem l'energia nuclear i les renovables, es recolzen majoritàriament en energies primàries d'origen fòssil. A més, en aquests casos hauríem d'afegir el cost addicional de renovació de la flota de vehicles, inclòs el factor temporal, i els costos en noves infraestructures (hidrogeneres, estacions de recàrrega, construcció i reciclatge de bateries, transport, etc).

4. Cim del petroli

Aquest bloc, dedicat a l'ús del petroli a la indústria i al transport, es complementa amb aquest apartat que analitza en profunditat el concepte de cim del petroli i la situació mundial de les reserves de petroli (temes que es tracten també al Bloc 7). Darrera la forta pujada experimentada en els mercats del petroli en els darrers quatre anys es situen diverses incerteses que han portat de nou a l'actualitat el debat sobre el futur del petroli. A més a més de problemes amb la fiabilitat de les dades, la falta d'inversió i les restriccions en l'accés a les reserves, els aspectes purament geològics de la producció, especialment els límits en els fluxos recuperables de petroli i la seva qualitat i rendiment energètic han entrat a la discussió del futur d'aquest important recurs energètic. Totes aquestes circumstàncies, però especialment els límits geològics, afecten profundament les previsions en la disponibilitat d'aquest recurs, i per això cal un seguiment de les dades i les hipòtesis que envolten el fenomen del cim del petroli.

4.1. Antecedents

Podem atribuir la paternitat del concepte de "cim de producció de petroli" al geofísic nord-americà Marion King Hubbert (1903 - 1989). Hubbert va dedicar la primera part de la seva carrera a la investigació i la pràctica de la exploració i producció petrolífera, a New Mexic, Oklahoma i Texas, treballant amb companyies com Amerada i Shell. Va ser pioner en la utilització de tècniques sísmiques en l'exploració. La segona part de la seva carrera la va dedicar a l'ensenyament, a les universitats de Columbia, Stanford, Califòrnia (CIT) i Massachusetts (MIT), juntament amb el seu treball al US Geological Survey. Però el que el va fer famós va ser un discurs pronunciat en una trobada del American Petroleum Institute, a San Antonio (Texas), el març de 1956. Allà va anunciar que els Estats Units arribarien al seu màxim de producció petrolera en un termini de 10 o 15 anys.

El concepte de cim (també conegut com a "pic" o "zenit" del petroli) era ben conegut per als geòlegs, geofísics i enginyers de la indústria petrolera, ja que sabien per experiència que el perfil de producció dels pous individuals està marcat per un punt màxim, a partir del qual la producció disminueix progressivament. En aquells temps de bonança petrolera, en els que els Estats Units (EUA) eren el primer productor mundial de cru i feien servir el seu propi cartel (la Texas Railroad Commission, que més tard va servir d'inspiració per al naixement de l'OPEP), ningú havia gosat proposar que el que era vàlid per a un pou podria ser vàlid per al conjunt de pous, jaciments, províncies petrolieres, països i finalment el món.

En el treball presentat a l'American Petroleum Institute el mes de juny de 1956 ("Nuclear energy and the fossil fuels"¹⁶), Hubbert va indicar que durant les

¹⁶ Disponible a <http://www.hubbertypeak.com/hubberty/1956/1956.pdf>

etapes inicials en l'extracció de recursos fòssils com el carbó o el petroli, i en absència de condicionants externs, l'extracció tendeix a créixer exponencialment. Hubbert s'interrogava sobre quant més temps es podria mantenir aquesta tendència, comptant amb la premissa que, tot i que els processos geològics que havien creat aquest recursos encara continuaven en marxa, en la pràctica l'explotació dels combustibles fòssils consistiria en el progressiu esgotament d'una quantitat fixa del recurs, ja que aquest no rebria adicions significants durant un període rellevant per a la humanitat. Hubbert va concloure que, lògicament, cap recurs finit pot ser extret a un ritme de creixement exponencial, més enllà de breus períodes de temps, ja que existeixen límits físics que ho impedeixen. Per visualitzar les seves observacions, Hubbert va considerar que en la corba d'extracció d'un recurs finit hi ha dos punts que són coneguts: la producció es zero quan $t=0$ i la producció torna a ser zero quan $t=\infty$ i el recurs s'ha exhaurit. És a dir, la producció ha de començar al zero, passar per un o més màxims i acabar tornant a ser zero. Hubbert va considerar també els principis del càlcul integral per acabar fent servir una derivada d'una corba logística per als seus càlculs, coneguda avui com la "corba de Hubbert":

Figura 15: Corba original de Hubbert per a la producció de petroli als EUA

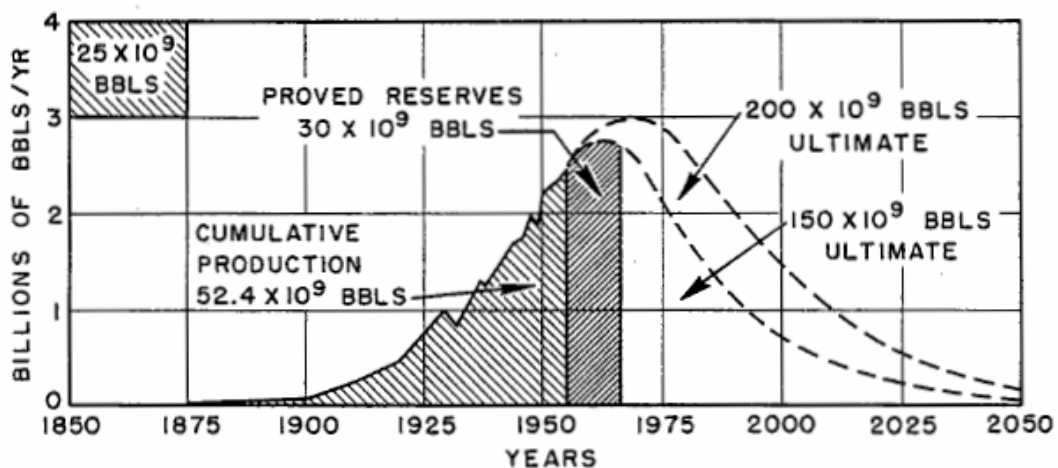


Figure 21 – Ultimate United States crude-oil production based on assumed initial reserves of 150 and 200 billion barrels.

Font: "Nuclear energy and the fossil fuels" (Hubbert 1956)

Malgrat el seu evident interès com a precursor del càlcul de reserves i estimacions de la producció futura, existeixen molts més factors que afecten a la producció de petroli, com per exemple els factors polítics. De fet, Hubbert va calcular també quan es produiria el cim mundial de la producció de petroli (que va situar en l'any 2000), però evidentment el seu model no va poder preveure, per exemple, els dos *shocks* petrolers del 73 i el 81 (causats pels efectes de la guerra del Yom Kippur i de la revolució islàmica a Iran, respectivament). Els Estats Units van arribar al seu cim de la producció el 1971, tal com Hubbert havia predit, i van començar a satisfer la seva demanda amb quantitats creixents de petroli importat. Les reflexions de Hubbert van ser majoritàriament oblidades, fins que l'any 1998 dos geòlegs retirats van publicar un polèmic

article que rescatava els fonaments del pensament de Hubbert (Campbell i Laherrère, 1998).

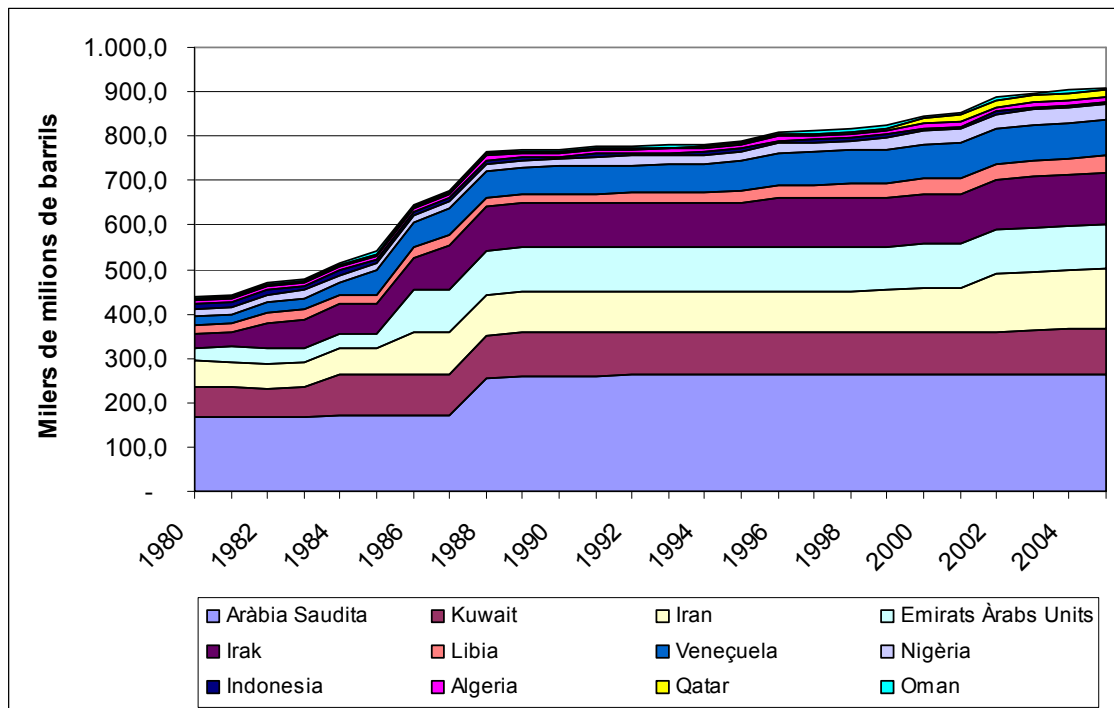
“The end of cheap oil”, escrit pels geòlegs Colin Campbell i Jean Laherrère i publicat el 1998 per a Scientific American, va tornar a posar el debat del futur del subministrament del petroli d’actualitat, almenys en cercles científics, però s’hauria d’esperar fins al 2002, moment en el qual el petroli va iniciar una nova escalada de preus, per tal que el debat sobre el cim del petroli tornés a l’actualitat, arribant fins i tot més enllà dels cercles especialitzats.

Els arguments de Campbell i Laherrère a Scientific American, basats en el seu coneixement sobre el terreny (ambdós són geòlegs retirats amb molta experiència en l’exploració petrolífera), posaven en qüestió el “pensament convencional” que fins llavors havia predominat entre la indústria i els analistes del petroli.

En primer lloc, Campbell i Laherrère dubtaren tant de les xifres de reserves com dels conceptes amb els que fins ara havia treballat la indústria. En el cas dels volums de reserves, aquests autors van denunciar que les xifres oficials eren producte de simples enquestes en les quals companyies i ministeris simplement declaraven les quantitats sense cap obligació de justificar-les o presentar una auditoria independent sobre aquestes. Potser el cas més escandalós, ja denunciat en el moment de la publicació de l’article, va ser el que van protagonitzar els sis països membres de l’OPEP que més produïen, quan el 1987 van doblar les seves reserves, sense cap mena de justificació geològica (vegeu la Figura 16). A aquest fet s’hi ha d’afegir que molts d’aquests països informen de quantitats de reserves invariables, malgrat la producció. Així, l’Iran, malgrat haver produït més de 8.600 milions de barrils en el període 1986 – 1993, va mantenir intacta la seva xifra de reserves provades en 92.900 milions de barrils (BP, 2006). També l’Iraq va mantenir les seves reserves en 100.000 milions de barrils durant el període 1987 – 1995, malgrat haver produït més de 12.000 milions de barrils (ibid).

El veritable motiu de la revisió de reserves de l’any 1988 va ser el sistema de quotes imposat per la OPEP als seus membres, segons el qual, cada país només podria produir en proporció a les seves reserves de petroli.

Figura 16: Revisió i evolució de reserves provades de l'OPEP



Font: BP Statistical Review 2006

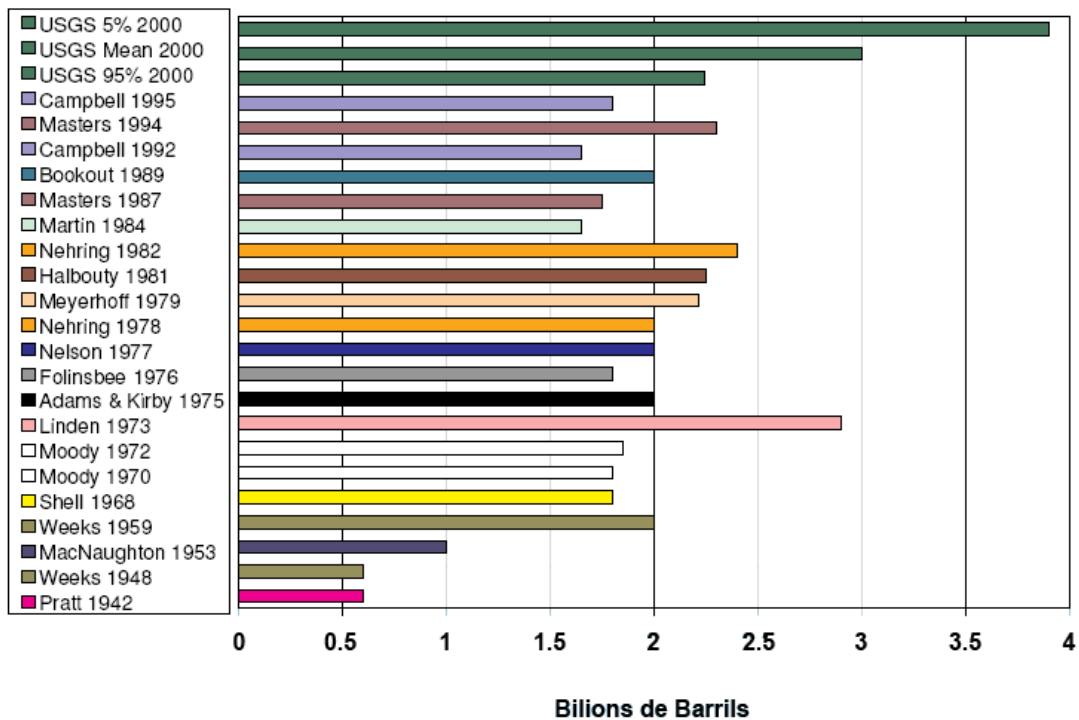
L'altre problema amb les reserves té l'origen en quina és la seva nomenclatura i com es classifiquen. Normalment, la classificació que la indústria fa servir es compon dels següents tipus de reserves:

- El que s'ha extret fins ara (*Cumulative Production*, o Producció Acumulada).
- L'estimació del que queda per produir dels jaciments coneguts (*Reserves*)
 - *Reserves provades*: ja han estat descobertes i es té una raonable certesa de que es podran extreure profitosament.
 - *Reserves probables*: volums que es pensa que existeixen en acumulacions ja descobertes i que s'espera que siguin comercials, però amb menys probabilitat que les reserves provades.
 - *Reserves possibles*: volums en jaciments ja descoberts però que tenen menys probabilitats de ser recuperats que les reserves probables.
- Estimacions del que es podria produir dels jaciments que es descobriran en el futur (*Yet-to-Find*, o Encara per Descobrir).

El problema és que no tots els països ni totes les companyies segueixen el mateix criteri. Així, les companyies que cotitzen a Wall Street han de seguir les normes de la *Securities and Exchange Commission* (SEC), que obliga a reportar només les reserves provades. Mentrestant, altres reports no segueixen les mateixes normes, i mesclen xifres de reserves amb diferents graus d'incertesa.

Tampoc hi ha consens respecte al total del petroli que s'espera que es pugui extreure, conceptualitzat amb el terme *Ultimate Recoverable Resource* (URR) (recurs últim recuperable). Tampoc podem parlar d'un sistema universal de comptabilització d'aquests conceptes. Per exemple, alguns geòlegs treballen amb un rang de probabilitats, que s'expressa com P_n , on n és el tant per cent de probabilitats de que realment existeixen la quantitat de reserves estimades. Així, per als seus pronòstics, la United States Geological Survey (USGS), pot classificar les reserves com a P90 o P5, depenent del grau de certesa que es té sobre l'estimació. El problema és que habitualment no es produeix aquest refinament en la publicació d'estimacions, i a les estadístiques resultants d'aquestes enquestes sense verificar o especificar acaben sumades totes juntes, tant les reserves provades com les possibles, tant les P5 com les P95, tant els petrolis lleugers com els pesants o no convencionals, i tot això, sumat sense distinció, acaba en informes que després serveixen de base per a posteriors estudis. És el cas del British Petroleum Statistical Review, confeccionat a base de dades provinents d'enquestes fetes per la publicació Oil & Gas Journal.

Figura 17: Diferents estimacions per a l'URR (recurs últim recuperable) de petroli a nivell mundial

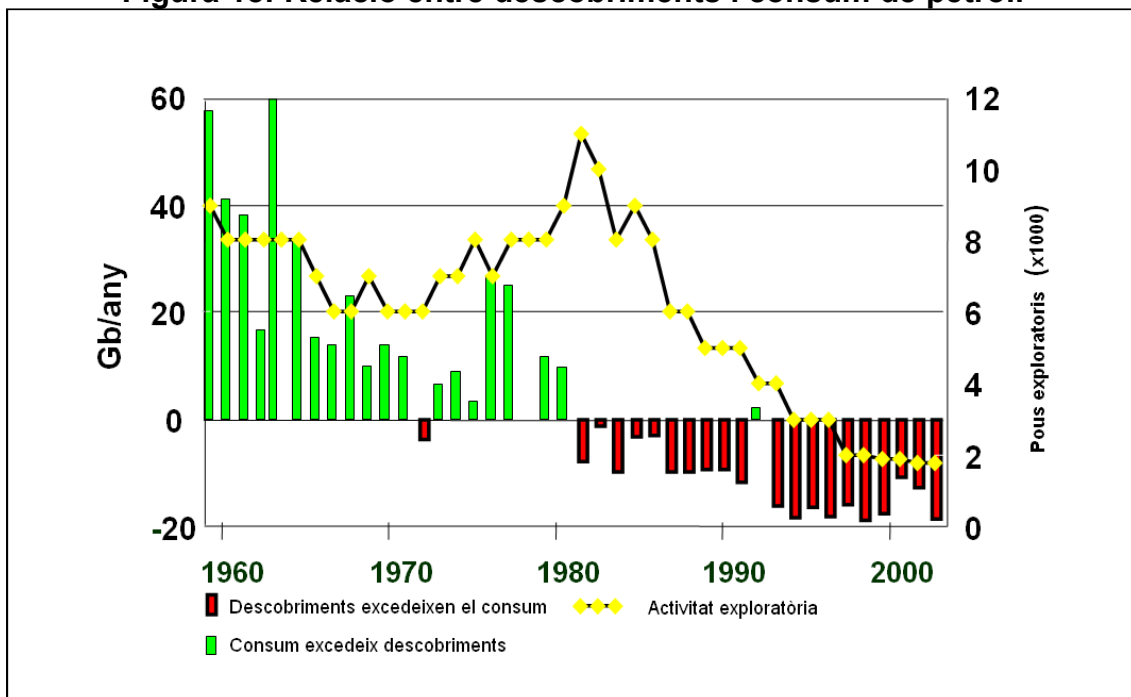


Font: Energy Information Administration 2000

La Figura 17 mostra diferents estimacions de les reserves mundials de petroli. Cal destacar que malgrat que l'USGS fa servir en els seus estudis el valor mitjà (*mean value*) de les seves estimacions, quantitat que després és assumida per altres organismes com l'EIA o l'AIE, és el valor P95, al que s'assigna més probabilitats d'encert, el que més s'assembla a d'altres estimacions, considerades comunament com a "pessimistes".

Un altre argument presentat per Campbell i Laherrère és la davallada dels descobriments. Atès que la quantitat màxima de descobriments es van produir a principis dels anys 60 (Smil 2003), aquests geòlegs no creuen que hi pugui haver nous descobriments significatius, i pensen que ja hem descobert el 92% de tot el petroli recuperable. Per il·lustrar aquest punt, Campbell i Laherrère recomanen mostrar els descobriments ajustats a la data del descobriment, per així mostrar que a mesura que passa el temps, i malgrat els avenços tècnics, cada vegada calen més pous exploratoris (els *wildcats*), per descobrir la mateixa quantitat de petroli. Presentant les dades d'aquesta manera es pretén també desmuntar l'argument del "creixement de les reserves", que per a Campbell i Laherrère no demostra que cada vegada podem treure més petroli dels jaciments ja descoberts, sinó que les estimacions inicials s'han presentat de manera voluntària amb volums més modestos que els reals. Aquesta pràctica és seguida sobretot per les companyies privades, que d'aquesta manera poden assegurar-se un continu flux de reserves que els permet presentar un percentatge de reserves que sempre compensa el que s'extrau anualment.

Figura 18: Relació entre descobriments i consum de petroli



Font: Adaptat de Campbell i Zagar (2004)

4.2. Estat actual de la discussió

El pronunciat repunt dels preus del petroli experimentat des de l'any 2000 i la disminució de la capacitat excedentària de petroli a partir de l'any 2002 han estat en gran part responsables de la revifalla del debat del cim de la producció mundial de petroli. El cim del petroli ha ocupat portades d'importantes revistes (National Geographic 2004), editorials de grans diaris (New York Times 2004 i 2006), programes especials a la televisió (CNN 2006) i diversos documentals (Green i Silverthorn 2004, Sunset Presse 2005), a més de gran quantitat de llibres, tant tècnics com dedicats al gran públic (Smil 2003, Heinberg 2003 i 2004, Deffeyes 2003 i 2005, Campbell 2004, Kunstler 2005, Roberts 2005, Simmons 2005, Goodstein 2005, Tertzakian 2006). La divisió entre pessimistes i optimistes s'ha tornat a repetir, amb un major ressò mediàtic.

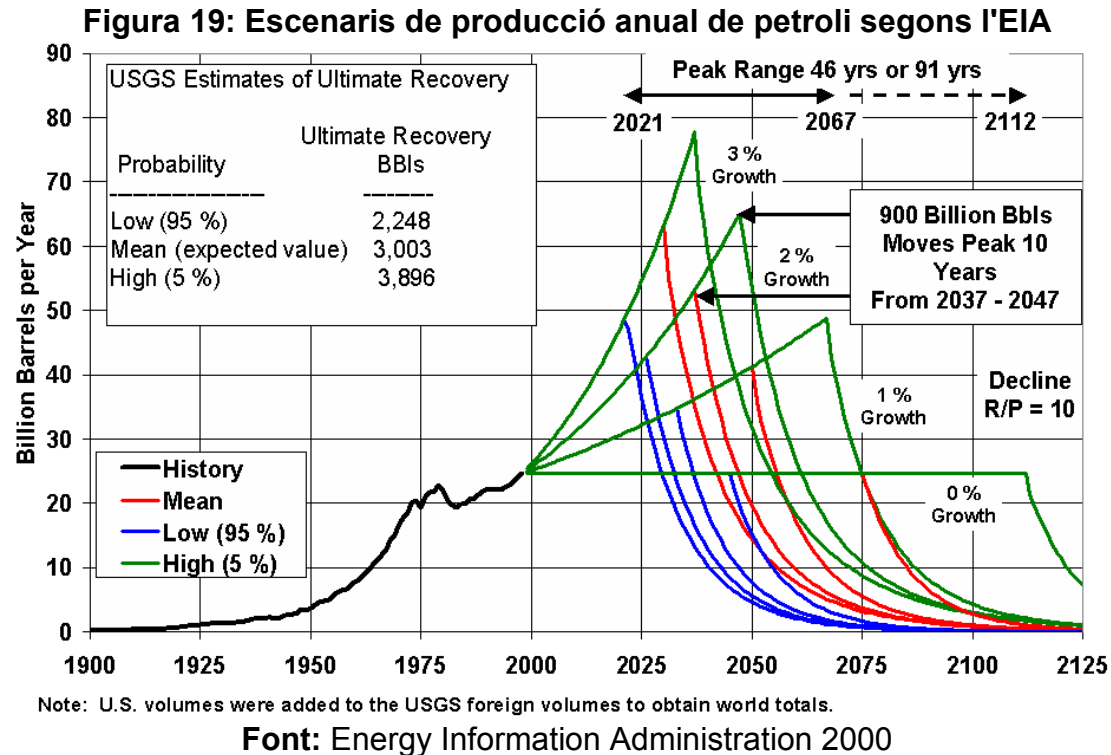
Cal destacar l'actitud, ben diferent, de dues companyies de petroli nord-americanes. D'una banda, Chevron ha posat en marxa una campanya anomenada "Will You Join Us?"¹⁷ ("T'uneixes a nosaltres?"), on manifesta clarament que "l'era del petroli fàcil s'ha acabat" i proposa un debat obert amb els ciutadans sobre els reptes energètics. Al mateix temps, ExxonMobil va pagar un anunci¹⁸ a plana sencera al New York Times on s'afirmava que "contràriament al que diu la teoria, la producció de petroli no mostra signes d'haver arribat al cim". L'anunci va ser publicat el dia següent de la publicació d'un editorial sobre el cim del petroli (New York Times 2006).

Amb una mirada més atenta, la distinció entre pessimistes i optimistes ens presenta un panorama quelcom més complex. En primer lloc, ningú nega el fenomen del cim del petroli, fins i tot els més optimistes, com l'Energy Information Administration mostren gràfiques on la producció de petroli arriba a un màxim per a després caure.

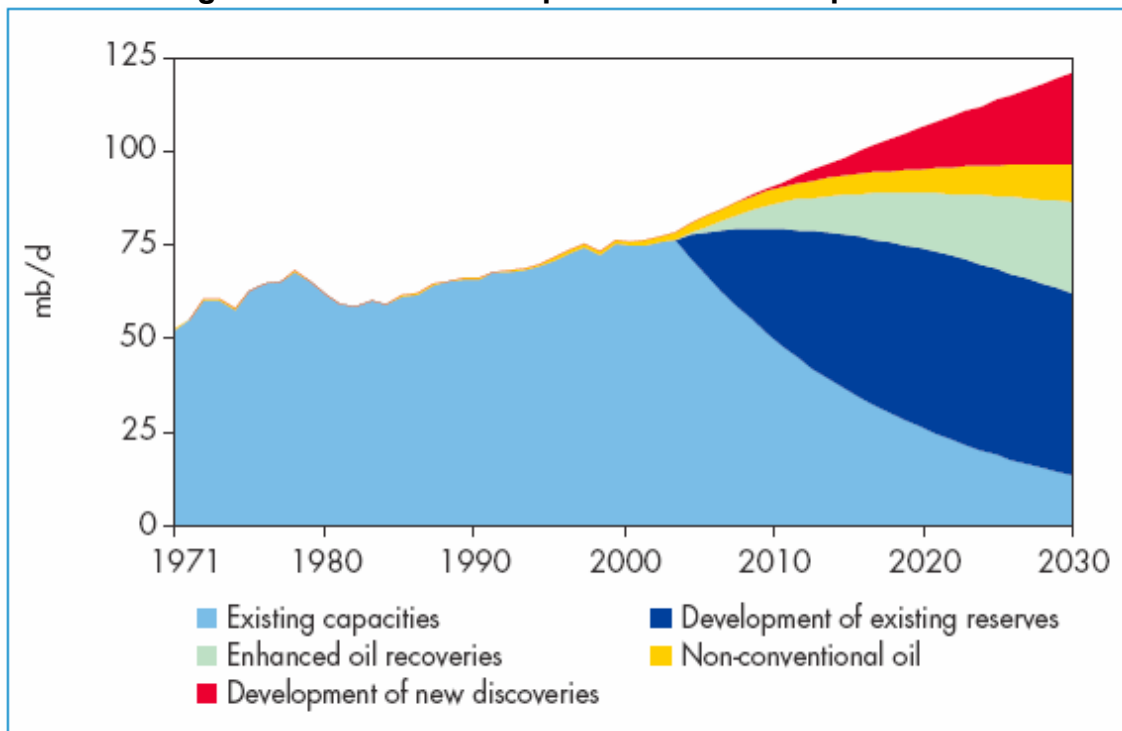
El debat actual es centra, d'una banda, en la data del cim de la producció de petroli mundial, i de l'altra, en els seus efectes. Tant l'Energy Information Administration com l'Agència Internacional de l'Energia, per citar les dues institucions que publiquen els pronòstics energètics amb més referències i que serveixen de model per als governs dels països industrialitzats, fan servir com a base l'estudi publicat pel servei geològic dels EUA (USGS 2000). Aquest estudi pronostica un cim del petroli l'any 2021 (Figura 19) i per tant podem qualificar-los com a "proponents d'un cim tardà".

¹⁷ <http://www.willyoujoinus.com/>

¹⁸ http://www.exxonmobil.com/Corporate/Files/Corporate/OpEd_peakoil.pdf



És important destacar que un dels arguments del camp “pessimista” és que per al futur de la producció petrolera, és molt més rellevant la “capacitat de producció” que les reserves. Aquest argument es basa en les diferents qualitats del petroli, com ara la seva viscositat o el seu contingut en sofre i en les dificultats de producció dels petrolis no convencionals i dels petrolis que es troben en aigües profundes i ultraprofundes o a les zones polars. Com que al principi de l’exploració petrolera es troben primer els jaciments més grans i es tendeix a explotar primer els petrolis de més bona qualitat (Campbell 2003), en absència de nous descobriments la tendència és que l’extracció de petroli que queda és progressivament més difícil, i per tant més cara, i la seva taxa de retorn energètic és menor. Com que la tendència és que cada vegada s’incloguin més petrolis pesants i altres tipus de petrolis no convencional al conjunt de reserves amb les quals es compta per a satisfer el consum previst, juntament amb el desenvolupament dels camps existents, les anàlisis més conservadores posen l’accent en què per satisfer la demanda prevista no només cal que les reserves existeixin, sinó que a més aquestes es puguin extreure al ritme necessari i a uns costos raonables. Per tant, és la qualitat de les reserves, entesa com la qualitat del petroli més la seva accessibilitat, la que determinarà els nivells de producció probables.

Figura 20: Producció de petroli fins al 2030 per fonts

Font: AIE 2004

El millor exemple de que el volum de les reserves no té relació amb el seu ritme d'extracció és el de les sorres asfàltiques del Canadà. Aquestes reserves provades de petroli no convencional, malgrat ser abundants (179.000 milions de barrils), no es preveu que puguin aportar més de 5 milions de barrils diaris (mbd) el 2015 segons l'AIE (AIE 2006), mentre que altres no esperen que s'arribi a aquest nivell de producció fins al 2030 (Alekklett et al 2006). Des del 2005, quan la publicació Oil & Gas Journal va decidir que les sorres asfàltiques canadenques s'afegirien a les reserves provades convencionals a les seves estadístiques, Canadà ostenta el segon lloc mundial en reserves provades. Però si ho comparem amb el primer classificat, es pot veure clarament per què una gran quantitat de reserves no ens assegura un nivell d'extracció proporcional a aquestes:

- Aràbia Saudita, amb 267.000 milions de barrils en reserves provades, té una capacitat de producció de 9,5 mbd, que segons les previsions més conservadores, podria mantenir durant vint anys més (ASPO 2006).
- Canadà, amb 179.000 milions de barrils en reserves provades, té una capacitat de producció de gairebé 1 mbd (CAPP 2005), amb un horitzó màxim de producció de 5 mbd al 2015 o al 2030, segons les fonts.

Així, l'Agència Internacional de l'Energia (AIE 2004) afirmava al sumari del World Energy Outlook 2004 que "la producció de petroli convencional no arribarà al cim abans del 2030 si es fan les inversions necessàries". En el capítol 3 del mateix informe, especifica que si l'URR (el total de recursos que es podran extreure) estimat per aquesta previsió resulta massa alt (es refereix a una estimació posterior al USGS 2000 del *mean value* del URR de 2.626 milers

de milions de barrils), el cim podria arribar el 2015 o abans. Això demostra que, segons les estimacions del URR que s'utilitzin, un pot caure ràpidament en el camp dels “pessimistes”.

Més endavant, en un altre informe, l'Agència Internacional de l'Energia (AIE 2005a) va abordar la qüestió d'una manera molt més clara, fins i tot fent referència a les prediccions completes fetes per Hubbert respecte a la producció de petroli als Estats Units. De nou, el mateix missatge es repetia, matisant que per a evitar un cim del petroli abans del 2030, farà falta la introducció d'avenços tecnològics i la inversió de fins a 5 bilions de dòlars d'aquí al 2030. La combinació d'inversió i tecnologia serviria per augmentar la recuperació en els jaciments coneguts, accedir a d'altres situats en territoris “frontera”, com ara les aigües ultraprofundes o l'Àrtic i l'Antàrtic, i aprofitar els dipòsits de petroli no convencionals, com ara les sorres asfàltiques canadenques o els petrolis pesants de la franja de l'Orinoco a Veneçuela.

L'any 2005, l'AIE va publicar *“Saving Oil in a Hurry: Measures for Rapid Demand Restraint in Transport”* (AIE, 2005c), on, en plena crisi de preus del petroli, oferia als membres de l'OCDE consells per superar interrupcions puntuals en el subministrament de petroli. Malgrat que no era específicament un informe sobre el cim de la producció de petroli, els casos plantejats (la crisi del petroli dels 70, les protestes a les benzineres a Gran Bretanya el 2000 o el tancament de l'única refinaria de petroli a Austràlia al 1981) i les solucions temporals ofertes (prohibicions de circulació, compartir el cotxe, reducció del límit de velocitat, etc) van ser aprofitades pels defensors d'un cim del petroli proper per remarcar el canvi d'actitud de l'AIE (ASPO, 2005a i 2005b).

Finalment, en la darrera edició del World Energy Outlook (AIE, 2006), es rebaixa la xifra d'inversions necessàries per a evitar un cim del petroli abans del 2030 fins als 4,2 bilions de dòlars, i es determina un cim parcial, per al petroli que prové de fora de l'OPEP, per al 2015. A diferència de l'anterior World Energy Outlook (AIE, 2004), però, l'agència inclou un escenari en el qual les inversions necessàries no es duen a terme (s'afirma que “estem molt lluny de poder assegurar que aquesta inversió es produirà”, pàgina 85), afectant el creixement de la producció OPEP, fent pujar significativament els preus, i afectant el creixement econòmic, que de retruc faria disminuir la demanda energètica.

En resum, la qüestió del pic del petroli podria reduir-se al fet que serien el petroli no convencional, juntament amb la producció de combustibles alternatius i el petroli de territoris frontera, els encarregats d'endarrerir la data del pic de producció del petroli mundial. Els problemes d'accessibilitat a les reserves, tant des del punt de vista operatiu (àrtic, aigües profundes), com dels mercats (el 84% de les reserves mundials estan en mans de companyies nacionals que sovint no permeten l'accés a les seves reserves per part de les companyies privades internacionals (Marzo, 2005)), i la pròpia natura dels petrolis no convencionals (amb fluxos de menor volum i menys retorn de l'energia invertida) són els principals obstacles per a què la visió optimista del pic del petroli es faci realitat. Si a aquest fet hi afegim els problemes “de

superfície” derivats de què el 62% de les reserves mundials estan situades a l'Àfrica Occidental i Orient Mitjà i que les inversions necessàries per fer que totes aquestes reserves es converteixin en fluxos que arribin al mercats no estan assegurades (AIE 2006), el panorama resultant exigeix mesures preventives i una planificació suficient davant d'unes dècades certament incertes pel que fa a la seguretat del subministrament de petroli i el seu nivell de preus.

5. Conclusions

De les dades presentades en aquest bloc és fàcil deduir l'absoluta dependència que l'economia catalana presenta respecte del petroli importat en importants sectors com són la indústria química, la del ciment i el transport. Aquesta és una circumstància que es pot generalitzar al món en el seu conjunt, ja que aquestes indústries, especialment la química i el sector transport, són dependents de manera gairebé absoluta del petroli (AIE, 2004).

La sostenibilitat d'aquests sectors, degut a la forta pujada de preus en els últims anys, i vistes les incerteses que es projecten sobre el futur del subministrament del petroli, o sobre els límits del seu consum i d'altres combustibles fòssils responsables de l'emissió de gasos amb efecte d'hivernacle, han estat freqüentment objecte de discussió i estudi.

En el sistema energètic actual, que ja s'anuncia com a "insostenible" i vulnerable a la manca d'inversió, a la catàstrofe ecològica o a les interrupcions sobtades (AIE, 2006), noves demandes en alguns dels seus subsistemes es presenten, com a mínim, de dubtosa viabilitat. Si més no, l'informe Hirsch (SAIC, 2005) confirma que no comptem amb cap solució que ens permeti una substitució no traumàtica del petroli en cas d'arribar al pic del petroli amb temps insuficient per a reaccionar amb un programa de substitució.

Pel que fa a la indústria química, existeix ja la consciència de que el seu futur està definitivament lligat a l'ecoeficiència i a l'ús de matèries primeres alternatives al petroli, com ara la biomassa (encara que també el carbó), i el desenvolupament de tècniques com la nanotecnologia i la biotecnologia (SUSCHEM, 2005; PTE-Química Sostenible, 2006; i NRC, 2006). Aquesta indústria, però, es planteja el 2025 com l'horitzó a partir del qual començarà a produir-se una transició en la que es deixaran de banda els combustibles fòssils i començarà a ser crític l'accés a fonts alternatives de combustibles i matèries primeres fòssils (NRC, 2006).

Mentrestant, la indústria química continuarà sent vulnerable davant l'encariment del petroli, no només per la pujada en els costos, sinó també pel procés de deslocalització d'algunes indústries que s'estan movent cap a països on les matèries primeres com el petroli o el gas natural són molt més barates i que a més estan més a prop dels mercats amb més empenta (Generalitat de Catalunya, 2005).

En resum, no es poden esperar canvis profunds en l'estructura del transport o la indústria química pel que fa a la seva dependència del petroli abans de 20 anys. També s'ha de tenir en compte que, de fet, canvis en la manera com satisfem les necessitats de mobilitat, per exemple, amb una menor dependència del petroli, podrien beneficiar la indústria química, alleugerint la càrrega que sobre els preus del petroli exerceix la creixent demanda de petroli per al transport. Tant el transport com l'activitat industrial en un sector tan important per la seva àmplia gama de productes com és el químic són

dependents del creixement econòmic, de manera que la marxa d'aquests també està lligada al desenvolupament de l'economia mundial.

Tant en un cas com en l'altre, una arribada en un futur proper al pic de producció mundial de petroli (abans del 2015) podria resultar en greus disrupcions, tant pels efectes directes sobre aquests sectors, com ara la pujada de preus de les matèries primeres (petroli, i per extensió, gas natural), com pels efectes indirectes mitjançant l'afectació de l'economia.

Atès que no es pot descartar que la producció mundial de petroli arribi a un pic abans del 2015 o bé que es produeixi un nou xoc petroler per motius geopolítics, donada la creixent inestabilitat a l'Orient Mitjà, cal concloure que el model de transport català i el seu sector químic estan sotmesos a gran riscs en els propers anys, i que difícilment aquests riscs es podran neutralitzar a temps, en cas de presentar-se una crisi de subministrament. Les possibles solucions per part del subministrament necessiten temps per aplicar-se, com a mínim vint anys, i en tot cas, si es preveu un pic l'any 2030, que és una estimació "optimista", no hauríem de trigar gaire a començar a planificar aquesta transició energètica. Per tant, la consecució d'una independència energètica del petroli no sembla a l'abast de la nostra economia durant les properes dècades. Com a màxim, podrem gestionar la nostra dependència amb les mesures ja disponibles. A més a més, donada la ínfima capacitat productora del país, i la inestabilitat dels mercats internacionals del petroli, afectats per una gran volatilitat en els últims anys, l'opció més segura sembla incidir en les polítiques domèstiques destinades a reduir la demanda de petroli per al transport, en primer lloc, i a impulsar una acceleració dels canvis que la pròpia indústria química ja preveu per l'horitzó del 2025.

Així, aquests objectius per a la política domèstica es podrien traduir en diverses mesures:

- Increment de l'eficiència energètica: millora dels estàndards d'eficiència dels vehicles, elevació del nivell impositiu dels carburants amb resultat d'una transferència de fons per a la recerca i finançament de models de mobilitat sostenible.
- Augment de les fonts de combustibles alternatius: encara que la producció de biocombustibles està creixent de manera espectacular (més d'un 600% de l'any 2002 al 2003 a Catalunya, per exemple), existeixen límits en quant a la proporció del total de combustible consumit que podrà ser abastida amb aquests biocombustibles, a banda dels impactes lligats també a la producció de biocombustibles, que no són menyspreables. Les directrius de la Unió Europea estableixen que l'any 2010 un 5,75% de tota la gasolina i gasoil ha de substituir-se amb biocombustibles (i un 10% el 2020, segons proposa la Comissió¹⁹), però això, que teòricament és possible, s'ha d'enfrontar a límits importants, com són la disponibilitat de terres de cultiu suficients. En tot cas, s'ha

¹⁹ COM (2007) 1 final. Comunicació de la Comissió al Consell Europeu i al Parlament Europeu. Una política energètica per a Europa.

- d'estudiar la producció i consum de biocombustibles amb criteris de sostenibilitat i prevalent la producció local per al consum local, lluny del model industrial actual, depenent de les importacions de biomassa.
- Millora de la seguretat i l'eficiència de la infraestructura energètica: augmentar la capacitat de les reserves estratègiques de petroli a l'Estat espanyol, actualment de 90 dies per a gasolines, destil·lats mitjans (querosens i gasolis) i fueloils. Cal esmentar el dèficit de refinat de gasoil, que ens obliga a importar molt dièsel refinat mentre que al mateix temps exportem un petit volum de benzina (el 2005 es van importar 13,2 milions de tones de gasoil mentre que es van exportar 2,8 milions de tones de benzina).
 - Mobilitat: ateses les creixents necessitats de transport de la societat i el continuisme del model basat en el vehicle privat, especialment pel que fa a la mobilitat intermunicipal, que és la que més ha crescut en els últims anys, cal fer una aposta decidida per a un nou model de mobilitat, basat en una reducció de les necessitats de mobilitat satisfetes pel vehicle privat. Aquesta acció comportaria també una revisió dels plans d'infraestructures per adaptar-los a models menys dependents del vehicle privat. Així, l'actual PEIT 2005 – 2020 col·locaria a l'Estat espanyol com l'estat amb major número de quilòmetres d'autopistes i autovies d'Europa el 2020 (Bermejo, 2005). Aquest pla d'infraestructures resulta inadequat tant en el supòsit d'un pic del petroli tardà (perquè perpetua un model de mobilitat caduc) com en el d'un pic del petroli primerenc (perquè resultaria en un excés d'oferta davant una davallada del consum de petroli).
 - Polítiques de lluita contra el canvi climàtic: en general, totes les polítiques destinades a combatre el canvi climàtic són al mateix temps complementàries a d'altres polítiques de gestió de la demanda, per això cal reforçar les mesures destinades a reduir les emissions de gasos contaminants amb els arguments de la seguretat energètica.

Finalment, i atenent al missatge de l'Agència Internacional de l'Energia, sembla que, en el món energètic general i en el del petroli en particular, el futur no sembla gaire desitjable (brut, insegur, car) a menys que hi hagi una profunda remodelació del nostre sistema energètic, especialment pel que fa al transport, que és el sector que presenta globalment una major dependència del petroli. Si reconeixem, però, la importància del transport a l'economia i el funcionament de les nostres societats, els reptes que representen les incerteses del futur del subministrament del petroli aconsellen l'estudi urgent de nous models socioeconòmics que tinguin com a prioritat la disminució de la intensitat energètica i la reducció, en termes absoluts, del consum energètic. Les resistències a aquests canvis, impulsades principalment per la por a que aquests tinguin un efecte negatiu a curt termini a l'economia, hauran de ser contrastades amb els potencialment desastrosos efectes d'una arribada al cim de la producció mundial de petroli primerenca. Juntament amb els arguments del canvi climàtic, la més que possible crisi energètica, amb el petroli com a protagonista, hauria de guiar un conjunt de polítiques transversals que ens portin cap a una Catalunya molt més eficient energèticament i que sigui capaç d'orientar el seu model socioeconòmic cap a models autènticament sostenibles,

que inverteixin la tendència continuada i creixent de dependència dels fluxos de recursos materials i energètics provinents de l'exterior.

Referències

- Agència Internacional de l'Energia (2004). World Energy Outlook 2004.
- Agència Internacional de l'Energia (2005a). Resources to Reserves: Oil & Gas Technologies for the Energy Markets of the Future.
- Agència Internacional de l'Energia (2005b). World Energy Outlook 2005, Middle East and North Africa Highlights.
- Agència Internacional de l'Energia (2005c). Saving Oil in a Hurry: Measures for Rapid Demand Restraint in Transport.
- Agència Internacional de l'Energia (2006). World Energy Outlook.
- Aleklett et al (2006): A Crash Program Scenario for the Canadian Oil Sands Industry. Uppsala Hydrocarbon Depletion Study Group.
- ANFAC 2007: Estadísticas parque automóvil [en línea]. <http://www.anfac.es/> [consultada el 19/12/2006].
- Associació Empreses Químiques de Tarragona [en línea]. http://www.aegt.com/index.php?tipo=pagina_cat_07_02#c [Consulta 9.11.2006]
- Association for the Study of Peak Oil, ASPO (2005a) ASPO Newsletter 52. Item 522: The IEA Changes its Tune.
- Association for the Study of Peak Oil, ASPO (2005b) ASPO Newsletter 53. Item 535: The New Posture of the International Energy Agency.
- Association for the Study of Peak Oil, ASPO (2006). ASPO Newsletter 66. Item 715: Saudi Arabia Country Analysis (revision).
- Bermejo 2006. Análisis socioeconómico del PEIT 2005 – 2020.
- BP 2006: British Petroleum Statistical Review 2006. British Petroleum. Juny 2006.
- Campbell i Laherrère (1998) Scientific American. The End of Cheap Oil. Març 1998.
- Campbell i Zagar (2004) Texas Offshore Technical Conference. The Iron Grip of Depletion.
- Campbell, C. (2003) The Essence of Oil and Gas Depletion. Multi-Science Publishing Co. Ltd.
- Campbell, C. (2004) The Coming Oil Crisis. Multi-Science Publishing Co. Ltd.

Canadian Association of Petroleum Producers (2005) Canadian Crude Oil Production and Supply Forecast 2006 – 2020.

CEMBUREAU 1997: Alternative Fuels in Cement Manufacture. The European Cement Association. Abril 1997.

Ciment Català 2006. Estadístiques [en línia] <http://www.ciment-catala.org/home.htm> [Consulta 2.3.2007]

CNN (2006) We Were Warned: Tomorrow's Oil Crisis.

Comisión Nacional de la Energía (2003). Cronología del Sector Petrolero Español.

Deffeyes, K.S. (2003). Hubbert's Peak: The Impending World Oil Shortage. Princeton University Press.

Deffeyes, K.S. (2005). Beyond Oil: The View from Hubbert's Peak. Hill and Wang.

Dirección General de Tráfico (2006). Estadísticas anuales DGT. Parque Nacional de Vehículos.

Energy Information Administration (2000). Long Term World Oil Supply.

Eurostat (2002). Energy and environment indicators data 1985-2000 (pàgina 15).

Federación Empresarial de la Industria Química española (2007). Radiografía del sector químico español 2007.

Generalitat de Catalunya 2001. Departament de Medi Ambient. Les Millors Tècniques Disponibles Aplicables a la Indústria del Ciment. Novembre 2001.

Generalitat de Catalunya (2005). Informe anual sobre la indústria a Catalunya 2005. Juny 2006.

Generalitat de Catalunya (2005b). Mapes dels sistemes productius locals industrials a Catalunya. Papers d'economia industrial. Departament de Treball i Indústria. Maig 2005.

Generalitat de Catalunya (2006a). Pla de l'energia de Catalunya 2006-2015. Pla estratègic . Juny 2006

Generalitat de Catalunya (2006b). Anuari estadístic de Catalunya 2006. Indústria, R+D i energia. Octubre 2006.

Generalitat de Catalunya (2006c). La localització geogràfica de la indústria a Catalunya: El paper de les economies d'aglomeració. Papers d'economia industrial. Departament de Treball i Indústria. Febrer 2006.

Generalitat de Catalunya (2006d). Pla d'infraestructures del transport de Catalunya. Departament de Política Territorial i Obres Públiques. Juliol 2006.

Generalitat de Catalunya. (anys diversos) Departament de Treball i Indústria. Butlletí de conjuntura energètica a Catalunya (2000 – 2005).

Goodstein, D. (2005). Out of Gas: The End of the Age Of Oil. W. W. Norton & Company.

Greg Green i Barry Silverthorn (2005). The End of Suburbia.

Heinberg, R. (2003). The Party is Over. New Society Publishers.

Heinberg, R. (2004). Powerdown: Options and Actions for a Post-Carbon World. New Society Publishers.

Hubbert 1956: Nuclear energy and the fossil fuels. Publication no. 95. Shell development company. Exploration and production research division. Juny 1956

ICAEN (2006) Balanços d'Energia Primària 1990-2005. ICAEN, mimeo.

ICAEN (2007). Diversificació de combustibles – Gas natural. [En línia] <http://www.icaen.net/index.jsp?idsub=91&type=1&opt=listado&opt2=ver&idmenu=24&idcat=59&idnot=44&nomcat=Transport&nomsu= Diversificaci%F3> [Consulta 15/12/2006]

IPTS (2006). Necesidades de suelo para cumplir los objetivos de las políticas de energías renovables en la Unión Europea. Institute for Prospective Technological Studies.

Kunstler, J.M. (2005). The Long Emergency: Surviving the Converging Catastrophes of the Twenty-First Century. Atlantic Monthly Press.

Marzo 2006. Cicle conferències Cosmo Caixa "Física y sociedad". "Es sostenible nuestro actual estilo de vida? ¿Tenemos la energía asegurada?". Abril 2006

Ministeri d'Economía (2003). Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004 – 2012. Sector transporte.

Ministeri d'Indústria, Comerç i Turisme (2006) La energía en Espanya 2005.

Ministeri d'Indústria, Comerç i Turisme. (diversos anys) Corporación de Reservas Estratégicas (CORES). Boletines Estadísticos de Hidrocarburos (1999 – 2005).

Ministeri de Foment (2005) Encuesta permanente de transporte de mercancías por carretera 2005.

Ministeri de Foment (2006) Observatorio del transporte de viajeros por carretera 2006.

National Geographic (2004). El fin del petróleo barato.

New York Times (2005) Paul Krugman. The Oil Crisis.

New York Times (2006) Semple Jr R. B. The End Of Oil.

NRC 2006. Committee on Grand Challenges for Sustainability in the Chemical Industry. Board on Chemical Sciences and Technology. Sustainability in the Chemical Industry. National Research Council of the National Academies. 2006.

Oficemen (2007a): Memoria anual 2005. [en línea]:
<http://www.oficemen.com/eventos/verinformes.php?ver=30> [Consulta 2.3.2007]

Oficemen (2007b): Cemento y energía [en línea]:
<http://www.oficemen.com/eventos/verinformes.php?ver=30> [Consulta 2.3.2007]

Oficemen (2007c): Combustibles alternativos. [en línea]:
<http://www.oficemen.com/eventos/verinformes.php?ver=30> [Consulta 2.3.2007]

PTE-Química Sostenible 2006. Logros y Retos de la Plataforma Tecnológica de Química Sostenible. Plataforma Tecnológica Española de Química Sostenible. Julio 2005.

Roberts, P. (2005). El fin del petróleo. Ediciones B.

SAIC (2005): Peaking of World Oil Production: Impacts, Mitigation, & Risk Management. Science Applications International Corporation. Febrer 2005.

Sigrauto (2005). Memoria 2005.

Simmons, M. R. (2005). Twilight in the Desert: The Coming Saudi Oil Shock and the World Economy. Wiley.

Smil, V. (2003). Energy at the Crossroads: Global Perspectives and Uncertainties. The MIT Press.

Sunset Presse (2005) Un baril à hauts risques.

SUSCHEM 2005. European Technology Platform for Sustainable Chemistry. The vision for 2025 and beyond. Febrero 2005.

Tertzakian, P. (2006). A Thousand Barrels a Second: The Coming Oil Break Point and the Challenges Facing an Energy Dependent World. McGraw-Hill.

Unió Europea (2004). Libro blanco - La política europea de transportes de cara al 2010: la hora de la verdad.

US Geological Survey (2000): World Petroleum Assessment, 2000, Digital Data Series 60.

Glossari

Capacitat de producció

Resultat del conjunt d'actuacions que permeten posar al mercat les reserves provades amb la tecnologia i el nivell de preus actual.

Coqueria

Cremador de certes parts del carbó mineral que produeix coc, un residu que serveix de combustible.

Cracker

Instal·lació que permet convertir molècules orgàniques complexes en d'altres més lleugeres, trencant els enllaços de carboni.

Eficiència (d'una conversió energètica)

Relació o raó entre la quantitat d'energia obtinguda i la quantitat introduïda en un convertidor d'energia (caldera, motor, cèl·lula fotovoltaica, etc)

Gas de refinaria

Barreja d'hidrocarburs gasosos i d'altres gasos (especialment hidrogen) que s'obté en els processos de refinament de petroli.

Grau d'autoabastament energètic

Determina la producció local d'energia respecte al consum total, a nivell d'un país, regió, etc.

Intensitat energètica

Cost d'un producte o servei en termes energètics. També s'expressa com la quantitat d'energia necessària per a fer augmentar el PIB en un punt.

Monòmers

Molècules petites que es poden unir a d'altres per a formar polímers.

Reserves provables

Volums que es pensen que existeixen en acumulacions ja descobertes i que s'espera que siguin comercials, però amb menys probabilitat que les reserves provades.

Reserves provades

L'estimació del que queda per produir dels jaciments coneguts i dels que es té una raonable certesa de que es podran extreure profitosament.

Semimanufactures

Producció de components i materials que es fans servir en la elaboració de productes finals.

Llistat dels principals acrònims utilitzats

AIE - Agència Internacional de l'Energia
ANFAC - Asociación Nacional de Fabricantes de Automóviles y Camiones
ASESA - Asfaltos Españoles S.A.
BP - British Petroleum
BREF - Best Available Technique REFerence
CIT - California Institute of Technology
CTL - Coal to Liquids
CUTE - Clean Urban Transport for Europe
DGT - Direcció General de Trànsit
EIA - Energy Information Administration
FEIQUE - Federación Empresarial de la Industria Química Española
F-T - Fisher-Tropsch
GLP - Gasos Liguats del Petroli
GNC - Gas Natural Comprimit
GNL - Gas Natural Liguat
GTL - Gas to Liquids
ICAEN - Institut Català de l'Energia
IER - Intensiu en Eficiència i Renovables
MIT - Massachusetts Institute of Technology
MJ - Mega juli
MMA - Ministeri de Medi Ambient
OCDE - Organització per a la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic
OPEP - Organització de Països Exportadors de Petroli
PEC - Pla de l'Energia de Catalunya
PEIT - Plan Español de Infraestructuras del Transporte
PIB - Producte Interior Brut
PITC - Pla d'Infraestructures del Transport de Catalunya
PLD - Plataforma Logística del Delta
REACH - Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals
SEC - Securities and Exchange Commission
tep - tones equivalents de petroli
TJ - Tera Juli
TMB - Transports Metropolitans de Barcelona
UE - Unió Europea
URR - *Ultimate Recoverable Resource*
USGS - United States Geological Survey
WEO - World Energy Outlook
ZAL - Zones d'Activitat Logística

Índex de termes

Agroquímica.....	20	mesures de mitigació	34
autoabastiment	7	mobilitat	1, 4, 26, 31, 32, 33, 49, 50, 51
biocombustibles	24, 27, 35, 50	mobilitat no obligada	31
capacitat de producció	5, 12, 14, 16, 21, 44, 45	model urbanístic.....	26
cim de producció mundial de petroli	1	molins de ciment	21
clínquer	21, 22	naftes.....	2, 16
Coal To Liquids.....	27, 35	olefines	2, 15, 16
combustibles alternatius	23, 27, 46, 50	parc de vehicles	4, 26, 30, 32
coqueries	16	petroli no convencional	45, 46
cracker	16	petrolis pesants	35, 44, 46
deslocalització	3, 26, 49	preus del petroli.....	12, 43, 46, 49
dieselització	24, 25	prohibició de circulació.....	34
ecoeficiència	49	Química de base	20
electrificació	27, 28, 35	Química farmacèutica	20
electròlisi.....	28	Química Industrial	20
emissions de gasos	20, 51	Química per al consum	20
Encara per Descobrir.....	40	refineries.....	14, 15, 16
ferrocarril.....	26, 29, 30, 31	reserves estratègiques.....	51
fiscalitat.....	34	reserves mundials de petroli	41
fonts primàries energètiques	1	Reserves possibles	40
fonts primàries fòssils	1, 7	Reserves probables	40
Gas To Liquids.....	27, 35	Reserves provades	40, 57
gasos líquuats del petroli	27	sector químic.....	1, 2, 5, 16, 17, 50
hidrogen	20, 27, 28, 35, 57	seguretat del subministrament	12, 27, 33, 47
Hubbert	35, 37, 38, 46, 54	sorres asfàltiques	35, 45, 46
hulla	22	Texas Railroad Comission	37
índex de Gini.....	16	transport	ii, 1, 2, 4, 5, 8, 9, 14, 17, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 49, 50, 51
indústria petroquímica	8	transport públic.....	4, 26, 31, 33
Informe Hirsch	34	vehicles híbrids.....	27, 28, 34
intensitat energètica.....	22, 51	xocs petroliers	33
intermodalitat	33		
materials de construcció.....	29, 30		