

Resum executiu

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

Juny de 2007



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

Juny de 2007

Jesús Ramos Martín (coordinador)

Equip de recerca:

**Vicent Alcàntara Escolano
Sílvia Cañellas Boltà
Esteve Corbera Elizalde
Mario Giampietro
Daniel Gómez Cañete - Aeren
Juanjo Iraegui Navarro
Roser Nicolau Nos
Emilio Padilla Rosa
Ignasi Puig Ventosa
Jesús Ramos Martín
Jordi Roca Jusmet
Daniela Russi
Cristina Sendra i Sala**



Disseny i maquetació: Primer Segona serveis de comunicació



Imprés en paper ecològic

Sumari

Síntesi	7
Motivació i objectius	9
Context internacional	10
Energia primària a Catalunya	10
Consum final d'energia	14
Transformació energètica i generació d'electricitat	16
El cas del petroli	17
Població total, activa i ocupada a Catalunya	19
Evolució dels preus de l'energia i prospectiva	19
Emissions de gasos amb efecte d'hivernacle derivades del consum d'energia	21
Exemples d'instruments per a la gestió de la demanda d'energia	22
Anàlisi Integrada Multiescalar del Metabolisme Energètic de Catalunya	23
Anàlisi de fluxos materials	27
Conclusions	28
Referències	33
Llista dels principals acrònims utilitzats	34

Síntesi



El Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible va encarregar el 2006 l'elaboració de l'estudi *Anàlisi del Metabolisme Energètic de l'Economia Catalana (AMEEC)*, que analitza l'ús de l'energia a Catalunya en el període 1990-2005, i planteja els principals reptes de l'economia catalana davant d'un context internacional de crisi energètica.

Els resultats mostren una estreta vinculació entre creixement econòmic i consum d'energia en els darrers 15 anys, període en què la intensitat energètica ha augmentat. El mix energètic ha canviat lleugerament: part del petroli s'ha substituït per gas natural. Ambdós signifiquen tres quartes parts de l'energia primària utilitzada en el període, i porten associades importants emissions de CO₂ i dependència exterior. Per la seva banda, l'ús d'energia nuclear s'ha mantingut, però Catalunya s'ha de preparar per al moment en què les centrals hagin de tancar. L'ús de les energies renovables és encara molt petit a Catalunya, situació que hauria de revertir-se urgent-

ment per assolir els objectius del Pla de l'Energia de Catalunya.

A partir de dades econòmiques, demogràfiques i energètiques, l'estudi analitza com s'utilitza l'energia als diferents sectors econòmics i al conjunt de l'economia. Entre d'altres aspectes mostra que durant el període 1990-2005 la productivitat del treball i la quantitat d'energia utilitzada per hora de treball s'han estancat.

En conclusió, la política energètica ha d'establir mesures per a la moderació del consum, mitjançant estratègies d'estalvi i eficiència a tots els nivells, tant en l'ús final com en la transformació. Cal, a més, acompanyar aquestes mesures amb polítiques territorials, econòmiques i industrials adequades, i aprofitar sinergies amb les actuacions contra el canvi climàtic. Els sectors clau on s'ha d'actuar són el transport, la construcció, la fiscalitat, i la promoció de les energies alternatives, així com en el foment de la recerca i innovació tecnològica, i la millora del marc institucional de l'energia.

Motivació i objectius

L'estudi *Anàlisi del Metabolisme Energètic de l'Economia Catalana* (AMEEC) sorgeix de la preocupació davant la situació energètica actual, caracteritzada per una alta dependència de l'economia catalana respecte els combustibles fòssils, i alhora, una situació internacional marcada per la volatilitat i la pujada dels preus del petroli i de les altres fonts d'energia.

A més, es preveu que aquesta situació s'agreuja a mitjà i llarg termini, ja que d'una banda la demanda mundial de petroli continuarà creixent, i de l'altra, sembla que el ritme d'extracció del petroli a nivell mundial està arribant a un màxim (que es coneix com a cim del petroli o *peak oil*). Així, doncs, les futures pujades del preu de l'energia provocaran tensions en el sistema econòmic mundial, i afectaran de manera especial els països més dependents del petroli, com és el cas de Catalunya.

Catalunya té una forta dependència dels combustibles fòssils, superior a la d'altres països: el petroli significa gairebé el 50% del consum total d'energia primària, i el gas natural, el 25%, i tots dos s'han d'importar pràcticament en la seva totalitat. Per tant, a mitjà termini Catalunya haurà de fer front a un conjunt de reptes que resumim a continuació:

- 1) La competitivitat de l'economia catalana es pot veure compromesa per perturbacions relatives al mercat de combustibles fòssils.
- 2) L'economia catalana haurà d'afrontar l'estrès associat a un canvi estructural en el sector energètic, amb l'envelliment i l'acabament de la vida útil de les centrals nuclears.
- 3) L'economia ha d'afrontar una reestructuració més general per fer front als nous desafiaments que comporten tant la globalització, com l'ampliació de la Unió Europea als estats de l'est d'Europa (competir amb economies que poden disposar d'un cost de la mà d'obra molt més baix).
- 4) La dinàmica demogràfica de la societat catalana està canviant, amb l'envelliment de la població i l'arribada de nova població. La millora del nivell de vida fa que augmenti el consum d'energia al sector domèstic.

- 5) Alhora, els compromisos internacionals de lluita contra el canvi climàtic penalitzaran aquelles economies més dependents dels combustibles fòssils, per les obligacions de reducció de les emissions de CO₂.

En aquest context, l'estudi AMEEC utilitza una metodologia innovadora, coneguda originalment com a *Multi-Scale Integrated Analysis of Societal Metabolism*¹ (MSIASM) (Giampietro, 2003), per tal de fer una caracterització de l'economia catalana en termes d'energia que ens permeti entendre millor els lligams entre les variables econòmiques, biofísiques (en aquest cas, el consum d'energia) i demogràfiques.

L'aplicació de MSIASM permet estudiar, entre d'altres, les relacions que hi ha entre els canvis estructurals als diferents sectors econòmics, els seus consums d'energia, l'evolució de l'eficiència energètica, l'evolució de l'ocupació als diferents sectors, i la productivitat del treball.

Per tal d'entendre, però, el conjunt del sistema energètic català, es fa una diagnosi del consum de cada vector energètic en els diferents sectors econòmics, i s'analitzen detalladament aquells aspectes més rellevants del sistema energètic català, com ara els usos del petroli, el sector de generació d'electricitat, i les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle relacionades amb el consum energètic, entre d'altres.

L'estudi AMEEC té els objectius següents:

- 1) Caracteritzar, en termes energètics, els diferents sectors de l'economia catalana.
- 2) Analitzar l'evolució històrica del consum d'energia primària i final a Catalunya.
- 3) Identificar les principals problemàtiques vinculades al consum energètic a Catalunya, i els factors clau que expliquen aquest consum.
- 4) Proposar les línies polítiques a seguir per a millorar la situació energètica.

L'estudi AMEEC es divideix en 12 blocs, que d'una banda aporten la informació necessària per a l'anà-

1. Que traduïm per *Anàlisi Integrada Multiescalar del Metabolisme Social*

lisi integrada MSIASM (que es fa al bloc 10), i de l'altra constitueixen una completa caracterització del context energètic català.

Els títols dels blocs són els següents:

- Bloc 1.** Metodologia i context internacional
- Bloc 2.** Energia primària a Catalunya
- Bloc 3.** Consum d'energia final a Catalunya
- Bloc 4.** El sector de la transformació energètica i la generació d'electricitat
- Bloc 5.** El cas específic del petroli
- Bloc 6.** Anàlisi de l'evolució de la població total, activa i ocupada a Catalunya
- Bloc 7.** Evolució dels preus de l'energia i prospectiva
- Bloc 8.** Emissions de gasos amb efecte d'hivernacle derivades del consum d'energia
- Bloc 9.** Exemples d'instruments per a la gestió de la demanda d'energia
- Bloc 10.** Anàlisi Integrada Multiescalar del Metabolisme Energètic de Catalunya
- Bloc 11.** Anàlisi de Fluxos de Materials
- Bloc 12.** Conclusions

En tot l'estudi el període d'anàlisi va de l'any 1990 al 2005. Les dades que s'utilitzen provenen dels balanços energètics de Catalunya proporcionats per l'ICAEN (2006). També s'han utilitzat dades de fonts oficials espanyoles i europees, així com d'informes d'organismes internacionals. Per a les dades demogràfiques i laborals s'utilitzen les estadístiques i projeccions elaborades al Bloc 6 a partir de fonts oficials (INE, IDESCAT, etc). Per obtenir les dades de PIB i generació de valor afegit (VAB) s'ha hagut de generar una sèrie homogènia del PIB català considerant com a base l'any 2000, a partir de les *Cuentas Regionales* de l'INE.

A continuació es presenten, de forma resumida, els principals resultats de cadascun dels blocs.

Context internacional

- El consum d'energia primària² està augmentant a tot el món, tot i que hi ha grans desigualtats en el nivell de consum i el ritme de creixement: els països de l'OCDE són els grans consumidors; hi ha regions on el consum augmenta poc o gens (antiga Unió Soviètica, Amèrica Llatina i Àfrica) i d'altres on augmenta considerablement (la major part de països d'Àsia).
- Gairebé tot l'increment de consum d'energia primària dels darrers 30 anys al món es deu als combustibles fòssils. El petroli representava l'any 2003 el 34,5% del consum total d'energia primària mundial, el carbó el 24,4%, i el gas natural, el 21,2%. L'ús de les energies renovables i residus significava el 10,8% a tot el món, mentre que el de l'energia nuclear era d'un 6,5%.
- En els propers anys, a nivell mundial, es preveu que creixi principalment el consum de gas natural, seguit del petroli i del carbó. L'ús de l'energia nuclear es mantindrà o augmentarà una mica.
- De fet, l'Agència Internacional de l'Energia (AIE) preveu que el consum de petroli el 2030 sigui de més de 121 milions de barrils per dia, quan actualment és de 84 milions. El principal factor determinant de la demanda de petroli és i serà el transport, que depèn en més d'un 90% del petroli i els seus derivats. Així, l'AIE preveu que gairebé es dobli el nombre total de vehicles al món l'any 2030 respecte el 2002.
- Segons els analistes el petroli es troba, probablement, molt a prop del seu "cim de producció", conegut com a "peak oil". Això vol dir que l'extracció total mundial està arribant a un màxim i a partir d'aquí anirà disminuint, tot i que es mantingui durant dècades. Com que la demanda continuarà augmentant, hi haurà una escassetat relativa que comportarà preus més alts.

Energia primària a Catalunya

- **Entre 1990 i 2005 el consum d'energia primària a Catalunya va créixer més que el PIB, fet que implica empitjorar la intensitat energètica** (energia consumida per unitat de valor afegit). El consum d'energia primària va passar de 16.702 a 26.698 ktep (un 60% d'augment). Això vol dir un creixement interanual mitjà d'un 3%, mentre que el del PIB va ser del 2,6%.

2. L'energia primària es defineix com aquella que es troba incorporada als recursos naturals, que poden ser exhauribles (carbó, petroli, gas natural, etc) o renovables (hidràulica, biomassa, eòlica o solar, entre d'altres). Normalment s'expressa en tones equivalents de petroli (tep).

- El petroli és la principal font energètica de Catalunya (figura 1) i el seu consum ha augmentat al mateix ritme que el total (3% interanual). El consum de gas natural és el que ha crescut més de pressa (en 15 anys s'ha multiplicat per 5), un reflex dels canvis que s'han produït en el model de generació d'electricitat i a la indústria. La dependència dels combustibles fòssils continua, per tant, augmentant.
- **A Catalunya i al conjunt de l'Estat espanyol la dependència dels combustibles fòssils és més gran que en altres països.** El consum d'energia primària es basa en el petroli (gairebé el 50%) i el gas natural (26% a Catalunya, 20% a l'Estat). A l'Estat espanyol també és important el consum de carbó (14,5%), d'acord amb les dades de l'any 2005.
- L'any 2005 l'energia nuclear era la tercera font d'energia primària a Catalunya (20% del total), mentre que l'any 1990 era la segona, amb el 33%, tot i que en termes absoluts s'ha mantingut estable.
- És encara la principal font en la generació d'electricitat: hi va aportar un 56% l'any 2005.
- S'espera que les centrals nuclears catalanes acabin la seva vida útil en un termini d'entre 15 i 20 anys. Per substituir l'electricitat generada les previsions apunten cap a un augment de l'ús del gas natural, però cal assenyalar que el gas es pot trobar en la mateixa situació d'escassetat relativa que el petroli les properes dècades, de manera que caldrà buscar alternatives més sostenibles.
- **Les diferents fonts renovables tenen un pes molt petit (per sota del 3%) en el conjunt de l'ús d'energia primària.** De l'energia produïda amb fonts renovables l'any 2005, la meitat corresponia a energia hidràulica; el 18% provenia de la incineració de residus; el 15%, de la biomassa llenyosa; el 6% del biogàs; i el 6% de biocarburants. L'eòlica només produïa el 3,2% de l'energia renovable, molt per sota de les previsions i dels nivells assolits en altres zones de l'Estat. Els aprofitaments solars són molt petits en termes d'energia primària.
- **Catalunya es troba molt lluny dels objectius del Pla de l'Energia (PEC) pel que fa a la contribució de les energies renovables (9% de l'energia primària el 2015).** Les dues fonts on es preveu un major augment són els biocombustibles i l'energia eòlica, però per assolir els objectius caldrien taxes de creixement interanual des d'ara fins el 2015 molt elevades (43% interanual l'eòlica, 35% interanual els biocarburants).
- Els objectius previstos al PEC encara estan per sota dels objectius europeus (12% de l'energia primària de fonts renovables l'any 2010, 20% l'any 2020), que sí que es preveu que s'assoleixin a l'Estat. També estan per sota els objectius del PEC en electricitat renovable, però per sobre els corresponents a biocombustibles.
- En resum, el model energètic català és encara totalment dependent de fonts d'energia exhauribles.

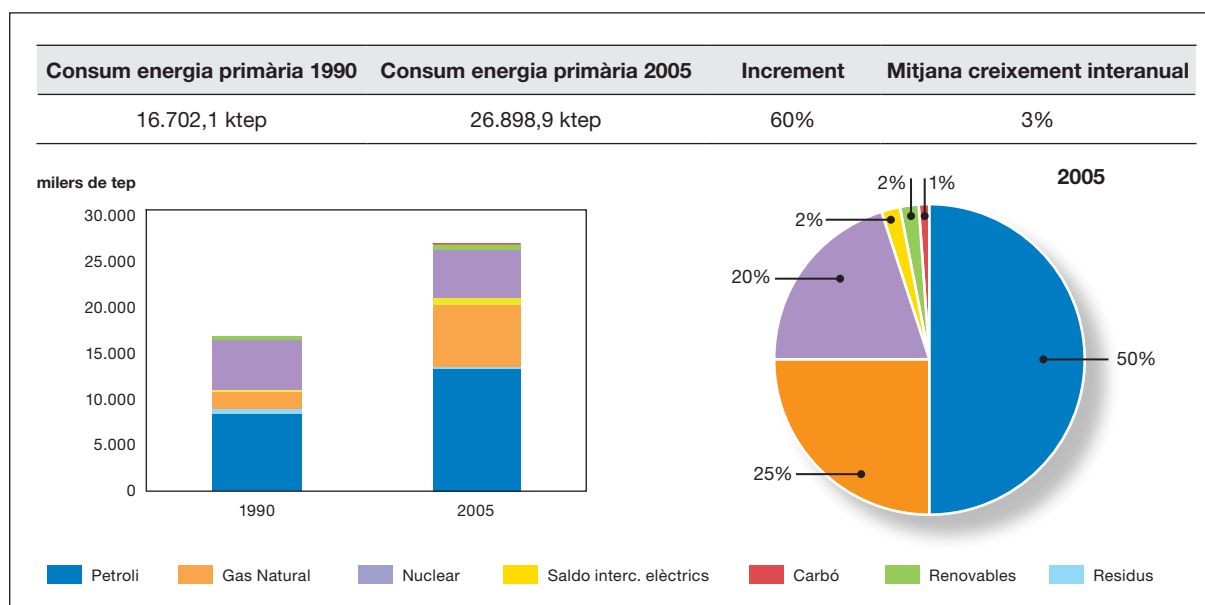


Figura 1: Consum d'energia primària per vectors els anys 1990 i 2005

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

Un veritable canvi de model hauria d'implicar canvis profunds i un fort increment de la generació a partir de fonts renovables. Això ha d'anar lligat a estratègies d'estalvi i eficiència energètica que permetin frenar i fins i tot revertir el creixement del consum total d'energia primària.

Consum d'energia primària i consum final d'energia

- L'energia primària es consumeix al **sector energètic** (que transforma energia primària en energia final disponible per al consum), **en els usos no energètics** (ús de recursos energètics com a matèria primera) i en els **consums finals d'energia**, que són els consums en les diferents activitats. Aquestes les dividim en: transport, indústria, domèstic, serveis i sector primari (figura 2).

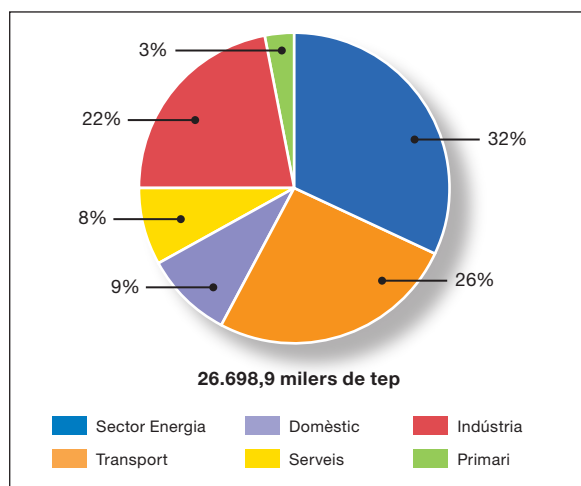


Figura 2. Consum d'energia primària per sectors l'any 2005

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

El sector energètic és el principal consumidor d'energia primària a Catalunya. Entre 1990 i 2005 s'ha produït un increment en la generació d'electricitat, i alhora s'ha millorat lleugerament en eficiència (es necessita cada cop menys energia primària per generar energia final). Això es deu al major pes que té el gas natural en la generació elèctrica. Cal tenir present, però, que a llarg termini no és una alternativa al petroli, ja que és també un recurs exhaustible.

El transport ocupa el segon lloc en consum d'energia primària. El seu consum creix per sobre la mitjana (3,8% anual), i, atès el seu gran volum, és clarament el sector que marca la tendència de la

demanda. Per vectors energètics, l'any 2005 el consum final es distribueix de la manera següent (vegeu també la figura 3): un 98% correspon a productes derivats del petroli (62% gasoil; 21% benzina i 15% querosè), mentre que només l'1% és electricitat, i el 0,6%, biocombustibles. Aquesta dependència gairebé total del transport envers el petroli fa que sigui un dels sectors on cal actuar amb fermesa.

La indústria està fent esforços per moderar el seu consum en els darrers anys, que creix per sota la mitjana (2,3% anual). Per vectors, l'any 2005 el consum correspon en un 42% al gas natural (principal responsable del creixement), un 33% a l'electricitat, i un 23% als derivats del petroli.

El sector domèstic creix molt ràpidament (4,4% interanual). Això reflecteix un increment de la població però també un augment del nivell de vida material dels ciutadans. Per vectors energètics, l'any 2005 el 43% del consum era de gas natural, el 40%, d'electricitat, i el 15%, de derivats del petroli, que tenen tendència a disminuir. Tant el consum d'electricitat com el de gas han crescut molt. Les renovables tenen una presència encara petita (1,8% biomassa i 0,2% solar). L'elevat pes de l'electricitat ha de permetre la introducció de mesures de millora de l'eficiència, i caldria incidir més en els aprofitaments solars.

El sector dels serveis només representa una fracció petita del consum total però té la taxa de creixement més gran (5,75%). Aquest fet va lligat a la terciarització de l'economia, i alhora al creixement de la intensitat energètica dels serveis. S'observa un fort creixement tant de l'electricitat (que significa el 62% del consum final) com del gas natural (27%). Aquest sector té potencials d'estalvi importants en l'ús de l'electricitat i de combustibles per a calefacció; l'ús d'energies renovables (com la solar tèrmica) i l'aplicació de sistemes eficients, com la cogeneració.

El sector primari creix per sota de la mitjana (un 2,85% anual). Consumeix principalment derivats del petroli (més d'un 90%), quasi tot gasoil. Tot i ser el sector que consumeix menys energia, té un gran potencial de transformació, ja que la major part es dedica a transport.

Origen de l'energia i consideracions de risc

- Catalunya té una gran dependència exterior, ja que la major part de l'energia primària consumida a Catalunya s'ha d'importar. Si incloem l'energia

nuclear (ja que l'urani que s'utilitza actualment com a combustible és tot importat)³ arribem a taxes de dependència superiors al 96%. El nivell absolut de les importacions s'ha més que doblat, i continua augmentant.

- Aquesta forta dependència de les importacions energètiques pot significar riscos per a l'economia. L'economia catalana és fràgil davant eventuais problemes de subministrament, causats per l'escassetat de cru de petroli, conflictes en les regions productores, o pujades de preus de l'energia, que poden provocar riscos inflacionistes i reduir la competitivitat de les empreses. La dependència exterior és més preocupant ja que hi ha una concentració de les importacions en pocs països, tant de gas (Algèria) com de petroli (països de l'OPEP). Més d'un 75% de les importacions de petroli provenen de països políticament poc estables o de règims no democràtics.
- Els augments de preu i l'escassetat relativa de petroli afectaran de forma diferent els sectors d'activitat. És probable que es prioritzï l'ús de petroli en aquelles activitats on aporta un major valor afegit, i on és insubstituïble a hores d'ara, com són la indústria química i subsectors. Això farà que calgui buscar alternatives per a la resta.
- En el camp del transport, una de les solucions que es proposa és l'ús de biocombustibles. Si la matèria primera s'ha d'importar, es diversifica l'origen de l'energia primària, però no es resol el problema de dependència externa de les fonts d'energia (a banda d'altres impactes als països exportadors).
- En el cas del gas natural també és important l'estat de les infraestructures, i la diversificació de les importacions per gasoductes i per vaixell (en forma de Gas Natural Liquef, GNL). Els problemes que porta associats són similars als del petroli, ja que pràcticament tot s'ha d'importar, els preus tenen una tendència a l'alça, i és un recurs exhaustible.
- L'increment en l'ús de gas natural en la generació elèctrica (cicles combinats i cogeneració) fa que actualment la seguretat del subministrament elèctric depengui de la disponibilitat de les infraestructures de gas per subministrar combustible.
- El carbó s'utilitza molt poc a Catalunya, i la majoria és importat. Caldrà estar atents a les prestacions

de les noves tecnologies del carbó, més eficients i amb menors nivells d'emissions, tot i que encara no estan prou desenvolupades.

- L'energia primària autòctona correspon principalment a la generació amb energies renovables, que tenen l'avantatge de ser fonts locals que es troben distribuïdes pel territori català. Tot i això, la seva expansió depèn de la caiguda dels costos econòmics de generació respecte a la resta de fonts, i de les polítiques d'incentius que es duguin a terme. Catalunya té un gran potencial en energia solar, i també en eòlica, que no s'estan desenvolupant com es preveia.

El cas del biodièsel

- L'anàlisi de les conseqüències d'una possible expansió del biodièsel a Catalunya mostra que els biocombustibles no són una solució adequada a gran escala. Per a complir les previsions del PEC (que el 12% de l'energia del transport sigui biodièsel el 2015), la major part de la matèria primera haurà de provenir de nous conreus, que si es produïssin a Catalunya ocuparien un 131% de la superfície agrícola total, o el 38% del territori català. Això farà que part del biodièsel hagi de ser produït amb matèria primera importada. El seu cultiu té conseqüències en termes de consum d'aigua i ús de fertilitzants, i a més a més substitueix cultius alimentaris.
- La combustió del biodièsel presenta majors emissions d'òxids de nitrogen que el dièsel (i molt majors que la benzina), tot i que emet menors quantitats d'altres contaminants. Això cal tenir-ho en compte a l'hora de plantejar la promoció del biodièsel a Catalunya, ja que els alts nivells de NO_x lligats al transport són un greu problema de qualitat de l'aire a l'àrea metropolitana de Barcelona.
- Davant l'extensió de cultius per proveir biocombustibles als països europeus, hi ha una gran preocupació per l'impacte en la seguretat alimentària de països en desenvolupament que canviïn cultius alimentaris per cultius energètics d'exportació.
- Els resultats recomanen no incentivar l'ús de biocombustibles a gran escala, sinó prendre mesures d'estalvi de carburants en el transport. Sí que caldria seguir potenciant l'aprofitament d'olis usats i altres residus per a la producció de biodièsel a Catalunya.

3. Tot i això, a les estadístiques oficials generalment es considera que l'energia nuclear és de producció autòctona.

Consum final d'energia

- Els consums finals d'energia a Catalunya creixen més de pressa que el PIB en termes reals. Els augments relatius més importants es donen en el sector serveis, domèstic i en el transport, que és el que experimenta un major augment en termes absoluts i apareix com a principal sector consumidor.
- El consum d'energia final a Catalunya està dominat pels productes derivats del petroli (51,6%), l'electricitat (24,3%) i el gas natural (22,8%), que és el que ha augmentat més (150%). La figura 3 presenta la contribució de cadascun dels vectors energètics als diferents sectors econòmics en el període 1990-2005.
- En aquest bloc s'aplica una metodologia que permet calcular la quantitat d'energia primària (i la seva composició) que *arrossega* un determinat nivell de consum d'energia final dels diferents sectors o activitats.
- Un dels principals resultats és que la quantitat d'energia primària que s'utilitza per obtenir una unitat d'electricitat ha disminuït lleugerament (de 2,96 els anys 1990-92 a 2,59 els anys 2003-05, de mitjana). A més, ha canviat la composició mitjana de les fonts d'energia primària que s'utilitzen per generar una unitat d'electricitat: si a començaments del període es gastaven 2,41 unitats d'energia primària nuclear, en els anys finals se'n gastaven 1,56; en canvi, les necessitats de gas natural van augmentar de 0,12 a 0,65 unitats, de mitjana.
- La descomposició factorial permet explicar les causes dels canvis totals en les necessitats d'energia primària de l'economia catalana a partir de la descomposició en tres factors: el canvi en el nivell de consum final dels diferents sectors ("efecte activitat"), els canvis entre diferents tipus d'energies finals ("efecte substitució") i els canvis en les necessitats d'energia primària per disposar de les energies finals ("efecte transformació").
- **L'efecte activitat** és el més important de tots tres, amb diferència i per a totes les activitats. Provoca un augment dels requeriments de totes les fonts però particularment del petroli, a causa del transport, i per la creixent demanda de derivats de petroli per a "usos no energètics".
- **L'efecte transformació** fa que disminueixin les necessitats d'energia primària, i és més fort en aquells sectors de demanda que més depenen de l'electricitat.
- **L'efecte substitució** explica les variacions en els requeriments d'algunes fonts d'energia primària, però no té influència en l'explicació dels canvis en el total d'energia primària del període analitzat.
- Els requeriments d'energia primària que més creixen són els de gas natural, tant per la generació d'electricitat com pel consum final de gas a indústries, serveis i residencial. L'ús d'energia nuclear augmenta poc en termes absoluts, mentre que el carbó és l'única font que disminueix.
- Cal assenyalar que en els anys 2003-05 hi ha una important dependència de la importació de derivats del petroli ja refinats, mentre que en el conjunt del període 1990-92 el saldo global d'aquests derivats va ser, en unitats energètiques, exportador.

	1990		2005		Augment	
	ktep	% sobre el total	ktep	% sobre el total	en termes absoluts	% sobre el total
Primari	405,3	4,4	635,6	4,0	230,3	3,4
Indústria	3605,9	39,1	5178,2	32,5	1572,3	23,4
Serveis	788,4	8,5	1930,0	12,1	1141,6	17,0
Transport	3329,1	36,1	6018,4	37,7	2689,3	40,1
Domèstic	1099,9	11,9	2180,7	13,7	1080,8	16,1
Total	9228,6	100	15943,0	100	6714,4	100

Taula 1. Consums finals d'energia per sectors. Valors absoluts, pes relatiu i augment a Catalunya entre 1990 i 2005

Font: Elaboració pròpia a partir dels balanços d'energia facilitats per l'ICAEN.

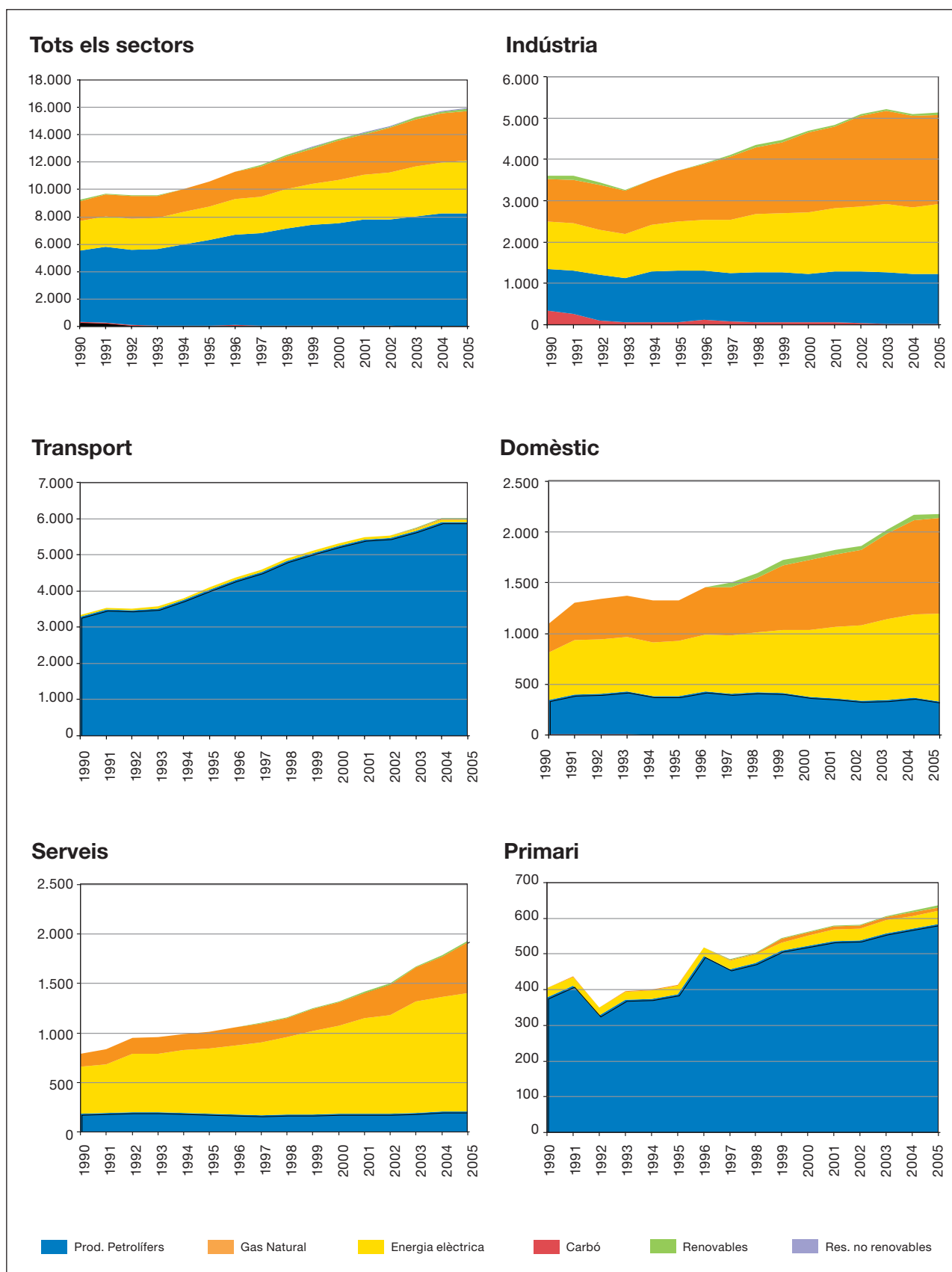


Figura 3: Consum final d'energia final als diferents sectors en el període 1990-2005 (milers de tep)

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

Transformació energètica i generació d'electricitat

- El consum d'electricitat a Catalunya ha crescut molt, un 79% entre 1990 i 2005.
- Per fonts, la generació d'energia elèctrica a Catalunya està poc diversificada. Amb dades de 2003, hi destaca una elevada contribució de l'energia nuclear (56% de l'electricitat consumida). En segon lloc s'utilitza gas natural (25%), del qual el 9% es consumeix en centrals tèrmiques de cycle combinat, i la resta en cogeneració. La tèrmica de carbó de Cercs aportà poc més de l'1% d'electricitat el 2003 i les tèrmiques de fuel-oil només un 3%. La resta de fonts són la hidroelèctrica (13,3%), la incineració de residus (0,7%), l'eòlica (0,4%), i el biogàs (0,2%).
- Per règim de funcionament, el conjunt de centrals en règim especial (és a dir, les que aprofiten fonts renovables, exceptuant les grans hidroelèctriques, i altres formes considerades eficients, com la cogeneració), van generar al voltant del 20% de l'energia elèctrica bruta produïda; el 14,5% en cogeneració.
- Per potència instal·lada, el 2003 les centrals nuclears representaven només un 31% del total, de manera que funcionen amb una major intensitat que la resta de centrals. Les de règim especial eren el 17%, i les tèrmiques de carbó i de fuel-oil, un 14%.
- La contribució de les energies renovables és molt baixa: el 2003 van generar només un 14,5% de l'electricitat produïda, on l'11% corresponia a la generació de les grans centrals hidroelèctriques. Aquestes tenen importants fluctuacions en funció de la disponibilitat d'aigua als embassaments, de manera que el model està poc diversificat i exposat a períodes de baixa producció. A l'Estat espanyol les renovables van arribar al 19,2% en la generació bruta d'electricitat l'any 2004.
- El model de generació català necessita canvis importants i millores en el futur més immediat, a causa de les raons següents: a) elevada dependència exterior; b) poca diversificació en les fonts, també en les renovables; c) elevada producció de residus radioactius i d'emissions de CO₂; d) forta centralització en poques centrals i xarxa de transport polaritzada, que presenta pèrdues en el transport d'electricitat.
- La presència de tres centrals nuclears en el territori català comporta un risc i una problemàtica relacionada amb els residus nuclears. Es preveu que aquestes centrals tanquin durant la dècada del 2020. Caldrà assumir un calendari de tancament progressiu de les centrals nuclears per treballar en les alternatives més sostenibles.
- L'escenari IER del Pla de l'Energia preveu un augment de la demanda d'electricitat del 57% entre 2003 i 2015. Limitar aquest fort creixement de la demanda elèctrica és un dels reptes més importants amb què ens enfrontem durant els propers anys, i condiciona la possibilitat de transformar el model actual. Caldrà redoblar els esforços en millorar l'eficiència i l'estalvi en l'ús final de l'energia.
- Per generar l'electricitat necessària es preveu un manteniment de la generació nuclear fins el 2015 (que es preveu que disminuirà en termes relatius i se situarà en el 35,3% del total el 2015) i l'augment de les centrals de cycle combinat (amb 2.000 MW més instal·lats). D'altra banda, es preveu que deixarà d'operar l'única central de carbó que queda a Catalunya i també una o les dues centrals tèrmiques de fuel-gas i gas-oil. La contribució dels combustibles fòssils i l'energia nuclear serà de més del 76%.
- Cal remarcar l'augment previst de l'energia eòlica (que segons l'escenari IER arribarà al 12,11% de l'electricitat produïda, amb 3.500 MW instal·lats l'any 2015). Els parcs eòlics en operació l'any 2006 són 11 amb una potència de 225 MW. La resta de tecnologies de fonts renovables (biomassa forestal i agrícola, fotovoltàica i reducció de residus) experimenten creixements molt ràpids, però continuaran contribuint molt poc a la generació d'electricitat.
- Les previsions del Pla de l'Energia de Catalunya per a les energies renovables no permeten arribar a l'objectiu indicatiu marcat per a l'Estat espanyol, un 29,4% l'any 2010. Segons l'escenari IER del Pla, l'any 2015 s'arribaria al 23,5%.
- El sistema de transport d'energia elèctrica a Catalunya consisteix en dos eixos principals que subministren l'energia des dels grans centres de producció (centrals nuclears, hidroelèctriques dels Pirineus) a les àrees de major consum (Barcelona). Ara bé, el transport d'electricitat comporta una sèrie de pèrdues (8,5% de l'energia generada, segons el PEC), de manera que cal afavorir l'acostament de la producció als centres de consum (generació distribuïda).
- Les instal·lacions en règim especial segueixen sovint el model de generació distribuïda. Cal potenciar el desenvolupament de la cogeneració i les xarxes distribuïdes, com a sistemes més eficients, i la incorporació d'energies renovables. La infraestructura d'una xarxa de generació distribuïda

permetria fer front al tancament de les nuclears amb tecnologies més netes i eficients.

Pel que fa al **gas natural**, cal remarcar que:

- Actualment s'està expandint la xarxa de gas natural, de manera que la major part de la població catalana tindrà accés a gas natural l'any 2015. Això significarà per tant un augment en el consum domèstic de gas.
 - Les centrals de cycle combinat i moltes de les centrals de cogeneració funcionen amb gas natural. Caldrà garantir la provisió de gas natural per tal de garantir el subministrament elèctric.
 - S'ha d'assegurar també el manteniment de les infraestructures d'emmagatzematge i distribució de gas natural a Catalunya, per poder fer front a problemes externs.
- En conclusió, durant els propers anys Catalunya té el repte de fer els primers passos per a introduir canvis significatius en el model de generació d'electricitat, però també per establir les bases per tal que a mitjà termini es pugui dur a terme una transformació efectiva del model.
 - A curt termini caldrà incrementar l'aprofitament de les energies renovables i millorar l'eficiència dels sistemes de generació d'energia elèctrica. A mitjà termini, caldrà preparar-se per a l'abandonament progressiu de l'energia nuclear i implementar els nous desenvolupaments per a l'aprofitament de les energies renovables i sistemes de generació i distribució més eficients.
 - És molt important potenciar la recerca i desenvolupament en noves tecnologies de generació amb energies renovables, així com el desenvolupament de projectes que incorporin tecnologies innovadores. Això hauria d'incloure, a curt termini, la realització d'experiències pilot, com per exemple la instal·lació de centrals solars termoelectriques i de centrals de cogeneració per al subministrament de noves àrees d'urbanització (residencial, comercial i industrial).

El cas del petroli

El petroli és el recurs energètic més utilitzat a Catalunya (significa gairebé el 50% de l'energia primària) i és molt important pel funcionament de l'economia catalana. Per aquest motiu se li dedica un bloc específic, que es centra en els dos usos

principals en percentatge: el transport i els usos no energètics.

- Atesa l'escassetat de reserves, tant l'Estat espanyol com Catalunya són fortament dependents de les importacions de petroli. Tres dels quatre jaciments petrolers de l'Estat espanyol es troben a Catalunya, davant les costes de Tarragona. Aquests tenen, però, volums d'extracció petits. Malgrat que darrerament s'han concedit permisos d'exploració a Catalunya, no es preveu que canviï la situació.
- La majoria d'importacions (figura 4) provenen del nord d'Àfrica i l'Orient Mitjà, i són precisament aquestes regions les que en un futur es faran càrrec de la part més important de les exportacions del mercat mundial. L'actual dependència de les importacions procedents d'aquestes zones, per tant, augmentarà.

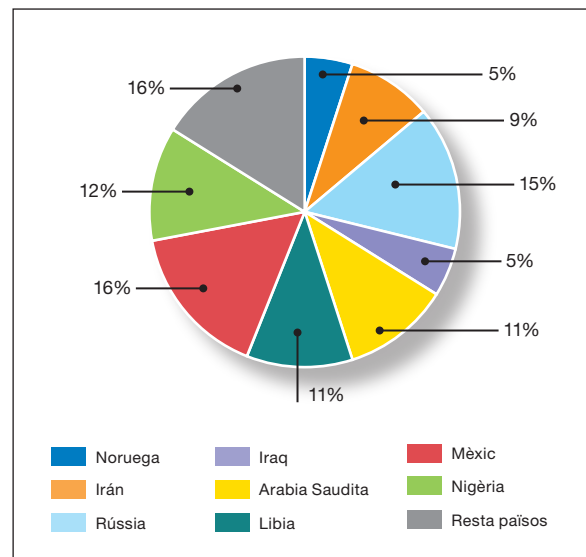


Figura 4: Importacions de petroli a l'Estat espanyol per país d'origen (2005)

Font: CORES, 2006

- El consum del petroli a Catalunya es reparteix de la manera següent (dades de 2005; figura 5): 25% a usos no energètics, 12% al sector energètic (del qual menys del 2% s'utilitza per generar electricitat, la resta és consum propi de les refineries), 45% a consum final en el transport, 9% a la indústria, i el 9% restant correspon a la suma de la resta de sectors (domèstic, serveis i primari).
- El sector de les refineries és força important a Catalunya. Tot i això, hi ha un dèficit de refinat de gasoil, que obliga a la importació de gasoil, mentre que s'exporta una petita part de la benzina produïda a Catalunya.

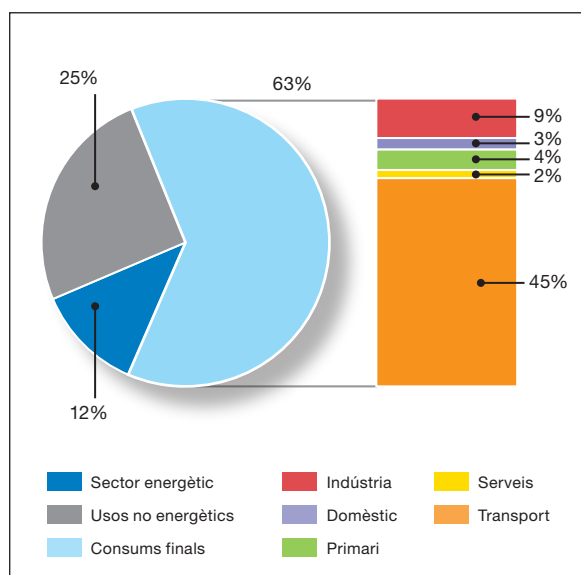


Figura 5: Consums de productes derivats del petroli per sectors, any 2005

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

Si analitzem específicament els **usos no energètics** i **transport**:

- El consum de productes derivats del petroli a Catalunya que es destinen a **usos no energètics** gairebé s'ha doblat en els darrers 15 anys. 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, situades al polígon petroquímic de Tarragona.
- Aquest és un ús no substituïble del petroli a curt termini, si és que es vol mantenir aquesta indústria, i és un dels usos que aporten un major valor afegit a l'economia. Cal remarcar que la indústria química i petroquímica catalana significa una part molt important del teixit industrial català.
- Pel que fa al **transport**, el 98% del combustible que utilitza són derivats del petroli, i les dades indiquen que és responsable de gairebé la meitat de tot el petroli que es consumeix a Catalunya, i de més d'una tercera part del conjunt d'energia final (37,7%, l'any 2005). A més, el seu consum augmenta molt ràpidament (3,7% interanual), i per tant és el sector clau on s'ha d'actuar per reduir la demanda de petroli.
- El transport per carretera és la modalitat que té un consum més gran (correspon al 83%), la meitat del qual es fa en l'àmbit urbà. Per tipus de vehicle,

els turismes representen el 42% del consum energètic total; les furgonetes, el 31%, i els camions, el 23%. El consum associat al transport públic per ciutat només representa un 2% del total.

- Es calcula que el consum d'energia del transport es reparteix a parts iguals entre el transport de mercaderies i el de passatgers. Els factors que expliquen l'augment del consum d'energia del transport són diversos:
 - Pel que fa al transport de mercaderies, cal destacar, d'una banda, la situació geogràfica de Catalunya, connectada amb França pel nord i una franja costanera amb dos ports importants a Barcelona i Tarragona. De l'altra, l'economia catalana genera un gran volum d'importacions i exportacions cap a la resta de l'Estat espanyol i arreu del món. A més, moltes d'aquestes mercaderies arriben a Catalunya en tren o vaixell però continuen el seu viatge per carretera, de manera que un 76% del transport total de mercaderies es fa per carretera. Només el 3% es fa en tren. Això contrasta amb la mitjana de la UE-15, que l'any 2002 va ser del 12,9% (tot i que estabilitzant-se en termes absoluts, el que implica que el creixement del transport de mercaderies es fa per carretera), i dels Estats Units, on l'any 2001 va significar el 43,1%.
 - Pel que fa al transport de passatgers, l'augment de les necessitats de mobilitat de la població es satisfà principalment amb vehicle privat. Això es deu a la configuració territorial catalana, que presenta molts nuclis dispersos de població, i a la insuficiència del transport públic en moltes àrees del territori. De fet els darrers anys hi ha hagut un fort augment de les dades de mobilitat obligada (lligada al treball o estudis, 2,3% anual des del 2001) i no obligada (oci), i principalment de la mobilitat intermunicipal. El transport privat ara suposa un 70% d'aquests desplaçaments. Un altre factor és l'augment del parc de vehicles (68% en l'última dècada).
- Cal, per tant, incidir en la reducció dels consums de carburants en el transport, mitjançant una millora en l'eficiència dels vehicles, ús de combustibles més eficients, canvi en les modalitats de transport, afavorir el tren en el transport de mercaderies, i els transports públics en general en el transport de passatgers, i prioritzar les inversions en transports públics per davant de les carreteres. També cal treballar en la reducció de les necessitats de mobilitat, per mitjà de l'urbanisme i la planificació territorial.

Població total, activa i ocupada a Catalunya

- La població de Catalunya ha passat de poc més de 6 milions d'habitants el 1990, a gairebé 7 milions a finals de 2005. Aquest creixement s'ha produït principalment els darrers anys, a partir de 1999.
- Es preveu un creixement de la població catalana de vora 500.000 persones entre 2005 i 2010, i de 300.000 entre 2010 i 2015, que es produirà fonamentalment en els menors de 16 anys i els majors de 64 anys. Per tant, la relació de dependència (població en edat inactiva respecte a la població en edat activa) augmentarà.
- La població activa a Catalunya creixerà sobretot en els propers quatre anys, en els quals passarà de 3,6 milions a 3,9 milions el 2010. El 2015 la població activa s'aproparà als 4 milions de persones. El creixement del nombre d'actius es concentrarà quasi exclusivament en el grup de 45 a 64 anys. Es preveuen taxes d'activitat femenines més altes que les actuals i més properes a les del homes. A més es produirà una prolongació de la vida activa i un retard, per tant, en l'edat mitjana de jubilació.
- Amb aquesta població activa, si es mantenen les taxes d'ocupació observades en els dos darrers anys (al voltant del 92%), la població ocupada creixerà en un total de 280.000 persones entre 2005 i 2015.
- Pel que fa als sectors d'activitat, la previsió és que el creixement es produeixi sobretot en els subsectors dels serveis associats al creixement de la població jove i vella (administració pública, educació, salut, serveis socials i activitats de les llars). Aquests sectors són molt intensius en treball i es preveu que ocupin prop d'una cinquena part dels ocupats el 2015.

Evolució dels preus de l'energia i prospectiva

- Els preus del petroli a nivell mundial tenen importants fluctuacions, en les quals sovint hi tenen molt a veure factors relacionats amb l'estabilitat política. També responen a augments de la demanda que no es reflecteixen en augments de la producció.

- En els propers anys es preveu un augment de la demanda de petroli i altres fonts d'energia a causa del fort creixement econòmic previst, sobretot en països com la Xina i l'Índia. Això, juntament amb l'escassa inversió en augmentar la capacitat d'extracció i refinament de petroli, continuarà provocant pujades de preus en el futur.
- L'augment de preus del petroli va ser constant i molt pronunciat des de l'any 2002 fins l'estiu de 2006 (quan arribà a superar els 78 dòlars el barril). La mitjana del maig de 2007 va ser de 67,92 dòlars el barril⁴.
- Aquest augment de preus no afecta només el petroli, sinó també la resta de combustibles fòssils i l'urani. De fet, si comparem l'evolució dels preus del petroli i del gas natural, veiem que ambdós combustibles segueixen les mateixes tendències, tot i que el que marca l'evolució és el petroli.
- Els preus de l'energia final a Catalunya, els que paga el consumidor, estan per sota de la majoria de països europeus, tot i tendències lleugerament a l'alça. Això s'observa tant en els preus de benzina i gasoil, els gasos líquids del petroli, el fuel-oil, i el gas natural. El preu mitjà de l'electricitat també està per sota de la mitjana europea (UE-15), i a més ha anat baixant en termes reals els darrers 20 anys. S'ha de matisar, però, que l'estructura tarifària fa que aquesta mitjana amagui situacions diverses segons el consumidor final sigui una empresa, una administració o la població.

Factors que afecten l'evolució dels preus

- Els factors que influeixen en l'evolució dels preus de l'energia a mitjà i llarg termini són molts, i inclouen l'evolució de les reserves provades, previsions d'augment de la demanda d'energia, la capacitat de refinament dels productes energètics, etc.
- Tant l'Agència Internacional de l'Energia (2006) com el Departament d'Energia dels Estats Units (EIA, 2006) preveuen un augment de la demanda d'energia primària a totes les regions, degut al creixement econòmic, d'entre l'1,6% i el 2% anual fins el 2030. El 75% d'aquest l'increment correspondrà a països no membres de l'OCDE.

4. Segons www.oilenergy.com. (Darrera visita, 12 de juny de 2007).

- Aquest augment haurà de ser cobert per nova producció (amb què s'avança l'esgotament del recurs), que haurà de provenir dels països de l'OPEP. Es calcula que la producció d'aquests països hauria de pujar de 30-32 fins a 70 milions de barrils diaris (mbd) l'any 2030. La resta de països no tenen capacitat d'augmentar la producció.
- La qualitat de les reserves mundials està baixant i cada cop es necessita més energia per poder extreure l'energia que necessitem. L'EROI (el retorn energètic de la inversió d'energia) de l'extracció de petroli actual és de només 11⁵ (Cleveland 2005), quan els anys 1930 als Estats Units era de 100.
- Hi ha diferents estimacions de les reserves de petroli. Segons l'EIA (2006), les reserves de petroli el 2006 eren d'1,3 bilions de barrils de petroli, el 71% dels quals a l'Orient Mitjà. Una estimació més conservadora (Campbell, 2002) situa les reserves de petroli en uns 884.000 milions de barrils, i preveu que s'arribarà al cim del petroli l'any 2010, amb una producció de 31.000 milions de barrils per any, que equival a 85 mbd.
- Calen grans inversions per augmentar la capacitat de producció per fer front a la demanda energètica mundial, que l'Agència Internacional de l'Energia (2003) ha valorat en 16 bilions de dòlars fins el 2030. Ara bé, ningú pot garantir que aquestes inversions es faran, ni quan ni en els països on són necessàries (els del Golf Pèrsic en el cas del petroli).

Impactes de l'increment de preus sobre l'economia

- Un augment sobtat del preu del petroli implica una pèrdua de competitivitat de l'economia importadora de petroli. Aquest fenomen requereix un ajustament tant dels salaris com dels preus d'exportació, per tal que els nivells d'activitat no baixin gaire. Es produeix un empobriment relatiu de la població.
- La caiguda de l'activitat econòmica per la pèrdua de competitivitat i del poder adquisitiu de la població pot ser encara més forta si els socis comercials són la majoria importadors nets de petroli. Aquest és el cas de Catalunya, ja que el 2005 el

74% de les exportacions van anar cap a països de la Unió Europea.

- L'efecte d'un augment de preus del petroli depèn de diversos factors, com ara la fracció de la factura del petroli en la renda nacional, el grau de dependència, la capacitat dels consumidors de canviar de font energètica, etc. S'han fet estudis per a Europa i Estats Units, que coincideixen en preveure un augment de la inflació, i una reducció en la taxa de creixement del PIB.

Risc geopolític i estratègia energètica

- La major part de les reserves d'hidrocarburs es troben a Orient Mitjà i les economies ex-soviètiques, en mans d'empreses estatals. A vegades els contractes comercials tenen més a veure amb la política bilateral d'aquests països amb els compradors que no pas amb raons de mercat⁶.
- El 75% de les importacions de petroli a Catalunya i l'Estat espanyol l'any 2004 provenen de països no democràtics o poc estables: el 50% prové de sis països de l'OPEP (Aràbia Saudita, Líbia, Nigèria, Iran, Iraq, i Algèria), i el 15%, de Rússia. La situació respecte el gas natural és encara més preocupant, ja que l'any 2004 el 51% provenia d'un sol país, Algèria, el 17,4% de Nigèria i el 14% de Qatar. L'any 2005 les importacions de gas d'Algèria van baixar al 43%.
- Així, tant l'Estat espanyol com Catalunya pateixen un alt grau de risc polític per la seva dependència energètica, de manera que el que passi al Magreb o a Orient Mitjà és d'especial importància per a l'economia catalana.
- Des d'una estratègia basada en la precaució, cal preveure diversos escenaris de preus del petroli que indiquin com pot reaccionar l'economia. Tot i així, sabem que els preus continuaran pujant, i per tant hi haurà impactes negatius.
- Des d'un punt de vista purament econòmic, la millor estratègia ha de ser la reducció de la dependència de l'economia vers els combustibles fòssils, que té a més altres beneficis ambientals i d'estabilitat internacional.

5. S'obtenen 11 unitats d'energia per cada unitat d'energia invertida en extreure petroli.

6. Per exemple, els préstecs de Xina a Rússia per a la privatització de Yukos, el tall al subministrament de gas a Ucraïna per part de Rússia el 2005, o la protecció que dona Xina a l'Iran al Consell de Seguretat de les Nacions Unides.

Emissions de gasos amb efecte d'hivernacle derivades del consum d'energia

- Les emissions de CO₂ derivades del consum d'energia a Catalunya han experimentat un augment molt important en el període considerat, d'un 60,1%, molt superior a la mitjana espanyola (50,5%).
- L'augment de la població i de la disponibilitat de béns i serveis per capita no són suficients per explicar l'evolució que s'ha produït a les emissions totals. Les emissions per capita han crescut un 44,9%, mentre que el PIB per capita ho ha fet un 33,4%, i la població, un 10,5%. Cal buscar, doncs, altres variables explicatives.
- L'augment de la intensitat d'emissions del PIB (tones de CO₂ per milió d'euros de PIB), que és del 8,66%, s'explica en gran part per l'augment de la intensitat energètica (consum d'energia primària per unitat de PIB, que creix un 8,36%).
- L'índex de carbonització (emissions de CO₂ per unitat d'energia primària consumida) és el mateix a l'inici i al final del període. Tot i això, les fluctuacions d'aquest índex expliquen la reducció d'emissions per unitat de PIB que es va produir entre 1995 i 1998, i el fort increment en els darrers anys. L'índex de carbonització depèn del "mix" de fonts energètiques utilitzades i l'eficiència energètica en la transformació.
- El sector transport és el que ha contribuït més a l'augment de les emissions de CO₂, amb un 31,6% de l'increment. El transport per carretera fa un ús intensiu de l'energia, i es nodreix amb el consum de combustibles fòssils, de manera que fa pujar la intensitat energètica i l'índex de carbonització amb què contraresta els canvis produïts en altres sectors (com la indústria), on hi ha hagut substitució per combustibles que emeten menys CO₂.
- El sector industrial és el responsable de l'increment d'un 16,9% en les emissions de CO₂. Ara bé, en termes de consum d'energia final, el creixement ha estat superior, del 17,3% del total. Això ha estat possible gràcies a la substitució de combustibles (reducció del consum de carbó i de derivats del petroli; major utilització de gas natural, que té un menor factor d'emissió de CO₂ per tep). Tot i això, la indústria també ha tingut un creixement important del consum d'energia elèctrica, que arrossega cada cop majors nivells d'emissions (efecte transformació).
- Els sectors serveis i domèstic han experimentat evolucions força paral·leles: tots dos han alenit el consum de productes petrolífers, i incrementen molt substancialment el consum de gas natural. Es caracteritzen per un fort increment del consum d'electricitat (123,4% d'augment als serveis, 61,3% al domèstic). Contribueixen amb un 9,3% i un 8,6% de l'augment de les emissions, respectivament.
- Comparant els increments percentuals causats pels diferents efectes estudiats (carbonització, transformació, substitució i activitat) sobre les emissions i l'energia primària necessària, el factor més importat és l'increment de consum final d'energia (efecte activitat).
- La substitució de combustibles –en favor bàsicament del gas natural– ha tingut un efecte favorable a la disminució de les emissions, però molt petit i insuficient per compensar l'increment de les necessitats d'energia primària. La substitució de les fonts energètiques ha tingut un impacte molt més significatiu en la reducció d'emissions que en la disminució de les necessitats d'energia primària.
- Tot i observar-se una certa descarbonització, l'efecte transformació (canvis en les fonts i l'eficiència del sector energètic) ha tingut, des de la perspectiva del CO₂, un efecte negatiu i ha contribuït a l'increment de les emissions en un 14%, tot i que, des de la perspectiva de l'energia primària, les necessitats per a transformació van disminuir. La raó principal és el pes decreixent de l'energia nuclear respecte a la producció d'electricitat en centrals tèrmiques de gas natural; aquestes tenen una major eficiència en la conversió de calor a electricitat però emeten CO₂. Aquest és un exemple de les diferents conclusions que de vegades podem treure d'una anàlisi d'efectes en termes d'energia primària o d'emissions de carboni. Les possibles millores tecnològiques tendents a la captura del CO₂ *in situ* a les centrals elèctriques podria afectar sens dubte l'índex de carbonització.
- En conclusió, tant les emissions totals com la intensitat d'emissions del PIB augmenten molt al llarg del període considerat, de manera que som molt lluny dels compromisos del Protocol de Kyoto. Cal aplicar polítiques orientades a millorar l'eficiència energètica, així com a reduir les emissions per unitat d'energia si volem evitar que el creixement econòmic continuï comportant majors emissions (tant d'absolutes, com per unitat de PIB).

Exemples d'instruments per a la gestió de la demanda d'energia

A continuació es presenta un ampli ventall de mesures de gestió energètica, tot i que no es pretén que sigui un llistat exhaustiu de propostes.

Instruments de gestió energètica

- Si bé actualment s'utilitzen **ajuts públics** per a la instal·lació de mesures d'estalvi i eficiència energètica i per a la promoció d'energies renovables, es poden aplicar altres mesures de gestió energètica, com ara les següents:

- **Incentius econòmics** per reduir la demanda d'energia, com ara el “concepte 50-50” en equipaments (el 50% dels diners estalviats per una reducció del consum reverteixen sobre els usuaris, i l'altre 50%, sobre l'organisme gestor); o el reciclatge d'inversions energètiques (crear un fons de capital per a mesures d'eficiència que es dota amb les quantitats estalviades per les pròpies mesures).
- **Agències i empreses d'energia**, públiques o mixtes, que permeten crear una estructura institucional que facilita la tasca d'impulsar i aplicar el foment de l'estalvi, l'eficiència, les energies renovables, i la generació distribuïda.
- La **planificació al mínim cost** consisteix en la introducció de mesures de control de la demanda entre les alternatives a considerar en la planificació energètica.
- L'administració també pot actuar com a exemple amb **compres públiques** que tinguin en compte l'estalvi i l'eficiència energètica (en equipaments, introducció de criteris d'eficiència en els plecs d'obres i serveis, edificis públics, etc).
- El canvi de model de comercialització cap als **serveis energètics** (és a dir, calefacció, refrigeració, il·luminació, potència per als aparells electrònics) fa que l'empresa proveïdora dels serveis (i propietària de les instal·lacions) és qui tingui els majors incentius per proveir els serveis contractats amb la mínima quantitat d'energia.

Fiscalitat en l'àmbit de l'energia

- L'ús de la fiscalitat per incentivar conductes amb menor impacte ambiental és un instrument de

política energètica poc explorat encara. Es pot aplicar als consumidors, les activitats que consumeixen energia, i el sector energètic.

- Els impostos que existeixen a l'Estat espanyol sobre la venda d'hidrocarburs i d'electricitat no van ser creats amb el propòsit de reduir la demanda d'energia. La seva reforma faria que poguessin assolir millors resultats en termes ambientals.

Catalunya té certa capacitat normativa sobre alguns impostos de regulació estatal. En relació amb la fiscalitat energètica, les tres possibilitats més rellevants són:

- Deduccions per a inversions en energies renovables sobre la quota íntegra autonòmica de l'impost sobre la renda de les persones físiques.
- Increment de l'impost especial sobre determinats mitjans de transport dins dels valors legalment permesos.
- Establiment d'un tipus autonòmic sobre l'impost sobre les vendes minoristes de determinats hidrocarburs (és a dir, augment de l'actual “cèntim sanitari”).
- Les comunitats autònomes també poden crear tributs propis amb implicacions en l'ús d'energia (amb limitacions de la legislació estatal), tot i que Catalunya no ho ha fet encara. A Galícia, Castella-La Manxa, Andalusia, Aragó, Múrcia i Extremadura s'han establert mesures, com ara impostos sobre les emissions de SO_x i NO_x (que afecten centrals tèrmiques, refineries i grans consumidors d'energia), la generació d'electricitat en centrals nuclears, i l'emmagatzematge de residus nuclears.
- A nivell internacional, un dels casos més interessants és el del Climate Change Levy britànic, un impost estatal per afavorir l'eficiència energètica i la reducció de les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle que grava el consum d'energia a la indústria, el comerç i el sector públic.
- Les administracions locals tenen també la possibilitat d'aplicar mesures fiscals amb l'objectiu de reduir els consums d'energia, en particular a partir de l'actual marc legislatiu sobre l'IBI, l'IAE, l'Impost sobre Vehicles de Tracció Mecànica, l'Impost sobre Construccions, Instal·lacions i Obres, i algunes taxes.

- La fiscalitat sobre l'energia pot tenir un paper important dins d'un plantejament integral de reforma fiscal ecològica. Aquesta s'acostuma a associar a

un increment dels impostos ambientals en paral·lel a una reducció d'altres tributs, en particular les cotitzacions laborals, que graven –i per tant desincentiven– el factor treball. Això revertiria en el que es coneix com a doble dividend, és a dir, beneficis tant en l'àmbit ambiental com econòmic i, en particular, laboral.

Les quotes d'emissió i el consum d'energia

- Les Quotes d'Emissió Comercialitzables (QEC) són un altre tipus de mesura, que pretén generar canvis en el comportament dels individus i organitzacions que redueixin el consum d'energia i les emissions de CO₂.
- Les QEC són un instrument regulador de la demanda energètica que es fonamenta en l'assignació equitativa de drets d'emissió, que es poden intercanviar. Cada ciutadà rep periòdicament i gratuïta una mateixa quantitat de drets d'emissió, mentre que les organitzacions (administració, empreses, etc) compren els drets que necessiten en una subhasta o als intermediaris. El volum de drets disminueix al llarg del temps segons uns objectius de reducció d'emissions globals prèviament establerts.
- Les QEC es consideren un instrument equitatiu (cada individu adult gaudeix inicialment del mateix nombre de quotes), ambientalment efectiu (cobreix indirectament tots els usos de l'energia) i potencialment eficient a mitjà o llarg termini. Introdueix explícitament la noció de coresponsabilitat i fa directament partícips els ciutadans i les organitzacions econòmiques de promoure un canvi de model energètic. Cal tenir en compte que també poden tenir efectes socio-econòmics negatius.
- És un instrument que encara no s'ha portat a la pràctica, tot i que està generant força debat polític i mediàtic al Regne Unit, d'on prové. A Catalunya encara està lluny de ser aplicable. Abans cal analitzar-ne la viabilitat des d'un punt de vista administratiu, econòmic i tecnològic, i la percepció de la societat civil.

En conclusió, existeix un gran nombre de mesures econòmiques i fiscals per promoure canvis en la demanda d'energia, moltes de les quals ja s'han posat en pràctica en altres llocs. A Catalunya caldria començar a portar a la pràctica mesures econòmiques i fiscals en l'àmbit competencial del Govern, així com impulsar que altres administracions també ho facin.

Anàlisi Integrada Multiescalar del Metabolisme Energètic de Catalunya

Aquest bloc presenta l'anàlisi del metabolisme energètic de l'economia catalana en el període 1990–2005, utilitzant la metodologia MSIASM (*Anàlisi Integrada Multiescalar del Metabolisme Social*), que permet analitzar els processos de desenvolupament econòmic des d'un punt de vista energètic.

- L'enfocament es basa en una comptabilitat de l'energia utilitzada als diversos components del sistema econòmic. Aquesta informació es combina amb dades econòmiques, demogràfiques i de mercat de treball.
- MSIASM s'ha aplicat ja per a l'anàlisi de diferents sistemes econòmics, de manera que es poden establir comparacions amb altres països de l'entorn.

Metabolisme social: Tot procés econòmic implica la transformació d'energia i de materials per a la producció de béns i serveis, anàlogament a un organisme que metabolitza el menjar i el converteix en treball físic. Això té com a repercussió la generació de residus materials i calor dissipada que van a parar a l'ambient. L'activitat econòmica, per tant, es pot descriure en termes biofísics en funció de la quantitat i tipus d'energia i materials que utilitza. Quan s'analitza el cas particular del vector energètic, es parla de **metabolisme energètic**.

- A l'anàlisi MSIASM dividim l'economia catalana en dos grans sectors: el treball remunerat (PW), responsable de la generació de valor afegit; i les activitats no productives (HH), que inclouen la població dependent, el treball no remunerat i el temps que la població activa no dedica a treball. A la vegada, el sector del treball remunerat es pot dividir en tres subsectors: el sector productiu (PS), serveis i administració (SG), i sector primari (AG).

Les variables que s'utilitzen a l'anàlisi són bàsicament tres:

- El consum d'energia primària (ET), total i en cada sector.
- El temps que la societat dedica a cada activitat (HA), que es calcula a partir de la població, la població activa i les hores de treball.

Indicador	Definició	Com es calcula?	Què mesura?
EI_i	Intensitat energètica [MJ/€]	$= TET/PIB$	Indica l'energia consumida per unitat de PIB.
EMR_i	Taxa de metabolisme exosomàtic [MJ/h].	$= ET_i / HA_i$	Indica l'energia consumida per hora de l'activitat del sector i.
ELP_i	Productivitat del treball [€/h]	$= PIB_i / HA_i$	Indica la generació de valor afegit per hora d'activitat.
ELP/EMR_i	Eficiència econòmica de l'energia [€/GJ]	$= PIB_i / ET_i$	Mesura l'eficiència econòmica amb què utilitzem l'energia.

Taula 2. Definició dels indicadors MSIASM

– El PIB, o el Valor Afegit Brut, corresponent a cada sector econòmic.

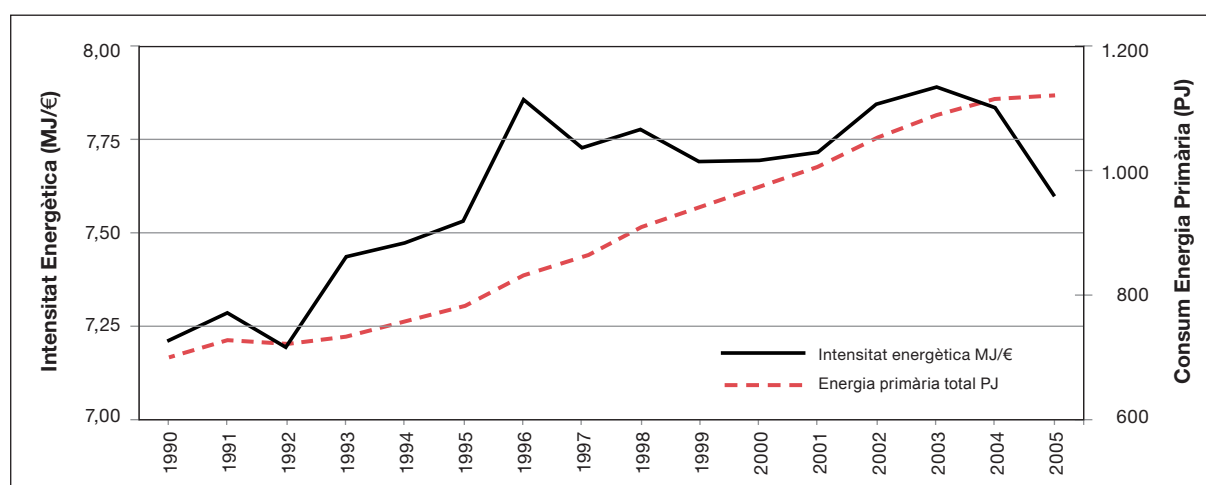
A partir d'aquestes variables (que es poden aplicar al conjunt de l'economia, i a cada sector o subsector), es calculen els següents indicadors que serveixen per a l'anàlisi MSIASM:

Resultats de l'anàlisi MSIASM

- En termes **econòmics** Catalunya ha experimentat un fort creixement entre 1990 i 2005, amb una taxa interanual del 2,64%. El PIB per capita era de poc més de 21.000 €/hab l'any 2005, nivell similar a la mitjana de la UE-15.
- La participació de cada sector a la generació de Valor Afegit Brut és força desigual. Els serveis aporten el 64% del PIB, la indústria un 34,4% (incloent-hi el 8,4% de la construcció), i l'agricultura

només un 1,6%. Aquestes proporcions són força coincidents amb els percentatges de temps d'activitat dedicat a cada sector.

- Les **hores d'activitat** es divideixen de forma molt desigual en els tres subsectors productius, i a més podem dir que s'ha produït un canvi en l'estructura de població activa. L'any 2005 el principal sector era el dels serveis (63,4%), amb una tendència a créixer. La indústria representava el 34,2%, quan el 1990 era el 43,7%. L'agricultura continua decreixent, i el 2005 ocupava només el 2,4% de les hores d'activitat productiva totals.
- El **consum d'energia primària** per capita va arribar a 160 GJ el 2005, mostra una forta tendència a la convergència amb la mitjana europea (167 GJ el 2004). Això vol dir que l'estructura econòmica i el consum de les famílies s'acosten a nivells europeus.


Figura 6: Evolució de la Intensitat energètica (EI) i el consum total d'energia primària (TET) a Catalunya (1990-2005)

Font: Elaboració pròpia a partir d'ICAEN (2006) i INE

Càlculs basats en el valor de l'euro l'any 2000.

	EMR	EI	ELP	ELP/EMR
Total Catalunya	18,4 MJ/h			
Sectors productius	167,3 MJ/h	7,6 MJ/€	25,54 €/h	152,6 €/GJ
Primari	178,2 MJ/h	13,6 MJ/€	13,1 €/h	73,7 €/GJ
Indústria	331,1 MJ/h	15,7 MJ/€	21,0 €/h	63,5 €/GJ
Serveis	75,1 MJ/h	3,4 MJ/€	21,9 €/h	291,7 €/GJ
Sector domèstic	2,8 MJ/h			

Taula 3. Dades dels indicadors MSIASM clau per a l'any 2005

- La **intensitat energètica** (EI) de Catalunya ha augmentat al llarg del període (figura 6), de manera que s'acosta al valor mitjà de la UE 15 (7,9 MJ/€ el 2004). Els països de l'entorn tenen dades similars, però tendeixen a reduir la seva intensitat energètica, i a guanyar en eficiència (com passa a Alemanya, al Regne Unit, i a la UE-15).
- Si ho mirem per sectors, la intensitat energètica més gran la té la indústria, i per tant és el sector que necessita més energia per cada euro de valor afegit produït, seguida de prop pel sector primari (vegeu la taula 3). El sector que en necessita menys són els serveis, però en els tres casos la tendència és cap a un augment moderat de la intensitat energètica.
- La **productivitat del treball** (ELP) als serveis es troba lleugerament per sobre de la ELP de la indústria. Totes dues se situen entre els 20-25 €/hora treballada en tot el període, i s'acosten a la baixa els darrers anys. Al sector primari és molt inferior (10-15 €/hora). En conjunt la productivitat del treball no ha crescut, fet que significa una pèrdua de competitivitat de l'economia. Això és més greu perquè hi ha hagut un augment de la intensitat energètica dels sectors.
- La taxa mitjana de **metabolisme exosomàtic** de la societat (EMR_{SA}), és a dir, el consum d'energia per hora de la societat catalana, ha passat de 13,1 MJ/h el 1990 a 18,4 MJ/h l'any 2005. La major part del consum d'energia es produeix a les activitats productives, tot i que creix més ràpidament el consum domèstic.
- En el sector domèstic, la taxa de metabolisme (EMR_{HH}) és baixa però creix molt ràpidament (ha passat de 1,64 MJ/h a 2,80 MJ/h, a un ritme interanual del 3,4%). Això significa que gran part de l'augment del consum d'energia s'ha destinat a béns de consum del sector domèstic, en un esforç de convergència amb la resta d'economies de l'entorn i en particular amb els països de la UE.
- En el conjunt dels sectors productius, però, la taxa de metabolisme (EMR_{PW}) ha crescut molt poc, ja que ha passat de 159 MJ/h el 1990 a 167 MJ/h el 2005. Això s'interpreta com que l'energia extra consumida no s'ha utilitzat per capitalitzar més els sectors productius (amb nova maquinària i infraestructures per als actuals treballadors) sinó que ha anat destinada principalment a proveir la nova força de treball de l'equipament necessari per exercir la seva activitat. És a dir, hi ha hagut creixement però no s'hi ha produït un canvi qualitatiu.
- Si ho analitzem en cadascun dels subsectors, la indústria (que aquí inclou la construcció i el sector energètic) té un consum d'energia per hora de treball de 331 MJ/h, amb grans fluctuacions pro-cíclicues. Al sector primari és de 178 MJ/h mentre que al sector dels serveis és de 75 MJ/h, i la seva evolució sembla haver assolit el seu màxim l'any 2001.
- L'**eficiència econòmica del consum d'energia** (ELP/EMR) permet veure el grau d'eficiència dels diferents sectors en la conversió de l'energia. La indústria genera menys valor afegit per unitat d'energia que el sector primari (vegeu la taula 2). Cal remarcar que els serveis generen més de quatre cops més valor afegit per unitat d'energia.

Discussió

- Els resultats que hem presentat mostren que hi ha una forta relació entre creixement econòmic i consum d'energia primària (figura 7). Així, Catalunya consumeix cada cop més energia, en termes absoluts i per unitat de PIB (no es desmaterialitza). Si no es canvia el model de creixement i l'estructura de l'economia, un major creixement del PIB sempre implicarà un major

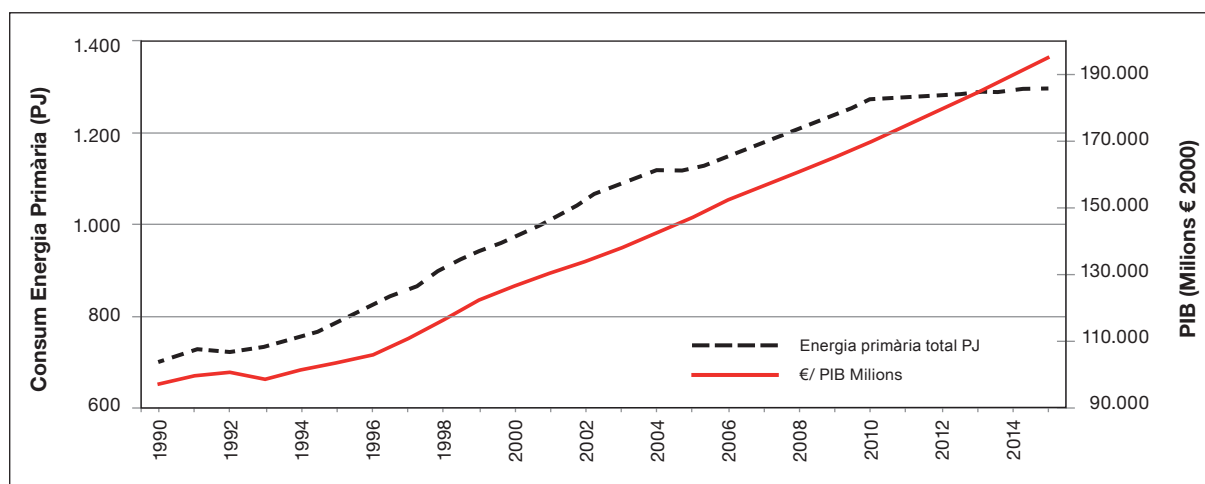


Figura 7. Consum total d'energia primària i PIB a Catalunya (1990-2005)

Font: Elaboració pròpia a partir d'ICAEN (2006) i INE

consum d'energia, i per tant, més dependència externa i fragilitat de l'economia, a banda d'un major impacte ambiental.

- Atès que a curt termini es preveu un envelliment de la població, que farà augmentar la taxa de dependència, la productivitat del treball als diferents sectors hauria d'augmentar per compensar la pèrdua de població ocupada. Una altra solució podria ser el foment de la immigració en edat laboral per tal de rejuvenir la població activa.
- L'important augment del consum d'energia de Catalunya durant el període d'anàlisi, d'un 3% anual, no ha estat igual en els diferents subsectors. Gran part de l'augment s'ha donat en el sector domèstic (4% interanual), mentre que als sectors productius el consum ha augmentat menys (2,8% interanual de mitjana). Així, la major part de l'increment de consum d'energia ha anat destinat a activitats de consum i a millorar el nivell de vida material de la població, i no pas a inversions en el sector productiu.
- Un factor preocupant és que l'indicador del consum d'energia per hora de treball (EMR_{PW}) en els sectors productius a Catalunya mostra un estancament en valors propers als 180 MJ/h des de l'any 1994. Com que hi ha relació entre l'energia consumida per hora de treball (EMR) i la productivitat del treball (ELP), l'estancament d'EMR indica que no està augmentant la productivitat del treball.
- Si aquest resultat es manté els propers anys, els augments de productivitat necessaris a causa de l'evolució de la població només seran possibles

si s'augmenta el consum d'energia per hora treballada als diferents sectors, fet que portarà a augments de la demanda total d'energia. Aquest fenomen faria augmentar la intensitat energètica. Una segona solució seria que es produís al país un canvi estructural fort que reduís la població activa de la indústria i aquesta passés als serveis (amb menors consums per hora de treball).

- Cal tenir també en compte que els diferents sectors econòmics tenen un mix energètic diferent. Per exemple, la indústria consumeix principalment gas natural i electricitat, mentre que els serveis consumeixen principalment productes petrolífers. Una transició de la població activa cap als serveis implicaria menys consum d'energia per hora treballada; però una reducció del consum d'energia a la indústria, si ve compensada per un increment d'igual magnitud als serveis, empitjoraria el mix d'energia consumida a Catalunya.
- En el sector domèstic (incloent-hi el 25% del consum del transport) més de la meitat del consum d'energia primària prové de derivats del petroli, gairebé un 30% de gas, i menys del 20% d'electricitat. Qualsevol pujada d' EMR_{HH} tindrà un impacte molt negatiu, i per unitat d'augment l'impacte és pitjor que si es donés a la indústria.
- En conclusió, els resultats de l'anàlisi demostren que el model de creixement que ha mantingut Catalunya des de l'any 1990 és fortament dependent del consum d'energia, i el més preocupant és que aquesta tendència sembla que es mantindrà en un futur immediat.

- El consum d'energia s'ha utilitzat per a un creixement quantitatiu del sistema econòmic però no per a un "desenvolupament" qualitatiu. No s'han produït canvis estructurals als sectors productius cap a activitats menys intensives en recursos i més generadores de valor afegit, de manera que l'augment en el consum d'energia ha servit per absorbir la nova població entrant.
- Sembla que Catalunya s'està especialitzant en activitats que generen poc valor afegit i poca formació (construcció i comerç). La manca d'innovació i d'inversió en tecnologia fan que la productivitat del treball se'n ressenti. D'aquesta manera s'entra en una espiral d'especialització en activitats poc generadores de valor afegit, on l'única manera de poder satisfer la demanda serà amb més immigració. Per sortir de l'espiral, s'hauria de promoure l'excel·lència tecnològica a tots els àmbits d'activitat, per tal de millorar la productivitat i la competitivitat dels productes catalans.
- Si es vol trencar amb aquesta forta relació entre creixement econòmic i consum d'energia, les mesures d'estalvi i eficiència, tot i ser imprescindibles, no seran suficients. Per tant, cal un canvi estructural que porti l'economia catalana cap a activitats que siguin menys intensives en energia.

Anàlisi de fluxos materials

Per tal d'oferir una visió global del metabolisme, es completa l'estudi energètic amb una anàlisi de fluxos materials (AFM) per a Catalunya entre 1990 i 2004. És a dir, s'analiza la quantitat, tipus i origen dels materials utilitzats per l'economia en aquest període per tal de quantificar els materials que Catalunya necessita per sustentar el seu funcionament.

- La metodologia consisteix en quantificar tots els materials que entren a Catalunya provinents de l'entorn natural propi (collites agrícoles, pesca, extracció de minerals), els provinents d'altres països, i les exportacions. S'utilitza la metodologia estandarditzada per Eurostat (2001), i que s'aplica a nombrosos països arreu del món. L'Estat espanyol l'ha incorporat a les estadístiques oficials.

En termes globals, entre 1990 i 2004 s'ha produït un creixement global de tots els indicadors, igual com succeeix en el cas del consum d'energia:

- L'extracció domèstica de materials va augmentar un 70%; si hi sumem les importacions, obtenim

l'entrada de materials directa (EMD), que va augmentar un 60%. El balanç físic comercial (importacions menys exportacions) va augmentar un 16% en termes de massa. Cal destacar el creixement del consum de materials dins de Catalunya, que va ser del 56%. En el mateix període la demanda d'energia primària va créixer un 60%.

- El creixement del consum de materials no ha estat constant, sinó que s'ha produït sobretot a partir del 1996, coincidint amb l'acceleració del consum d'energia i amb una etapa de creixement econòmic. En bona part és conseqüència del fort creixement del sector de la construcció, principal sector consumidor. El consum de materials per capita a Catalunya ha passat d'11,8 tones el 1990 a 16,9 tones per habitant l'any 2004.

Si analitzem l'evolució de les tres categories que es consideren a l'AFM:

- De **combustibles fòssils** només s'extreu un 4% (expressats en tones) del que es consumeix. Tant el consum com la importació de combustibles fòssils ha augmentat al llarg del període: el consum ha crescut un 24%, ja que ha passat de 2,5 a 2,9 tones per capita, mentre que el Balanç Físic Comercial ho ha fet un 33%.
- L'extracció de **recursos minerals** està dominada pels productes de pedrera i els seus derivats, clarament vinculats al sector de la construcció. La major part de recursos provenen de l'entorn natural català, però s'importen gairebé tots els minerals metàl·lics. L'elevat consum de recursos minerals i materials de construcció té implicacions directes en el metabolisme energètic de Catalunya: d'una banda, està associat a processos altament consumidors d'energia, com ara la fabricació de ciment; i de l'altra, el transport de materials de construcció significa una part important del trànsit de mercaderies.
- El consum de **biomassa** (produïda en l'agricultura, ramaderia, pesca, explotacions forestals i productes derivats, com els productes alimentaris elaborats) ha crescut en un 28% entre 1990 i 2004. Hi destaca l'augment de l'activitat del sector exterior, tant les importacions (60%) com les exportacions (71%). El consum de biomassa és el doble de la que s'obté dins de Catalunya.
- Pel que fa al comerç exterior, Catalunya té una alta dependència exterior de recursos energètics, de minerals metàl·lics, i de biomassa, que ha anat creixent al llarg del període. Tant les importaci-

ons com les exportacions amb la resta de l'Estat espanyol i l'estranger han augmentat en quantitat i s'han diversificat, fet que implica una gran necessitat de transport de mercaderies.

- Les tendències observades a Catalunya són similars a les de l'Estat espanyol, però els consums per habitant, tant l'Extracció Domèstica (ED) com el consum de materials (CMD) per habitant, són menors a Catalunya. El consum d'energia per capita és, però, superior a Catalunya.
- En comparació amb altres països europeus, l'extracció domèstica per capita a Catalunya és una de les més baixes de la UE-15, tot i que té una tendència a créixer. El consum domèstic de materials (CMD) per capita s'apropa a la mitjana de la UE-15, com passa també en el cas de l'energia.
- El consum de biomassa per capita a Catalunya és molt baix en comparació amb altres països de la UE-15, mentre que el de combustibles fòssils és només lleugerament inferior a la mitjana. Pel que fa als recursos minerals, Catalunya es troba entre els països amb major consum, per sobre la mitjana europea. Aquest resultat està lligat al sector de la construcció.
- També destaca la forta dependència de l'exterior per al conjunt de materials, pròpia de països petits i amb escassetat de recursos propis, com és també el cas de Bèlgica, Luxemburg o Holanda.
- En conclusió, l'anàlisi dels fluxos de materials de Catalunya entre 1990 i 2004 mostra una forta materialització tant en termes absoluts com en termes relatius, amb un creixement del consum superior al del PIB, igual com passa en el consum d'energia. Això vol dir que amb el metabolisme actual de Catalunya el creixement econòmic suposa un augment de les necessitats materials i energètiques, de manera que l'economia s'està fent cada cop més ineficient en la utilització dels recursos naturals.
- Calen polítiques que modifiquin el model de creixement actual, on la construcció hi té un fort pes, per tal de disminuir el consum de recursos, l'extracció de materials de l'entorn natural, les importacions i el transport de mercaderies.

Conclusions

Centrant-nos primer en el **sistema energètic**, les principals conclusions són:

- La forta tendència a l'augment del consum d'energia primària (60% en 15 anys), que es preveu que es mantindrà en el futur, fa que la moderació del consum hagi de ser un dels objectius prioritaris de la política energètica. Això només es pot aconseguir amb la interrelació de la política energètica amb altres polítiques territorials i econòmiques.
- Per a fer front a l'alta dependència dels combustibles fòssils (més del 75% de l'energia primària) cal promoure una major diversificació de fonts, i particularment, l'ús de les energies renovables.
- El petroli a Catalunya es consumeix en usos que podem anomenar "estructurals": el 45% en el transport, el 25% a usos no energètics (indústria petroquímica). Només un 2% es dedica a generar electricitat.
- Un problema important és la dependència exterior, i per tant cal diversificar també els països d'origen (i en el cas del gas, la forma d'importació – GNL o per gasoducte). Només el 4% del consum d'energia primària prové de fonts autòctones (principalment, renovables).
- Les energies renovables hi contribueixen molt poc (menys del 3% de l'energia primària). Per tant, s'ha d'analitzar quines són les barreres que hi ha (sobretot les problemàtiques de l'eòlica) i portar a terme polítiques adequades a les necessitats de Catalunya. Cal recordar que tant els nivells actuals com les previsions es situen molt per sota dels objectius a nivell europeu (12% de l'energia primària de fonts renovables l'any 2010; 20% el 2020), i que en canvi es preveu que s'assolir a l'Estat espanyol.
- L'ús de biocombustibles per al transport presenta problemàtiques importants, de manera que no són una solució adequada a gran escala, tot i que sí que és important donar suport a la producció de biodièsel a partir d'olis de cuina usats⁷ o de residus. Cal evitar plantacions i importacions a gran escala. Cal centrar els esforços en reduir la demanda de carburants per al transport.

7. La recollida d'olis usats és encara poc habitual a Catalunya. Caldria generalitzar-la per tal de reduir la contaminació de l'aigua i els costos de depuració.

- El model energètic actual genera un conjunt d'impactes ambientals. Simplificant molt, destaquem els residus nuclears (per als quals no hi ha una solució definitiva actualment) i les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (que a Catalunya han augmentat el 60% des de 1990, molt per sobre dels compromisos de Kyoto, i es preveu que continuaran augmentant).
- El sistema energètic català està molt centralitzat: pocs centres de producció, i allunyats dels principals focus de consum. Les infraestructures existents i previstes dificulten un canvi cap a un model de generació distribuïda.
- Catalunya té el repte de fer front en un futur proper al tancament progressiu de les centrals nuclears que hi ha al territori (previst a partir de 2022). Tot i que la decisió és competència estatal, cal iniciar ja la discussió per tal d'estar preparats per implementar alternatives més sostenibles.

Les principals **propostes** en aquest àmbit són:

- Aconseguir la contenció i reducció de la demanda d'energia, en especial:
 - Reduir el consum de combustibles per al transport: millorar la xarxa de transport públic, prioritzar les infraestructures del ferrocarril per davant de la carretera, promoure el transport de mercaderies per ferrocarril, reduir les necessitats de mobilitat amb polítiques territorials i urbanístiques.
 - Reduir la demanda d'electricitat domèstica i als serveis: polítiques d'estalvi i eficiència, frenar l'expansió urbanística; aplicació del codi tècnic de l'edificació i el decret d'ecoeficiència, incorporar energies renovables i sistemes de gestió de la demanda, arquitectura bioclimàtica. L'estalvi energètic ha de ser un dels pilars de la política energètica, incloent tant canvis d'hàbits com la millora de l'eficiència en l'ús de l'energia.
- Reduir la dependència del petroli: a curt termini, diversificar l'origen de les importacions; a mitjà termini, reduir les necessitats de petroli a la societat. Per garantir la competitivitat caldrà buscar la màxima eficiència en els consums de petroli a la indústria. Caldrà buscar alternatives als consums més ineficients en termes energètics i de valor afegit, com el del transport.
- Promoció de les renovables. Cal analitzar-ne les barreres i les dificultats, i fer una política catalana de promoció de les energies renovables. És molt

important el foment de la recerca, el desenvolupament i la innovació.

- Aprofitar millor els recursos energètics, amb sistemes de cogeneració i trigeneració en l'àmbit urbà (calefacció de districte) i en l'àmbit industrial.
- Promoure la recerca i el desenvolupament en energies renovables i en estalvi i eficiència.
- Cal que Catalunya disposi d'un marc institucional fort. Un pas endavant molt important podria ser la creació de l'Agència de l'Energia de Catalunya.

Les conclusions pel que fa a l'ús de l'energia a l'economia catalana, són:

- El model de creixement de Catalunya des de 1990 és fortament dependent del consum d'energia. A més, el consum energètic creix a un ritme superior al del PIB (un 3% respecte un 2,6%), de manera que la *intensitat energètica* de Catalunya ha augmentat. Això vol dir que l'economia ha esdevingut menys eficient en l'ús de l'energia per a la generació de valor afegit.
- No s'han observat grans canvis estructurals a l'economia catalana; l'augment en el consum d'energia ha servit per absorbir la nova població entrant i dotar-la de les infraestructures i els mitjans de treball necessaris.
- La productivitat del treball (ELP) no ha crescut durant el període, cosa que significa una pèrdua clara de competitivitat de l'economia. A més, hi ha diferències enormes en relació amb el consum d'energia per hora de treball entre activitats econòmiques, que ha crescut molt poc, fet que explica en part l'evolució negativa de la productivitat del treball. Si l'estancament continua en un futur, la competitivitat de la producció catalana baixarà encara més.

Si es fa l'anàlisi per sectors d'activitat:

- Catalunya està dirigint l'activitat cap als serveis, amb un pes creixent del transport, tal i com han fet abans altres economies industrialitzades. L'energia consumida per hora de treball ha crescut molt poc. Això s'interpreta com que l'energia *extra* no s'ha utilitzat per capitalitzar més els sectors productius (amb nova maquinària i infraestructures per als actuals treballadors) sinó que ha anat destinada a proveir la nova força de treball.

- El sector de transformació de l'energia és el que consumeix més energia, però ha mostrat una millora en l'eficiència, i ha canviat també el mix energètic. Representa el 16% de les emissions de CO₂.
- El sector primari té un consum petit (3% del total d'energia primària), però més del 90% són productes derivats del petroli. Destaca que l'energia consumida per hora de treball és molt elevada en el sector primari a Catalunya en comparació amb la de la resta de l'Estat.
- La indústria (incloent-hi la construcció) representa un 22% del consum d'energia primària, i emet el 29% de les emissions de CO₂. La seva taxa de metabolisme va ser el 2005 de 333 MJ/h, amb grans fluctuacions pro-cícliques. No obstant això, la productivitat econòmica de la indústria és inferior a la de l'agricultura, cosa que indica la necessitat urgent d'inversions cap a sectors que demanin menys recursos i generin més valor afegit.
- El sector dels serveis té un creixement molt ràpid, tot i que encara representa una fracció petita (8%) del consum d'energia primària. Mostra el procés de terciarització de l'economia i la major

intensitat energètica. És el sector amb una major productivitat econòmica de l'ús de l'energia, i té una productivitat del treball equivalent a la de la indústria.

- El transport consumeix un 24% de l'energia primària, però genera el 46% de les emissions de CO₂. La tendència és a augmentar, de manera que l'economia catalana és cada cop més dependent del transport per al seu funcionament. La dependència total del transport envers el petroli fa que calguin mesures radicals dirigides a canviar el model de mobilitat.
- El sector domèstic augmenta també molt de pressa el consum d'energia. Les causes són l'augment espectacular del nivell de vida material de la societat i l'augment de la població. Es preveu que la població catalana continuarà creixent els propers anys, i per tant es crearan noves llars, que hauran d'equipar-se. D'altra banda, el consum d'energia per hora no treballada es troba encara a nivells baixos en comparació amb la resta d'economies del nostre entorn, cosa que fa preveure que augmentarà. Es vincula al nivell de vida material de les famílies (nous béns de consum i d'equipament, viatges i oci).

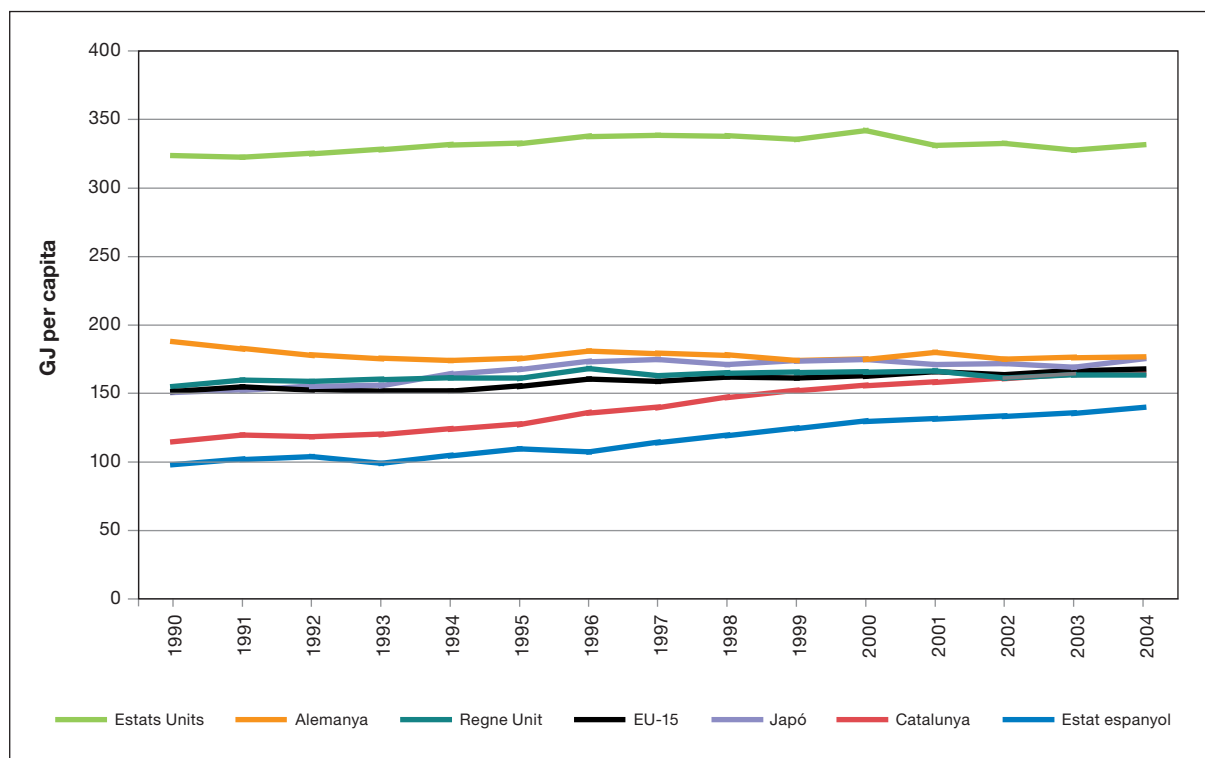


Figura 8: Consum d'energia primària per capita (GJ) en diferents països

Font: Elaboració pròpia a partir de AIE (2006) i INE

- Catalunya ha mostrat una forta convergència amb la mitjana europea en la majoria de les variables analitzades (figura 8). La intensitat energètica s'ha acostat al valor mitjà de la UE-15 (7,9 MJ/€ el 2004), tot i que els països del nostre entorn han tingut una tendència a la baixa i Catalunya (i l'Estat espanyol) a l'alça. Aquest major consum d'energia també s'ha vist reflectit en el consum per habitant, que convergeix cap a la mitjana europea.

Pel que fa a les propostes d'actuació en aquest àmbit:

- A Catalunya encara no s'han utilitzat prou instruments econòmics i fiscals de gestió energètica. Caldria seguir amb la línia de subvencions i ajuts per a la promoció de les energies renovables i l'estalvi i l'eficiència. Alhora, s'hauria d'estudiar si hi ha actualment subvencions i exempcions que poden tenir efectes perversos en termes de consum d'energia, i reduir-les.
- *Al transport:* Calen canvis en la mobilitat, el transport de mercaderies i les infraestructures, que potencien l'ús de l'automòbil privat. Cal promoure el canvi a modalitats més eficients de satisfer les necessitats de transport, com ferrocarril per a mercaderies, i transport públic per a viatgers.
- *Construcció i model urbanístic:* Cal introduir criteris energètics en la construcció (aplicant l'actual normativa d'ecoeficiència i noves mesures, basades en l'arquitectura bioclimàtica); i en la planificació territorial, com ara potenciar la ciutat compacta i la barreja d'usos.
- *Infraestructures:* Cal considerar les conseqüències energètiques de les noves infraestructures de transport, ja que aquestes estableixen el model futur de mobilitat i fixen consums.
- *El sector domèstic:* S'hauria de promoure que els propietaris d'habitatges vells incorporesin les mesures aprovades pel nou codi tècnic d'edificació a tots els habitatges i continuar les campanyes de promoció de l'estalvi i l'eficiència energètica. S'ha de corresponsabilitzar el ciutadà de l'acció per reduir la demanda d'energia i l'impacte sobre el canvi climàtic. Cal una anàlisi més detallada, ja que serà un sector molt important en el futur.
- *A la indústria:* Cal potenciar els sectors de més alt valor afegit, que sovint coincideixen amb els que incorporen més tecnologia. En matèria fiscal, es podrien gravar les emissions de SO_x, NO_x i CO₂ per promoure l'estalvi d'energia i el canvi a fonts d'energia més netes i més eficients.
- *Al sector de l'energia:* S'hauria de promoure la introducció de criteris de Planificació al Mínim Cost, que potencia les mesures de control de la demanda front a les d'oferta en la planificació energètica. En matèria fiscal hi ha moltes possibilitats d'actuació (per exemple, gravar l'ús de fonts amb més impacte).
- *L'Administració Pública* disposa d'instruments com la compra verda o incentius i mesures de gestió energètica com el reciclatge d'inversions, aplicació de tributs, etc. En l'aspecte institucional, caldria que l'actual ICAEN es convertís en una Agència de l'Energia amb competències ampliades.

Identificació de punts clau:

Principals febleses

- La forta dependència de petroli exterior situa Catalunya en una situació de fragilitat davant de futures pujades de preus o d'escassetat relativa de petroli.
- La construcció té un pes molt elevat a l'economia, i és responsable de forts consums energètics (fabricació de ciment, transport de materials). A més té influència sobre els consums futurs, de manera que cal introduir-hi millores.
- El sector del transport és un dels principals consumidor d'energia, gairebé tot derivats del petroli. L'estructura econòmica i territorial fa que sigui difícil contenir el consum d'energia al transport.
- La productivitat del treball i la quantitat d'energia consumida per hora de treball s'han estancat. Això pot estar indicant millores d'eficiència, però probablement és el reflex de l'estancament de la inversió productiva.
- El creixement de la població implica que continuarà augmentant l'energia consumida pel sector domèstic.
- El futur tancament de les centrals nuclears planteja uns reptes difícils; cal iniciar la discussió per disposar d'energies alternatives.
- S'ha d'anar amb compte amb l'aposta pel gas natural a la indústria i la generació elèctrica, ja que

pot presentar el mateix tipus de problemes que el petroli en un futur proper. A més, caldran grans inversions en la millora de les infraestructures.

- Si es mantenen les tendències actuals augmentaran molt les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle lligades a l'energia.
- Des d'un punt de vista institucional, existeixen limitacions per a la distribució de competències entre els diferents nivells de l'administració de l'Estat.

Principals oportunitats per a Catalunya

- Catalunya hauria d'aprofitar la necessitat actual de repensar el model energètic per posicionar-se com una regió capdavantera en la recerca i l'aplicació de mesures d'eficiència energètica i d'energies renovables. Això donaria un avantatge competitiu a les indústries catalanes del sector energètic, i milloraria la competitivitat de l'economia en els sectors on s'apliquin.
- Tot i que Catalunya no està obligada a complir els objectius de la UE, aquests es podrien assumir com a propis i servir d'estímul.
- La necessitat de replantejar el model energètic fa que Catalunya tingui l'oportunitat de dissenyar una transició cap la comercialització de serveis energètics i no d'unitats d'energia.
- Aprofitar les sinergies que hi ha amb les polítiques de canvi climàtic, tant amb les mesures de mitigació (reducció del consum de combustibles fòssils i millora de l'eficiència) com d'adaptació (per exemple, aprofitament de la biomassa procedent d'una millor gestió forestal).
- Cal aprofitar també que el canvi climàtic té una presència mediàtica molt important per comunicar la necessitat de fer un ús correcte dels recursos energètics.
- Les polítiques energètiques han d'aprofitar sinergies amb altres polítiques, com la territorial, l'econòmica, la industrial, ambiental, de mobilitat i d'infraestructures.

Finalment, cal senyalar que s'ha detectat una manca de dades energètiques, econòmiques i demogràfiques a Catalunya, que comporten una important limitació per a la recerca. De manera particular caldria publicar els balanços energètics de Catalunya, i disposar de les dades energètiques i econòmiques amb el major nivell de desagregació possible.

Referències

Agència Internacional de l'Energia (AIE). (2006). *Key world energy statistics 2005*. París: International Energy Agency.

CAMPBELL, C.J. (2002). "Forecasting Global Oil Supply, 2000–2050", *Hubbert Center Newsletter* 2002/3. July 2002, Golden (Colorado): M.K. Hubbert Center for Petroleum Supply Studies, Colorado School of Mines.

CLEVELAND, C. (2005). "Net energy from the extraction of oil and gas in the United States". *Energy*, 30: 769-782.

CORES. (2006). *Boletín Estadístico de Hidrocarburos*. Resumen año 2005. Edición de junio de 2006. Corporación de Reservas Estratégicas de Recursos Petrolíferos (CORES), i Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. www.cores.es

EIA. (2006). *International Energy Outlook 2006*. Washington: Energy Information Administration, US Department of Energy.

Eurostat (2001). *Economy-wide material flow accounts and derived indicators. A methodological guide*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

Generalitat de Catalunya, Departament de Treball i Indústria (2006). *Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015. Pla Estratègic*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. (1a edició, juny 2006).

GIAMPIETRO, M. (2003). *Multi-Scale Integrated Analysis of Agro-ecosystems*. Boca Raton: CRC Press. (472 p).

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

Llista dels principals acrònims utilitzats

AFM	Anàlisi de Fluxos Materials
AG	Agricultura (a MSIASM)
AIE	Agència Internacional de l'Energia
AMEEC	Anàlisi del Metabolisme Energètic de l'Economia Catalana
CMD	Consum de Materials Domèstic (a AFM)
ED	Extracció Domèstica (a AFM)
ELP	Productivitat Econòmica del Treball
EMD	Entrades de Materials Directes (a AFM)
EMR	Taxa de Metabolisme Exosomàtic (a MSIASM)
EROI	Retorn Energètic de la Inversió d'Energia
GNL	Gas Natural Liquat
HH	Sector de les famílies (a MSIASM)
ICAEN	Institut Català de l'Energia
IDESCAT	Institut d'Estadística de Catalunya
IER	Escenari Intensiu en Energies Renovables (dins el PEC)
INE	Institut Nacional d'Estadística

MSIASM	Anàlisi Integrada Multiescalar del Metabolisme Social
NOx	Òxids de nitrogen
OCDE	Organització per a la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic
OPEP	Organització de Països Exportadors de Petroli
PEC	Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015
PER	Plan de Energia Renovables de España 2005-2010
PIB	Producte Interior Brut
PS	Sector Indústria (a MSIASM)
PW	Sector Productiu (a MSIASM)
QEC	Quotes d'Emissió Comercialitzables
SA	Mitjana de la Societat (a MSIASM)
SG	Serveis i Administració (a MSIASM)
SOx	Òxids de Sofre
UE-15	Unió Europea de 15 països membres
VAB	Valor Afegit Brut

Principals unitats utilitzades

mbd = milions de barrils diaris

GJ = Giga Joule (10^9 joules)

MJ = Mega joule (10^6 joules)

MW = Megawat (10^6 vats), unitat de potència

tep = tona equivalent de petroli, 41.868 MJ

ktep = milers de tones equivalents de petroli



Generalitat de Catalunya
Consell Assessor
per al Desenvolupament Sostenible



Institut
d'Estudis
Catalans