

15 Indústria

Autors

Àlvar Feliu Jofre

Jaume Josa i Pons

Àlvar Feliu Jofre és enginyer de camins, canals i ports per la UPC i màster en gestió gerencial per l'EADA. Ha desenvolupat l'activitat professional en activitats de recerca estratègica i d'assessorament per a entitats públiques i privades, en l'àmbit de la planificació ambiental, la gestió de residus municipals, industrials i hospitalaris, la bioenergia, les infraestructures sostenibles, l'empresa i el medi ambient, el canvi climàtic, la degradació de sòls i la gestió del cicle integral de l'aigua. Ha estat professor associat de la UPC entre el 1997 i el 2009. Actualment és assessor de la Fundació Fòrum Ambiental, membre de la Comissió de Residus i Medi Ambient del Col·legi d'Enginyers de Camins de Catalunya i professor del màster en arquitectura i medi ambient: integració d'energies renovables a l'arquitectura.

Jaume Josa i Pons és doctor en ciències químiques per la Universitat de Barcelona. Va iniciar la carrera professional a Kao Corporation, on va treballar com a científic analista al laboratori de R+D a

Barberà del Vallès (1988-1990). Del 1991 al 2000 va treballar als laboratoris de R+D de Henkel Ibérica, SA, a Montornès del Vallès, com a responsable del desenvolupament de lleixius per a la roba, per a la neteja de superfícies, de ceres per a terres i mobles i d'altres productes de neteja i cura de la llar. L'any 1998 es va traslladar a Pleasanton (CA, EUA) per treballar com a responsable de R+D internacional de productes amb base d'hipoclorit a l'empresa The Clorox Company. Entre el 2001 i el 2009 es va traslladar a la central que Henkel té a la ciutat alemanya de Düsseldorf, com a director de R+D+I de productes per a la neteja i la cura de la llar. També ha atès tres conferències de l'ONU sobre canvi climàtic, a Mèxic el 2010, a Sud-àfrica el 2011 i a Qatar el 2012. Des del 2011 publica un blog sobre protecció del clima al diari Ara (<http://emprenem.ara.cat/canviclimatic>). Des del 2013 és membre del GECCC (Grup d'Experts en Canvi Climàtic de Catalunya) i col·labora amb Leitat Technological Center com a *group leader* de la divisió de productes de gran consum (FMCG).

Sumari

Síntesi	365
15.1. Introducció	366
15.2. Context	366
15.2.1. Indústria manufacturera	366
15.2.2. Emissions directes i indirectes.....	367
15.2.3. Emissions domèstiques	368
15.3. Inventari d'emissions	368
15.4. Mesures de mitigació	370
15.4.1. Com i què.....	370
15.4.1.1. Eficiència energètica	371
15.4.1.2. Eficiència en els materials	371
15.4.1.3. Eficiència en les emissions.....	372
15.4.1.4. Disseny del producte	372
15.4.2. Mitigació en tres sectors industrials d'alt VAB a Catalunya.....	372
15.4.2.1. Indústries de productes alimentaris i de fabricació de begudes (CCAIE10).....	372
15.4.2.2. Indústria de fabricació de productes químics i farmacèutics (CCAIE20)	373
15.4.2.3. Indústria de fabricació de vehicles de motor	374
15.4.3. La mitigació de GEH a la indústria: una reflexió final	374
15.5. Canvi climàtic i gestió de riscos a la indústria.....	375
15.5.1. Productivitat total dels recursos	375
15.5.2. Una indústria que depèn menys de determinats recursos naturals	377
15.5.3. Sinergies amb els problemes ambientals i socioeconòmics de Catalunya.....	377
15.6. Conclusions	378
15.7. Recomanacions	379
Referències bibliogràfiques	381

Síntesi

El capítol s'ha estructurat en quatre apartats principals. L'apartat 15.2 fa una definició precisa de l'àmbit de la indústria manufacturera, dels sectors que la conformen i de les emissions de GEH (gasos amb efecte d'hivernacle) que s'han avaluat. L'apartat 15.3 analitza l'inventari d'emissions de GEH de la indústria a Catalunya, la distribució sectorial i per tipus de gasos, l'origen en els processos industrials i el pes que tenen en el conjunt català. L'apartat 15.4 diagnostica la situació actual del control d'emissions de GEH en els tres sectors industrials que aporten més valor afegit a Catalunya: alimentari, químic i automoció. Així mateix, es dibuixen els eixos d'actuació en què cal incidir per a reduir les emissions en els tres sectors seleccionats. Això obre una porta important a la innovació, mitjançant el redisseny del producte i la consegüent reduc-

ció d'emissions de GEH durant el període en què s'usa. L'apartat 15.5 complementa l'anterior i hi posa l'èmfasi en les sinergies entre la mitigació de les emissions de GEH, l'increment de la productivitat dels recursos a la indústria i la millora dels problemes ambientals i socioeconòmics prioritars a Catalunya. Es destaca que un desenvolupament industrial equilibrat i inclusiu per a assolir els objectius econòmics, socials i ambientals, demana fer tant o més esforç en la productivitat dels recursos (incloent-hi les infraestructures) que merament en la productivitat laboral. Finalment, s'aporten recomanacions per a desenvolupar i coordinar les polítiques implicades i es complementa l'Estratègia Industrial de Catalunya 2014-2020.

Paraules clau

indústria, gasos amb efecte d'hivernacle, eficiència de recursos, economia baixa en carboni, innovació

15.1. Introducció

Aquest TERCER INFORME SOBRE EL CANVI CLIMÀTIC A CATALUNYA s'ha construït, també pel que fa a aquest capítol dedicat a la indústria, sobre la bona base establerta a les dues edicions precedents. A més de recollir dades sobre les emissions en els diferents sectors, s'ha volgut fer una aposta clara per a ressaltar el que s'està fent des del món industrial per a aconseguir la reducció de GEH, no solament en l'àmbit de l'eficiència energètica i el canvi gradual cap a l'ús d'energies renovables, sinó també pel que fa a l'augment en l'eficiència d'ús dels materials.

Segons dades de l'IPCC (Fischedick, 2014), de les emissions globals de GEH, la indústria en produeix gairebé una tercera part, mentre que a Catalunya representen el 25 % (figura 15.5). L'origen d'aquestes emissions és divers. Les fonts principals estan en el processament de materials (naturals, biomassa, minerals, etc.), que esdevenen transformats en productes. Si hi sumem les emissions totals de la producció de ferro i d'acer amb la del ciment, a escala global superem el 40 % de les emissions totals de GEH per la indústria. També són rellevants els sectors de productes químics i d'adobs, la indústria paperera i el processament d'aliments. L'ús d'energia és la primera causa d'aquestes emissions i, per tant, l'increment de l'eficiència energètica és una eina de gran vàlua per a reduir-les. No cal menystenir l'ús de materials (Allwood, 2012), ja que si augmentem l'eficiència en l'ús, també reduïrem les emissions de GEH, sobretot si rebaixem les pèrdues de materials durant la producció o les minves, reutilitzant materials usats o canviant el disseny del producte.

A mesura que els efectes del canvi climàtic es fan més visibles, es fa molt difícil per als que s'anomenen «escèptics» pel que fa al tema continuar negant l'evidència. Fins i tot, el papa Francesc s'ha pronunciat pel que fa a la necessitat de mitigar el canvi climàtic en la recent encíclica *Laudato si'* (Francesc, 2015) sobre la necessitat de cuidar la casa de tots, el nostre planeta Terra. Les males notícies que ens arriben dels impactes que el canvi climàtic ja provoca avui dia no ens poden pas deixar paralizats, ans al contrari, han de ser un motiu per a accelerar la implementació ràpida

(Zaelke, 2014), la qual aportï millores visibles i més rellevants a curt termini, segons els polítics de tot el món.

A Catalunya s'observen iniciatives destacables en l'àmbit de la mitigació en l'àmbit industrial. El Govern de la Generalitat de Catalunya ha estat pioner a implementar programes en aquest sentit, com el Programa d'Acords Voluntaris, i a elaborar i posar en pràctica mesures que planifiquin, promoguin i facilitin a la indústria apostar fort per l'economia verda i per un futur més sostenible i més bo per a tothom, com el projecte de Llei de canvi climàtic. En aquest sentit, l'Acord de París (UNFCCC, 2015) significa un pas històric que, sens dubte, serà un element cabdal de suport i d'actuació per a la indústria a Catalunya.

15.2. Context

El capítol 15 tracta les emissions domèstiques de la indústria manufacturera amb una doble perspectiva:

- Pel que fa a l'inventari d'emissions de GEH, i d'acord amb les directrius de la CMNUCC, es tenen en compte solament les emissions directes.
- Pel que fa a les mesures de mitigació, s'aborden tant les emissions directes com les indirectes.

15.2.1. Indústria manufacturera

La indústria manufacturera integra bàsicament la fabricació de materials com ara metalls, ciment, paper, etc., de components i de productes intermedis, de maquinària i d'equips i de productes per al consum final com ho són els aliments o els tèxtils. S'ha considerat que les coqueries i les instal·lacions de refinació de petroli no formen part de la indústria, sinó que pertanyen al sector energètic (producció i transformació de l'energia), que és objecte d'un altre capítol del TICCC.

L'estructura sectorial de la indústria es presenta a la taula 15.1, segons la classificació catalana d'activitats econòmiques (CCAIE, Idescat, 2009).

En tot el capítol, quan es parla de la «indústria» o la «indústria catalana», sense més especificació, es fa referència a la indústria manufacturera catalana segons la definició de la taula 15.1.

TAULA 15.1. Composició sectorial de la indústria i valor afegit brut (VAB)

CCAEE	Subsector	VAB (2013)	
		M€	%
10	Indústries de productes alimentaris	4.227	18,5
11	Fabricació de begudes		
12	Indústries del tabac		
20	Indústries químiques	2.760	12,1
29	Fabricació de vehicles de motor, remolcs i semiremolcs	2.619	11,5
30	Fabricació d'altres materials de transport		
25	Fabricació de productes metàl·lics, excepte maquinària i equips	2.120	9,3
21	Fabricació de productes farmacèutics	1.979	8,7
28	Fabricació de maquinària i equips	1.363	6,0
13	Indústries tèxtils	1.244	5,5
14	Confecció de peces de vestir		
22	Fabricació de productes de cautxú i matèries plàstiques	1.205	5,3
17	Indústries del paper	854	3,7
27	Fabricació de materials i equips elèctrics	771	3,4
18	Arts gràfiques i reproducció de suports enregistrats	620	2,7
23	Fabricació d'altres productes minerals no metàl·lics (vidre, ciment, ceràmica, etc.)	522	2,3
16	Indústria de la fusta i del suro, excepte mobles; cistelleria i esparteria	484	2,1
31	Fabricació de mobles		
24	Metal·lúrgia; fabricació de productes bàsics de ferro, acer i ferroaliatges	391	1,7
15	Indústria del cuir i del calçat	133	0,6
26	Altres	1.498	6,6
Total		22.790	100

Font: Elaboració pròpia a partir de l'*Informe anual sobre la indústria a Catalunya, 2014* (Departament d'Empresa i Ocupació, Generalitat de Catalunya).

15.2.2. Emissions directes i indirectes

Les emissions directes (abast 1,¹ vegeu l'apartat 15.4.1) en la indústria tenen dos orígens ben diferenciats:

- Processos de combustió (amb transformació energètica de combustibles sòlids, líquids o gasosos); per exemple, cogeneració amb gas natural o combustió de coc als forns de producció de clínquer.

- Processos de producció (sense transformació energètica); per exemple, la calcinació de la pedra calcària: $\text{CaCO}_3 + \text{calor} \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$.

Les emissions indirectes (abast 2 i abast 3) deriven tant dels processos com dels productes de la indústria:

- Les emissions associades a les entrades i les sortides dels processos. Aquestes emissions, les generen els proveïdors de béns i serveis a la indústria, per exemple:
 - extractors i transformadors de primeres matèries (abast 3),
 - productors d'electricitat consumida per la indústria (abast 2),
 - tractadors dels residus industrials generats per la indústria (abast 3).
- Les emissions associades a la distribució i l'ús dels productes industrials per al consum inter-

¹ Les emissions de GEH d'una empresa es divideixen en tres nivells o abasts: *abast 1* són les emissions directes (crema de combustibles fòssils: gas, carbó, petroli; transport dels vehicles en propietat i emissions fugitives); *abast 2* són el consum d'electricitat o bé el calor i fred adquirits, i l'*abast 3*, que inclou les d'emissions associades al producte, entre les quals hi ha les associades al transport fins al punt de venda, a l'ús i a l'eliminació o reciclatge.

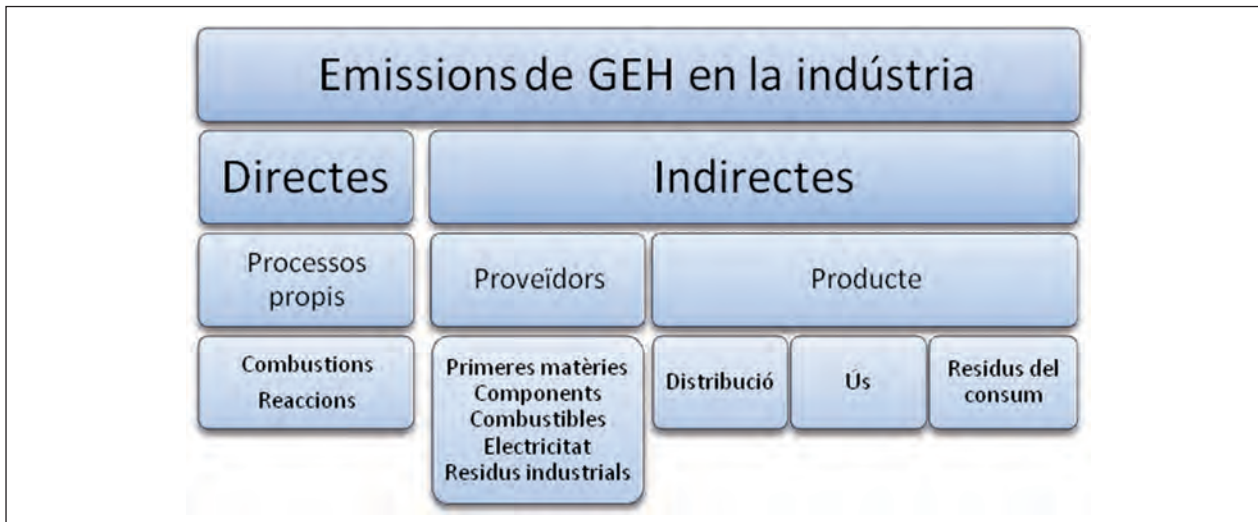


FIGURA 15.1. Emissions de GEH directes i indirectes en la indústria.

medi o final, així com a la gestió dels residus generats pel consum dels productes industrials (abast 3).

La figura 15.1 sintetitza l'estructura de la petjada de carboni de la indústria.

15.2.3. Emissions domèstiques

Les emissions domèstiques són les que estan associades a la producció de la indústria catalana, tant per al mercat intern com per a l'exportació. Per a conèixer quines són les emissions associades al consum de béns industrials a Catalunya, caldria restar de les emissions domèstiques les emissions de la producció exportada i sumar-hi les emissions de la producció importada (figura 15.2).

15.3. Inventari d'emissions

L'any 2012, les emissions directes de la indústria catalana van ser de 10,65 Mt CO₂ equiv., distribuïdes tal com es mostra a la taula 15.2.

El 76 % de les emissions de la indústria estan associades a l'ús energètic en calderes, a la cogeneració i als processos de combustió. Aquestes emissions van assolir un màxim l'any 2005 de prop de 13 Mt CO₂ equiv. Des d'aleshores, s'han reduït pràcticament un 40 %, fins a arribar als 8 Mt CO₂ equiv. de l'any 2012 (vegeu la figura 15.3).

Els processos sense combustió, fonamentalment de descarbonatació, van emetre 2,6 Mt CO₂ equiv., és a dir, el 24 % restant. Més del 60 % d'aquestes emissions correspon a la indústria de producció de clínquer. Les emissions d'aquest sector van assolir un màxim l'any 2005 de 3,9 Mt CO₂ equiv., però van baixar fins a 1,9 Mt CO₂ equiv. l'any 2012, amb una reducció superior al 50 % a conseqüència de la davallada de la construcció (figura 15.4).

Segons el *Cinquè informe de progrés a Catalunya sobre els objectius de Kyoto*, de novembre del



FIGURA 15.2. Relació entre les emissions de GEH de la producció i el consum industrials.

TAULA 15.2. Estimació de les emissions de GEH de la indústria catalana (kt CO₂ equiv.)

Subsector *	Calderes i cogeneració			Processos industrials						Total
	Combustió			Sense combustió						
	CO ₂	Altres	Total	CO ₂	Altres	Total	CO ₂	Altres	Total	
Indústria de l'acer							83		83	
Química orgànica								22	22	
Ciment				1.043	14	1.057	1.899		1.899	
Calç				65	2	67	200		200	
Vidre				245	3	248	2		2	
Ús de dissolvents, pintures i halogenats								197	197	
Altres				237	4	241	295	24	319	
Total	6.160	153	6.313	1.590	23	1.613	2.479	243	2.722	10.648

* L'estructura de l'inventari oficial no permet desagregar sectorialment les emissions de calderes i cogeneració. Això explica algunes característiques de la taula:

- El total global només es pot llegir a l'última fila.
- Es destaquen les activitats industrials més significatives en relació amb els processos. El sector agroalimentari, molt important a Catalunya, no apareix diferenciat com a subsector, ja que el gruix de les emissions deriven de l'apartat calderes i cogeneració.

Font: Elaboració pròpia, a partir de dades de l'Oficina Catalana del Canvi Climàtic (2012).

2014, entre el 1990 i el 2012 la indústria catalana va reduir les emissions un 6 %. Dos factors principals expliquen aquesta disminució:

- La reducció de la producció d'halocarburs a principi dels 2000.
- El descens de l'activitat econòmica a partir del 2007, particularment en el sector de la construcció.

No s'han trobat dades significatives per a quantificar la influència en la mitigació de la millora de l'eficiència energètica i dels processos a la indústria catalana.

Pel que fa a les emissions de l'any 2012, les quals estaven sotmeses a la directiva de drets d'emissió, 73 instal·lacions industrials catalanes, majoritària-

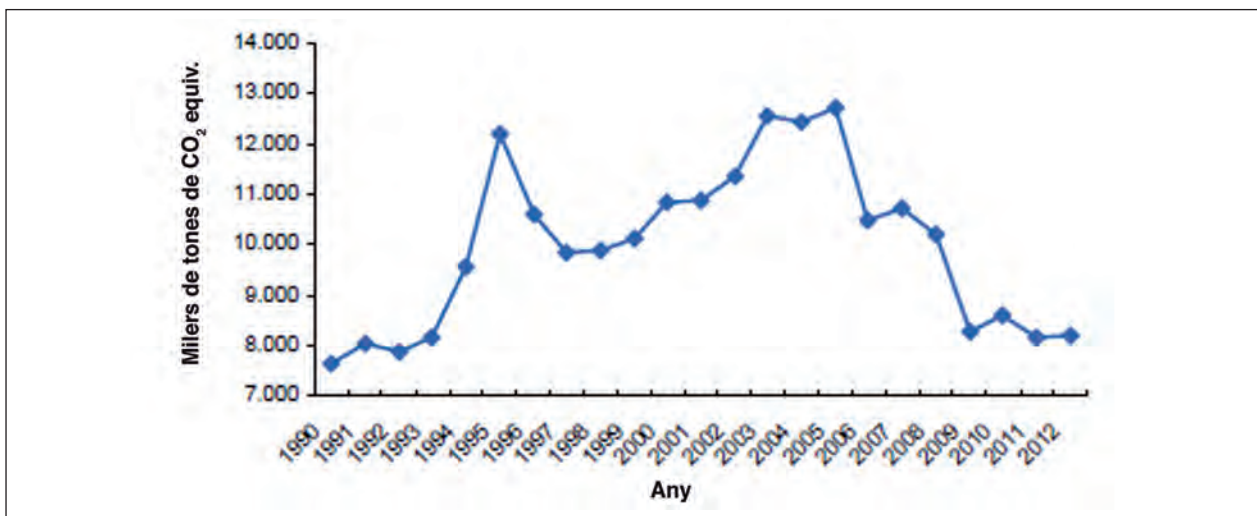


FIGURA 15.3. Evolució de les emissions de la indústria associades al consum energètic 1990-2012 (Cinquè Informe de Progrés del compliment del Protocol de Kyoto a Catalunya, 2014).

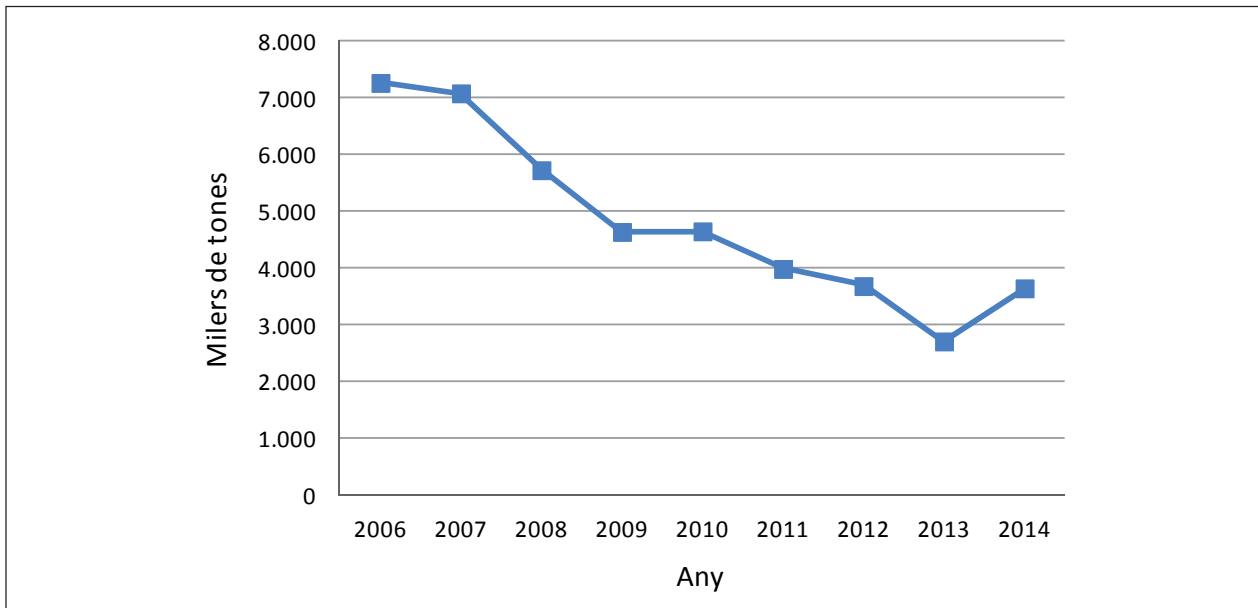


FIGURA 15.4. Evolució de la producció de clínquer a Catalunya (Idescat).

ment del sector paperer i de materials de construcció, van rebre una assignació de drets de 8,5 Mt CO₂ equiv. per unes emissions verificades de 4,2 Mt i un superàvit de 4,3 Mt CO₂ equiv., el 77 % del qual corresponia al sector del ciment. La resta de drets industrials es van assignar a instal·lacions de cogeneració.

Finalment, cal destacar que l'any 2012 les emissions directes de la indústria van representar el 25 % del total català. Aquesta contribució és del mateix ordre que les dels sectors del transport o l'energètic.

En conclusió, pràcticament el 90 % de les emissions directes de GEH de la indústria catalana tenen l'origen en l'ús de combustibles fòssils per a calderes, en la cogeneració i en la indústria del ciment (combustió de coc i reaccions de descarbonatció).

15.4. Mesures de mitigació

És ben sabut que la indústria és un dels sectors que més contribueix a les emissions totals de GEH; a la figura 15.5 es pot veure de manera clara. L'amplada de cada línia és proporcional als GEH emesos i la suma de les amplàries al llarg de qualsevol dels talls verticals equival a les emissions totals de GEH (Bajzelj, 2013). En primer lloc, es donaran unes indicacions genèriques aplicables virtual-

ment a tots els sectors industrials i, a continuació, valorarem la situació a Catalunya en tres sectors industrials concrets.

15.4.1. Com i què

Com hem vist anteriorment, la contribució de les emissions de GEH pel que fa a la indústria a Catalunya és del 25 %. Cal tenir ben present que aquesta xifra indica les emissions directes (abast 1) i que no hi són incloses les emissions indirectes (per exemple, el consum d'electricitat no produïda a la mateixa planta —abast 2— o altres emissions indirectes com ara les produïdes durant l'ús dels productes fabricats per cada empresa —que són part de l'abast 3—). Precisament perquè és important no solament la reducció de les emissions directes de la indústria, sinó també les indirectes, tant des del punt de vista energètic com també dels materials emprats, és el motiu que ens ha impulsat a anar més enllà en aquest TERCER INFORME, tal com es pot llegir a continuació.

Al llarg d'aquest apartat aportem informació i fem algunes recomanacions per a mitigar el canvi climàtic en cadascun dels tres sectors industrials que més contribueixen al VAB de Catalunya: alimentari, químic i automoció (taula 15.1), tant pel que fa a les emissions directes (responent a la pregunta «Com es fan les coses a l'empresa?»), com des de la perspectiva del producte específic que produeixen.

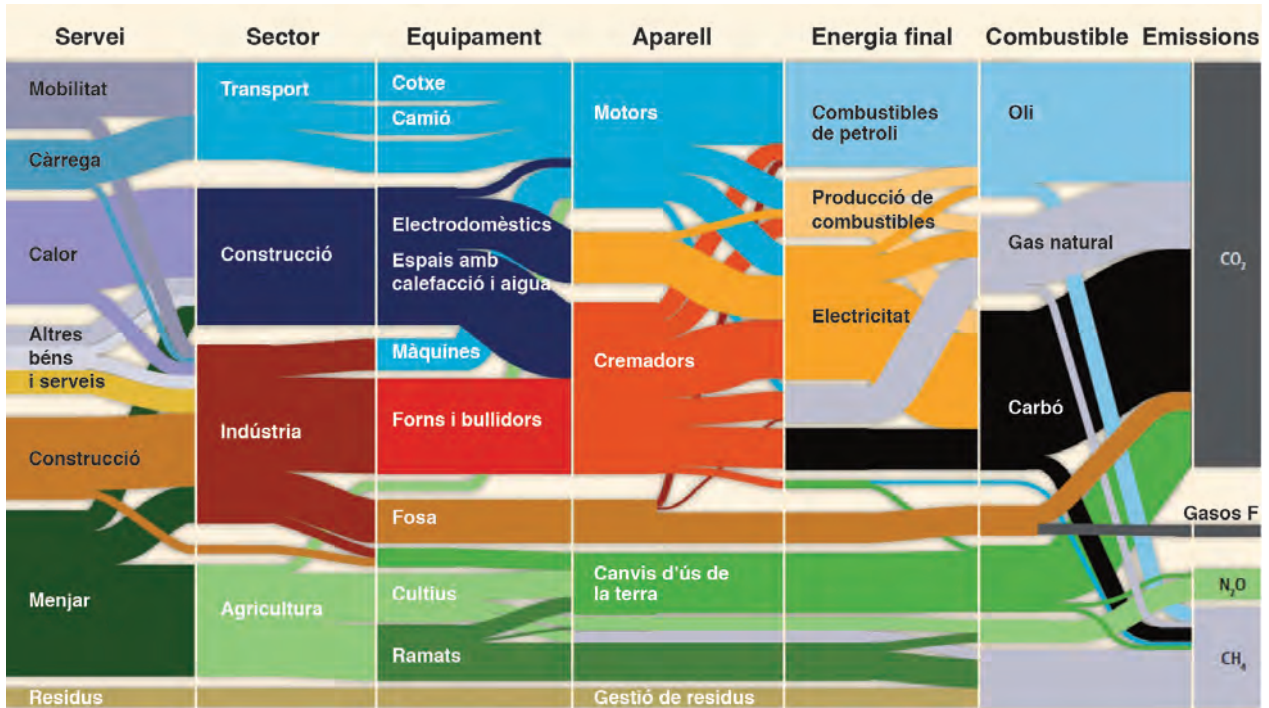


FIGURA 15.5. Diagrama de Sankey amb les emissions globals de GEH expressades com a percentatge de CO₂ equiv.

xen (responent a la pregunta «Quin producte es fa a l'empresa?»). El fet que cada empresa redueixi les emissions de GEH en el *com* i, sobretot, en el *què*, és el que farà més competitiu aquest sector a Catalunya, a la vegada que situarà el producte i l'empresa en la transició vers l'economia verda. Fabricar productes més eficients pel que fa l'ús de l'energia i els materials impulsarà la innovació industrial a Catalunya.

Al final de l'anàlisi de cada sector fem una proposta d'indicadors clau de rendiment (a partir d'ara KPI, sigla de la denominació anglesa *key performance indicator*). L'ús de KPI per cada empresa, com a objectius individuals, així com el que se'n pugui fer des de l'Administració catalana definiran una mètrica que ajudarà a mesurar el progrés que es faci en la mitigació del canvi climàtic.

Pel que fa a *com* es fan les coses, a continuació s'estudien tres vessants de l'eficiència: energètica, en l'ús de materials i en les emissions.

15.4.1.1. Eficiència energètica

Les oportunitats de millorar l'eficiència energètica són moltes: en els sistemes de vapor o d'escalfament (calderes i forns), però també en els sistemes

amb motors elèctrics —com bombes, ventiladors, compressors d'aire, refrigeradors— o en el trasllat de materials. Els sistemes de control electrònic són una font molt important d'optimització, especialment a les PIME (Masanet, 2010). Per a millorar la gestió del calor, alguns estudis (US Department of Energy, 2004) apunten cap a la millora de l'intercanvi entre gasos i fluids freds i calents, les millores en l'aïllament, la captació i la utilització de la calor dels materials calents i l'ús de la calor produïda pels gasos d'escapament, bé per a generar electricitat, bé per a ser usada en processos a temperatures més baixes.

15.4.1.2. Eficiència en els materials

«Eficiència en els materials» significa donar el mateix servei, però emprant un nombre més baix de materials. En totes les indústries manufactureres, el capítol de despeses més gran, amb diferència, és el de la compra de matèries primeres. Un estudi del Govern alemany (DEMEA, 2014) el situa en el 43,2%, mentre que els costos de personal no arriben a la meitat, amb tan sols un 21,5%. Aquí s'amaga una gran oportunitat per a reduir les emissions, a la qual no s'ha començat a dedicar l'atenció que mereix fins fa poc. Hi ha dues estratègies per a incrementar l'eficiència durant el procés de producció:

- 1) Reduir les pèrdues de rendiment en la producció de materials, la fabricació i la construcció del producte final.
- 2) Reutilitzant el material. Hi ha materials que ja es reciclen massivament, com ara l'acer, el qual conté un 60 % de material reciclat (BIR, 2015) i no hi ha cap barrera tècnica que impedeixi seguir augmentant aquest percentatge. La disponibilitat d'aquests materials usats creix cada dia i, si els fem, contribuïm a l'economia circular, una de les branques importants de l'economia verda.

15.4.1.3. *Eficiència en les emissions*

Segons informa l'Agència Internacional de l'Energia (IEA, 2011), l'any 2008 el 40 % del subministrament energètic a la indústria venia directament del carbó i del petroli, el 20 % del gas i el 40 % restant de l'electricitat (de la xarxa o d'electricitat renovable instal·lada i consumida al mateix centre productiu); aquests percentatges es preveu que siguin, respectivament, del 30 %, 24 % i 46 % l'any 2035. El pas del carbó o el petroli al gas implica una disminució en les emissions per unitat energètica. Les centrals de cicle combinat (CCC) ofereixen una bona sinergia amb diferents tipus d'energies renovables (IEA, 2011).

L'ús de deixalles i de biomassa és encara escàs en la indústria com a font energètica, però la previsió indica que augmentarà considerablement. La indústria cimentera incinera residus sòlids i fangs de depuradores fins a cobrir un 17 % de l'energia tèrmica per producció de ciment. També la indústria paperera informa que a escala europea més del 50 % del consum energètic que duu a terme prové de la biomassa (CEPI, 2014). Segons l'IEA, una bona part de la reducció d'emissions de la indústria esdevindrà per la captura i emmagatzematge de carboni; en canvi, es creu que l'ús de CO₂ com a matèria primera per la indústria química no creixerà i, per tant, poc probable que contribueixi significativament a la mitigació. Aquí cal comptar amb la innovació i hi han diversos projectes industrials innovadors en aquesta direcció.

En relació amb les emissions de GEH diferents del CO₂, les de HFC-23 es poden reduir mitjançant la millora de processos i la destrucció tèrmica. La producció d'àcid adípic, (CH₂)₄(COOH)₂, i àcid ní-

tric, NH₂, provoquen emissions de N₂O, les quals es van reduir a la meitat entre el 1990 i el 2010 (EPA, 2012) gràcies a la implementació de destrucció tèrmica i de catalitzadors secundaris. Els HFC usats com a refrigerants també es poden substituir per alternatives (amoníac, hidrofluorolefines, CO₂) i, alternativament, es poden disminuir les emissions mitjançant el reciclatge i la detecció i la reparació de fugues.

15.4.1.4. *Disseny del producte*

Aquí ens referim al *què*, a quin producte fa l'empresa. Aquest és, sense cap dubte, l'apartat que més pot contribuir a mitigar el canvi climàtic. Perquè això passi, cal promoure l'ús de l'anàlisi de cicle de vida (ACV) en tots els sectors industrials com a eina perquè una indústria sigui capaç de repensar el producte de dalt a baix. És molt difícil generalitzar, però el que sí que és cert és que la fabricació del producte durant el procés industrial acostuma a significar una part petita de les emissions de GEH quan es té en compte l'ACV. En podem veure algun exemple en l'apartat corresponent.

15.4.2. *Mitigació en tres sectors industrials d'alt VAB a Catalunya*

15.4.2.1. *Indústries de productes alimentaris i de fabricació de begudes (CCAET10)*

Tot i que tenim poques dades específiques, entre les activitats amb un consum més alt d'energia cal destacar els escorxadors, la mòlta de panís humit, els processos d'assecatge de panís o d'alfals i la conservació de fruita i verdura en cambres frigorífiques. En aquest sentit, el sector ja ha començat a girar cap a una eficiència més elevada en l'ús de l'energia, sobretot pel cost, com ara passar de l'ús de gas al de biomassa, i també s'està ampliant l'ús de bombes de calor. Igualment, en el transport es pot utilitzar més el ferrocarril, amb la reducció d'emissions que això representa, o bé promoure l'ús de productes agraris i ramaders de proximitat, que sempre produiran menys emissions en el transport. Una altra manera destacable de reduir les emissions, i de la qual hi ha molts exemples, és mitjançant les instal·lacions fotovoltaïques en les teulades de naus industrials, les quals fan que una part del consum elèctric de l'empresa passi a ser directament d'origen renovable.

Pel que fa als materials, és cada cop més freqüent observar la reducció en el pes dels envasos, tant de plàstic com, amb menys intensitat, els de vidre o els metàl·lics. En són exemples notoris les reduccions de pes en ampolles de polietilè (PE) o de polietilentereftalat (PET), de pes molt més baix que l'anterior.

En el disseny del producte és des d'on es pot incidir més en la mitigació del canvi climàtic, i també on s'obre encara més la porta a la innovació. Una vessant en la qual s'està avançant de fa temps és en la incorporació de materials reciclables, més lleugers, als envasos i també a facilitar els paquets (*packs*) familiars. L'aplicació de l'ACV permet, si fem un primer càlcul aproximat, saber a quina etapa de la vida d'un producte es generen la major part de les emissions i així s'hi pot actuar. Les diferències entre productes poden ser molt grans.

Per exemple, en la preparació de suc de taronja congelat i concentrat (Boye, 2012) resulta que el 30 % del consum energètic es genera en el processament industrial i en la preparació del concentrat del suc. Tota l'activitat agrària és responsable del 60 %, mentre que el transport tot just arriba al 5 %. En canvi, en la producció de cervesa en ampolla de vidre, la part més important del consum energètic es relaciona amb la fabricació de l'ampolla de vidre, amb un 50 %, seguit del processament i del transport, que representen un 35 %, mentre que l'activitat agrària es queda amb una part més petita de les emissions totals.

Aquests dos exemples aporten una idea de la complexitat de la mitigació i del fet que aquesta s'ha d'aconseguir mitjançant un esforç conjunt de l'empresa i de les administracions. En l'exemple de la cervesa, l'impacte que té la fabricació de l'ampolla de vidre cau espectacularment si es disposa d'un bon sistema de recollida d'envasos amb pagament d'un dipòsit. En aquest sentit, un dels que funciona bé de fa anys és l'alemany (*Flaschenpfand*) per a vidre, plàstic o llauna.

Cal posar de manifest que hi ha un marge important per a augmentar l'eficiència en aquest sector. Hi ha estudis (Gunders, 2012; Gustavsonn, 2011) que estimen que, globalment, entre el 30 i el 40 % dels aliments produïts per a consum humà es

perd, bé durant la producció i la distribució minorista o bé a causa dels mateixos consumidors. Segons aquests estudis, la meitat de les emissions totals dels aliments les aporten solament la carn i els productes lactis.

Un altre estudi (Garnett, 2009) suggereix que el 2050 el consum mitjà *per capita* hauria de ser de mig quilo de carn i un litre de llet a la setmana, el qual es correspon amb el consum mitjà *per capita* que trobem actualment al món en desenvolupament. Les portes a la innovació estan ben obertes, també en el sentit d'oferir nous productes amb imaginació: hi ha qui des de fa temps ha posat al mercat mandonguilles vegetals.

15.4.2.2. Indústria de fabricació de productes químics i farmacèutics (CCAE20)

El sector químic i farmacèutic a Catalunya presenta una altíssima varietat i està molt orientat a l'exportació. Podem parlar des de la fabricació de vernissos i pintures fins a olis essencials i aromes; des d'adhesius fins a pesticides; des de productes per a la neteja de la roba i de la llar fins a greixos i lubricants.

En tot el que fa referència a l'eficiència energètica i a les emissions, cal destacar el canvi del combustible al gas natural, el qual en bona part ja s'ha dut a terme a Catalunya. Globalment, l'IPCC (Fischedick, 2014) xifra, per a una indústria química tipus, la reducció d'emissions per aquest canvi de combustible en un 47 % si el comparem amb l'ús del fuel.

És molt important fer un bon manteniment, especialment en les empreses on hi pot haver fugues de GEH diferents del CO₂.

Pel que fa al materials, el reciclatge té un lloc important, de manera biunívoca: emprant materials reciclats (per exemple, plàstics) o, també, fabricant materials que siguin fàcils de reciclar que facilita l'entrada a l'economia circular.

En relació amb el disseny del producte, durant els darrers anys s'han dut a terme mesures per a disminuir la petjada de carboni del producte, com ara posar a la venda productes més concentrats (detergents, netejadors, etc.), tot i que l'envelliment de

la població i també l'augment de llars unipersonals actuen una mica a la contra a l'hora d'afavorir la posada al mercat de productes en petits envasos o dosis (amb l'increment de la petjada de carboni per cada dosi). Quan pensem en els productes destinats al consumidor final (no els B2B) és important tenir cura que els envasos siguin fàcilment reciclables; això vol dir, per exemple, que si un envàs de cartró conté una cinta de plàstic per a transportar-lo amb més facilitat, cal que el fabricant es preocupi de facilitar que es pugui separar la cinta de plàstic, que anirà a un contenidor, de la resta de cartró, que anirà a un altre. L'Administració alemanya ha fet molt d'èmfasi en aquest punt des de principi dels noranta i ha entrat, fins i tot, en els detalls més petits.

La innovació torna a ser molt important, ja que està lligada a l'ACV. Sovint la petjada d'un producte pot tenir un gran impacte, perquè durant la fase d'ús es redueix sensiblement el consum energètic, com ara els detergents que són eficaços a baixa temperatura.

15.4.2.3. *Indústria de fabricació de vehicles de motor*

La millora de l'eficiència pel que fa a la fabricació de vehicles abasta una varietat de situacions amplíssima. Des de l'ús de fonts energètiques més eficients, fet en què a Catalunya ja som capdavanters gràcies a la cogeneració, fins a l'ús de combustibles alternatius. Abraça des dels sistemes d'aire comprimit, les calderes de vapor i la distribució, l'enllumenat i la gestió dels materials, fins al muntatge amb robots elèctrics en lloc de pneumàtics i els processos de pintura més eficients i amb emissions de GEH més reduïdes. Tampoc no es poden negligir temes com els banys de rentatge o els de fosfatació, que s'han d'anar substituint per processos més sostenibles, amb un consum energètic més baix, i més nets pel que fa al medi ambient.

Disposem de poques dades pel que fa a Catalunya, ja que el ventall de situacions és molt divers. El que sí que es vol fer en aquest apartat és aportar algun dels reculls que ha fet la mateixa indústria automobilística amb mesures anomenades ENERGY STAR per a millorar l'eficiència, com el de Galitsky (2008).

Pel que fa a l'ús de materials al món de l'automòbil, cal tenir en compte que els metalls més utilitzats són l'acer galvanitzat, l'alumini i l'acer, per aquest ordre. Tot i que els nous aliatges han facilitat, per exemple, la reducció de pes en els automòbils, en la pràctica els cotxes acaben pesant molt, especialment els grans. Tanmateix, ha estat provat (Carruth, 2011) que molts vehicles podrien ser un terç més lleugers sense que això signifiqués cap pèrdua en les prestacions, amb una optimització en el disseny i en la producció. Fins ara, el cost elevat en personal en relació amb els materials solament fa practicable aquesta oportunitat en indústries com ara l'aeroespacial, en què el cost de dissenys més lleugers té un retorn amb l'estalvi de combustible.

En relació amb el disseny del producte, aquí hi ha poc a discutir. A Catalunya ja disposem de diversos fabricants que han fet el pas cap a una nova generació de vehicles molt més eficients i amb una reducció global del 40 % de les emissions si tenim en compte l'ACV (Nissan, 2010). En un vehicle convencional de gasolina, les emissions de GEH mentre el vehicle és en ús, juntament amb les de la producció i la distribució del combustible són del 75 % del total; en un vehicle elèctric ben just si arriben al 33 %. Aquest és un clar exemple de reinvençió del disseny del producte per a assolir la mitigació del canvi climàtic a la fase on més emissions es produeixen, la qual és, en un cotxe, la fase d'ús del producte.

15.4.3. *La mitigació de GEH a la indústria: una reflexió final*

Ocasionalment, es poden llegir i sentir en mitjans de comunicació internacionals, però també catalans, comentaris negatius en relació amb la indústria i la contribució que fa al canvi climàtic (mitjançant les emissions de GEH). En aquest apartat s'ha volgut deixar clar que la indústria és conscient de la necessitat de canvis, que ja n'ha fet i que és copartícip del repte que hem d'afrontar.

Es fa referència, igualment, a dades sobre Catalunya, però també globals, atès que en la qüestió del canvi climàtic cal actuar a escala local, però mantenint sempre una perspectiva global pel que fa a les emissions de GEH. També es combinen accions de la indústria amb accions de la societat

(individus), ja que la demanda de productes més bons per a la societat en conjunt facilita i promou que la indústria acceleri el canvi i ofereixi productes de més qualitat.

L'abast i extensió del capítol no permet fer un tractament a fons de temes com ara l'economia circular o el desenvolupament dels KPI més adequats. Al llarg del capítol se n'han proposat alguns, els quals poden ser millorats i adaptats a la situació concreta de cada empresa. Igualment, s'han hagut de deixar de banda altres estudis molt sòlids per a reduir les emissions de la indústria (Kainuma, 2013) que apunten cap a la disminució global de la demanda de productes i serveis com a solució. En relació amb els KPI, són nombroses les empreses que els tenen internament, igualment com tenen plantejats els objectius a deu anys i les fites anuals de reducció d'emissions de GEH.

Cal tenir present que és molt important anar molt més enllà dels objectius (lloables) que es van marcar a Kyoto fa gairebé vint anys; per aquest motiu, en la part de mitigació s'ha incidit especialment amb vista a prendre com a exemple economies més avançades que la de Catalunya, com ara la d'Alemanya, on l'economia verda fa anys que es mesura amb l'*Umwelttechnologie-Atlas (Atlas de technologies mediambientals)* (BMUB, 2014). En la darrera edició (4.0), s'apunta que el volum de mercat d'aquesta economia verda a Alemanya, que ocupa 1,5 milions de persones, se situa en els 344 miliards d'euros, 44 més que en l'edició 3.0, publicada el 2012. Fins al 2025 creixerà anualment un 6,5 %, fins als 740 miliards d'euros. L'economia verda global es tradueix en un volum de 2.536 miliards d'euros, i l'estimació per al 2025 és que arribi als 5.385. Globalment l'economia alemanya representa un 5 %, mentre que en economia verda, la participació puja fins al 14 %.

15.5. Canvi climàtic i gestió de riscos a la indústria

15.5.1. Productivitat total dels recursos

Des de l'òptica industrial, les emissions de GEH estan associades amb l'extracció i transformació dels recursos naturals en productes intermedis i per al consum. De fet, bona part dels problemes ambientals més rellevants tenen l'origen en el con-

sum de recursos biòtics i abiòtics: materials, combustibles i aigua.

Actualment, el consum de recursos al món supera els 70.000 milions de tones a l'any (figura 15.6). Si es tenen en compte els materials que és necessari treure, però que no arriben a entrar en l'economia, la xifra supera els 100.000 milions de tones anuals. L'ús de combustibles fòssils per a obtenir i processar aquests recursos és la causa principal de les emissions de GEH, però també els canvis en l'ús de la terra (desforestació, erosió i pèrdua de matèria orgànica dels sòls), fet que comporta la recollecció de biomassa agrícola i forestal, amb impactes negatius addicionals sobre la biodiversitat i l'aigua.

A causa de la tendència global que mostra la figura 15.6, una reducció absoluta en el consum de recursos, especialment en els països industrialitzats, sembla inevitable si no es volen traspassar els límits planetaris, en particular en l'àmbit del canvi climàtic.

En aquest context, un dels riscos importants per a la indústria, especialment a Catalunya, és la volatilitat dels preus dels recursos (vegeu la figura 15.7) i la incapacitat per a preveure'n l'evolució a l'hora d'avaluar les inversions, sense descartar episodis puntuals de desproveïment.²

Algunes dades concretes ajuden a avaluar aquest risc a escala global:

- Segons el Wolfensohn Center (Kharas, 2010), les classes mitjanes amb capacitats de consum similars a les occidentals augmentaran en 3.000 milions de persones durant els propers tres decennis. Com que no s'aprecia un desacoblament significatiu del PIB i del consum de recursos, si les tendències actuals continuen

2. Un informe (*Defra's waste policy review*, January 2012) elaborat per la patronal britànica de les empreses productives (The Manufacturers' Organization, EEF) insisteix en la reducció de costos que es pot aconseguir si som eficients en l'ús dels recursos. El 80 % de les empreses associades a l'EEF creu que la falta de primeres matèries és un risc per a les empreses, un 66 % de les quals veu aquest risc com el més gran al qual han de fer front. L'informe demana al Govern que desenvolupi una estratègia de gestió de recursos que estimuli i recompensi l'eficiència en l'ús dels recursos.

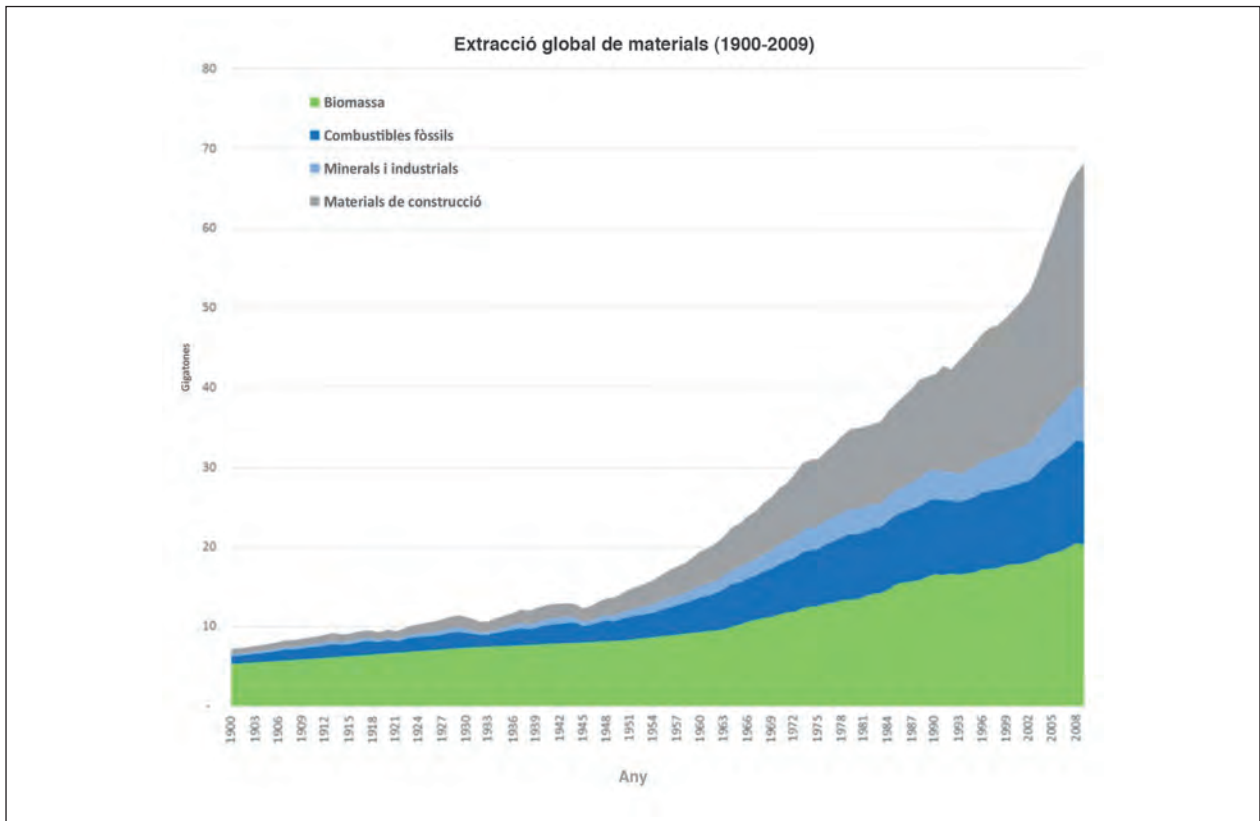


FIGURA 15.6. Extracció global de materials (Gt) 1900-2009 (Universitat Alpen-Adria Klagenfurt, 2009).

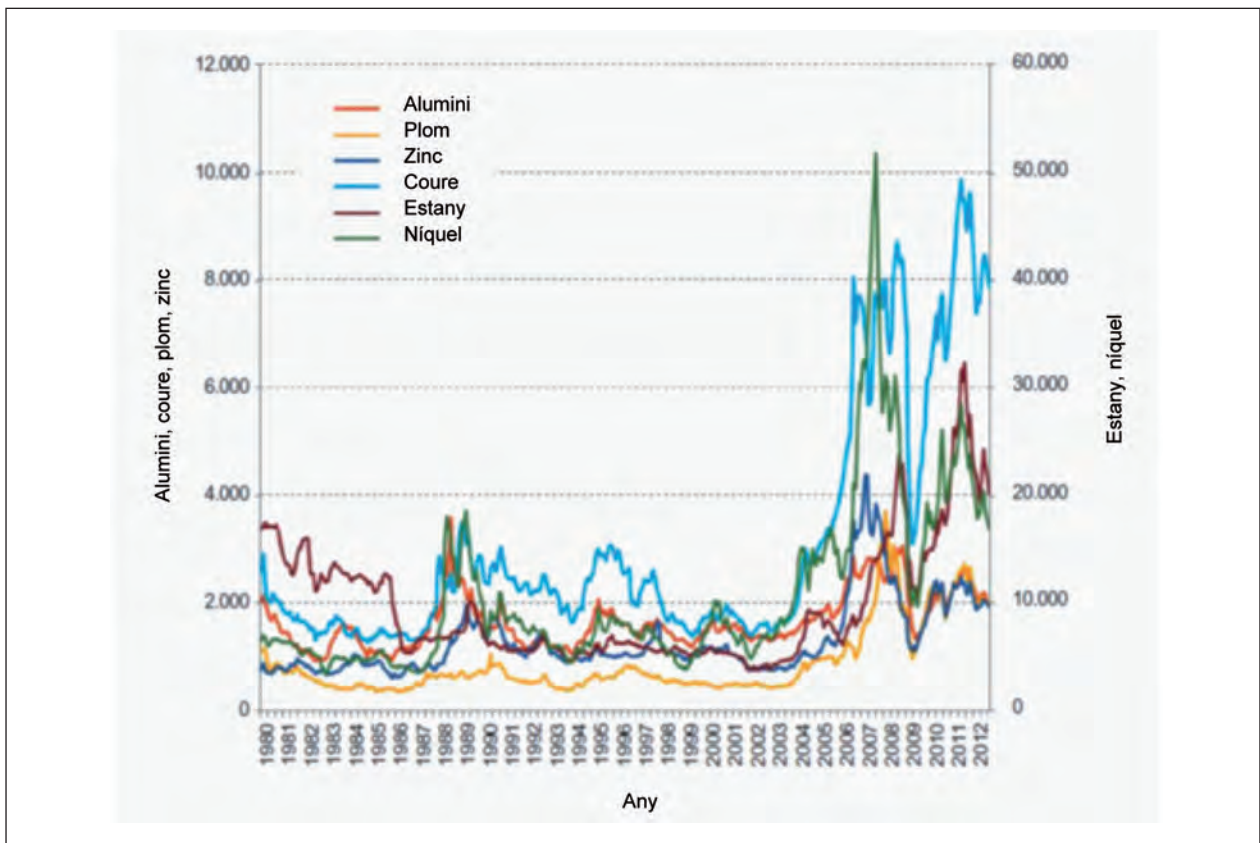


FIGURA 15.7. Evolució del preu de metalls seleccionats (\$/t) 1980-2012 (PRECAT20).

(*business as usual*), el consum de recursos es podria doblar en 30 anys.

- L'EROI (*energy return on energy investment*) del petroli convencional, és a dir, la relació entre l'energia útil per a la societat i l'energia que cal esmerçar per obtenir-la, fa anys que decreix. En l'últim decenni, ha passat de prop de 40 a 20. El petroli no convencional (aigües fonderes, petroli d'esquists, sorres bituminoses, etc.), del qual depenen els increments importants en la producció total, té un EROI baix (inferior a 10).

El petroli no s'acaba, el petroli de baix cost d'extracció, sí (vegeu la figura 15.8).

El problema de l'EROI no afecta solament el petroli, sinó també a determinats recursos minerals bàsics. Cada cop cal invertir més diners per a extreure una tona de mineral, ja que les fonts fàcilment accessibles s'esgoten per alguns materials (figura 15.9).

Les dificultats en el subministrament de recursos s'aguditzen pel canvi climàtic, el qual afecta les collites, limita la recollida de biomassa i pot obligar a deixar una part de les reserves de combustibles fòssils inexplorades.

- La dependència de la UE pel que fa a la importació de recursos la fa especialment vulnerable a la volatilitat dels preus i als riscos de desproveïment. Catalunya no n'és una excepció.

15.5.2. Una indústria que depèn menys de determinats recursos naturals

Aquestes tendències estan sotmeses a una notable incertesa derivada de la dificultat d'obtenir dades fiables. Però el risc existeix, és innegable i la materialització depèn de factors poc controlables o previsibles com ara l'evolució tecnològica, l'estabilitat geopolítica o les conseqüències visibles del canvi climàtic. La indústria no ho pot ignorar i ha de fer de la resiliència pel que fa a aquest risc un dels pilars de la competitivitat futura. En aquest sentit, la indústria catalana, a la qual dona suport un marc juridicoadministratiu adequat, hauria de potenciar la implantació de mesures com les que han estat a l'apartat 15.4, de les quals destaquen:

- La substitució progressiva de recursos fòssils, escassos o volàtils.
- L'increment de la productivitat dels recursos mitjançant les tecnologies de la informació i la comunicació, la nanotecnologia i la biotecnologia.
- L'adopció de models de negoci que permetin un control més elevat pel que fa als recursos materials i energètics incorporats en els productes (economia circular).
- L'eficiència energètica i la incorporació de les energies renovables i autòctones.

15.5.3. Sinergies amb els problemes ambientals i socioeconòmics de Catalunya

La productivitat total dels recursos i la mitigació d'emissions de GEH a la indústria comporta co-

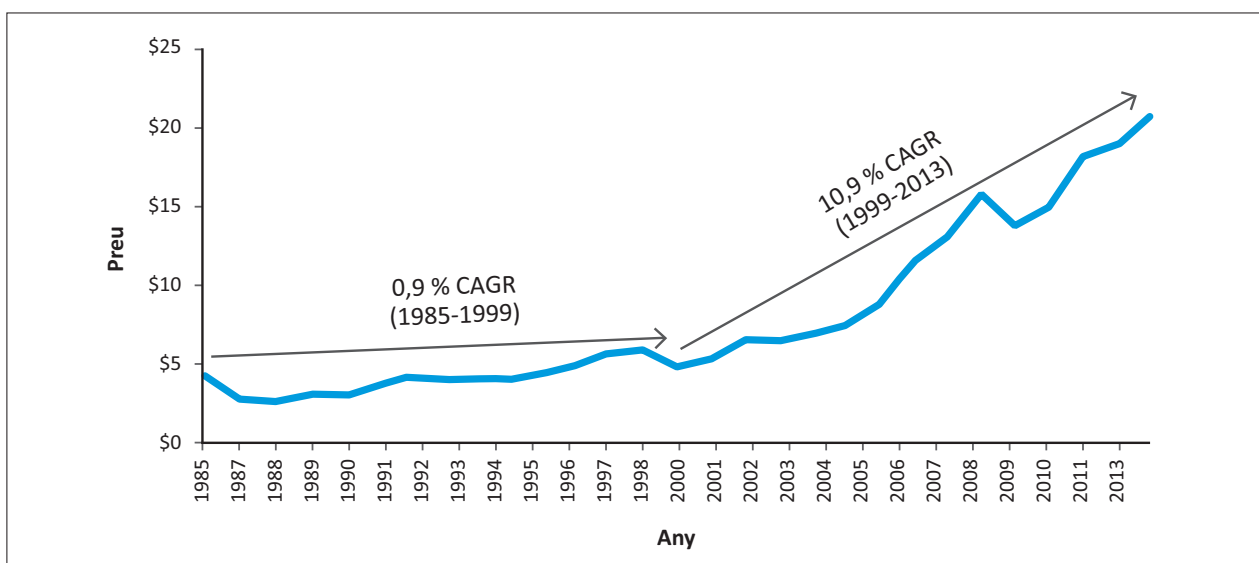


FIGURA 15.8. Capes d'exploració i producció per barril de petroli (taxa de creixement anual composta) (Douglas-Westwood (2014), *Oil and economic growth: A supply-constrained view*).

Font: IEA, Barclays Research.

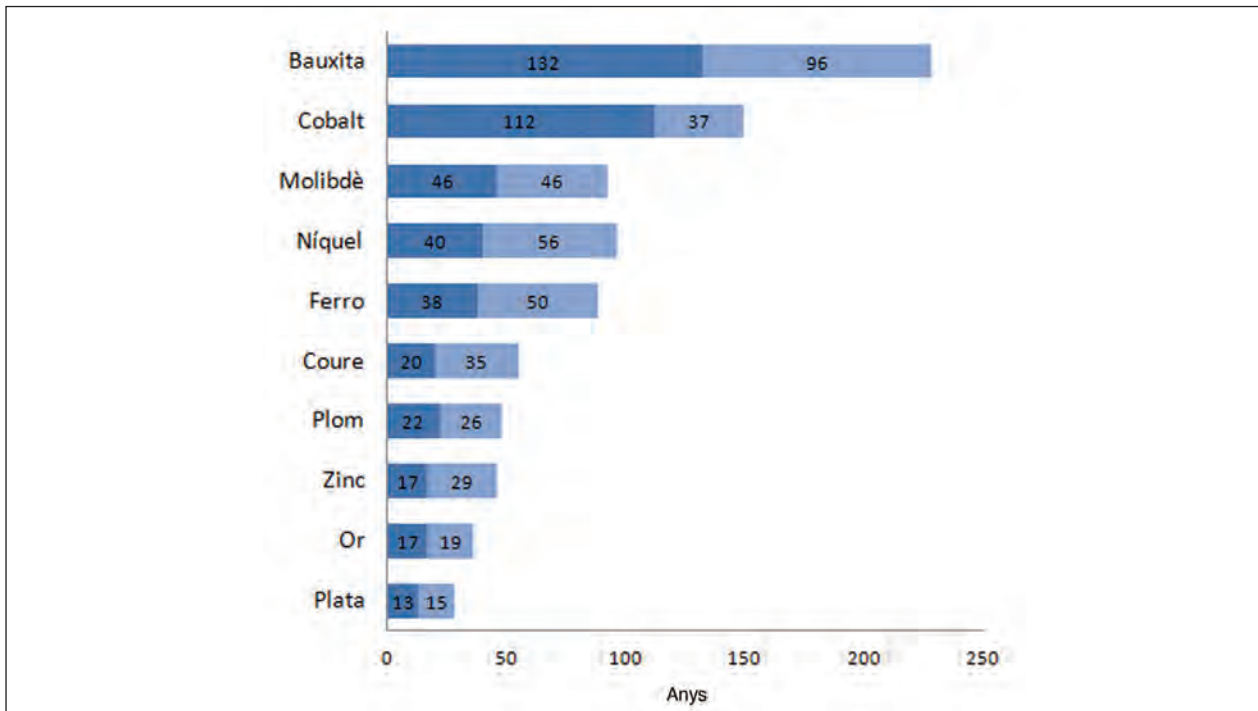


FIGURA 15.9. Reserves al ritme d'extracció actual (anys): econòmicament atractives (fosc), poc viables (clar). Elaboració pròpia a partir de *US Geological survey's mineral commodities*, 2008. Alguns minerals són escassos.

beneficis importants que, tot i que en bona part són externs als comptes d'explotació empresarials, s'haurien d'integrar en la responsabilitat social de les empreses:

- Equilibri de la balança de pagaments, bescanviant importacions per creació de valor afegit local.
- Potenciació d'un sector del medi ambient eficient, diversificat i anticipatiu, capaç de competir en un dels mercats globals que més creix.
- Contribució a la solució de problemes ambientals prioritars com ara la gestió sostenible dels boscos (un recurs estratègic de Catalunya per a fer front al canvi climàtic), la reducció de la contaminació local de l'aire, l'aprofitament dels recursos continguts en els residus municipals i industrials que acaben en els abocadors, etcètera.

Cal tenir ben present que el consum de primeres matèries representa el 48 % de les despeses d'explotació de la indústria manufacturera catalana, mentre que el de personal és solament del 15 % i el de l'energia del 3 % (figura 15.10). En conseqüència, un desenvolupament industrial equilibrat i inclúsiu per a assolir els objectius econòmics, socials i ambientals, demana fer tant o més èmfasi en la productivitat dels recursos i del capital (incloent-hi les infraestructures) que en la laboral.

En el moment en què vam redactar aquest capítol (final del 2015), els preus de les primeres matèries eren molt baixos (en alguns casos, es troben en els mínims dels últims deu anys). Però aquesta situació és conjuntural i seria un error despreocupar-se'n, ja que les tensions de mercat tornaran. Ans al contrari, caldria aprofitar les condicions relaxades actuals per a introduir els canvis estructurals necessaris, sense esperar a haver d'actuar sota pressió.

15.6. Conclusions

El capítol se centra en les emissions domèstiques de la indústria manufacturera, amb una doble perspectiva:

- Pel que fa a l'inventari d'emissions de GEH, i d'acord amb les directrius del Conveni marc de les Nacions Unides per al canvi climàtic i la Unió Europea, es tenen en compte solament les emissions directes.
- Pel que fa a les mesures de mitigació, s'aborden tant les emissions directes com les indirectes.

L'any 2012, últim del qual tenim dades, les emissions directes de la indústria catalana van ser de 10,65 Mt CO₂ equiv., distribuïdes de la manera següent:

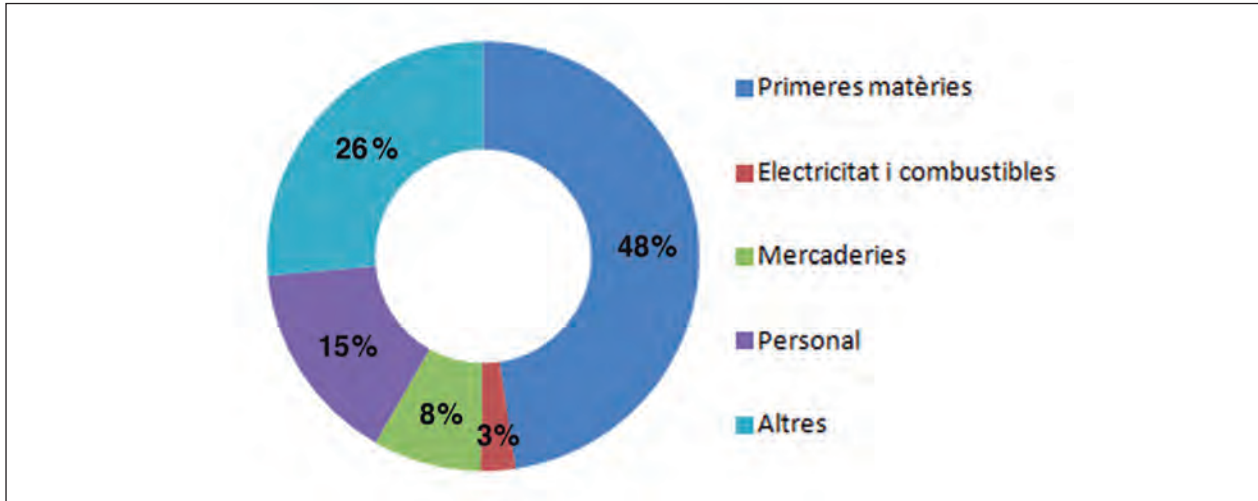


FIGURA 15.10. Estructura de costos d'explotació de la indústria manufacturera catalana el 2013 (Idescat).

- El 76 % de les emissions de la indústria estan associades a l'ús energètic. Aquestes emissions van assolir un màxim l'any 2005 de prop de 13 Mt CO₂ equiv. Des d'aleshores, s'han reduït pràcticament un 40 %, fins a 8 Mt CO₂ equiv. de l'any 2012.
- El 24 % restant, 2,6 Mt CO₂ equiv., provenen de processos sense combustió, fonamentalment de descarbonatació. Més del 60 % d'aquestes emissions correspon a la indústria de producció de clínquer. L'emissió no energètica d'aquest sector va assolir un màxim de 3,9 Mt CO₂ equiv. l'any 2005, però ha baixat fins a 1,9 Mt CO₂ equiv. l'any 2012, amb una reducció superior al 50 %.

En aquesta tercera edició de l'INFORME SOBRE EL CANVI CLIMÀTIC A CATALUNYA, no solament s'ha volgut prendre nota d'emissions de GEH, sinó també encetar una nova vessant que proposa el mesurament del progrés de la indústria catalana en l'economia verda. Són les empreses dedicades a l'energia verda les quals presenten un creixement més sostingut durant els darrers dos decennis. A Catalunya, la indústria ja hi participa activament, tot i que cal desenvolupar indicadors de mesurament per a guanyar en eficiència i assegurar que es progressa en la bona direcció. La mitigació del canvi climàtic és cosa de tots i des de la indústria catalana es mira no solament de produir els productes vells d'una manera més eficient (pel que fa a energia i materials), sinó també de dissenyar

i de fer nous productes més eficients, els quals tinguin una petjada de carboni més reduïda segons la perspectiva de l'ACV i també que siguin fàcilment separables en les diferents parts amb vista a facilitar-ne el reciclatge. L'increment de l'índex de productes reciclats també ens situa en una posició capdavantera en l'economia circular. Especialment, després de la fita històrica de l'Acord de París, el convenciment que les empreses que no redueixen emissions aniran desapareixent ha crescut.

Fora de l'àmbit energètic, i d'acord amb les tendències que es poden albirar, un factor clau per a mitigar les emissions de GEH de la indústria, tant directes com indirectes, és l'increment de l'eficiència en l'ús dels recursos. L'ús (o sobreús) de recursos s'associa també amb bona part dels impactes ambientals locals i regionals que cal controlar prioritàriament. Catalunya depèn substancialment de les importacions de recursos, alguns cada cop més escassos i volàtils. Això és un risc i, alhora, una oportunitat rellevant per a la competitivitat industrial, especialment si es té en compte que les matèries primeres signifiquen un 48 % de les despeses d'explotació de la indústria manufacturera catalana, mentre que les de personal són un 15 % i les de l'energia un 3 %.

15.7. Recomanacions

Al llarg del capítol, s'ha constatat que la participació activa de la indústria catalana en la mitigació de les emissions de GEH és un fet incipient. Queda camí

per recórrer alhora que s'aprofiten les sinergies entre reducció d'emissions i eficiència productiva.

El Govern de Catalunya està fent un esforç per desenvolupar i coordinar les polítiques implicades (industrial, energia, medi ambient i canvi climàtic, innovació) de manera sinèrgica, consistent, estable i previsible per a mobilitzar inversions en mesures de mitigació d'emissions de GEH. Cal destacar les iniciatives següents:

- Pla de l'Energia i Canvi Climàtic de Catalunya 2012-2020.
- Pla d'Acció d'Eficiència Energètica a la Indústria de Catalunya.
- Aplicació de les millors tècniques disponibles per a l'eficiència energètica en el sector industrial.
- Estratègia Catalana d'Ecodisseny per a una Economia Circular i Ecoinnovadora.
- Impuls a l'economia verda i a l'economia circular. Competitivitat-eficiència-innovació.
- Estratègia de Recerca i Innovació per a l'Especialització Intel·ligent de Catalunya (RIS3CAT).
- Estratègia Catalana d'Adaptació al Canvi Climàtic (ESCACC).

A l'hora d'aplicar aquests programes i estratègies a l'àmbit de les emissions directes de GEH de la indústria, cal tenir present que el problema consisteix en un 75 %, en l'ús de combustibles fòssils per a satisfer les necessitats energètiques de la indústria. En aquest sentit, les estratègies catalanes pel que fa a les energies renovables i l'eficiència energètica són cabdals.

Un 20 % de les emissions directes tenen l'origen en la descarbonatció de la pedra calcària. Si s'hi inclouen també les emissions indirectes, l'èmfasi es desplaça cap a l'eficiència en l'ús dels recursos materials, i les estratègies catalanes sobre ecodisseny i economia circular guanyen protagonisme.

Les estratègies catalanes esmentades tracten de la major part de les mesures necessàries per a acompanyar la indústria en la prevenció del canvi climàtic. No obstant això, es destaquen algunes recomanacions complementàries o que no hi són prou representades:

1) Seguint el model de països avançats en aquest àmbit, desenvolupar un programa català per

a la productivitat dels recursos a la indústria, que tingui present les sinergies amb el canvi climàtic i altres problemes ambientals prioritaris a Catalunya.

2) Crear un servei especialitzat per a la promoció de la productivitat dels recursos a la indústria. Si no és possible crear una nova estructura, el servei es podria prestar des d'un centre tecnològic existent o des de l'àmbit de la universitat, amb un acord dels principals agents implicats i la intervenció activa de les empreses catalanes del sector de la consultoria mediambiental.

L'objectiu bàsic del servei seria aportar el coneixement necessari per a desenvolupar els pilars esmentats de la política industrial de productivitat dels recursos. Caldria coordinar aquest nou servei amb les estructures existents en el camp del canvi climàtic, l'ecodisseny i l'anàlisi del cicle de vida (ACV) i l'eficiència energètica.

El servei es podria inspirar, per exemple, en el Centre per a l'Eficiència dels Recursos (ZRE) alemany. Se'n destaquen dues funcions bàsiques:

a) **Comptabilitat:** Aquest és un àmbit clau. Cal mesurar amb més detall i precisió allò que es vol gestionar i aportar informació bàsica a la indústria, especialment a la petita i a la mitjana:

- Elaborar estadístiques i indicadors de consum, eficiència i productivitat dels recursos a la indústria (amb prou desagregació sectorial) i la relació que tenen amb les emissions de GEH.
- Establir objectius a mitjà i llarg termini per als indicadors seleccionats.
- Identificar les primeres matèries estratègiques per a Catalunya (inseguretat, escassetat, volatilitat de preus, etc.).
- Elaborar bases de dades sobre motxilles climàtiques dels recursos.

b) **Difusió:** Dirigida especialment a les PIME:

- Serveis de prospectiva legal i tecnològica.
- Suport a la innovació oberta.
- Guies de bones pràctiques per a l'adopció de noves tecnologies.

- Guia metodològica per a integrar l'adaptació al canvi climàtic a la cadena de proveïdors de la indústria, especialment del sector agroalimentari.
 - Formació del capital humà.
- 3) Impulsar la producció d'energia distribuïda i de l'autoconsum elèctric. Per bé que l'energia és objecte d'un capítol específic del TICCC, potenciar l'energia distribuïda pel subministrament a la indústria, especialment amb processos de cogeneració a partir de biomassa i residus no reciclables. Per això, cal promoure un marc jurídic impulsor de l'autoconsum elèctric, diferenciat del règim especial de les energies renovables convencionals (eòlica, solar, etc.) l'objectiu de les quals és canviar el mix elèctric per a fer-lo més autòcton, renovable i baix en GEH. En canvi, l'objectiu fonamental de la valorització energètica de la biomassa i dels residus és resoldre els problemes ambientals associats (gestió sostenible dels boscos, desviació d'abocador de recursos, etc.). El potencial de generació d'electricitat d'aquestes fonts és poc significatiu si el comparem amb les tecnologies convencionals, però amb un alt potencial d'aportació de valor socioambiental.
- 4) Introduir criteris vinculats al canvi climàtic en l'avaluació de la despesa pública. Sotmetre l'aportació de diners públics en mesures de suport a una anàlisi cost-benefici per tal de garantir que els possibles dèficits financers en termes de mercat es compensen amb beneficis externs i indirectes per a l'economia, amb una atenció especial als apunts següents:
- El ritme d'implantació i la resiliència per a adaptar-se a canvis en l'entorn (mercat energètic, tecnologies disruptives, nous compromisos internacionals o regulacions, etc.).
 - Sinergies amb els problemes ambientals de Catalunya (acumulació incontrolada de biomassa als boscos, contaminació local de l'aire, abocament de residus, etc.).
 - Risc en relació amb el subministrament de recursos (escassetat, volatilitat dels preus, etc.).

Les polítiques, les infraestructures i els projectes que s'implantin s'han de prioritzar segons el valor que aporten. La pregunta no és si les polítiques públiques i privades de mitigació d'emissions de GEH han de formar part de l'economia catalana, sinó com es pot maximitzar l'aportació de valor que tenen per a la societat. En qualsevol cas, cal evitar les inversions insostenibles i el cost d'oportunitat social que representen.

Referències bibliogràfiques

- ALLWOOD, J. M.; CULLEN, J. M.; CARRUTH, M. A.; COOPER, D. R. [et al.] (2012). *Sustainable materials: with both eyes open*. Cambridge: UIT Cambridge.
- BAJZELJ, B.; ALLWOOD, J. M.; CULLEN, J. M. (2013). «Designing climate change mitigation plans that add up». *Environmental Science & Technology*, 47, p. 8062-8069.
- BIR = BUREAU OF INTERNATIONAL RECYCLING (2015). «World Steel Recycling in Figures 2010-14: Steel scrap - a raw material for steel making». *Global Facts and Figures*. Brussel·les: BIR.
- BOYE, J. (2012). *Green technologies in food production and processing*. Londres: Springer Science & Business Media.
- BMUB = BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT (2014). *GreenTech Made in Germany 4.0. Umwelttechnologie-Atlas für Deutschland Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit*. Berlín: EMAS.
- CARRUTH, M. A.; ALLWOOD, J. M.; MOYNIHAN, M. C. (2011). «The technical potential for reducing metal requirements through lightweight product design». *Resources, Conservation and Recycling*, 57, p. 48-60.
- CEPI = CONFEDERATION OF EUROPEAN PAPER INDUSTRIES (2014). *Key Statistics 2013: European Pulp and Paper Industry*. Brussel·les: CEPI.
- DEMEA = DEUTSCHE MATERIALEFFIZIENZ AGENTUR (2014). *Go-inno: Mit go-effizient steigern Unternehmen Ihre Rohstoff- und Materialeffizienz- es rechnet sich!* Berlín: DEMEA.

- EPA = ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2012). *Global anthropogenic Non-CO₂ Greenhouse Gas Emissions: 1990-2030*. Washington DC: EPA.
- FISCHEDICK, M. [et al.] (2014). «Industry». A: IPCC = INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *Climate change 2014: Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (AR5)*. Edició d'O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, [et al.]. Cambridge, etc.: Cambridge University Press. També disponible a: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_chapter10.pdf> [Consulta: 31 març 2016].
- FRANCESC (papa) (2015). *Carta encíclica Laudato si' del Santo Padre Francisco sobre el cuidado de la casa común* [en línia]. [Ciutat del Vaticà]: Libreria Editrice Vaticana, 24 maig. <http://w2.vatican.va/content/francesco/es/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si.html> [Consulta: 31 març 2016].
- GALITSKY, C. (2008). *Energy efficiency improvement and cost saving opportunities for the vehicle assemble industry*. Christina Galitsky and Ernst Worrell. Califòrnia: University of California. Environmental Energy Technologies Division.
- GARNETT, T. (2009). «Livestock-related greenhouse gas emissions: impacts and options for policy makers». *Environmental Science & Policy*, 12, p. 491-503.
- GUNDERS, D. (2012). *Waste: How America is losing up to 40 % of its food from Farm to Fork to Landfill*. Washington DC: National Resources Defence Council.
- GUSTAVSSON, J.; CEDERBERG, C.; SONESSON, U.; VAN OTTERDIJK, R. [et al.] (2011). *Global food losses and food waste*. Düsseldorf: United Nations Food and Agriculture Organization.
- IDESCAT = INSTITUT D'ESTADÍSTICA DE CATALUNYA (2009). *CCAE-2009 (ca) Classificació catalana d'activitats econòmiques* [en línia]. <<http://www.idescat.cat/Classif/?TC=4&V0=1&V1=87>> [Consulta: 31 març 2016].
- IEA = INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (2011a). *Cogeneration and renewables: Solutions for a low-carbon energy future*. París: IEA.
- (2011b). «Are we entering a golden age of gas?». A: *World energy outlook 2011 special report*. París: IEA.
- KAINUMA, M.; MIWA, K.; EHARA, T.; AKASHI, O. [et al.] (2013). «A low carbon society: global visions, pathways, and challenges». *Climate Policy*, 13, p. 6-22.
- KHARAS, H.; GERTZ, G. (2010). «China's emerging middle class: beyond economic transformation». A: *The new global middle class: A cross-over from west to east*. Brookings Institution Press, 2010.
- MASANET, E. (2010) «Energy benefits of electronic controls at Small and Medium sized US Manufacturers». *Journal of Industrial Ecology*, 14, p. 696-702.
- NISSAN (2010). *Life cycle CO₂ emissions of electric vehicle Nissan LEAF LCA and a comparable gasoline vehicle*. Langenfeld (Rin del Nord-Westfàlia). TÜV Rheinland.
- OCCC = OFICINA CATALANA DEL CANVI CLIMÀTIC (2015). *Guia pràctica per al càlcul d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH)* [en línia]. <http://canviclimatic.gencat.cat/web/.content/home/campanyes_i_comunicacio/publicacions/publicacions_de_canvi_climatic/Guies_calcul_emissions_GEH/150301_Guia-practica-calcul-emissions_sense-canvis_CA_v2.pdf> [Consulta: 31 març 2016].
- UNFCCC = UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (2015). *United Nations Framework Convention on Climate Change. Conference of the Parties, Twenty-first session*. París, 12 desembre 2015.
- US Department of Energy (2004). *Waste heat reduction and recovery for improving furnace efficiency productivity and emissions performance: A best practices process heating technical brief*. Washington DC: US Department of Energy.
- ZAELEKE, D.; MOLINA, M.; RAMANATHAN, V. (2014). «As Climate impacts accelerate, speed of mitigation becomes key». *Huffington Post*.