INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS

NATURA: ÚS O ABÚS? (2018)

El model energètic

JOAQUIM COROMINAS

© 2019, Institut d'Estudis Catalans
Carrer del Carme, 47. 08001 Barcelona

© Dels autors dels articles

Article rebut l'octubre de 2017

Text revisat lingüísticament per Roser Carol i Àlvar Valls

ISBN: 978-84-9965-457-7

DOI: 10.2436/15.0110.22.7

El model energètic

Joaquim Corominas

Doctor enginyer i màster en enginyeria elèctrica per la Universitat de Berkeley. President de l'Associació Congrés d'Energia de Catalunya.

Article rebut l'octubre de 2017.

Sumari

1. INTRODUCCIÓ
    1.1. Natura, energia, éssers humans
    1.2. Conèixer el passat per encarar el futur
    1.3. Fonts energètiques primàries aprofitades
    1.4. Consum i producció actual d'energia a Catalunya
        1.4.1. Consum d'energia primària i final
        1.4.2. Consum d'energia final per sectors
        1.4.3. Producció d'energia
2. QÜESTIONS METODOLÒGIQUES
    2.1. Precisió dels termes *energia* i *natura*
    2.2. Avaluació dels impactes energètics sobre la natura
3. SISTEMES ENERGÈTICS
    3.1. Anteriors a la revolució industrial
        3.1.1. Fonts i tecnologies principals d'aquesta època
        3.1.2. Principals impactes del sistema energètic d'aquesta època
    3.2. Derivats de la revolució industrial
        3.2.1. Fonts i tecnologies principals d'aquesta època
        3.2.2. Principals impactes del sistema energètic d'aquesta època
    3.3. Posteriors a la Segona Guerra Mundial
        3.3.1. Fonts i tecnologies principals d'aquesta època
        3.3.2. Principals impactes del sistema energètic d'aquesta època

4. IMPACTES I CONFLICTES ACTUALS DEL SISTEMA ENERGÈTIC DE CATALUNYA RESPECTE A LA NATURA
4.1. Impactes del sistema energètic i d'altres sectors
4.2. Impactes del sistema energètic sobre els medis naturals
4.2.1. Medi físic
4.2.2. Medi biòtic
4.2.3. Paisatge
4.3. Impactes del sistema energètic a Catalunya
4.3.1. Emissions
4.3.2. Ocupació del territori
4.3.3. L'entorn de les zones urbanes
4.3.4. Vessaments de petroli
5. REACCIONS ALS IMPACTES DEL SISTEMA ENERGÈTIC SOBRE LA NATURA
6. GUIA PER A REDUIR ELS IMPACTES DE L'ENERGIA A NIVELLS CONSENSUATS
6.1. Àmbits
6.1.1. L'energia
6.1.2. La salut humana
6.1.3. Les fonts renovables
6.1.4. El territori
6.1.5. Les noves infraestructures
6.1.6. Les centrals nuclears
6.1.7. Les línies elèctriques
6.2. Actuacions
6.2.1. Reserva i aprofitament d'espais
6.2.2. Transició energètica
6.2.3. Polítiques
6.2.4. Economia circular
6.2.5. Formació i informació
6.2.6. Anàlisi sistèmica
BIBLIOGRAFIA I REFERÈNCIES

1. INTRODUCCIÓ

1.1. *Natura, energia, éssers humans*

L'energia és un component de la natura, el que la dinamitza. Es pot veure, com el carbó, i pot no veure's, com la gravetat o l'atracció de la lluna o del sol, o es pot notar, com el vent, la força dels animals o les ones. Se la considera un dels fenòmens naturals, com el naixement dels animals. Es pot trobar en els fluxos de l'aire, dels corrents fluvials o de les fonts termals, en productes naturals com el carbó mineral, la llenya i la cera o en productes elaborats com l'alcohol o el carbó vegetal —considerats diferents del mineral durant molt temps— i en metalls com l'urani.

Les fonts d'energia natural ens poden semblar tan naturals que podem deixar de pensar-les com a *energia*, un terme modern que no va ser fàcil de definir i que encara sembla difícil d'aplicar més enllà del gas, de l'electricitat o del petroli, o de les instal·lacions que els transformen en una forma fàcil per a utilitzar-los.

L'energia forma part de la cultura i del progrés dels humans a través de la tecnologia del foc, de la domesticació dels animals de tir, de l'aprofitament de la radiació solar, de l'aigua o de l'aire. La utilització de formes d'energia més enllà de la muscular d'humans i d'animals va permetre superar els nivells de subsistència. Mentre les fonts d'energia es van emprar en quantitats moderades, els avantatges solien superar amb escreix els inconvenients del seu ús, però a mesura que la seva utilització va anar creixent, els inconvenients van anar superant els avantatges i van obligar a prendre mesures correctores. Un dels exemples va ser la desforestació per a coure materials de construcció o per a alimentar les necessitats de les fargues. Quan la desforestació va esclatar a escala quotidiana mundial, les mesures correctores van esdevenir no solament imprescindibles, sinó insuficients, i van obligar a reduir-la.

La natura i l'energia tenen una naturalesa i unes dinàmiques molt diferents, cosa que no fa fàcil prendre decisions entre els respectius valors o components, que poden tenir importants conseqüències molt diferents, com el canvi climàtic o la mort per pobresa energètica. El canvi climàtic està reduint la producció dels parcs eòlics marins del mar del Nord, i les onades de calor obliguen a reduir la producció de les centrals nuclears refrigerades per l'aigua dels rius a Catalunya i a França.

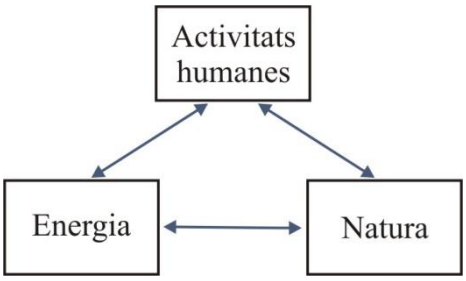

FIGURA 1. Relació entre les activitats humanes, l'energia i la natura.

Si hi ha menys generació elèctrica eòlica i nuclear com a conseqüència de l'increment de la temperatura, caldria —si no fem res més intel·ligent— generar més electricitat amb combustibles fòssils, la qual cosa contribuiria a augmentar més la temperatura. Actuar intel·ligentment és crucial i necessari per evitar aquest tipus de realimentacions infernals.

En el context d'aquest escrit entenem per energia tant les fonts energètiques (vent, petroli cru) com les tecnologies emprades fins al seu ús final (calor, desplaçament). Una font que en si mateixa no produeix impactes negatius (hidràulica) pot ser mal emprada, com els embassaments hidroelèctrics en el territori dels inuits del Canadà o en les Tres Gorges de la Xina.

I una tecnologia que en si mateixa tampoc no produeix impactes negatius (una caldera de vapor o un turbogenerador) pot emprar fonts d'energia molt impactants (l'urani o el carbó).

El tema «Energia i Natura» va ser tractat en el llibre *La ruta de la energía* (Puig *et al.*, 1990, p. 64-85), a més dels impactes territorials (p. 126-139), els del medi natural (p. 142-143) i els de les ciutats (p. 143-147).

1.2. *Conèixer el passat per encarar el futur*

L'espècie humana només ha pogut evolucionar amb l'ús d'energia extrasomàtica, inicialment amb les fonts renovables a l'abast i amb fonts fòssils principalment a partir de la industrialització, o en forma d'electricitat a partir del segle XX. La indústria de l'energia s'ha desenvolupat facilitant als seus clients l'ús de l'energia final en quantitats creixents, cercant fonts econòmiques sota el seu control, tecnologies de transformació econòmiques, i estenent grans xarxes de transport sota el seu control.

La concentració del negoci energètic en paral·lel a la creixent potència de les centrals de transformació, de generació i de transport de les formes d'energia final (electricitat, gas, carburants) ha comportat l'aparició de monopolis de fet. L'estreta relació entre el creixement del PIB i el del consum d'energia final durant un llarg període de temps ha facilitat una estreta relació entre els governs —interessats en el creixement del PIB— i els quasimonopolis —interessats en el creixement de les seves vendes i dels seus beneficis.

La inèrcia del sistema energètic, amb llargs terminis necessaris per a posar en servei les grans infraestructures energètiques i per a recuperar les corresponents inversions, ha dificultat la correcció del sistema energètic quan s'han començat a evidenciar els impactes negatius que ha originat, sovint ignorant els advertiments previs de científics independents. Entre els impactes negatius hi ha els ocasionats a la natura. La seva anàlisi és l'objectiu del proper apartat.

1.3. *Fonts energètiques primàries aprofitades*

Les fonts d'energia primària poden ser classificades de diverses maneres segons els objectius perseguits. Aquesta energia necessària passa a ser comptabilitzada quan aquestes funcions es transfereixen a les màquines alimentades per altres formes d'energia amb una eficiència força menor.

La primera taula mostra la classificació que hem adoptat amb l'objectiu de facilitar la relació entre la natura i l'energia aprofitada. La segona mostra el detall de l'aportació energètica dels éssers vius, que no s'ha oblidar, ja que es transforma en energia convencional i mesurada al mateix temps que es va mecanitzant la societat.

TAULA 1. *Tipus d'energia, origen i aprofitament*

Tipus d'energia	*Origen*	*Aprofitament*
Gravitatòria	Sol, Lluna	Marees
Mineral	Urani	Fissió natural i artificial
	Calor interna	Geotèrmia soma
Fòssil	Carbó, petroli, gas natural	Combustible sòlid, líquid, gasos
Fluxos	Extern	Radicació solar

	Interns de masses	Ones, corrents marins i fluvials, vents
	Interns tèrmics	Geotèrmia superficial, gradient tèrmic marí
Éssers vius	Animals	Força muscular, calor corporal, combustible
	Vegetals	Combustibles, productes energètics
	Altres	Combustibles de productes energètics

TAULA 2. *Origen de l'energia, tipus i tecnologia d'aprofitament*

Origen	*Tipus d'energia*	*Tecnologia d'aprofitament*
Fauna	Muscular	Transformació del sòl
		Transport
		Extracció d'aigua
		Premsat del raïm
		Molta de gra i d'olives
	Tèrmica	Calefacció d'edificis
	Combustible	Ús d'excrements i greixos
	Productes energètics	Ceres
Flora	Combustible	Cel·lulosa, carbó vegetal, tundra
	Productes energètics	Sucres, midons
Altres	Combustibles líquids	Fermentació alcohòlica
	Combustibles gasosos	Fermentació anaeròbica
	Biològica	Producció d'hidrogen

Les classificacions anteriors no reflecteixen l'energia de les persones emprada per a caminar o per a treballar.

1.4. *Consum i producció actual d'energia a Catalunya*

Mantenim els termes emprats usualment de *consum* i de *producció* d'energia malgrat que en realitat l'energia ni es consumeix ni es produeix, només es transforma

com a forma d'energia. Seria més apropiat utilitzar els termes *utilització* o *aprofitament* en lloc de consum.

1.4.1 Consum d'energia primària i final

El consum d'energia primària a Catalunya l'any 2014 va ser de 23.199 ktep (milers de tones equivalents de petroli). El consum d'energia final (la que passa per comptadors o per estimacions) va ser de 12.991 ktep, el 56 % de l'energia primària consumida; la diferència del 44 % restant de primària s'ha perdut en les transformacions d'energia primària a final.

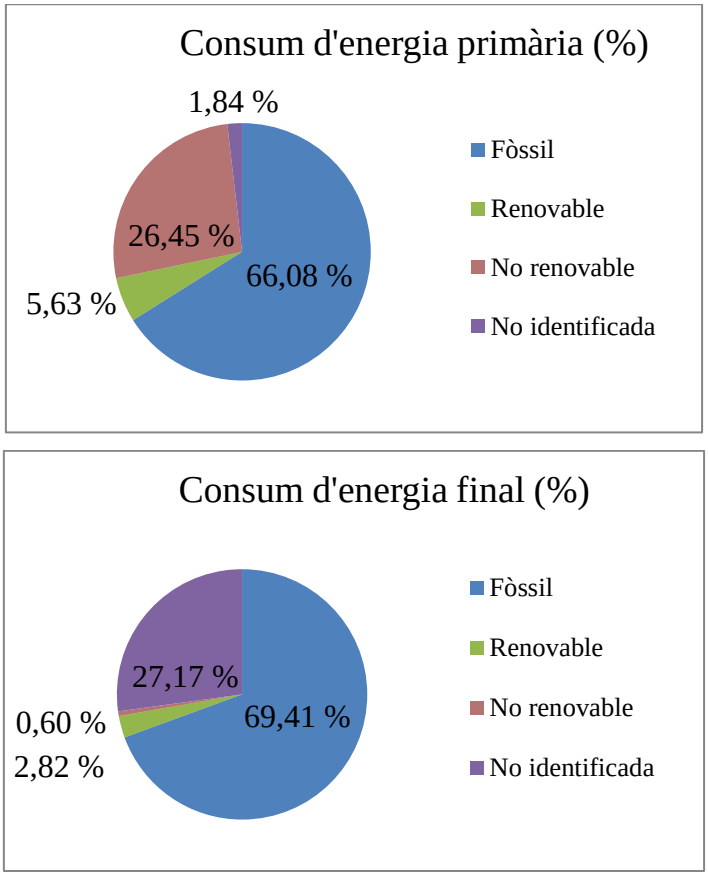

FIGURA 2. Consums d'energia primària i final.

Font: ICAEN; elaboració pròpia.

TAULA 3. *Consums d'energia primària i final per font d'energia*

Font d'energia		*Consum d'energia (%, 2014)*	
		Primària	*Final*
Fòssil	Carbó	0,14	0,15
	Petroli i productes intermedis	37,54	0,00
	Productes petrolífers	6,87	48,42
	Gas natural	21,54	20,84
Renovable	Hidràulica	2,07	0,00
	Eòlica	1,09	0,00
	Solar fotovoltaica	0,16	0,00
	Solar termoelèctrica	0,05	0,00
	Biomassa	2,13	2,58
	Solar tèrmica	0,13	0,24
No renovable	Nuclear	25,88	0,00
	Residus industrials	0,57	0,60
No identificada	Electricitats importada	1,84	27,17
Total (%)		**100**	**100**

Font: ICAEN; elaboració pròpia

El gràfic mostra l'evolució del consum d'energia elèctrica en GWh per tipus d'energia emprada entre 1981 i 2015. Les oscil·lacions de la nuclear no són gens usuals.

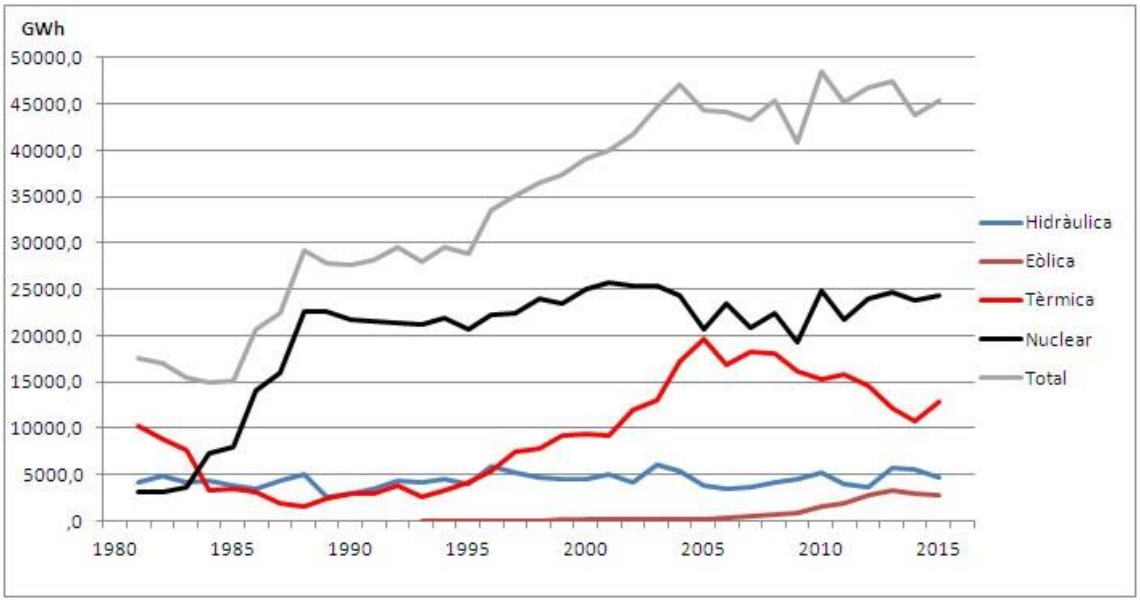

FIGURA 3. Consum d'energia elèctrica a Catalunya.

Font: Víctor Javier Neila Garcahana a *Estudio del consumo de energía eléctrica en Cataluña*; ICAEN; elaboració pròpia.

1.4.2. Consum d'energia final per sectors

TAULA 4. *Distribució del consum d'energia final per fonts i sectors*

Font d'energia	*Consum d'energia final per sectors (% dels respectius totals, 2014)*					
	Transport	*Industrial*	*Domèstic*	*Serveis*	*Primari*	*Total*
Productes petrolífers	95,23	10,77	10,77	6,19	90,59	48,42
Gas natural	0,43	45,26	41,82	16,73	0,74	20,83
Energia elèctrica	1,57	39,52	42,10	75,09	7,85	27,18
Biomassa	2,76	2,09	4,32	1,34	0,82	2,58
Energia solar tèrmica	0,00	0,12	0,99	0,49	0,00	0,24
Residus industrials no renovables	0,00	2,14	0,00	0,17	0,00	0,60
Total	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**

Font: ICAEN; elaboració pròpia.

Observacions:

— El 22 % de l'energia elèctrica consumida va provenir de fonts renovables.

— El consum d'energia primària renovables va ser el 5,63 % del total.

— Els 2.530 kcal/kWh de l'energia nuclear física corresponen a l'energia tèrmica en forma de vapor emprada per a generar 1 kWh d'electricitat. Expressades en kWh les 2.530 kcal són 2,94 kWh.

És interessant observar la gran diferència de consums per sectors i fonts energètiques.

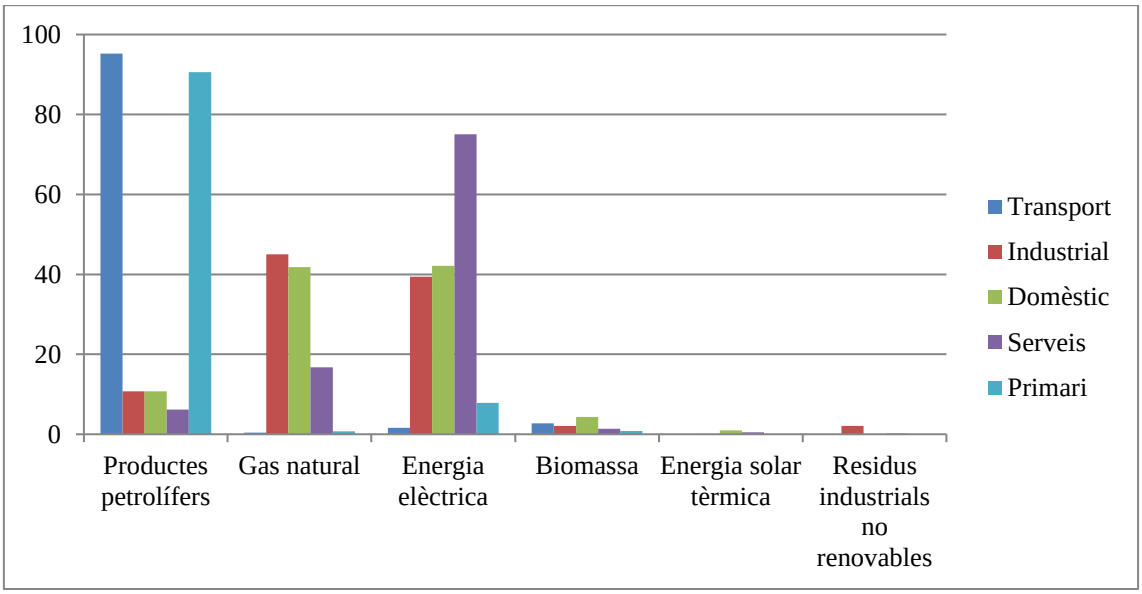

FIGURA 4. Consum de fonts d'energia per ús final (%).

Font: ICAEN; elaboració pròpia

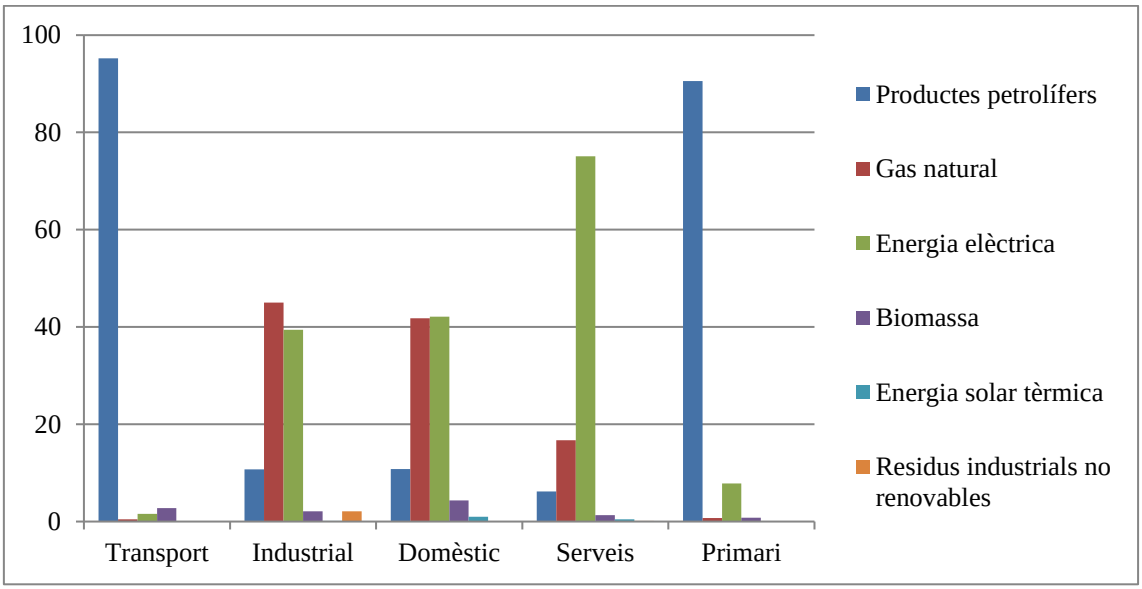

FIGURA 5. Consum per ús final de les fonts d'energia (%).

Font: ICAEN; elaboració pròpia.

1.4.3. Producció d'energia

1.4.3.1. PRIMÀRIA

La producció d'energia primària de 7.618 ktep representa el 32,8 % del total del consum d'energia primària el 2014. La resta fins al 100 % s'importa, amb la qual cosa s'externalitzen els corresponents impactes negatius.

L'energia elèctrica representa el 89 % de la producció; el 79 % és en forma d'origen nuclear i el 10 % restant, renovable. Cal tenir present que una gran part del cicle del combustible nuclear es produeix fora de Catalunya i que encara no s'ha resolt la qüestió dels residus nuclears, ara en part reanomenats com a «combustible gastat».

Els gràfics mostren les distribucions percentuals de les fonts emprades.

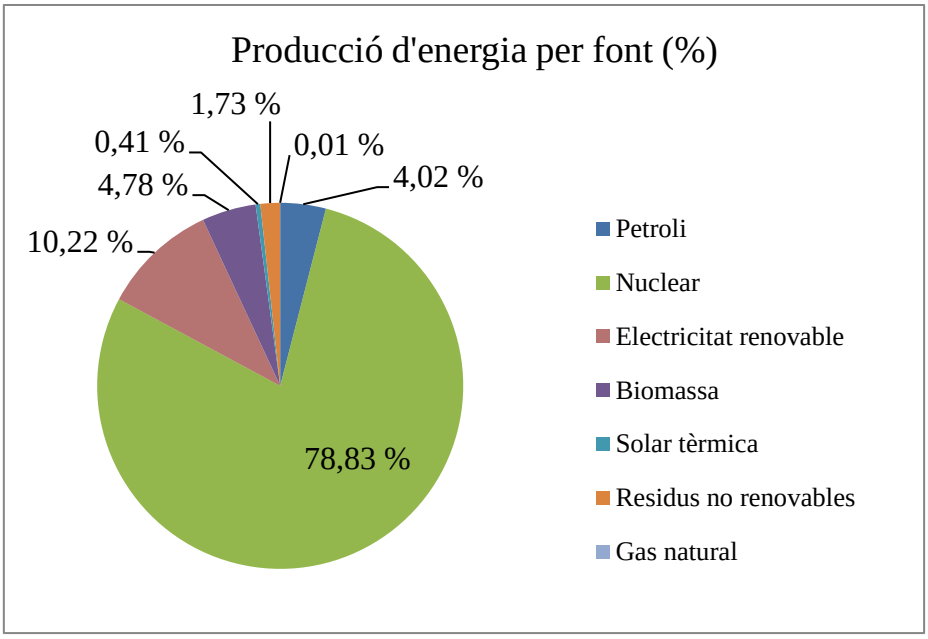

FIGURA 6. Producció d'energia per font (%).

Font: ICAEN.

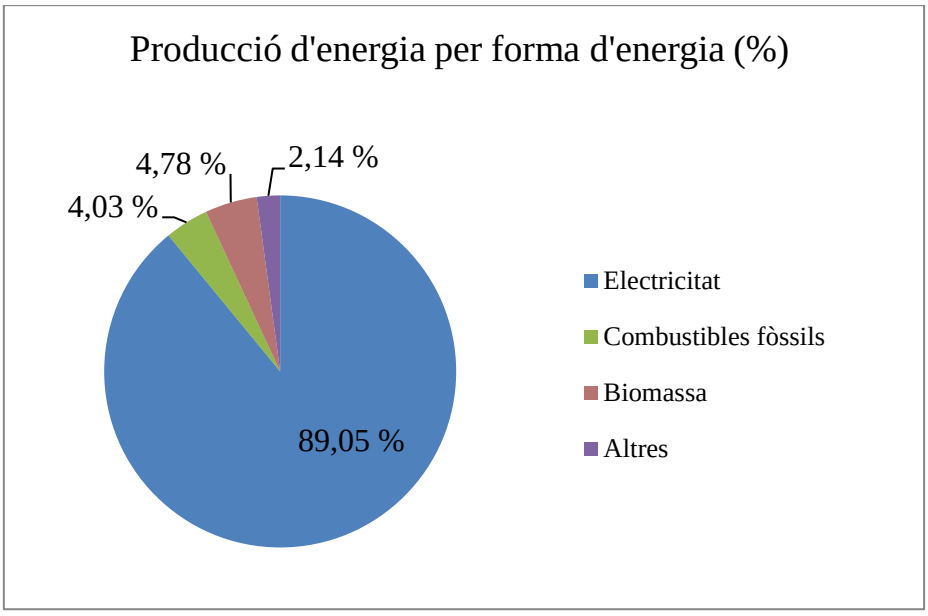

FIGURA 7. Producció d'energia per forma d'energia (%).

Font: ICAEN.

1.4.3.2. ELECTRICITAT

L'energia elèctrica renovable considerada inclou la hidràulica amb embassament i la fluent, la biomassa forestal i agrícola i els residus sòlids urbans renovables a més de l'eòlica, la fotovoltaica i la termoelèctrica.

El terme *hores equivalents* emprat en la generació elèctrica indica les hores que hauria necessitat tota la potència instal·lada per produir l'energia generada.

TAULA 5. *Producció i potència instal·lada per tipus d'energia*

	Electricitat 2015			*Respecte al total (%)*	
	Total	*Renovable*	*Eol+FV+TS*	*Renovable*	*Eol+FV+TS*
Potència instal·lada MW	12.842	4.019	1.559	31	12,21
Producció neta GWh	43.711	8.368	3.191	19	7,3
Hores equivalents	3.404	2.082	2.046	--	--

Font: ICAEN; elaboració pròpia.

En l'àmbit professional, és freqüent emprar només el terme *hores* i prescindir del terme *equivalents*. El producte de les hores equivalents i de la potència proporciona

l'energia generada. Un baix valor d'hores equivalents indica que la instal·lació ha aprofitat menys la seva capacitat de generar electricitat que una amb més hores equivalents en el mateix període de temps; en altres períodes, les hores equivalents poden ser força diferents.

2. QÜESTIONS METODOLÒGIQUES

2.1. *Precisió dels termes 'energia' i 'natura'*

Relacionar natura i energia adequadament obliga a determinar a què ens referim en aquest treball amb el terme *energia*, emprat sovint molt genèricament. També és convenient precisar el terme *natura*, ja que la seva definició varia significativament d'un diccionari a l'altre.

En la consideració dels tres regnes de la natura de l'univers no hi tenen cabuda ni l'aigua, ni l'atmosfera, ni els gasos combustibles, ja que no són minerals, com tampoc els camps electromagnètics o els gravitacionals: una marginació notable poc comprensible provinent del diccionari de l'enginyer Pompeu Fabra. El regne mineral no apareix en la natura *viva*, ni tampoc en la *morta*. És significatiu que en els atributs propis d'un ésser hi figurin la paciència de l'ase i la fogositat del cavall, però no la seva força motriu.

D'alguna manera, en el concepte *natura* s'hi ha anat introduint el paisatge, visualitzat en nombrosos quadres i postals. Cal tenir present que també inclou objectes molt relacionats amb l'energia, com vaixells de vela i molins de vent de les Balears o de l'oest americà, o les xemeneies fumejants de llars o de fàbriques. L'energia havia esdevingut una cosa tan natural que els censos la van emprar amb el recompte dels *focs* o de les *llars* de foc.

Francesc Giró, en el seu article «Evolució del concepte de conservació», resumia els valors de la natura en els estètics, els ecològics, els recreatius, els educatius i científics, els utilitaris o pràctics i els comercials. L'energia només hi apareixia com la saba de l'«arbre del dièsel» (*Copaiba langsdorfii*), que es podia emprar directament en els motors dièsel.

Per a l'autor del present article, *energia* és un concepte referit a la capacitat de les partícules, de les radiacions i dels fenòmens capaços de modificar la matèria en la seva

posició, forma, temperatura o estat. Es presenta sota diverses formes, que es poden transformar entre elles d'una manera natural o forçada amb determinats mecanismes. Per poder emprar l'energia en la forma, la quantitat, el lloc i el temps desitjats s'han construït sistemes energètics, els quals constitueixen l'objecte del present document.

Les principals formes d'energia són la tèrmica, la mecànica (cinètica, potencial, elàstica), la química, l'elèctrica, l'electromagnètica (llum, UV, raigs X...), la magnètica, la sònica, la gravitacional, la de ionització i la nuclear.

Els sistemes energètics solen estar identificats en diferents fases. Formalment s'originen a la font o recurs energètic primari i finalitzen amb l'anomenada *energia final*, que és aquella que se subministra usualment havent-la mesurat amb la finalitat de facturar-la. Realment, l'energia final és una altra: és l'*útil*, és a dir, l'obtinguda a partir de l'equip que ha transformat la *final*. La figura mostra els fluxos d'energia d'un sistema energètic des de les principals fonts primàries, les seves transformacions i les formes d'energia final i útil.

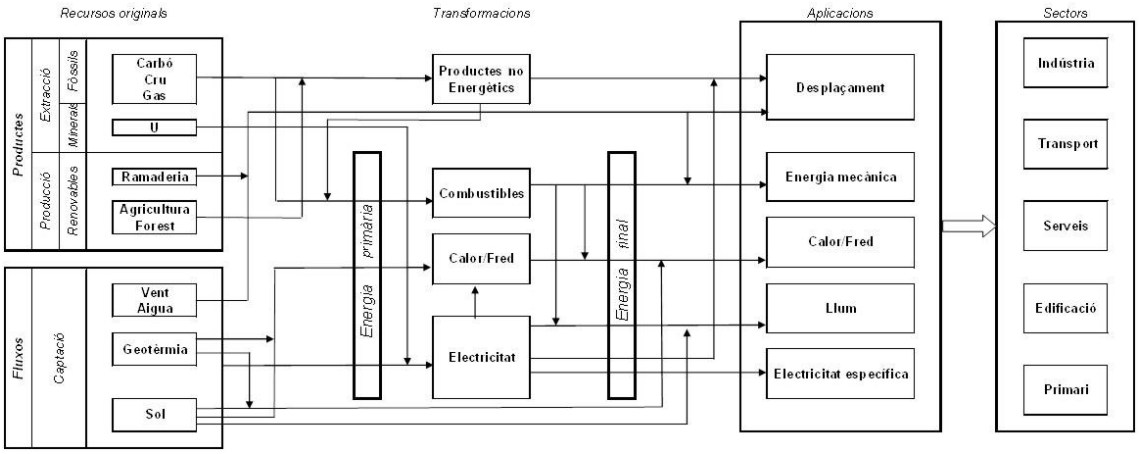

FIGURA 8. Estructura dels sistemes energètics.

Font: Elaboració pròpia.

El sistema energètic consta també de *fases* (prospecció del recurs, instal·lació de les infraestructures, transport d'energia, operació, manteniment i desmantellament) i altres *components*, com ara els productes auxiliars consumits, les emissions, els residus i les deixalles originades.

Considerar *energia* només l'energia primària, o la final, o l'útil, és prescindir de fases importants, amb característiques i impactes específics que conduirien a uns coneixements molt parcials i a unes decisions inapropiades.

No sempre resulta fàcil identificar els límits i els components d'un sistema energètic. En el cas d'un edifici NZEB (Near Zero Energy Building), l'aportació d'energia prové de la radiació solar, de l'atmosfera que l'envolta, del personal que l'habita, del subsol en el qual reposa, de l'aigua que consumeix... Segons els objectius que es desitgi obtenir de l'anàlisi i avaluació dels sistemes energètics, caldrà considerar també els materials i els productes que utilitza, la fabricació i el transport dels equipaments i del personal i el tractament de les emissions, de les deixalles i dels residus que produeixi, temes molt sovint *externalitzats* del sistema energètic.

La diferència entre la climatització d'un edifici NZEB i la d'un amb calefacció tradicional que consumeix gas natural liquat provinent de subministradors llunyans és abismal. També ho és un vehicle tradicional de gasoil o un d'elèctric alimentat per electricitat fotovoltaica pròpia.

2.2. *Avaluació dels impactes energètics sobre la natura*

La natura proporciona les fonts primàries d'energia i els espais per implantar les instal·lacions. També és el receptor de la diferència entre l'energia primària i l'útil (unes tres quartes parts de la primària), de les emissions i de les deixalles dels sistemes energètics.

Els impactes dels sistemes energètics es poden considerar a escala local, nacional o global. Sovint els resultats en cada un dels tres nivells resulten contradictoris i interfereixen amb els d'altres activitats humanes i naturals.

Avaluar un sistema energètic des d'una energia primària determinada i situada en un punt determinat fins a una energia final determinada i situada en un punt determinat havent emprat una mateixa tecnologia és possible. El resultat serà vàlid per a aquest cas, amb unes condicions operatives concretes. Passat un temps, les condicions del sistema podran ser diferents. L'avaluació de les emissions d'automòbils en funció dels possibles carburants feta per JEC-Joint Research Centre-EUCAR-CONCAWE mostra el grau de complexitat i els límits de les avaluacions comparatives. Una altra complexitat es deriva del fet de compartir una mateixa font primària per a diferents usos. La variació important del consum d'un ús afecta els impactes d'aquesta font en els altres usos per afegir recursos més llunyans o més impactants.

Escollir les unitats i els àmbits per a l'avaluació no és un tema menor. Moltes avaluacions i informacions dels parcs eòlics de Catalunya, com el Visor Ambiental de Parcs Eòlics de la Generalitat de Catalunya, han emprat la potència elèctrica que pot generar el parc, en lloc del nombre d'aerogeneradors, com a indicador de la superfície del parc. Com a exemple, un parc amb un sol aerogenerador de 2 MW té la mateixa potència que un de vint aerogeneradors de 100 kW de potència unitària. La diferència de superfície del parc, del risc d'impactes amb les aus i de l'impacte visual és molt favorable a l'opció d'un aerogenerador.

Alguns impactes són més difícils d'avaluar perquè passen més desapercebuts, com és el cas de la superfície afectada per les centrals nuclears. A Catalunya correspon a un cercle de 30 km de radi al voltant de la central. La figura 12 mostra les superfícies afectades per les centrals d'Ascó i de Vandellòs.

3. SISTEMES ENERGÈTICS

Entendrem per *sistemes energètics* aquells dels quals els éssers humans han aprofitat l'energia. No es consideraran, per tant, fenòmens naturals de gran contingut energètic per a l'ús dels quals, ara per ara, no es coneixen tecnologies apropiades, com poden ser els volcans, els despreniments de terres, els incendis forestals, els tsunamis, els tornados o els terratrèmols.

Per a comprendre els impactes de l'ús de l'energia convé conèixer les fonts energètiques emprades i les principals tecnologies de captació, transformació, transport i utilització de les diverses formes d'energia que s'han fet servirs en tres etapes de l'evolució industrial diferenciades pels canvis significatius de l'ús de les fonts energètiques: carbó, petroli/electricitat i nuclear.

3.1. *Anteriors a la revolució industrial*

3.1.1. Fonts i tecnologies principals d'aquesta època

A mesura que els éssers humans es van anar assentant en un territori van anar utilitzant més recursos energètics que la radiació solar i els corrents fluvials o de l'aire. Amb l'agricultura i la ramaderia es van aconseguir recursos energètics per als animals de tir, per a l'alimentació, la calefacció o la il·luminació i per a la ceràmica i la metal·lúrgia: es van emprar la llenya, la torba, els greixos i els olis. Més endavant es van utilitzar recursos del subsol (carbó mineral, aigües termals) i del mar (marees).

La taula 6 mostra les principals fonts energètiques, les tecnologies emprades i els usos de l'energia en aquesta època en la qual predominava l'ús dels recursos energètics disponibles localment.

TAULA 6. *Fonts energètiques, tecnologia emprada, energia útil i aplicacions anteriors a la revolució industrial*

Font	*Tecnologia específica*	*Energia útil*	*Aplicacions*
Muscular	Domesticació d'animals	Mecànica	Transport, bombeig, llaurat, premsat, molta
Geotèrmia	Ús de coves	Calor, fred	Mantenir condicions habitables
Atmosfera	Arquitectura		Climatització
Sol	Assecatge	Calor	Aliments, roba, ceràmica
	Captació solar		Climatització, aigua calenta
	Concentració solar		Encesa de la flama olímpica
Vent	Veles a les embarcacions	Mecànica lineal	Desplaçament
	Aspes giratòries	Mecànica rotacional	Bombeig, molta
Aigües termals	Captació	Aigua calenta	Aigua calenta sanitària
Neu	Pous de glaç	Fred	Conservació d'aliments
Corrents fluvials	Vehicles aquàtics	Mecànica lineal	Desplaçament
	Rodes hidràuliques	Mecànica rotacional	Bombeig, molta

Llenya	Combustió parcial	Carbó vegetal	Ceràmica, metal·lúrgia
Carbó	Combustió	Calor	Cuinar, il·luminació, calefacció
Torba			
Greixos, ceres			Cuinat, il·luminació
Residus orgànics	Destil·lació	Combustible líquid	
Pólvora	Explosió	Mecànica	Destrucció
	Combustió	Lumínica	Enllumenat, entreteniment

3.1.2. Principals impactes del sistema energètic d'aquesta època

Els impactes eren essencialment locals, com ara desforestacions (del Pirineu, per les fargues i el carboneig), fums a llars i forns de calç, incendis, afectació de cursos fluvials, agricultura per alimentar els animals de tir o multiplicació de molins de vent, els quals van permetre la colonització de l'Oest d'Amèrica del Nord.

3.2. *Derivats de la revolució industrial*

3.2.1. Fonts i tecnologies principals d'aquesta època

La revolució industrial introdueix no solament noves fonts, tecnologies i utilitzacions de l'energia, sinó també un canvi en la seva comercialització, exportant carbó en grans quantitats, la qual cosa comença a fer canviar les tecnologies de transport tradicionals i a cercar formes d'energia fàcils de transportar econòmicament. L'èxit final arriba amb l'energia elèctrica en forma de corrent altern, una forma d'energia neta, fàcil de generar, de transportar i d'utilitzar en múltiples aplicacions i que pot ser generada a partir de diverses fonts i tecnologies: la química permet gasificar biomassa i destil·lar el petroli cru, l'electroquímica permet obtenir i emmagatzemar electricitat i produir l'hidrogen emprat en la combustió i en els globus.

3.2.2. Principals impactes del sistema energètic d'aquesta època

El pas de l'ús de fonts renovables al de fonts no renovables i llunyanes va provocar canvis considerables en els impactes de l'energia. Els impactes, de ser locals, passen a ser regionals.

TAULA 7. *Principals impactes del sistema energètic derivats de la revolució industrial*

Impactes principals
Emissions de CO, CO_2, SOx, CH4, partícules, fuites de petroli
Migracions de població
Ús i contaminació d'aigua
Fenòmens sísmics, subsidència del sòl, fuites, ones sonores al mar
Ocupació de ports i de territori (carreteres, edificis, instal·lacions: línies elèctriques, oleoductes, aeroports, benzineres)
Gasoductes, estacions de pressurització, camions cisterna criogènics, xarxes de distribució, dipòsits de combustibles
Torxes crematòries, impacte lumínic
Modificació i desguàs de llacs, cursos fluvials, evaporació en la refrigeració, emissions de la combustió, cendres
Producció de residus nuclears, d'emissions i de partícules radioactives
Radiacions electromagnètiques, col·lisió o electrocució de fauna, incendis forestals
Impacte visual en entorns urbans, ocupació de sòl, de subsol i de façanes, incendis de transformadors
Electrocució, incendis, explosions, radiacions electromagnètiques, productes tòxics dels equips que la utilitzen

3.3. *Posteriors a la Segona Guerra Mundial*

3.3.1. Fonts i tecnologies principals d'aquesta època

La Segona Guerra Mundial va mostrar que l'energia havia sigut un element clau —especialment el petroli i finalment la nuclear— en originar l'ocupació de territoris petrolífers i l'acabament de la guerra amb la destrucció instantània de ciutats des de l'aire. A partir de llavors, el petroli, el gas, l'electricitat i l'energia nuclear passen a mans dels estats aliats vencedors, fins a la seva privatització més o menys parcial.

Recentment es retorna a les fonts renovables atesos els forts impactes de les fonts no renovables sobre la salut humana i la natura.

TAULA 8. *Fonts energètiques, tecnologia emprada, energia útil i aplicacions posteriors a la Segona Guerra Mundial*

Font	*Tecnologia específica*	*Energia útil*	*Aplicacions*
Sol	Fotovoltaica	Elèctrica	Múltiples
	Efecte Trombe	Calor (mitjana temperatura)	Calefacció
	Concentració	Calor (alta temperatura)	Vapor, fusió de metalls
Geotèrmia	Perforació de l'escorça	Aigua calenta, vapor, fred	Climatització, fluid industrial
Gas natural	Liqüefacció	Calor industrial i domèstica	Vapor, climatització, cuinat, transport
Urani	Fissió nuclear	Mecànica, tèrmica	Electricitat
Electricitat	Electròlisi	Hidrogen combustible	Motors, emmagatzematge d'energia
Combustible d'hidrogen	Pila electroquímica	Elèctrica	Múltiples

3.3.2. Principals impactes del sistema energètic d'aquesta època

Els impactes de després de la Segona Guerra Mundial s'incrementen i passen a ser globals, amb tendència a esdevenir irreversibles. Els creixements tenen lloc en diversos àmbits: en la combustió en creixents aglomeracions urbanes, en el transport amb motors de combustió, en el cicle nuclear (mineria, operació i accidents de centrals, vessaments radioactius...), en l'ocupació de territori per generar i transportar energia, en vessaments marins de petroli, en la competència de productes i de territori entre energia, alimentació, entorn habitable (paisatge, llocs sagrats o tradicionals...), en la inundació de pobles, en el gran ús d'energia importada, en l'externalització dels impactes induint terratrèmols, ocasionant la pluja àcida i el canvi climàtic, transformant el pergelisol o contaminant llacs del Pirineu, entre d'altres.

Les primeres grans centrals hidroelèctriques van anar acompanyades de l'acaparament de territori amb bon potencial i de les corresponents concessions d'explotació dels fluxos fluvials, tant per a la seva explotació com per a obtenir uns guanys fàcils amb la seva venda. Amb les tecnologies solars i eòlica per generar electricitat s'ha iniciat el mateix fenomen d'acaparament de terres i de concessions, tot i que la radiació solar i el vent no tenen cap consideració de bé públic com l'aigua. La transició vers l'energia totalment renovable farà més palesa aquesta situació.

4. IMPACTES I CONFLICTES ACTUALS DEL SISTEMA ENERGÈTIC DE CATALUNYA RESPECTE A LA NATURA

Catalunya ha sofert un conjunt d'impactes del sistema energètic que han originat perjudicis a la natura, tant econòmics i ambientals com sanitaris. Els motius són diversos i poden ser la conseqüència de qualsevol activitat industrial o arquitectònica sobre el territori o de males pràctiques (com deixar residus o restes d'instal·lacions antigues) i no seran detallats en aquest document.

4.1. *Impactes del sistema energètic i d'altres sectors*

Els impactes del sistema energètic convé que siguin analitzats i avaluats en si mateixos i també en relació amb els impactes, les necessitats i les exigències d'altres sectors d'activitat humana. Hi ha una relació de causalitat molt important entre els impactes de cada un dels sectors. No es pot pretendre que consumir productes alimentaris congelats o precuinats no afecti l'ús de l'energia necessària per a la seva preparació. És el mateix que anar a recollir els infants al col·legi amb SUV (gran vehicle de tot terreny) o amb bicicleta.

Aplicar exigències o concessions diferenciades no imprescindibles entre les activitats del sistema energètic o dels organismes que actuen sobre el medi natural condueix a crear innecessàries situacions perjudicials en la natura. A continuació exposem alguns exemples en què s'obliden disciplines en activitats pluridisciplinàries:

— Embassaments de capçalera de conca sense central hidroelèctrica (en la seva construcció o encara avui) o per a abastiment d'aigua potable o de regadiu.

— Preses de retenció del curs de rius del Pirineu per regular les crescudes sobtades sense que incorporin sistemes que permetin la circulació dels peixos, i preses que han perdut la seva funció al cap de pocs anys a causa de l'acumulació de sediments.

— No permetre les plaques fotovoltaiques posades directament sobre el sòl.

— No considerar els impactes energètics del sector militar (no apareixen en les estadístiques).

— No fer comparatives per joules, per l'ocupació de territori i per l'ús d'altres serveis necessaris en les anàlisis de cicle energètic, des de la font primària fins a l'energia útil.

Els efectes d'utilitzar dues vares de mesurar per als impactes segons qui fa la mesura condueix a paradigmes com l'exposat.

TAULA 9. *Impactes usualment considerats per als polígons industrials i per als parcs eòlics*

Paradigma	
Polígons industrials	*Parcs eòlics*
Ocupen superfícies importants	Les instal·lacions ocupen poca superfície
Competeixen amb sòl agrari o residencial	Són compatibles amb altres usos del sòl
Necessiten infraestructures d'aigua i de gas	No necessiten subministrament de gas o espacial d'aigua
Incrementen el transport de personal i de mercaderies	El seu funcionament no necessita transports significatius
La continuïtat de les activitats no està garantida	La continuïtat d'operació està garantida
La participació econòmica sol no ser local	Facilita la participació econòmica local
Els impactes territorials són difícilment reversibles	Els impactes territorials són reversibles
HAN ESTAT MOLT COBEJATS LOCALMENT	HAN SOFERT REBUIGS INEXPLICABLES

4.2. Impactes del sistema energètic sobre els medis naturals

4.2.1. Medi físic

4.2.1.1. TERRITORI

La implantació d'un sistema energètic o la seva ampliació comporta nous elements superposats en el territori que afectaran el paisatge, a més de les repercussions de les possibles prospectives, de perforacions, dels accessos o del terraplenament del sòl.

TAULA 10. *Principals impactes territorials per font i tecnologia energètica*

Font, tecnologia		*Impactes territorials*
Fòssil	Petroli i derivats	Ports: recepció, dipòsits i expedició del combustible Transformació: refineries Dipòsits: aeroports, centrals elèctriques, grans consumidors Transport: oleoductes, camions cisterna Distribució: benzineres Ennegriment de les façanes pels productes de la combustió
	Gas natural	Ports: recepció, expedició, dipòsits, regasificació Transport: gasoductes, camions cisterna criogènics Emmagatzematge subterrani: terratrèmols Distribució: canonades subterrànies
	Butà/propà	Transport: ferrocarril (dipòsits), camions (bombones) Emmagatzematge a l'engròs i embotellament: dipòsits Distribució: camions cisterna i de bombones a la via pública
	Carbó	Pluja àcida sobre estructures carbòniques Mines a cel obert, mines subterrànies Tractament i rentat del carbó Transport per carretera: del port de Tarragona a la central de Cercs i a grans consumidors
Electricitat	Nuclear	Transport: equipaments, combustible, residus Refrigeració: mar, riu, torres evaporatives Residus: piscines, dipòsits hermètics temporals Territori afectat: radi de 30 km (2.826 km^2) Restes del desmantellament de les centrals Dipòsit permanent dels residus

	Cicles combinats	Impacte visual, ocupació de territori, subministrament de gas i d'aigua
	Gran hidràulica	Afectació del paisatge (preses, làmina d'aigua, arbres morts, franja i superfície descoberta), ocupació d'espais fèrtils o d'hàbitats Noves carreteres o desviació d'actuals per vorejar els embassaments
	Hidràulica fluent	Canal de subministrament, canonada i central elèctrica
	Bombeig	Afectació del paisatge, ocupació d'espais fèrtils o habitats, creació d'un nou embassament
	Eòlica	Afectació del paisatge, ocupació de territori (torres, centre de control, estació transformadora), afectació de l'espai del parc
	Solar FV	Afectació del paisatge (teulades o sòl)
	Termosolar	Afectació del paisatge: captació solar, central elèctrica, refrigeració del fluid
	Biomassa	Afectació del paisatge: extracció a l'origen, emmagatzematge, utilització
	Sistema	Línies de transport d'alta tensió i de distribució a mitjana i baixa tensió Estacions: receptores, transformadores Afectació del paisatge, pals a les ciutats, cablejats a les façanes
	Enllumenat públic	Contaminació lumínica nocturna, ocupació de voreres
Combustibles	Biocarburants	Sistema d'aprofitament de residus orgànics i d'utilització de productes alimentaris Planta de producció i distribució del biocarburant
	Biomassa	Sistema d'aprofitament de la massa forestal excedentària i dels residus orgànics
Calor	Solar tèrmica	Plaques de captació, dispositius de concentració, dipòsit d'acumulació de la calor
	Geotèrmia	Captació: ocupació de sòl i de subsol
	Calor residual	De centrals termoelèctriques i de processos industrials: distribució del líquid tèrmic fins als seus usuaris

4.2.1.2. AIRE

Cal tenir en compte que l'aire transporta la contaminació a molta distància i també a altres regions sobre les quals origina vectors contaminants.

TAULA 11. *Principals impactes a l'atmosfera per font i tecnologia energètica*

Font, origen	*Vector*	*Impactes*
Combustions, incendis	Aire de la combustió Cendres, CO_2, NOx, PM	Augment de la temperatura local, canvi climàtic Salut, edificis i mobiliari urbà
Gasolina i gasoil	SOx, COVs, PM	Salut
Diversos	Ozó	Salut
Mines de carbó	Emissions de CH_4 Emissions de CO	Canvi climàtic, incendis i explosions Salut
Enllumenat nocturn	Emissió lumínica	Pèrdua de visió del firmament
Centrals nuclears	Partícules radioactives	Salut
Radiacions	Electromagnètiques Tèrmiques	Salut (efectes en discussió) Increment d'illes de calor, salut

La importància del tema ha comportat que els mitjans de comunicació n'hagin intensificat el tractament, com es pot veure en alguns articles recents:

— A. CERRILLO. «L'ozó mostra la ruta contra el canvi climàtic». *La Vanguardia*, 17-09-2017.

— T. COROMINA. «La Plana de Vic supera els nivells d'ozó permesos». *La Vanguardia*, 17-09-2017.

— O. VALLEJO. «La contaminació per emissió de gasos perjudica el medi ambient i la salut human». *Ara*, 18-09-2017.

— EFE. «La substitució de motors dièsel per gasolina evitaria 300 morts a l'any». *La Vanguardia*, 19-09-2017.

— D. R. «Es calcula que frenar els nivells de contaminació podria evitar 659 morts prematures a l'any». *Ara*, 20-09-2017.

— E. FREIXA. «Un 20 % dels cotxes de Barcelona, vetats en dies de contaminació». Ara, 20-09-2017.

— D. ROJAS. «A menys cotxes, més salut i qualitat de vida». *La Vanguardia*, 21-09-2017.

4.2.1.3. CLIMA LOCAL

TAULA 12. *Principals impactes climàtics per font i tecnologia energètica*

Font, origen	*Vector*	*Impactes*
Combustió	Aire calent	Augment de la temperatura local
Refrigeració de les centrals nuclears	Evaporació a la torre de refrigeració	Augment local de la humitat
Climatització d'edificis	Aire calent	Augment de la temperatura exterior
Captació solar	Absorció de radiació solar	Reducció de la temperatura ambiental

4.2.1.4. AIGÜES

TAULA 13. *Principals impactes en el medi aqüífer per font i tecnologia energètica*

Font, origen	*Vector*	*Impactes*
Contaminació de ports	Vessament de combustible	Pèrdua de qualitat de l'aigua Mortaldat de la fauna marina
Contaminació de rius	Vessament de combustible	Pèrdua de qualitat de l'aigua Augment de l'energia per al seu tractament Impacte sobre la salut Mortaldat de la fauna
Retenció de cabals dels rius	Sedimentació Putrefacció de matèria orgànica Estancaments parcials	Reducció de les aportacions al mar Emissions de metà a l'atmosfera Mort dels éssers retinguts
Desviació de cabals dels rius	Reducció del cabal principal	Risc de cabals insuficients per a la biologia

Mineria de carbó	Corrents subterranis	Contaminació, desviació
Refrigeració de centrals tèrmiques	Augment de la temperatura de l'aigua	Risc de sobrepassar la temperatura adequada Afectació de la biologia
	Evaporació del cabal del riu	Reducció del cabal dels rius Augment de la humitat ambiental

La calor generada a les centrals nuclears és unes dues vegades l'electricitat generada, cosa que representa per a les tres centrals de Catalunya cremar uns vint-i-dos milions de tones de carbó a l'any.

4.2.1.5. GEOLÒGIC

L'anàlisi rigorosa dels impactes geològics de l'energia necessitaria un detall superior a l'efectuat en aquest treball, distingint la mineria profunda de la de cel obert; els jaciments de carbó, d'urani, de gas, de petroli o d'aigües termals, entre altres paràmetres, i també si l'activitat és a terra o al mar. L'anàlisi s'ha cenyit als recursos de Catalunya amb possibilitat de ser aprofitats.

TAULA 14. *Principals impactes geològics per font i tecnologia energètica*

Font, origen	*Vector*	*Impactes possibles*
Prospecció	Vibracions	Petits terratrèmols
	Perforació d'aqüífers	Canvis en corrents subterranis
Construcció	Modificació del terreny	Canvis en la pressió al subsol
	Canonades interiors	Repercussions de les explosions
		Possible afectació d'aqüífers
Emmagatzematge subterrani	Afectació de falles	Terratrèmols
Geotèrmia	Perforació d'aqüífers	Canvis en corrents subterranis
		Canvis tèrmics del subsol

	Ús de productes químics	Contaminació del sòl i d'aqüífers
	Fracking de les roques	Petits terratrèmols

4.2.2. Medi biòtic

4.2.2.1. HUMÀ

La manca d'accés adequat a l'energia en entorns rurals ha contribuït al desplaçament de persones i activitats vers les ciutats, amb impactes rellevants en els dos entorns. Desplaçaments de població en els dos sentits també han tingut lloc per altres motius, com mostra la taula.

TAULA 15. *Principals impactes als humans per font i tecnologia energètica*

Localitat	*Motivació*
Mequinensa, Rialb...	Construcció d'embassament
Cercs	Noves mines i central termoelèctrica Tancament de les mines de carbó i de la central
Cabdella, Ascó...	Construcció de noves centrals elèctriques
La Pobla de Mafumet	Construcció de la refineria de petroli
Naut Aran	Noves línies elèctriques

4.2.2.2. FLORA

TAULA 16. *Principals impactes sobre la flora per font i tecnologia energètica*

Font, origen	*Vector*	*Impactes possibles*
Transport	Emissions contaminants	Contaminació dels productes alimentaris
Combustió	Pluja àcida Canvi local de temperatura	Mortaldat d'espècies Canvis d'espècies locals
Fuites d'aire o d'aigua radioactiva	Emissions radioactives	Contaminació de la cadena tròfica

4.2.2.3. FAUNA

TAULA 17. *Principals impactes sobre la fauna per font i tecnologia energètica*

Font, origen	*Vector*	*Impactes possibles*
Sondejos i prospeccions	Efectes acústics en corredors marins	Espècies de cetacis vulnerables a l'impacte acústic
Instal·lació d'infraestructures	Pertorbació de l'hàbitat	Desplaçament d'espècies
Operació d'infraestructures	Il·luminació nocturna	Atracció d'espècies
Línies elèctriques	Descàrrega elèctrica Impacte mecànic	Morts per electrocució Trencament d'ossos, morts
Avaries, accidents	Contaminació de sòls i de medi aquàtic	Desplaçament i mort d'espècies

4.2.3. Paisatge

En parlar dels impactes paisatgístics de les infraestructures energètiques a Catalunya, atès que són relativament recents, considerem especialment les infraestructures actuals i les futures. Altres impactes paisatgístics anteriors importants com les de llacs i embassaments del Pirineu, mines de carbó, centrals termoelèctriques a les ciutats, pantalans per a la refrigeració i el subministrament de combustible a aquestes centrals, fàbriques i dipòsits de gas a les poblacions, l'ennegriment de les façanes pels fums, o molins de bombeig. Paradoxalment, algunes d'aquestes instal·lacions han esdevingut monuments moderns sovint per la voluntat popular, com el molins de les illes Balears.

És evident que el paisatge és un valor apreciat i que cal considerar-lo i protegir-lo com un més entre altres valors defensats per la societat. També és evident que els valors socials van evolucionant amb el temps i la cultura. En el cas del paisatge, l'equilibri amb altres valors —com el d'una ocupació que permeti viure on s'ha nascut— està molt influenciat pel lloc de la residència habitual, ja que els impactes que es perceben són molt diferents en cada cas segons l'entorn. Es troba a faltar una anàlisi coherent de com equilibrar els valors del paisatge amb la resta de valors en els diferents territoris de Catalunya.

4.3. *Impactes del sistema energètic a Catalunya*

4.3.1. Emissions

Els impactes de les emissions del sistema energètic han esdevingut —especialment a les ciutats i a les àrees metropolitanes— un problema tan important per a la salut de les persones i per al clima del planeta que les autoritats no són capaces de complir sempre les normatives vigents.

TAULA 18. *Resum del compliment dels nivells de referència (2015)*

Contaminant	*A nivell de la ciutat*		*Per tipus d'estació*					
			Trànsit molt intens		*Trànsit moderat*		*Fons urbà*	
	UE	*OMS*	*UE*	*OMS*	*UE*	*OMS*	*UE*	*OMS*
Mitjana anual NO_2	No es compleix	No es compleix	No es compleix	No es compleix	No es compleix	No es compleix	No es compleix	No es compleix
Màxim horari NO_2	Es compleix	No es compleix	Es compleix	No es compleix	Es compleix	No es compleix	Es compleix	No es compleix
Mitjana anual PM10	Es compleix	No es compleix	Es compleix	No es compleix	Es compleix	No es compleix	Es compleix	No es compleix
Màxim horari PM10	Es compleix	No es compleix	Es compleix	No es compleix	Es compleix	No es compleix	Es compleix	No es compleix
Mitjana anual PM2,5	Es compleix	No es compleix	Es compleix	No es compleix	Es compleix	No es compleix	Es compleix	No es compleix
Màxim diari PM2,5	-	No es compleix	-	No es compleix	-	No es compleix	-	No es compleix
Mitjana anual benzè	Es compleix	No es compleix	Es compleix	No es compleix	Es compleix	No es compleix	Es compleix	No es compleix
Mitjana anual benzo(a)pirè	Es compleix	No es compleix	Es compleix	No es compleix	Es compleix	No es compleix	Es compleix	No es compleix
Màxim 8-horari d'ozó	Es compleix	No es compleix	Es compleix	No es compleix	Es compleix	No es compleix	Es compleix	No es compleix
Llindar d'informació horari d'ozó	Es supera	-	No es supera	-	No es supera	-	Es supera	-

Font: Arimon *et al.*, Avaluació de la qualitat de l'aire a la ciutat de Barcelona any 2015.

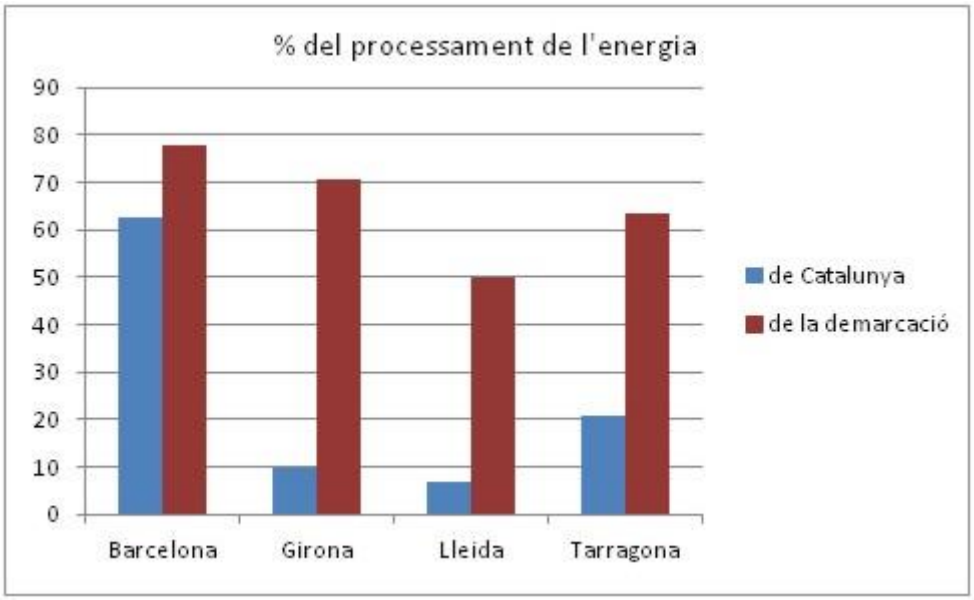

FIGURA 9. Percentatge de les emissions de CO_2 degudes al processament de l'energia de cada demarcació respecte al total pel processament de l'energia de Catalunya i respecte al total d'emissions de CO_2 de la mateixa demarcació.

Font: Oficina del Canvi Climàtic de Catalunya (2015).

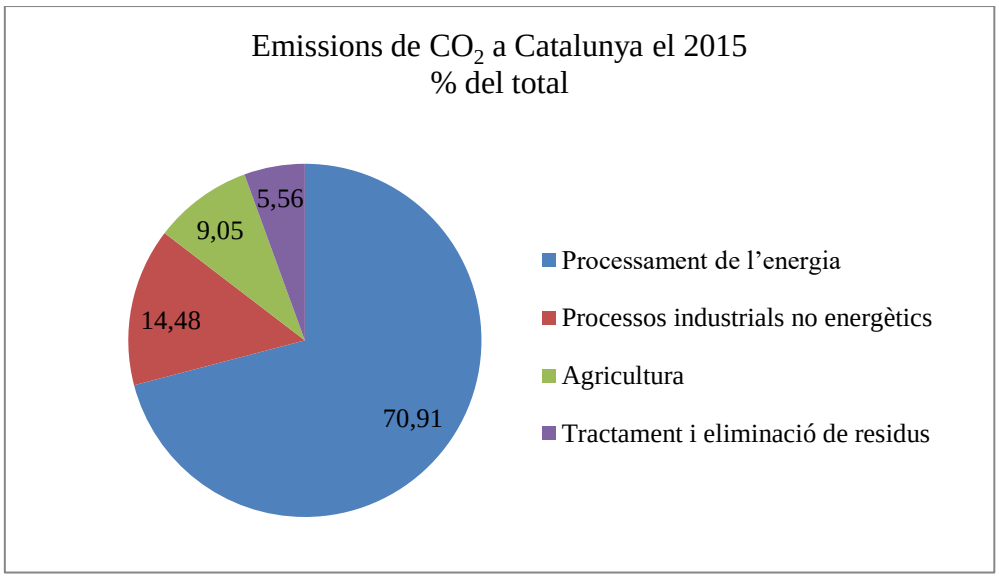

FIGURA 10. Distribució de les emissions de CO_2 a Catalunya per sector d'activitat.

Font: Oficina del Canvi Climàtic de Catalunya (2015).

Les emissions de CO_2 a Catalunya el 2015 van ser de 43.532 tones, 30.869 de les quals provenien del processament de l'energia i representaven el 70,91 % del total.

Les emissions de metà dels abocadors de residus, dels purins i d'altres activitats poden ser captades i emprades com a recurs energètic en lloc de fer que contribueixin al canvi climàtic.

Les emissions radioactives de les centrals nuclears són competència estatal i no es publiquen. El Grup de Científics i Tècnics per un Futur No Nuclear ha estimat que, en funcionament «normal», les nuclears del nostre país aboquen cada any més de 6.000 curies de radioactivitat a la biosfera, o sigui, la radioactivitat equivalent a la que emetrien més de 6 kg de radi (Font: *L'energia nuclear a Catalunya: el seu impacte*, <www.energiasostenible.org>).

El Foro Nuclear va publicar durant uns anys les emissions radioactives de les centrals nuclears d'Espanya. A la taula es mostren els valors de les tres centrals de Catalunya i els límits de vessaments de les centrals.

TAULA 19. *Emissions radioactives de les centrals de Catalunya*

Efluents radioactius descarregats per les centrals nuclears espanyoles				
Bq, 2011		*Ascó I*	*Ascó II*	*Vandellòs II*
Efluents líquids	Total, excepte triti i gasos dissolts	8,34E+09	5,79E+09	4,94E+09
	Triti	1,26E+13	3,03E+13	2,04E+13
	Gasos dissolts	2,10E+08	4,45E+07	2,69E+08
Efluents gasosos	Gasos nobles	3,26E+13	2,82E+12	2,37E+12
	Halògens	1,58E+06	4,66E+05	2,70E+07
	Partícules	5,66E+06	4,22E+06	1,62E+08
	Triti	4,99E+11	8,69E+11	2,93E+11
	Carboni-14	3,01E+11	4,65E+11	5,91E+10

Font: Foro Nuclear. *Energía 2012*.

TAULA 20. *Vessament de les centrals nuclears de Catalunya*

Vessament	Valor (mSv/a)
Total	0,1
Gasos	0,08
Líquids	0,02

Font: Foro Nuclear. *Energía 2012*.

4.3.2. Ocupació del territori

Les instal·lacions energètiques a Catalunya han comportat impactes importants en el territori, com és el cas de les hidroelèctriques del Pirineu, les nuclears i la refineria a Tarragona, la central elèctrica i la mineria de carbó a Cercs, els embassaments i els parcs eòlics en diversos municipis, les línies d'alta tensió a les comarques gironines i a Collserola o els intents de la mineria d'urani o del *fracking*. La transició vers els vehicles elèctrics i l'abandó de les fonts energètiques no renovables comportarà una nova pressió deguda a la necessitat de territori per a les noves instal·lacions d'aprofitament de fonts renovables.

4.3.2.1. EMBASSAMENTS

La funció principal dels embassaments és la de regular el cabal. L'ocupació de territori de les centrals elèctriques amb embassament no és funció de la potència de la central, ja que la potència depèn del cabal i del salt d'aigua. La informació proporcionada per la taula següent permet comparar la superfície afectada per la generació elèctrica amb una font hidràulica, eòlica i fotovoltaica.

TAULA 21. *Nombre d'embassaments a Catalunya, superfície inundable, potència elèctrica de la central i superfície inundable per ha*

	Nombre	*Ha*	*MW*	*Ha/MW*
Total	**51**	**11.624**	**1.635**	**7,11**
Amb generació elèctrica	26	10.228	1.635	6,26
Sense generació elèctrica	25	1.396	-	-
Conques internes	**16**	**2.785**	**140**	**19,86**
Amb generació elèctrica	6	1.946	140	13,88
Sense generació elèctrica	10	839	-	-
Conques intercomunitàries	**35**	**8.839**	**1.495**	**5,91**
Amb generació elèctrica	20	8.282	1.495	5,54
Sense generació elèctrica	15	557	-	-

Font: Agència Catalana de l'Aigua.

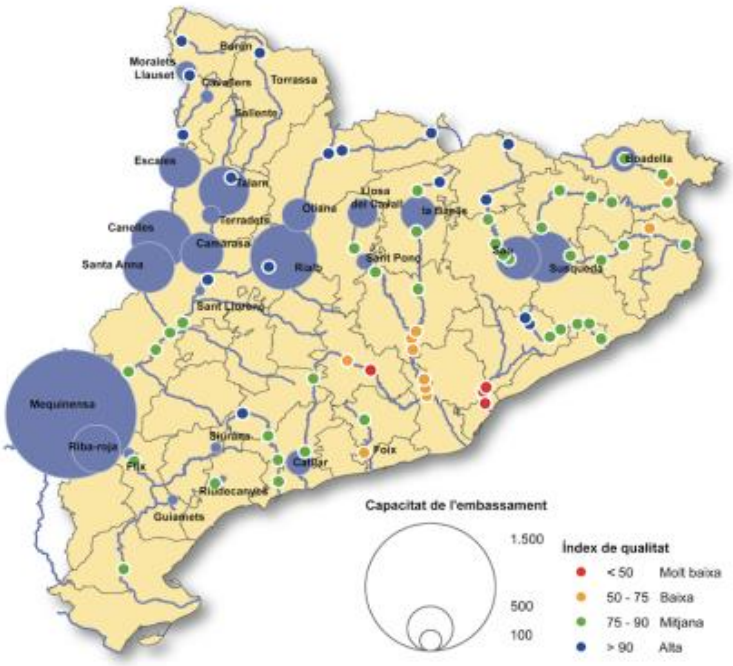

FIGURA 11. Capacitat i índex de qualitat de l'aigua dels embassaments de Catalunya.

Font: Agència Catalana de l'Aigua.

4.3.2.2. PARCS EÒLICS I ALTRES FONTS RENOVABLES

TAULA 22. *Superfície estimada ocupada i per MW instal·lat, potència instal·lada i producció elèctrica el 2015, i estimada per al 2020*

Electricitat	*ha/MW*	*ICAEN 2015*			*PECAC 2020*		
		MW	*GWh*	*ha*	*MW*	*GWh*	*ha*
Eòlica	2,24	1.268	2.686	2.844	5.153	10.945	11.557
FV	1,19	267	417	318	1.000	1.562	1.191
Termosolar	2,20	24,3	88	53	253	914	556
Total	—	1.559	3.191	3.215	6.406	13.421	13.304

Font: ICAEN i Ramon Sans; elaboració pròpia.

Els parcs eòlics, els fotovoltaics i els termosolars permeten emprar per a usos agrícoles o ramaders el sòl no ocupat per les instal·lacions. S'ha de tenir present que els embassaments inunden sòls de les valls, mentre que els aerogeneradors només ocupen el perímetre de la màquina, i en els parcs eòlics també ocupen el de l'edifici de control i d'interconnexió amb la xarxa elèctrica. El desmantellament dels parcs renovables al final de la seva vida permet restituir la situació anterior amb facilitat, mentre que les centrals elèctriques hidràuliques ho fan molt difícil i les nuclears perduren uns quants anys a més dels residus que generen, als quals encara no s'ha trobat un destí prou segur.

Fent les coses bé, assolir el 100 % renovable a Catalunya requeriria unes 40.000 ha, és a dir, un 1,24 % del territori (Ramon Sans). Aquest resultat es va presentar en el Quart Congrés d'Energia de Catalunya.

4.3.2.3. TRANSPORT D'ELECTRICITAT

Les línies de transport de l'energia elèctrica a Catalunya sumen uns 7.000 km. Considerant una afectació del territori de 2,86 a 5 ha/km per la desforestació, per la inhabilitat de construir edificis, de plantar segons quines espècies o de construir vies de comunicació prop del recorregut de les línies, la superfície total afectada és de 20.000 a 35.000 ha.

4.3.2.4. CENTRALS NUCLEARS

En la figura 12, en què es mostra el radi d'influència de les centrals nuclears, no es tenen en compte les instal·lacions d'emmagatzematge dels residus i del combustible gastat. Tampoc s'hi compten infraestructures específiques com la línea de ferrocarril per al trasllat de combustible entre Vandellós I i França que es va construir per evitar l'anterior ús de la línia convencional que discorre per les ciutats de l'Àrea Metropolitana de Barcelona.

Els residus o deixalles nuclears es diferencien segons el nivell d'activitat radioactiva i consisteixen en productes emprats a la central (vestimenta, productes de neteja, pintura...), ferralla (eines, canonades, recipients...), fluids (aigua, productes químics, aire...), productes de la fissió (partícules radioactives) i combustible gastat. La terminologia sol resultar poc entenedora fora de l'entorn professional.

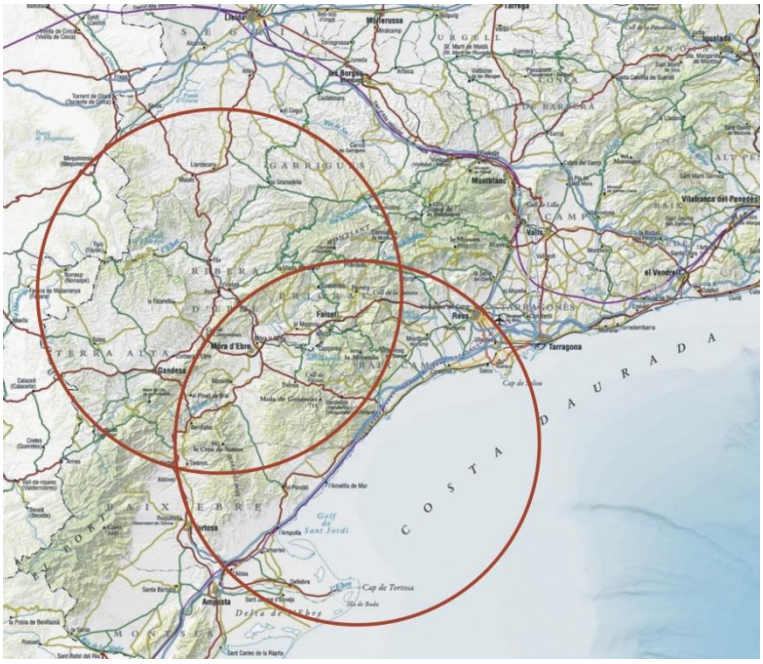

FIGURA 12. Zones d'influència de les centrals nuclears de Catalunya en un radi de 30 km.
Font: ICGC; circumferències de l'autor.

Les taules següents mostren els valors més rellevants de les centrals de Catalunya i del conjunt d'Espanya, a fi de permetre una certa comparativa. Un dels paràmetres més rellevants és la capacitat d'emmagatzematge del combustible gastat, que se satura justament l'any del termini de l'autorització actual o abans. Actualment, els dos reactors d'Ascó ja han superat la seva capacitat. L'altre paràmetre és l'elevat cost previst per a

una gestió que encara no s'ha solucionat. Cal recordar que l'urani del combustible gastat manté el procés natural de la seva desintegració exotèrmica que obliga a refrigerar-lo per procediments naturals exposant-lo a l'aire lliure o amb una refrigeració forçada que demanarà consumir energia.

TAULA 23. *Residus radioactius de baixa i mitjana activitat generats a les centrals nuclears de Catalunya i capacitat d'emmagatzematge l'any 2011*

			Ascó I i II	*Vandellós II*	*Catalunya*	*Espanya*
Bidons	Generats	unitats	24.012	6.146	30.158	115.320
	Reacondicionats	unitats	4.646	63	4.709	8.503
	Evacuats	unitats	15.987	5.762	21.749	83.026
	Emmagatzemats	u. eq. a 200 l	3.427	703	4.130	24.197
Magatzems	Capacitat	u. eq. a 200 l	8.256	10.975	19.231	77.689
	Ocupació	%	41,51	6,41	21,48	31,15

TAULA 24. *Combustible nuclear gastat per les centrals nuclears de Catalunya i capacitat d'emmagatzematge l'any 2011*

		Ascó I	*Ascó II*	*Vandellós II*	*Catalunya*	*Espanya*
Capacitat efectiva	Elem. comb. irrad.	1.264	1.264	1.437	3.965	16.916
Capacitat ocupada	Elem. comb. irrad.	1.164	1.136	964	3.264	12.906
Capacitat lliure	Elem. comb. irrad.	100	128	473	701	4.010
Grau d'ocupació	%	92,09	89,87	67,08	82,32	76,29
Any de saturació	Any	2013	2015	2020		
Termini autorització actual	Any	2021	2021	2020		
Inici operació +40 anys	Any	2024	2026	2028		

TAULA 25. *Costos reals i estimats per la gestió dels residus radioactius i del combustible gastat de les centrals nuclears d'Espanya*

Milions d'euros, 2012	*Total Espanya*	*Proporcional a la capacitat*	
		Ocupada	*Efectiva*
Costos fins a 31/12/2010	4.357	1.102	1.021
Previsió 2011	247	62	58
Suma parcial	**4.604**	**1.164**	**1.079**
Pressupost 2012-2015	1.344		315
Estimat2016-20180	10.858		2.545
Total	**16.806**		**3.939**

Les dades publicades no consideren la central Vandellós I, que va deixar de funcionar el 1989 a causa d'un important incendi. El combustible gastat durant el seu funcionament es va anar transportant a França, interessada a recuperar el plutoni que contenia, i s'havia de retornar a Espanya, cosa que no s'ha fet i que comporta haver de pagar a França el manteniment dels residus. Passats vint-i-vuit anys del tancament de Vandellós I, el seu reactor encara es manté a la central. El desmantellament es preveu que acabi el 2028.

4.3.3. L'entorn de les zones urbanes

El 2016 superaven les emissions permeses de NO_2 l'Àrea Metropolitana de Barcelona, el Baix Llobregat i el Vallès, a causa principalment del transport terrestre. Les PM_{10} superaven els límits a la Plana de Vic, a causa del transport, i l'O_3 ho feia també a la Plana de Vic i al Pirineu Oriental.

La contaminació atmosfèrica, el soroll —en gran part degut als motors dels vehicles— i la calor —incrementada per la combustió dels combustibles— són els principals causants de les morts prematures a les grans ciutats.

TAULA 26 . *Riscos estimats per la contaminació a Barcelona*

Factor	*Morts anuals prematures*	*Augment de vida (dies)*
Contaminació de l'aire	659	52
Soroll	599	47
Calor	376	34

Font: Mueller *et al*., 2016.

Les estimacions per a Barcelona de l'estudi del CREAL i d'altres entitats (Natalie Mueller *et al.*, 2016) són les que apareixen a la taula i es refereixen a les morts estimades en cas de no aplicar-se les recomanacions internacionals o als dies de més de vida estimats en cas d'aplicar-les. El soroll del transport motoritzat es deu primordialment al provocat pels motors de combustió i genera importants efectes sobre la salut humana. En el cas de les persones més grans de 65 anys, aquest risc augmenta fins al 27 % (Diputació de Barcelona, *Contaminació acústica*, 20-10-2016).

4.3.4. Vessaments de petroli

A la costa tarragonina s'han produït diversos vessaments de petroli per diferents motius: perforació de pous (pous Lubina i Montanazo, 2009), explotació dels pous (Actinia, 2002), trencament del pantalà (Repsol, 2007), fuites de canonades (plataforma Casablanca, 2010), enfonsament del vaixell gasolinera *Savinosa* (2008).

La contaminació ha provocat taques d'uns 6 a 9 km de llarg per 30 metres d'amplada.

5. REACCIONS ALS IMPACTES DEL SISTEMA ENERGÈTIC SOBRE LA NATURA

L'ús de quantitats considerables d'energia final de manera fàcil —sovint molt més neta que anteriorment— s'ha fet en molts països, i en particular al nostre, amb l'augment del consum d'energia importada, deslocalitzant en el temps i en l'espai els impactes de la seva obtenció. Quan les conseqüències han esdevingut evidents i insostenibles s'ha començat a pensar en possibles solucions.

L'esquema de la figura 13 ajudarà a comprendre el cicle de l'energia i els seus principals impactes.

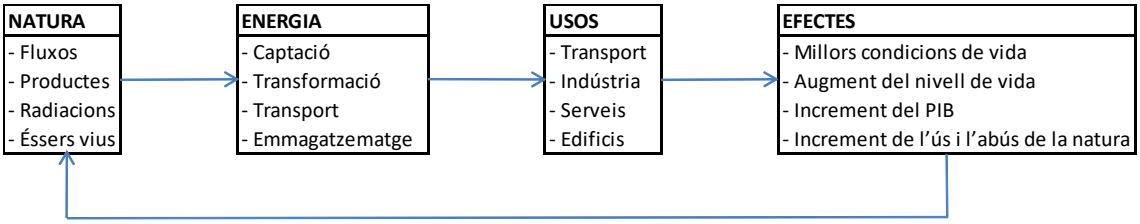

FIGURA 13. Cicle dels impactes derivats de l'ús de l'energia.

Les reaccions als impactes del sistema energètic sobre la natura al llarg del temps han anat canviant. Les que hi va haver davant els impactes de les cendres de la llenya de les calefaccions a París o dels fums de la combustió del carbó a Londres van cedir l'atenció a la pluja àcida que afectava boscos i edificis amb pedra calcària i a la reducció de la capa d'ozò pels fluorocarbonats dels sistemes de producció de fred.

La primera crisi del petroli el 1973, coincidint amb els moviments culturals iniciats el 1968, va mobilitzar la crítica al vigent sistema energètic i la cerca d'alternatives en línia amb la recent *alternative technology*. Un dels resultats va ser l'aparició de vint-i-quatre plans d'energia alternativa en deu països i regions entre 1977 i 1988 (Puig *et al.*, 1990), cinc a la Gran Bretanya i als EUA i tres a Espanya i al Canadà. La transposició en polítiques energètiques no es va correspondre amb el nombre de plans, però es van iniciar experiències que han acabat amb l'abandó de les fonts d'energia no renovables.

A partir de Rio 1992, els esforços es van centrar a evitar l'escalfament excessiu del planeta i accidents nuclears com els de Txernòbil i Fukushima, que han afectat grans poblacions i extensions de territori, i en particular, en els medis industrials i urbans, a evitar les emissions tòxiques per a la població.

Els accidents nuclears han demostrat moltes coses: TMI-Harrisburg (tecnologia PWR de Westinghouse, 1979), que es desconeixia el que estava passant; Vandellòs I (tecnologia GCR de grafit-gas d'EDF, 1967), que es va emetre a l'atmosfera CO_2 radioactiu i es va estar molt a prop de la fusió del nucli; Txernòbil (tecnologia RBMK-1000, 1986), que una mala operació contaminava tota l'Europa continental i es tardava trenta anys a poder evitar la fuita radioactiva del reactor després d'un finançament internacional de 1.500 milions d'euros. Finalment, Fukushima (tecnologia BWR de General Electric, 2011) va mostrar els efectes de la fusió del nucli contaminant sobre

grans extensions de territori i grans volums d'aigua de mar. Es pot trobar extensa informació sobre aquests temes al web *energiasostenible* del Grup de Científics i Tècnics per un Futur No Nuclear, <http://www.energiasostenible.org/ca/gctpfnn/quisom.html>.

Les reaccions mundials a aquests impactes han esdevingut contundents i estan propiciant un canvi de model energètic sense precedents. Els recursos de combustibles fòssils no es podran explotar, l'extracció d'urani natural i la seva conversió a combustible nuclear desapareixerà a mesura que es vagin tancant reactors fins i tot abans d'acabar la seva llicència d'operació, els vehicles terrestres només podran utilitzar energies netes sense efectes sobre el clima, els nous edificis hauran de ser de consum quasi zero d'energia no renovable, les transformacions energètiques hauran de ser significativament més eficients i el control del canvi de model energètic no romandrà a mans dels estats. I, *last but not least*, tot això s'haurà de fer disminuint el consum d'energia primària i implicarà disposar de prou territori per a les noves instal·lacions necessàries d'energia renovable i sostenible.

El canvi de model energètic apuntat no solament és necessari, sinó que és possible: hi ha prou recursos energètics renovables, coneixements i tecnologies actuals o possibles que poden fer realitat el nou model dintre de la segona meitat d'aquest segle. A Catalunya ja s'ha començat a treballar per assolir el tot renovables el 2050.

La possibilitat d'un consum energètic a partir del 100 % de fonts renovables ha deixat de ser qüestionada amb el recent estudi de Mark Z. Jacobson que mostra que és possible en 139 països, després d'haver-ho estudiat per als 50 estats dels EUA.

Dinamarca i els Països Baixos han decidit i estan treballant per assolir el 100 % renovables el 2050. A la Unió Europea hi ha 141.579 MW eòlics, dels quals 12.631 en el mar, liderats pel Regne Unit, amb 5.156 MW. Alemanya lidera el total eòlic amb 44.946 MW i ocupa la segona posició en l'eòlica marina amb 4.409 MW, i també lidera el total fotovoltaic amb 41.220 MW. L'energia nuclear té 10.799 MW operatius.

Hi ha 163 experiències vers el 100 % renovable en regions, ciutats o illes distribuïdes segons la figura 15. Una descripció d'onze casos a la UE detallant els fets bàsics, què els va motivar, com han evolucionat i les lliçons apreses es troba a Droege (ed.), 2009.

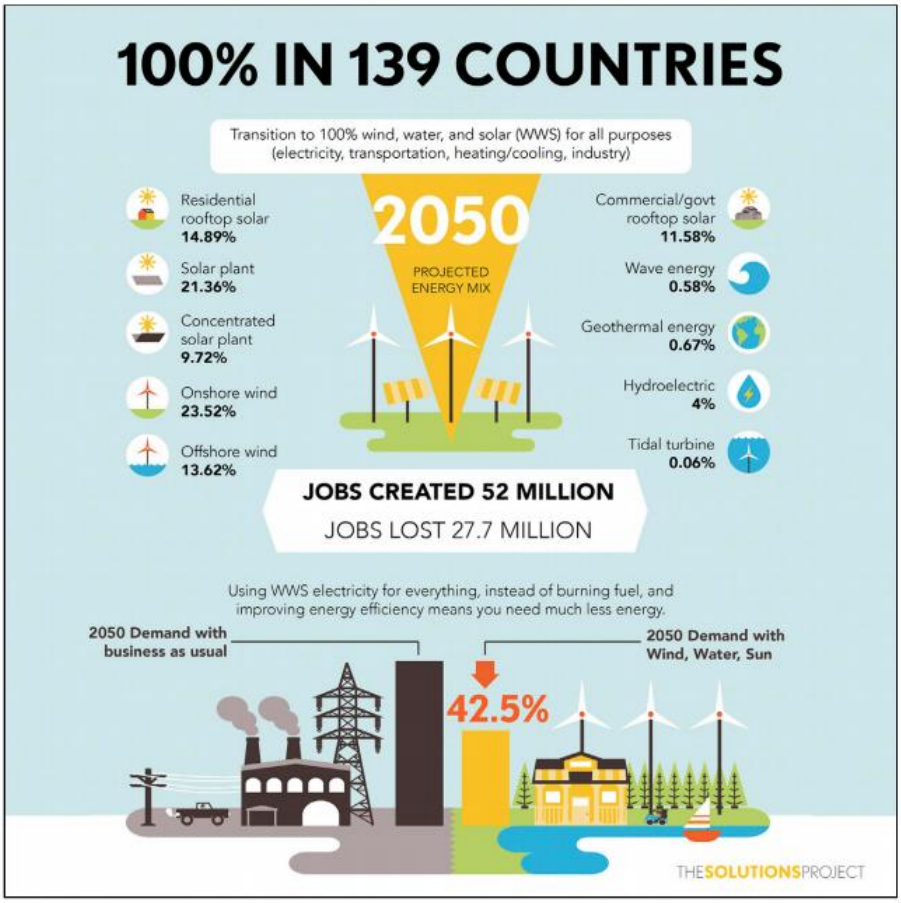

FIGURA 14. *Roadmap* per al 100 % d'energia renovable per a 139 països del Món.

Font: Jacobson et al., 2017.

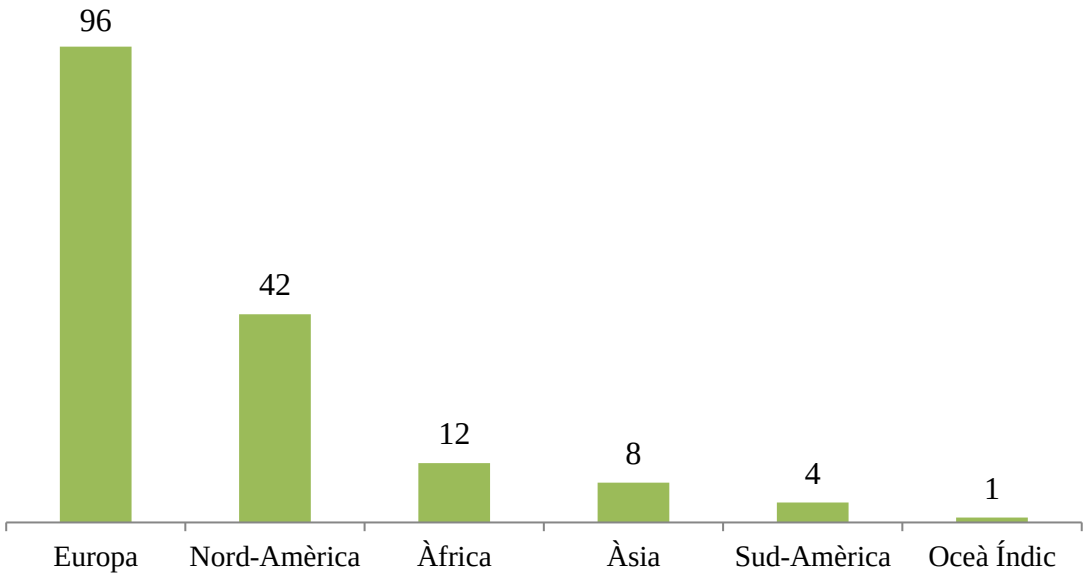

FIGURA 15. Nombre de països, regions i ciutats amb el 100% d'energia renovable.

Font: Elaboració pròpia a partir de Go 100 % Renewable Energy.

Per poder cobrir les necessitats del canvi paradigmàtic energia-natura, diversos països han anat adequant les seves institucions polítiques i educatives vers la superació de la compartimentació temàtica clàssica. A Catalunya encara no s'ha fet realitat.

Avui dia, en molts països de l'OCDE, el concepte d'energia acompanya els conceptes següents en els noms de ministeris i llicenciatures universitàries:

—Ministeris: clima, canvi climàtic, ecologia, medi ambient, recursos naturals, desenvolupament sostenible, ordenació del territori, salut.

— Llicenciatures: atmosfera, edificació, electrònica, ecoenginyeria, enginyeria (ambiental, verda i alternativa, mecànica), política (ambiental, sostenible), tecnologia ambiental, materials, recursos, impactes, comerç, gestió ambiental, noves realitats, tecnologia urbana.

6. GUIA PER A REDUIR ELS IMPACTES DE L'ENERGIA A NIVELLS CONSENSUATS

6.1. *Àmbits*

6.1.1. L'energia

L'energia ha permès passar de la subsistència a estadis de confort transformant l'entorn natural en un de més humanitzat tecnològicament. Les conseqüències han estat molt notables, des d'un creixement extraordinari de la població fins a l'exhauriment de recursos i la transformació del clima que afectarà múltiples aspectes de la natura. Diversos factors han motivat, facilitat i permès aquesta evolució vers un final indesitjat, amb incerteses i desfasaments entre les diverses causes i la constatació dels seus efectes i amb la compartimentació de la presa de decisions entre els àmbits econòmic, sanitari, de la natura i de l'energia.

Donada la situació actual, ens preguntem si és possible reduir els impactes ambientals de l'energia, o si és possible gaudir d'un nivell de vida similar a l'actual tot mantenint un entorn natural adequat. Un prerequisit per una resposta afirmativa és que energia i natura s'entenguin. Fins ara no s'han entès directament: cada una s'ha hagut d'entendre amb l'economia. Entendre's vol dir poder emprar conceptes comuns, conèixer les respectives dinàmiques, processos i paràmetres emprats en la respectiva avaluació. És insuficient parlar d'hectàrees de bosc, de tones de residus o de kW de les

instal·lacions i de TEP d'energia primària. Cal anar a informacions molt més detallades de cada realitat.

Les solucions, o, més ben dit, la disminució dels impactes a nivells que creiem acceptables passen per unes actuacions ben definides: reduir els impactes del sistema energètic, augmentar l'eficiència en la seva transformació i en el seu transport, reduir el consum d'energia final —molt principalment de les formes més impactants, com el gasoil— i transformar les formes d'energia a les menys impactants. Ens centrarem en els factors més relacionats amb la natura, objecte de la present publicació. Els altres factors tenen una component més tecnològica.

6.1.2. La salut humana

Hi ha un ampli consens en el fet que els impactes més estesos sobre la natura i la salut humana deriven de la combustió de fonts fòssils, principalment en dos àmbits: l'ús de combustibles fòssils i nuclears en la generació elèctrica i la seva utilització en els motors de combustió interna dels vehicles, que generen emissions de gasos d'efecte d'hivernacle i tòxics, partícules fines i ultrafines, i en menor mesura causen contaminació acústica en àmbits urbans.

Per reduir aquests impactes, governs i empreses han iniciat —més tard del que calia i anys després d'haver-se proposat des dels àmbits científics— polítiques i actuacions importants, com l'abandó en un període fixat dels combustibles fòssils i nuclears. Les principals accions es poden classificar en estalvi i eficiència del cicle energètic i en usos tèrmics i usos elèctrics.

TAULA 27. *Principals fonts energètiques per a usos finals tèrmics i elèctrics per a reduir els impactes sobre la salut*

Fonts per als usos tèrmics	*Fonts per als usos elèctrics*
Radiació solar	Energia fotovoltaica
Geotèrmia i aerotèrmia	Energia eòlica
Biomassa	Energia hidràulica
Calor residual	Corrents i ones marines
Aigua marina	Processos tèrmics renovables

6.1.3. Les fonts renovables

La qüestió de la possibilitat d'un consum energètic a partir del 100 % de fonts renovables ha deixat de ser qüestionada amb el recent estudi *100 % renewable energy for 139 nations detailed* (Jacobson, 2017), que mostra que és possible en 139 països. I es pot fer emprant l'*Smart Energy Europe: A 100 % Renewable Energy Scenario for the EU28 Energy plan: Advanced system analysis computer model*, desenvolupat per D. Connolly, del Sustainable Energy Planning Research Group at Aalborg University. El doctor José Etcheverry, de la York University (Toronto), ja va presentar a Barcelona el 2014 com es podia arribar al 100 % en la IX Conferència Barcelona Global Energy Challenges (IREC). El *Go 100% Renewable Energy. Projects in Europe* mostra 86 projectes 100 % renovables, des d'edificis fins a regions, en disset països d'Europa.

Emprar el 100 % de l'energia provinent de fonts renovables no garantiria l'ús sostenible i adequat de la natura, però sí que reduiria substancialment els majors impactes que ocasiona actualment.

L'aprofitament energètic dels excedents dels boscos de Catalunya pot contribuir a reduir incendis i a augmentar la minsa aportació de les fonts renovables en el sistema energètic català.

6.1.4. El territori

Les instal·lacions renovables solen necessitar menys extensió de territori que les no renovables considerant tot el cicle des de la captació a la font fins al seu ús final pels usuaris. Els usuaris no solen percebre el territori ocupat per l'extracció de les fonts no renovables —importades en la seva totalitat en els cas de Catalunya— ni pel seu transport i transformació a energia final, concentrats en ports marins i centrals transformadores. En canvi, solen percebre el territori ocupat pel cicle de les renovables com la hidroelèctrica, l'eòlica o la fotovoltaica.

Les fonts renovables d'energia solen tenir una densitat volumètrica d'energia sensiblement superior a les fonts no renovables emprades actualment i que solen ocasionar instal·lacions més voluminoses per unitat de potència. Si, a més, s'autoprodueix l'energia final que es consumeix, les instal·lacions de producció seran

molt més properes al consum. Una placa solar i el seu dipòsit d'acumulació d'aigua calenta fa més nosa que un escalfador de gas, i molt més si és elèctric instantani.

Les fonts renovables no es poden transportar (sol, vent, geotèrmia) o el seu transport és dificultós (aigua, llenya). Això empodera el territori, fa que disposi de més recursos que les ciutats i li facilita influir en les condicions d'explotació d'aquests recursos.

La distribució en el territori de les instal·lacions productores d'energia fina a partir de fonts renovables és un tema important que exigeix combinar el recurs energètic disponible amb la demanda d'energia, els usos i el valor del territori. Als Països Baixos s'ha arribat a un acord per distribuir els quasi 6.000 MW eòlics que s'hi produeixen entre les seves províncies, a base de distribuir-hi els permisos dels parcs eòlics. La part valona de Bèlgica ha arribat a un acord per a produir 4.500 MW addicionals i ha proposat un mapa per a la seva distribució.

6.1.5. Les noves infraestructures

Cal la planificació conjunta energètica, territorial i ambiental, actualment massa distanciades i amb insuficient consideració de l'àmbit rural. Segons els tipus i les característiques de les infraestructures, les planificacions cal fer-les a escala catalana, comarcal o municipal. Els plans han de reservar espais adequats suficients per a les futures necessitats energètiques i els tràmits per a la seva execució han de ser prou àgils per a no interferir en el calendari previst.

Les noves infraestructures energètiques previstes o en estudi —com la línia d'alta tensió per Collserola i finalització a Aragó, la interconnexió gasística amb França o la construcció d'un emmagatzemament subterrani de gas natural— s'han d'avaluar per evitar que interfereixin amb l'objectiu del 100 % renovable per al 2050. No té sentit ampliar infraestructures gasístiques quan avui no són necessàries, ja que el consum de gas haurà d'anar decreixent a mesura que s'avanci vers el 100 % renovable. Renunciar a infraestructures evitables també evita els impactes ambientals, els impactes energètics de les obres i els incorporats en els materials de les instal·lacions.

6.1.6. Les centrals nuclears

Les centrals nuclears d'Ascó escalfen, evaporen i contaminen l'aigua de l'Ebre, i la de Vandellòs escalfa l'aigua marina i la contamina. També produeixen residus radioactius d'alta activitat sense conèixer el seu destí final, a més de les emissions atmosfèriques contaminants «legals» i les emissions extraordinàries.

El permís d'operació de les centrals no s'hauria de prorrogar, ja que això impediria la transició energètica vers el 100 % renovable el 2050 prevista pel Govern. Amb les centrals operatives, poca més electricitat renovable tindria cabuda en el sistema. Assolir les previsions per al 2050 implica començar des d'ara el creixement de la generació renovable.

Allargar els terminis d'operació de les centrals comportaria despeses addicionals per a introduir millores obligades després de Fukushima, per la major quantitat de residus radioactius produïts, per l'increment de les emissions radioactives, per ser una activitat d'empreses amb seu fora de Catalunya i per endarrerir el creixement del sector renovable local.

Serà urgent determinar si el destí dels residus radioactius serà a Espanya o a Catalunya. L'accident de Vandellós I va estar a punt de causar un impacte inimaginable a tot el territori català.

6.1.7. Les línies elèctriques

Les línies elèctriques que travessen boscos provoquen incendis forestals per la mala gestió de la vegetació a sota del seu recorregut o per la caiguda de torres o de cables. I en cas d'incendis forestals, dificulten les tasques d'extinció en impedir utilitzar l'aigua prop de les línies. Les línies, i també les torres elèctriques, poden causar la mort d'aus si no estan ben dissenyades o si recorren espais de migració.

6.2. *Actuacions*

Per concretar algunes actuacions per reduir els impactes del sistema energètic sobre la natura s'exposen les que es consideren més rellevants en aquests moments a Catalunya.

Altres exemples es poden consultar en el web del Congrés d'Energia de Catalunya (*www.coenercat.cat*) i en el blog del treball Full de ruta de l'energia per a la Catalunya independent (*enercatin.blogspot.com*).

6.2.1. Reserva i aprofitament d'espais

Cal reservar els espais necessaris per a dur a terme el nou sistema energètic net i sostenible, en el sòl, en el subsol, en els rius, en el mar i en els edificis. No és suficient detallar on no es poden fer noves instal·lacions.

La superfície dels parcs eòlics i fotovoltaics s'ha d'aprofitar per a altres usos, com l'agricultura o la ramaderia, o combinant aerogeneradors i plaques fotovoltaiques en el mateix parc.

6.2.2. Transició energètica

Cal iniciar sense demora el Pacte Nacional per a la Transició Energètica de Catalunya elaborat per l'ICAEN.

Introduir mesures efectives de reducció de la demanda d'energia ocasionada per l'augment de l'eficiència en la generació, la transformació, el transport i l'ús de l'energia.

Promoure l'electrificació amb fonts renovables dels usos d'energia que no permetin emprar directament les fonts netes i renovables, com el sol, el vent o la geotèrmia.

Desplaçar ràpidament els combustibles fòssils per altres d'origen renovable i amb el mínim d'emissions tòxiques o d'efecte hivernacle, en particular en els entorns urbans.

6.2.3. Polítiques

Cal una acció de govern per assegurar que totes les polítiques tinguin en compte l'energia de manera que possibilitin dur a terme els objectius de transició energètica de la UE i de Catalunya juntament amb els de canvi climàtic i de protecció de la natura.

Així com les polítiques d'energia han exigit acords ambientals, les polítiques ambientals han d'obtenir acords energètics, com la garantia que es disposa de suficient territori adequat per a realitzar-los.

Cal integrar les polítiques de diferents institucions i dels departaments de cada una de les institucions, de manera que puguin afrontar actuacions conjuntes que no poden ser assumides per cap institució en solitari. Un exemple n'és l'aprofitament i la millora dels boscos i dels residus agroalimentaris.

Sorprèn que s'hagi pogut circular gratis per les carreteres, contaminant i causant accidents, mentre que parlar per telèfon s'havia de pagar.

L'aprofitament energètic dels excedents dels boscos de Catalunya pot contribuir a reduir incendis i a augmentar la minsa aportació de les fonts renovables en el sistema energètic català.

Gestionar la conca catalana de l'Ebre i de la Garona amb criteris energètics propis, entre altres criteris més generals, pot proporcionar beneficis ambientals i econòmics.

Així com es calculen les petjades ecològiques s'haurien de calcular les petjades energètiques amb la realització de balanços energètics a escala comarcal amb l'objectiu de quantificar una realitat invisible —com també ho és el CO_2— i equilibrar consums i produccions a escala local.

En els projectes importants s'ha de fer l'estudi d'impacte energètic com es fa amb el de medi ambient.

Les decisions destinades a reduir la contaminació i el soroll produït pel trànsit urbà s'han de prendre en funció de les emissions i del soroll, no per l'any de producció del vehicle. Les motocicletes han de ser l'objectiu prioritari. El transport rodat entre Espanya i Europa augmentarà molt les emissions i impedirà assolir el 100 % renovable. S'ha de trobar una solució.

6.2.4. Economia circular

L'economia circular converteix un residu en un producte per a un procés, evitant la producció de deixalles i de més productes provinents de nous materials. El resultat és la reducció d'emissions i del consum d'energia.

6.2.5. Formació i informació

Els polítics i els tècnics dels sectors de la natura i de l'energia han de tenir la formació adequada per a comprendre els altres sectors en temes com ara inversions, legislació o tecnologia.

Cap proporcionar informació i formació perquè tota la ciutadania entengui i comparteixi la necessitat del canvi de model energètic i les decisions i les actuacions que calguin per dur-lo a terme, fent-la més madura en lloc de més dependent.

Les dades de contaminació ambiental i de compliment dels plans d'energia i de protecció de la natura s'han de fer públics amb la periodicitat adequada a fi que tothom conegui la situació.

La formació energètica necessària per assolir el 100 % renovable ha d'incloure el personal dels organismes públics, relacionant-la amb la seva activitat professional.

6.2.6. Anàlisi sistèmica

És essencial tenir presents els cicles de realimentació entre sistemes i els seus efectes, ja que poden generar dinàmiques imprevistes molt importants per la seva magnitud o per la velocitat dels canvis.

Un exemple el trobem en la interrelació entre el canvi climàtic i el sistema elèctric. El sistema elèctric afecta el canvi climàtic, però el canvi climàtic afecta al seu torn el sistema elèctric: nevades humides i forts vents provoquen la caiguda de torres elèctriques, la qual cosa ocasionarà un major ús de combustibles i també d'energia per a reposar la xarxa elèctrica afectada. Tot això incrementarà el canvi climàtic.

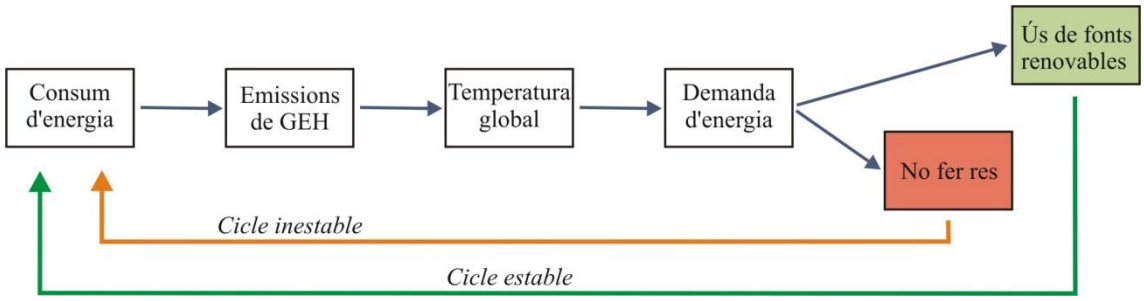

FIGURA 16. Estabilitat o inestabilitat del cicle consum d'energia i canvi climàtic en funció de les actuacions.

Cal tenir presents altres aspectes tècnics importants, com ara que l'increment de temperatura i les actuacions per a compensar els efectes del canvi climàtic ocasionaran una major demanda d'energia, o que la refrigeració dels edificis requereix més energia primària que la calefacció.

BIBLIOGRAFIA I REFERÈNCIES

L'Administració pública catalana i estatal ha generat múltiples documents referents a la normativa vigent del sector energètic relacionat amb el medi ambient i la sostenibilitat, així com recomanacions i exemples de bones pràctiques.

ARIMON, J. *et al*. (2016). *Avaluació de la qualitat de l'aire a la ciutat de Barcelona, 2015*. Consorci Sanitari de Barcelona. Agència de Salut Pública. Direcció de Protecció de la Salut [en línia]. <http://193.146.189.69/quefem/docs/Qualitat_aire_2015.pdf>. [Consulta: 29 octubre 2018]

ASSOCIACIÓ CONGRÉS D'ENERGIA DE CATALUNYA (ed.) (2014). *Les 224 propostes del 2n Congrés d'Energia de Catalunya* [en línia]. <https://drive.google.com/file/d/0B4TPL-3-LBKWcWFNZGtiMkJJTHM/view>. [Consulta: 29 octubre 2018]

— (ed.) (2015). *Què hi guanyaríem en el sistema energètic de Catalunya amb un estat propi* [en línia]. <https://drive.google.com/file/d/0B4TPL-3-LBKWWmlXYVVVb3p5alU/view>. [Consulta: 29 octubre 2018]

CLER, ENERGY CITIES, RÉSEAU ACTION CLIMAT (2016). *Vers des villes 100 % énergies renouvelables et maîtrisant leur consommation. Pistes de réflexion et d'action* [en línia]. <www.energy-cities.eu/IMG/pdf/publi_100pourcent_final-web.pdf>. [Consulta: 7 novembre 2018]

CONNOLLY, D. *et al*. (2016). «Smart Energy Europe: The technical and economic impact of one potential 100 % renewable energy scenario for the European Union». *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, núm. 60, p. 1634-1653. També disponible en línia a: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032116002331>. [Consulta: 29 octubre 2018]

COROMINAS, Joaquim (coord.) (2012). *Enercatin. Full de ruta per a l'energia de la Catalunya independent* [en línia]. <https://enercatin.blogspot.com.es/>. [Consulta: 29 octubre 2018]

DIPUTACIÓ DE BARCELONA (2017). *Contaminació acústica*. Planificació urbana, Bloc 03: Medi ambient, canvi climàtic i sostenibilitat [en línia].

<http://www.diba.cat/web/entorn-urba-i-salut/contaminacio-acustica>. [Consulta: 29 octubre 2018]

DIRECCIÓ GENERAL DE QUALITAT AMBIENTAL I CANVI CLIMÀTIC (2017). *La qualitat de l'aire a Catalunya, Anuari 2016. Resum* (2017). Secció d'Immissions. Direcció General de Qualitat Ambiental i Canvi Climàtic. Generalitat de Catalunya [en línia]. <http://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/atmosfera/qualitat_de_laire/avaluacio/balancos_i_informes/documentos/La-qualitat-de-laire-a-Catalunya-Anuari-2016-Resum.pdf>. [Consulta: 29 octubre 2018]

DROEGE, Peter (ed.) (2009). *100 % Renewable. Energy Autonomy in Action*. Londres: Earthscan.

ETCHEVERRY, J. (2014). *100 % Renewable Energy: How do we Get There?* IX Barcelona Global Energy Challenges, 19 de juny de 2014 [en línia]. <http://www.bcnenergychallenges.com/_docs/ponencias2014/ETCHEVERRY.pdf>. [Consulta: 29 octubre 2018]

FORO NUCLEAR (2012). *Energía 2012*. Madrid: Algor. També disponible en línia a: <https://www.foronuclear.org/es/energia/2012>. [Consulta: 29 octubre 2018]

GENERALITAT DE CATALUNYA. *Visor Ambiental de Parcs Eòlics*. Direcció General de Polítiques Ambientals, Departament de Territori i Sostenibilitat [en línia]. <http://www.geolocal.cat/geoLocal/visorParcsEolics.jsp>. [Consulta: 29 octubre 2018]

GIRÓ, Francesc (2008). «Evolució del concepte de conservació». *Medi Ambient*: *Tecnologia i Cultura* [Barcelona], núm. 42, p. 16-25. També disponible en línia a: <http://www.gencat.cat/mediamb/publicacions/Memories/Revista/cat42.pdf>. [Consulta: 29 octubre 2018]

GO 100 % RENEWABLE ENERGY. *World wide projects* [en línia]. <http://www.go100percent.org/cms/index.php?id=17>. [Consulta: 29 octubre 2018]

HANLEY, Steve (2017). *100 % renewable energy for 139 Nations Detailed*. Stanford Report.

INSTITUT CATALÀ DE L'ENERGIA (ICAEN) (2014). *Balanç energètic de Catalunya (2014)* [en línia]. <http://icaen.gencat.cat/web/.content/20_Energia/28_estadistiques/01_resultat_estadistiques/02_estadistiques_energetiques_anuals/arxius/Balanc-energetic-2014.pdf>. [Consulta: 29 octubre 2018]

— (2017). *Bases per a construir el Pacte Nacional per a la Transició Energètica de Catalunya* [en línia]. <http://icaen.gencat.cat/ca/plans_programes/transicio_energetica/>. [Consulta: 29 octubre 2018]

INSTITUT DE RECERCA EN ENERGIA DE CATALUNYA (IREC) (2014). *IX Conferència Barcelona Global Energy Challenges* [en línia]. <http://www.irec.cat/en/noticies-irec/ix-barcelona-global-energy-challenges-conference.html>. [Consulta: 29 octubre 2018]

JACOBSON, Mark Z. *et al*. (2011). «Providing all global energy with wind, water, and solar power. Part I: Technologies, energy resources, quantities and areas of infrastructure, and materials». *Energy Policy*, vol. 39, p. 1.154-1.169.

— (2017). «100 % Clean and Renewable Wind, Water, and Sunlight All-Sector Energy Roadmaps for 139 Countries of the World». *Joule*, tom 1, núm. 1, p. 106-121.

JEC-JOINT RESEARCH CENTRE-EUCAR-CONCAWE collaboration (2014). *Well-to-Wheels Report, Version 4*. Report EUR 26236 EN-2014 [en línia]. <http://iet.jrc.ec.europa.eu/about-jec/downloads>. [Consulta: 29 octubre 2018]

MAIRIE DE PARIS; AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE (ADEME). *White paper on the circular economy of Greater Paris* [en línia]. <https://api-site.paris.fr/images/77050>. [Consulta: 29 octubre 2018]

MUELLER, Natalie *et al*. (2016). «Urban and Transport Planning Related Exposures and Mortality: A Health Impact Assessment for Cities». *Environmental Health Perspectives*. També disponible en línia a: <https://ehp.niehs.nih.gov/ehp220/>. [Consulta: 29 octubre 2018]

PUIG, Josep (1989). *El delicte ecològic de la central tèrmica de Cercs*. Barcelona: Alternativa Verda.

PUIG, Josep *et al*. (1990). *La ruta de la energía*. Barcelona: Anthropos.

QUEROL, Xavier (coord.) (2006). «Calidad del aire urbano, salud y tráfico rodado». Barcelona: Fundación Gas Natural.

SANS, Ramon (2014). *El col·lapse és evitable. La transició energètica del segle XXI (TE21).* Barcelona: Octaedro.