

josep puig i boix

LES ENERGIES NETES

Reedició de l'original, amb actualització i ampliació

Table Of Contents

LES ENERGIES NETES	6
Josep Puig i Boix	6
Prefaci	6
1.- L'energia.	9
1.1.- El concepte d'energia.	9
1.2.- L'energia en les societats humanes.	11
2.- Les fonts d'energia: classificacions.	15
2.1.- Segons l'origen de la font d'energia.	15
2.2.- Segons el caràcter de la font d'energia.	16
2.3. Segons l'impacte de la font d'energia.	16
3.- La desigual distribució de les fonts d'energia.	19

4.- L'ús desigual de l'energia al món.	25
5.- Les energies brutes.	29
5.1.- Les emissions de diòxid de carboni (CO ₂) i l'escalfament de l'atmosfera.	32
5.2.- Les emissions de SO ₂ i NO _x i les pluges àcides.	38
5.3.- L'enverinament radioactiu dels sistemes naturals i les centrals nuclears.	42
6.- Les energies netes.	52
6.1.- La radiació del Sol.	53
6.2.- La força del vent.	62
6.3.- L'impuls de l'aigua.	69
6.4.- La biomassa o energia verda.	77
6.5.- La calor de la Terra.	88
7.- Les alternatives.	95

7.1.- Algunes experiències.	102
7.2.- I cadascú de nosaltres, què hi pot fer ?.	106
8. Les emissions de gasos d'efecte hivernacle	110
9. Les energies renovables impulsen el canviament en el subministrament d'energia al món	118
9.1. La situació de les energies renovables en el món d'avui.	118
9.2. La situació de les energies renovables a la Unió Europea	140
9.3. El cas de Dinamarca	150
9.4. El cas d'Alemanya	160
9.5. Catalunya dins de l'Estat espanyol	170
Annex 1: CARTA GLOBAL DE L'ENERGIA	192
La Coalició Mundial de l'Energia - C.M.E.,	192

Annex 2: Discurs pronunciat pel Dr. Hermann Scheer, MP i President de EUROSOLAR

195

Conferència Mundial per una Energia Neta. Genèva, 4 - 7 de novembre de 1991

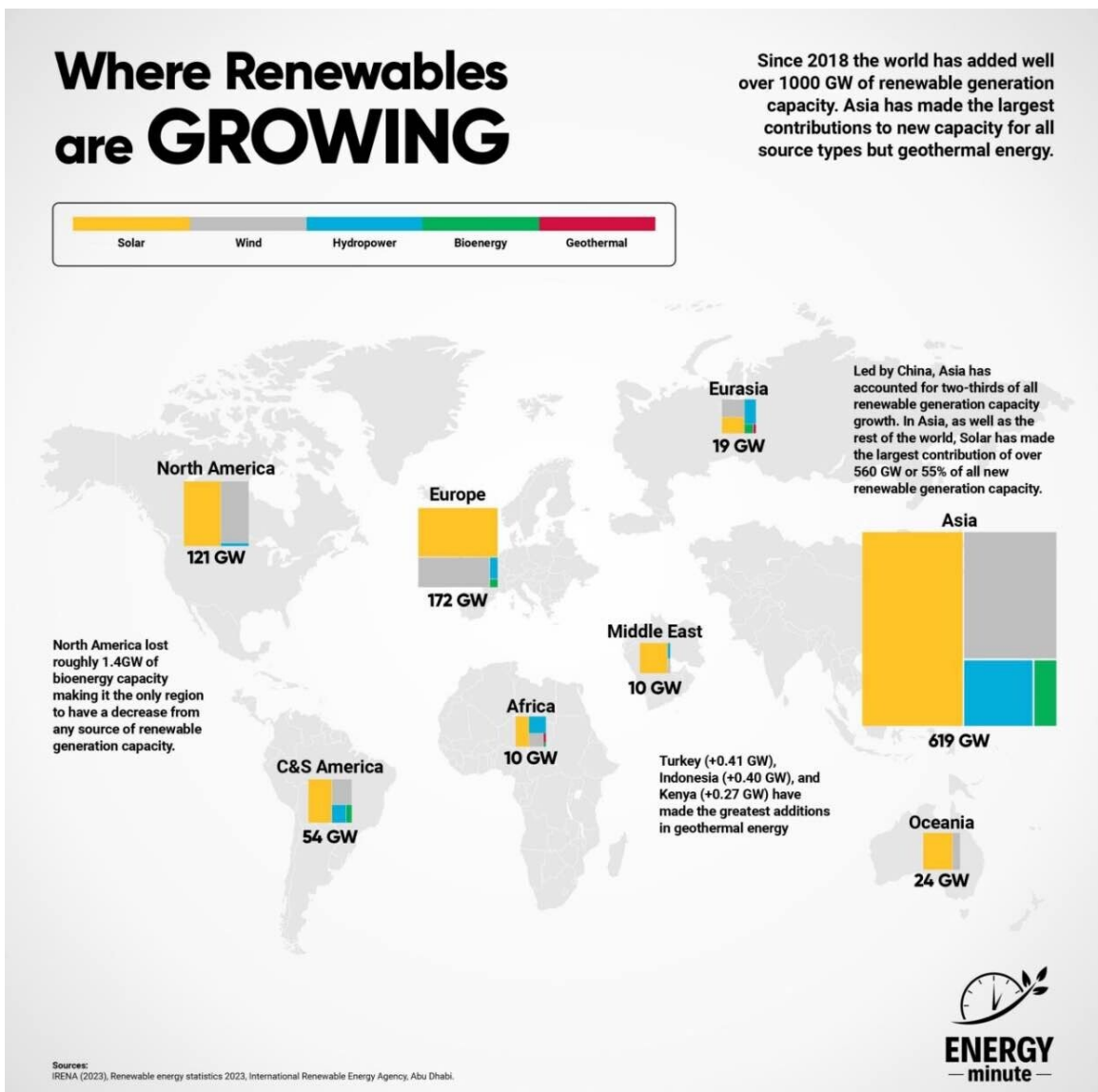
195

Annex 3: Tractat d'Energia (Tractats internacionals d'ONG)

201

BIBLIOGRAFIA

206



LES ENERGIES NETES

Josep Puig i Boix

Prefaci

A començament dels anys 90, quan vaig començar a escriure **Les energies netes**, les tecnologies per aprofitar l'energia que fluïa lliurement per la biosfera estaven començant a desenvolupar-se. I qui les començava a posar en funcionament eren grups de persones preocupades per les conseqüències dels dos primers xocs petrolers (1973 i 1979) i per les conseqüències ecològiques que tenia en fet de cremar materials fòssils i fissionar-ne de radioactius per disposar d'energia.

En la publicació **Les energies netes**, editada per Barcanova l'any 1993, vaig explicar coses molt bàsiques sobre fonts d'energia: possibles classificacions i la seva desigual distribució i també vaig descriure les energies brutes, amb les seves afectacions, i les energies netes amb les tecnologies per al seu aprofitament que s'anaven desenvolupant, així com les alternatives que en aquell moment (començament dels anys 90) albiràvem grups de persones preocupades pel tema i que grups, prou imaginatius i espavilats, posaven en funcionament. A banda, d'una prou detallada bibliografia, la publicació va incloure, com annex, dos documents per mi essencials: **La Carta Global de l'Energia** (treballada per la Coalició Mundial de l'Energia i feta pública en el congrés d'Energies Netes, a Ginebra l'any 1991) i **El Tractat d'Energia** (elaborat en el Fòrum Internacional d'Organitzacions No Governamentals i Moviments Socials "Compromisos per al Futur", que es va reunir, en el marc del Fòrum Global'92, a Rio de Janeiro de l'1 al 15 de juny de 1992), esdeveniments en els quals vaig tenir la oportunitat de participar activament.

Han passat més de 30 anys, des d'aleshores, i avui la situació de les tecnologies per a aprofitar el Sol i el vent han progressat enormement, gràcies, sobre tot, no solament als primers passos inicials, empresos per persones i grups prou pioners per no deixar-se entabanar pels discursos dominants propagats, acríticament, per tota mena de mercenaris al servei d'aquelles forces incendiàries del clima i que enverinen la biosfera amb radioactivitat, sinó també a persones emprenedores que feren possible la creació empreses que han materialitzat i millorat moltes d'aquelles iniciatives pioneres.

En tot el temps que ha passat des d'aleshores, avui veiem com la societat disposa de prou artefactes tecnològics per poder proveir l'energia que es necessita per dur una vida digna. I fer-ho sense posar en perill la salut ecològica dels sistemes naturals i socials. El repte, avui, és un altre: serem capaços de fer que la tecnologia disponible estigui al servei de tota la societat? Tindrem suficient força per democratitzar el món de l'energia, capgirant la situació heretada del passat?

Tot plegat, m'ha mogut a fer una reedició d'Energies Netes, mantenint l'original (afegint algunes imatges), però ampliant-lo amb nous capítols on es descriu l'evolució, des d'aleshores fins avui on constatem que van augmentant les emissions i que les millors opcions per disposar d'energia, les més convenients, tant econòmicament com ecològicament, són l'aprofitament del Sol i del vent.

Vull que aquesta reedició sigui una recordança i homenatge a una persona, en Hermann Scheer, que va morir inesperadament abans d'hora, però que el seu lideratge visionari va ser clau per que les tecnologies per a l'aprofitament de les fonts renovables d'energia siguin avui el que són: una realitat a l'abast de totes les societats que avui malden per continuar vivint en aquest maltractat Planeta. Ho faig recordant un parell de frases seves que ens serveixen d'inspiració:

"Mitjançant l'ús de l'energia solar, no guanyem cap capacitat d'anar més enllà dels límits humans. Més aviat, "només" guanyem la capacitat de viure dins d'aquests límits."

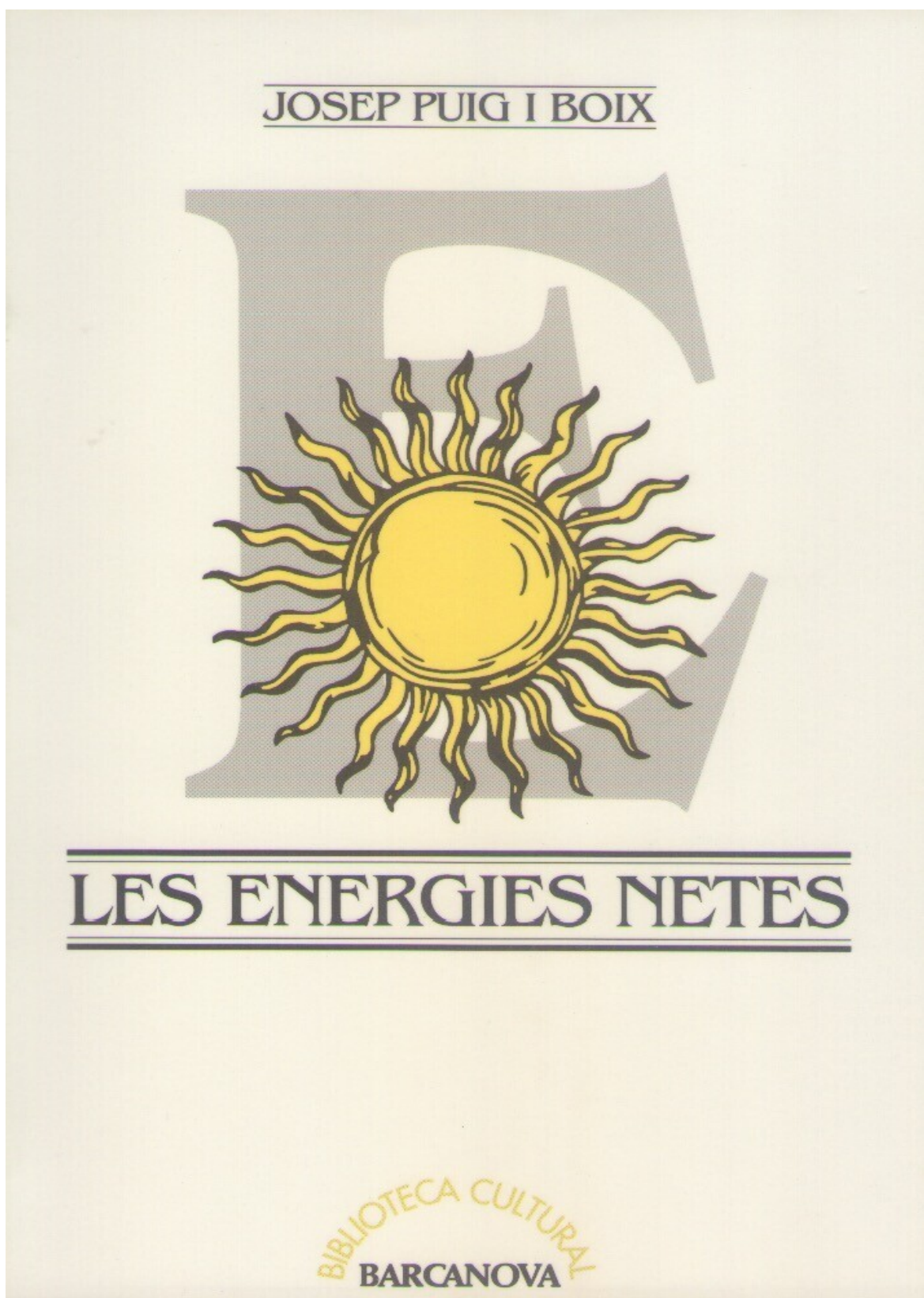
"La revolució tecnològica no es dona només per la tècnica en si mateixa, sinó per les persones que aprofiten les noves possibilitats que ofereix la tècnica. D'una innovació tècnica sorgeix un moviment social. Es pot impulsar des de dalt. Però el desplegament massiu es fa des de baix. La revolució energètica es basa en l'establiment de múltiples nous fets sense demanar permís als titulars de les estructures energètiques existents".

A més a més, he afegit en l'Annex de l'edició original, el discurs que en Hermann Scheer va fer en la Conferència Mundial d'Energia Neta (Ginebra, 4-7 novembre 1991).

Josep (Pep) Puig i Boix, Dr. enginyer industrial

Les Guillerries, en el Sostici d'hivern de 2023





Portada de l'edició original de l'any 1993

1.- L'energia.

1.1.- El concepte d'energia.

Què s'entén per energia?. Si cerquem el seu significat en un diccionari veurem que es defineix com "la potència activa d'un organisme", "la capacitat d'obrar o de produir un efecte". I si per potència s'entén "la facultat de fer alguna cosa o de produir un efecte", podem concloure que sota la paraula "energia" es pot expressar quasi tot.

Així podem dir que és energia la capacitat d'un sistema físic per a produir un treball, però també que energia és allò que fa possible la vida dels éssers vivents. I no solament això, sinó que podríem dir que és energia allò que fa que el cosmos evolucioni tal com ho fa.

Des que es va generalitzar la visió mecanicista del món s'ha limitat l'ús de la paraula "energia" per expressar la capacitat d'un sistema físic per executar un treball, donar llum, calor, I més quan tot això, treball, llum, calor, etc., s'ha obtingut trencant els vincles que la humanitat des de temps immemorials havia establert amb els sistemes naturals.

Aquesta visió reduccionista del món ha fet que esdevingués una idea generalitzada que l'energia és una cosa inexhaurible. Ha possibilitat la creença en que a l'univers hi ha una energia infinita, a despit que des de fa força temps -des que Sadi Carnot, l'any 1827, intentava esbrinar per què funcionava una màquina de vapor- se sap que la quantitat total d'energia de l'univers és constant (de fet el què és constant és la suma de matèria i d'energia), però que cada vegada que es transforma l'energia d'un estat a un altre, la quantitat d'energia disponible per a realitzar un treball futur disminueix, ja que s'ha transformat en energia no disponible. El mateix passa amb la matèria.

De fet no s'hauria de parlar mai de l'energia separant-la de la matèria, doncs com diu José Manuel Naredo "són dues cares de la mateixa realitat física".

Encara que podria semblar que, en ser constant la quantitat de matèria/energia de l'univers, les podríem utilitzar tantes vegades com volguéssim, això no és cert, ja que a l'univers hi ha dues formes de matèria/energia: matèria/energia lliure o disponible i matèria/energia no disponible, la suma de les quals és constant. I així mentre la quantitat de matèria/energia lliure o disponible va disminuint inexorablement a mesura que en fem ús, alhora va augmentant, també inexorablement la quantitat de matèria/energia no disponible. És el que ens ensenyen les lleis de la termodinàmica.

Per que fa a l'energia, l'any 1868 Rudolf Clausius va donar nom a la mesura de la quantitat d'energia que ja no es pot transformar en treball: entropia. A despit d'això, encara avui sembla, sobretot al món sobreindustrialitzat, que l'energia sigui una cosa que mai s'acabarà, si fem cas de com s'utilitza -més ben dit, de com es balafia-. Actualment es dona el nom d'exergia a l'energia disponible.

Pel que fa a la matèria, Georgescu-Roegen, l'any 1982, va enunciar la que es coneix com quarta llei de la termodinàmica: en qualsevol sistema tancat, la matèria utilitzable es degrada irrevocablement en matèria no utilitzable. En paraules del mateix Naredo

"la gestió raonable de l'energia s'ha d'abordar conjuntament amb la dels materials. Però els enfocaments parcel·laris usuals s'entesten en identificar el 'problema energètic' amb el d'abastiment comercial d'un grapat de productes avui emprats com a font de calor, llum, o força mecànica. Es practica així un doble reduccionisme: primer, es deixa de banda qualsevol consideració pel que fa als materials i, segon, dins de l'energia es consideren només algunes de les seves expressions més concentrades i monetaritzables. Una vegada realitzat aquest retall conceptual, les anomenades 'energies renovables' estan abocades, per definició (en ser poc concentrades i/o difícilment monetaritzables) a ocupar un lloc merament testimonial en

els balanços energètics i les societats humanes a debatre's en el conflicte prometeïc cap el que les ha empès la revolució industrial anant cap a situacions cada volta més insostenibles. Un enfocament energètic que serveixi per a orientar la gestió de les societats actuals cap a bases més sostenibles ha de trencar el reduccionisme abans esmentat i ampliar l'objecte d'estudi cap a totes les manifestacions de l'energia i dels materials obligadament vinculades a elles".

1.2.- L'energia en les societats humanes.

Al llarg de la història humana l'energia ha servit per fer diverses funcions: per donar aliments i confort, per transportar persones, matèries i informació, per obtenir materials, per substituir l'esforç muscular humà i també l'esforç mental,... També ha servit amb finalitats constructives i destructives.

Les primeres fonts d'energia que la humanitat va aprofitar foren les energies lliures i que eren a l'abast de tothom, és a dir les que tenen el seu origen en el Sol. La radiació solar feia possible (i encara ho fa) la síntesi de matèria orgànica mitjançant la reacció fotosintètica.

I no solament això, sinó que sense ella el nostre planeta -la Terra- seria totalment inhabitable, doncs la seva temperatura seria propera al zero absolut (-273 graus C).

Amb l'esdeveniment de l'industrialisme i la industrialització es va anar generalitzant l'ús de les fonts d'energia fòssils (carbó, petroli, gas natural,.....) que s'havien acumulat en el subsòl de la Terra al llarg de milions d'anys i de l'energia nuclear. Tan les fonts d'energia fòssils com l'energia nuclear ni són lliures ni estan a l'abast de tothom.

La utilització de cada font d'energia ha implicat un impacte diferent sobre la natura, sobre els sistemes naturals i sobre la societat mateixa.

L'ús massiu de la fusta ha anat associat a processos de desforestació i erosió dels sòls (a la península Ibèrica, la desforestació dels Monegros va tenir com a conseqüència l'aparició del delta de l'Ebre). Cultures senceres han desaparegut per haver fet un ús abusiu de la fusta.

La implantació d'embassaments per a l'aprofitament de l'energia hidràulica ha tingut com a conseqüència la inundació de grans superfícies de fèrtils terres de conreu i on, moltes vegades, habiten cultures no industrialistes que han viscut (algunes encara hi viuen) en relacions d'harmonia amb els sistemes naturals.

L'extracció de carbó i urani inutilitza grans extensions de terres degut a la gran quantitat d'estèrils que ambdues produeixen.

L'ús de grans quantitats de combustibles fòssils porta associat la contaminació de l'aire, de l'aigua, del sòl i dels éssers vius. També té com a conseqüència modificacions climàtiques locals i/o globals, com ara pluges àcides i escalfament de l'atmosfera.

Produir energia elèctrica a partir de combustibles nuclears porta associat l'enverinament radioactiu dels sistemes naturals, tan pel que fa a les seves emissions normals i accidentals com pel que fa a la producció de residus.

El fet de que hi haguessin fonts "abundants" i "barates" d'energia fou una de les condicions que va possibilitar el naixement del procés d'industrialització.

L'aparent abundància i barator de les fonts d'energia va fer possible la modificació de les relacions de producció, tot automatitzant processos productius, el que va fer disminuir el control dels treballadors sobre el procés productiu.

També va possibilitar el sorgiment de diferències en les relacions d'intercanvi entre països i entre grups socials dins d'un mateix país.

Tot plegat va donar lloc a una situació on, enlloc de maximitzar l'aprofitament energètic de les diferents fonts d'energia, es va anar tendint a fer màxim el seu ús, explotant ràpidament les fonts d'energia emmagatzemada al subsòl, sense promoure un millor aprofitament de les fonts d'energia derivades del Sol.

De fet, això ha significat posar-se en una economia de costos creixents (cada vegada és necessari invertir més -energia i capital- per a obtenir una nova unitat d'energia i els estocs més a l'abast -i més barats- són els primers en exhaurir-se). Ha significat també cremar matèries útils per altres finalitats i generar una forts costos socials i ecològics (que el sistema econòmic vigent demostra no poder assumir).

El procés de substitució de les fonts d'energia lliures i a l'abast de tothom per altres fonts d'energia que ni eren lliures ni estaven a l'abast de tothom ha estat una constant al llarg de la història de la humanitat, a mesura que anaven sorgint sistemes de domini d'uns sectors de la societat sobre altres. Aquest procés es va accelerar d'una forma molt notable amb el sorgiment de l'industrialisme.

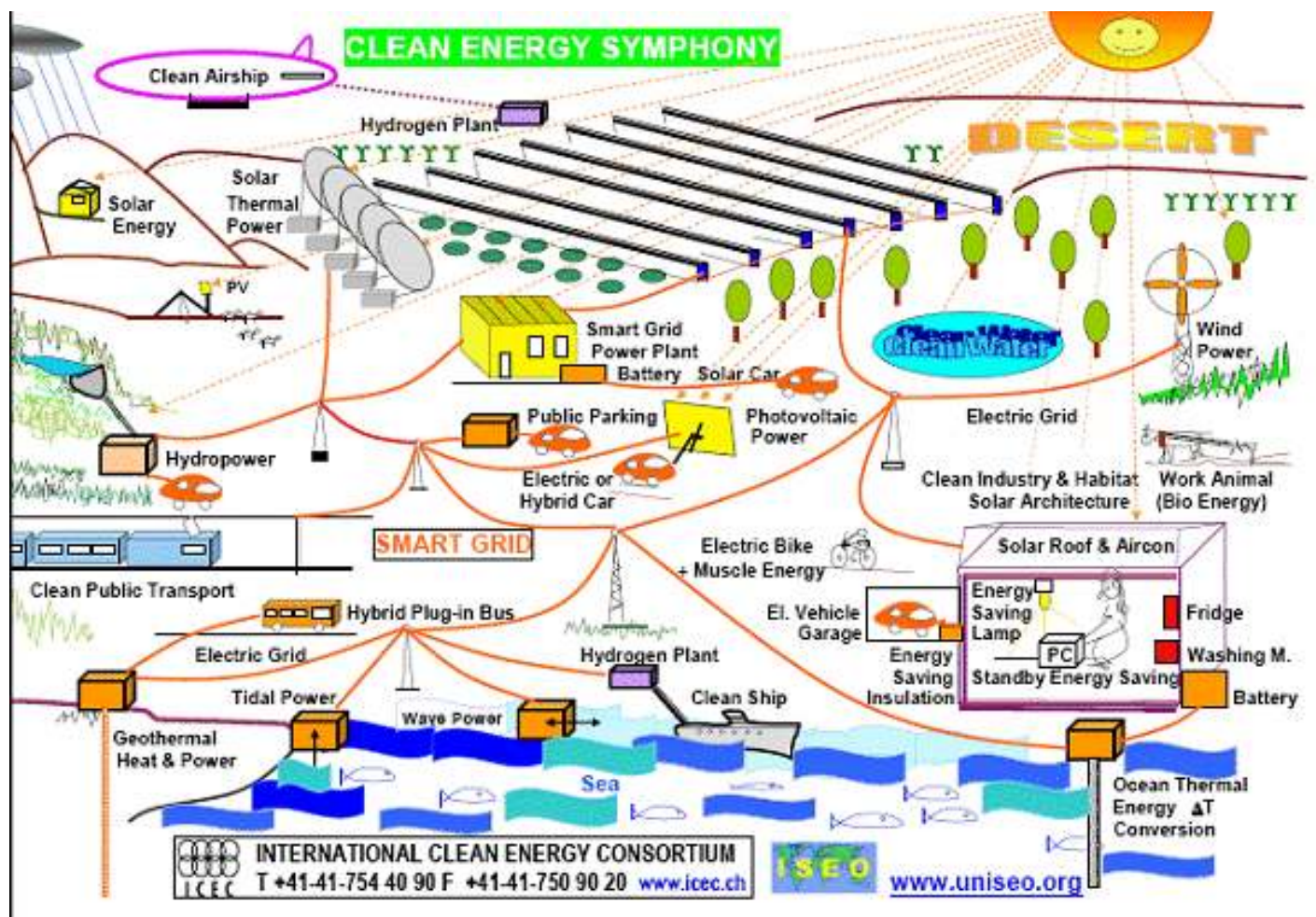
Per assegurar els subministres "abundants" i "barats" d'energia els poders econòmics, polítics, militars, han desenvolupat tota mena d'estratègies de control i de domini.

D'aquesta manera, les fonts d'energia, que eren lliures, netes i a l'abast de tothom, varen anar deixant de ser bens comuns i per tant lliures, que feien possible totes aquelles activitats que permetien la subsistència autònoma de les persones i les comunitats.

Al llarg d'aquest procés, les fonts d'energia es varen anar convertint en un recurs que permet i possibilita la producció "econòmica" de tots aquells "artefactes" (bens, utensilis, articles, etc.) que cobreixen les "necessitats" en les que es basa l'actual model de vida industrialista a Occident.

Igualment, les fonts d'energia es varen anar convertint en una mercaderia i com a tal, una font de beneficis, poder, desequilibris ecològics, etc. i feren necessària la planificació de l'ús i la disponibilitat del "recurs" (la oferta i la demanda energètiques), la qual cosa es materialitza amb el naixement d'una elit d'especialistes, tècnics, buròcrates, funcionaris, que justifiquen i defensen aquest recurs.

Finalment, les fonts d'energia s'han anat convertint en una font de contaminació, pol·lució i destrucció, en deixar de basar-se la degradació d'energia i materials en l'únic flux d'energia renovable que es rep, el Sol i els seus derivats i en deixar de mantenir el reciclatge dels cicles de materials.



Avui, les pioneres entitats ICEC i UNISEO ja no existeixen.

2.- Les fonts d'energia: classificacions.

Establir classificacions de les fonts d'energia és una tasca que depèn del criteri escollit i el criteri depèn de l'objectiu de la classificació. Aquí se'n proposen tres, una basada en l'origen de la font, una altra basada en el seu caràcter i una tercera basada en les emissions de contaminants.

2.1.- Segons l'origen de la font d'energia.

Una classificació usual és aquella que es basa en la causa que hi ha en l'origen de la font d'energia. Així es pot establir una classificació segons que la font d'energia tingui el seu origen dins del planeta Terra o la tingui fora d'ell. Per tant es pot diferenciar entre aquelles fonts d'energia que s'originen en el nucli o en la crosta (continental o marina) de la Terra i aquelles altres l'origen de les quals està fora, be siguin les forces gravitatòries del sistema solar, be sigui la radiació que arriba a la Terra procedent del Sol. Entre les primeres hi ha:

- * l'energia geotèrmica (o calor intern de la Terra);
- * l'energia nuclear (o energia associada tan als processos de desintegració natural d'alguns àtoms d'elements pesants -urani, tori, neptuni i actini- com als processos de fissió i fusió nuclears que hi pugui haver de forma natural a la crosta de la Terra);
- * l'energia química (per recombinació adequada d'àtoms en altres molècules amb despreniment d'energia).

Entre les fonts d'energia que s'originen fora de la Terra hi ha:

- * l'energia gravitacional (deguda a l'atracció del Sol i de la Lluna que ocasionen les marees);
- * l'energia solar, tan en la seva forma de flux o directa (energia radiant directa o emmagatzemada tèrmicament a la crosta de la Terra o fotosintèticament en la biomassa primària i l'energia induïda -eòlica, hidràulica, ones, corrents oceàniques), com en l'emmagatzemada geològicament en forma de combustibles fòssils.

2.2.- Segons el caràcter de la font d'energia.

Si es té en compte el seu caràcter, les fonts d'energia es poden classificar en dos grans grups: les fonts d'energia permanents i les temporals, o també fonts d'energia de flux i de capital. No obstant la classificació més coneguda tenint en compte el seu caràcter és la de fonts d'energia renovable i no renovable.

Tot i això el concepte de renovabilitat és relatiu depenent de l'escala de temps que s'utilitzi. Si fem l'escala humana de temps és evident que aquelles fonts d'energia que són renovables en períodes de temps geològic, la humanitat les ha de tractar com fonts no renovables. És el cas dels combustibles fòssils, ja que les quantitats totals disponibles són clarament limitades, doncs s'han format en escales de temps geològic.

Les fonts d'energia renovables d'origen terrestre són també limitades pel que fa a la quantitat total disponible, ja que si s'utilitzen a una velocitat superior a la de la seva regeneració, passen a ser no renovables. És el cas de la llenya dels boscos.

Pel que fa a l'energia solar, font pràcticament il·limitada pel que fa a la quantitat total d'energia, esdevé estrictament limitada en quant a la velocitat i la forma com arriba a la Terra.

2.3. Segons l'impacte de la font d'energia.

Des que l'industrialisme ha convertit les fonts d'energia en un recurs que fa possible la producció econòmica d'aquells artefactes que cobreixen les necessitats en les que es basa l'actual mode de vida que ha demostrat abastament ser insostenible ecològicament, socialment i culturalment, les fonts d'energia es poden classificar en energies brutes i energies netes segons que el seu ús impliqui emissions de contaminants a la biosfera o altre mena d'impactes que posin en perill la vida a la Terra: impactes ecològics (destruint sistemes naturals) i/o impactes socioculturals (fent desaparèixer cultures).

Perquè és proposa aquí aquesta classificació?. Perquè cremar massiva i predominantment combustibles fòssils, fissionar l'àtom, construir macroembassaments i, més recentment, incinerar escombraries són mostres de la insensatesa de la *civilització* avui dominant que trencant els mil·lenaris equilibris ecològics que permeteren el sorgiment i el manteniment de la vida a la Terra, fa que tot (matèria i energia) sigui considerat un recurs a ser degradat, contribuint d'aquesta forma al deteriorament entròpic de la Terra. I, com a conseqüència del trencament dels cicles naturals, es generin tota mena de residus, que posen en perill la continuació de la mateixa vida sobre el planeta.

Les emissions de diòxid de carboni, d'òxids de sofre i de nitrogen, de partícules, quan es crema carbó, petroli, gas natural o qualsevol altre combustible fòssil a les centrals tèrmiques, calderes, motors d'explosió, etc. i les emissions a l'aire i a les aigües d'isòtops radioactius quan s'utilitzen urani o altres materials fissionables a les centrals nuclears per a la producció de calor i/o electricitat, són els contaminants més freqüents ocasionats per la via energètica dominant en les societats industrialistes.

Avui vivim davant una realitat constatable: les actuals formes d'utilització de l'energia seguides pel món industrialitzat (i imitades per tots aquells països que volen fer el mateix camí que els països industrialistes han fet) tenen conseqüències que poden implicar (i de fet ja estan implicant) canvis perceptibles i pot ser irreversibles a la biosfera, aquesta minúscula i delicada capa que possibilita la vida a la Terra.

En les societats humanes anteriors a l'industrialista, els impactes sobre la biosfera eren localitzats en el temps i en l'espai. Actualment, els impactes han assolit una dimensió global: afecten a tots els éssers vius del planeta i a tots els sistemes naturals i també a les generacions que vindran.

Els impactes (o les conseqüències de les emissions més amunt citades) els tenim avui davant dels nostres ulls: l'escalfament global de l'atmosfera i les pluges àcides, l'enverinament radioactiu dels sistemes naturals, Aquestes són algunes de les conseqüències, avui perceptibles, a les que ens condueix el camí energètic seguit per les societats industrialistes i que molts no dubten en qualificar com "camí energètic dur", des que Amory B. Lovins va introduir aquesta terminologia l'any 1977 en escriure la seva obra pionera *Soft Energy Path: Toward a Durable Peace*.

Però també hi ha altres impactes més localitzats en el temps i/o en l'espai, associats a la forma actual d'ús de l'energia, com són les mareas negres degudes als accidents en el transport de petroli per mar i en la seva extracció a les plataformes marines, la mineria a cel obert del carbó i de l'urani, l'abocament de cendres que contenen productes tòxics procedents de la incineració d'escombraries, etc.

No són solament els impactes sobre els sistemes naturals que fan que determinades fonts d'energia siguin considerades energies brutes. També són energies brutes aquelles fonts que per el seu aprofitament impliquen desplaçaments de població, destrucció de formes de vida, desaparició de cultures, etc.

Ja que tots els organismes (l'èsser humà també) necessiten degradar energia i matèries per a mantenir-se en vida, la única forma d'evitar el deteriorament entròpic de la Terra, segons J. M. Naredo, és:

"articular aquesta degradació sobre l'únic flux d'energia renovable que a la Terra es rep, el que procedeix del Sol i els seus fluxos derivats, i mantenir un reciclatge complet dels cicles de materials, tal com exemplifica aquest fenomen tan particular de la fotosíntesi que ha permès el desenvolupament de la biosfera i l'espècie humana".

3.- La desigual distribució de les fonts d'energia.

Les fonts d'energia es distribueixen de forma desigual en el nostre planeta, però mentre les energies que aquí es consideren brutes es concentren a pocs llocs, les energies netes són molt més disperses.

Hi ha una diferència important entre les energies netes i renovables i les energies no renovables i brutes. Així mentre la densitat de flux energètic en la transformació inicial pel que fa a una font d'energia neta i renovable és de l'ordre d' 1 kW/m^2 (la radiació solar que arriba a la superfície de la Terra o l'energia del vent a una velocitat de 10 m/seg); la corresponent a les energies brutes i no renovables és molt superior (de l'ordre de més de 100 kW/m^2 i més de 1.000 m/s).

Però des del punt de mira de l'ús final, després de la distribució, la densitat de flux energètic queda molt disminuïda, fent que gairebé s'igualin les densitats de flux. En resum, les fonts d'energia no renovables i brutes són captades de forma centralitzada i és car distribuir-les. En canvi, les energies netes i renovables són més fàcilment captades de forma dispersa i és car concentrar-les. D'altra banda no hi ha cap font d'energia neta i renovable que sigui universalment aprofitable i utilitzable, ja que la capacitat d'un ecosistema local per a subministrar energia varia d'un lloc a un altre, així com la conveniència de la societat per acceptar-la.

La radiació que el Sol ens envia i que la Terra intercepta, es distribueix desigualment depenent de la latitud i de l'estació de l'any. La radiació rebuda en un lloc donat varia amb el temps degut a la rotació de la Terra sobre si mateixa (cicle dia-nit) i degut a l'òrbita que descriu entorn del Sol (cicle de les estacions, depenent de la latitud). Per zones habitades es reben fluxos que varien enormement, compresos entre 3 i $30 \text{ MJ/m}^2.\text{dia}$ (entre 0'8 i més de $8 \text{ kWh/m}^2.\text{dia}$, és a dir, entre 300 i $3.000 \text{ kWh/m}^2.\text{any}$). Per exemple, a Mauna Loa (Hawai, a 3.400 m sobre el nivell del mar) es mesuren valors que van des de 6 fins a $1'7 \text{ kWh/m}^2.\text{dia}$. Al desert de Mojave es reben 2.500

kWh/m².any. Al continent africà es mesuren valors mitjans que van de 4'1 a 7'1 kWh/m².dia, el que equival a 1.600 i 2.600 kWh/m².any). A la península ibèrica es donen mitjanes anuals compreses entre 280 i 420 cal/cm².dia, el que equival a 1.190 i 1.790 kWh/m².any. Al sud de la península ibèrica (Almeria) s'arriba a 2.000 kWh/m².any. A Catalunya, la irradiació solar mitjana és de 13 a 14 MJ/m².dia (1.318 - 1.419 kWh/m².any).

Els vents no bufen amb igual intensitat a les diferents àrees de la Terra, depenent de la circulació general de l'atmosfera i de l'orografia dels llocs. Per exemple, a Tarifa (a l'estret de Gibraltar) i al nord d'Escòcia hi ha llocs on la velocitat mitjana anual del vent supera els 10 m/seg., mentre que a molts llocs de la Catalunya interior es donen velocitats mitjanes anuals d'entre 2 i 3 m/seg. A la costa oest de Jutlàndia tenen velocitat mitjanes anuals superiors a 5 m/seg. En un mateix lloc, la velocitat del vent varia no solament al llarg del temps sinó que també en alçada, podent-se trobar que mentre a 5 metres d'alçada sobre el sòl la velocitat és de 6 m/seg., a 20 m. d'alçada podria ser 10 m/seg.

L'aigua no cau en iguals quantitats, depenent de si es tracta de boscos pluvials o deserts. La pluviositat anual és un valor que indica la disponibilitat que hi haurà d'aigua en una conca hidrogràfica determinada. La pluviositat mitjana a l'estat espanyol varia entre 495 mm (any 1981) i 970 mm (any 1960), i entre 1.335 mm a la conca del nord i 413 mm a la conca del sud (valors mitjans entre 1951 i 1986).

Les mareas no tenen la mateixa alçada a diferents llocs de les costes. A determinats llocs d' Austràlia i del Canadà superen els 10 m. A indrets de la Índia, la Xina, l'ex-URSS, EUA, el Regne Unit i de Mèxic hi ha mareas que van de 5 a 10 m.

La vegetació no creix d'igual manera als diferents sistemes naturals que caracteritzen les bioregions del planeta. A les Taules 3-1 i 3-2 es donen les productivitats en biomassa de diferents sistemes naturals marins i terrestres.

<i>hàbitat</i>	<i>productivitat (g de C/m³)</i>
manglars	1215
esculls de corall	900
estuaris	810
maresmes	300
afloaments	225
plataforma continental	162
oceà obert	57

Font: N. Myers, *El atlas Gaia de la gestión del planeta: para quienes cuidan hoy el mundo de mañana*, Madrid, H. Blume, 1987

Taula 3.1: Productivitat anual de diferents ecosistemes marins.



espècie	productivitat (t/ha i any)	
	matèria humida	matèria seca
natural:		
deveses, pastures	7	3
bosc temperat	14	7
bosc humit	22	11
farratge:		
melca (3 collites)	200	50
herba del Sudan (6 collites)	160	40
userda	40	25
ray grass (clima temperat)	30	20
napier grass	120	40
alimentació:		
mandioca (60% tubercles)	50	25
blat de moro (50% gra)	30	25
blat (35% gra)	30	22
arròs (60% gra)		20
remolatxa sucrera	45	
canya de sucre	100	50
plantació:		
oli de palma	50	40
per cremar:		
eucaliptus	55	20
sicòmor (<i>Ficus sycomorus</i>)	20	10
jacint d'aigua	300	36
varec (macroalgues)	254	54
algues (microalgues)	230	45
regalim d'arbres:		
bona producció	1	1

Font: J. Twidell & T. Weir, *Renewable Energy Resources*, 1986

Taula 3.2: Màxima productivitat en biomassa de diverses espècies vegetals (una collita anual).

La calor de la Terra es concentra a determinats llocs del planeta, fonamentalment a les zones de moviment de les plaques litosfèriques. Els camps geotèrmics existents al món tenen àrees compreses entre 0'5 i més de 100 km² i produeixen de 3 fins a més de 300 MW/km². A Europa es mesuren fluxos de calor que van de 20 fins a més de 100 mW/m² (arribant a 120 a l'illa d'Islàndia i 110 a les mars Tirrena i Balear). El flux mitjà de calor a la península ibèrica és de 81'6 mW/m² a les àrees continentals i de 98'7 a l'àrea mediterrània. Els valors màxims corresponen a l'àrea de sondeigs marins de la plataforma petroliera de Tarragona-Castelló, amb 100 a 155 mW/m². El valor mig del flux de calor a Catalunya (85-90 mW/m² és superior a la mitjana europea. De fet, són moltes les deus termals que existeixen a Catalunya (indiquen anomalies de flux a l'interior de la Terra). Les deus termals de Caldes de Montbui i de Caldes de Malavella són de les més calentes de la Península amb temperatures de 70 i 60oC respectivament.

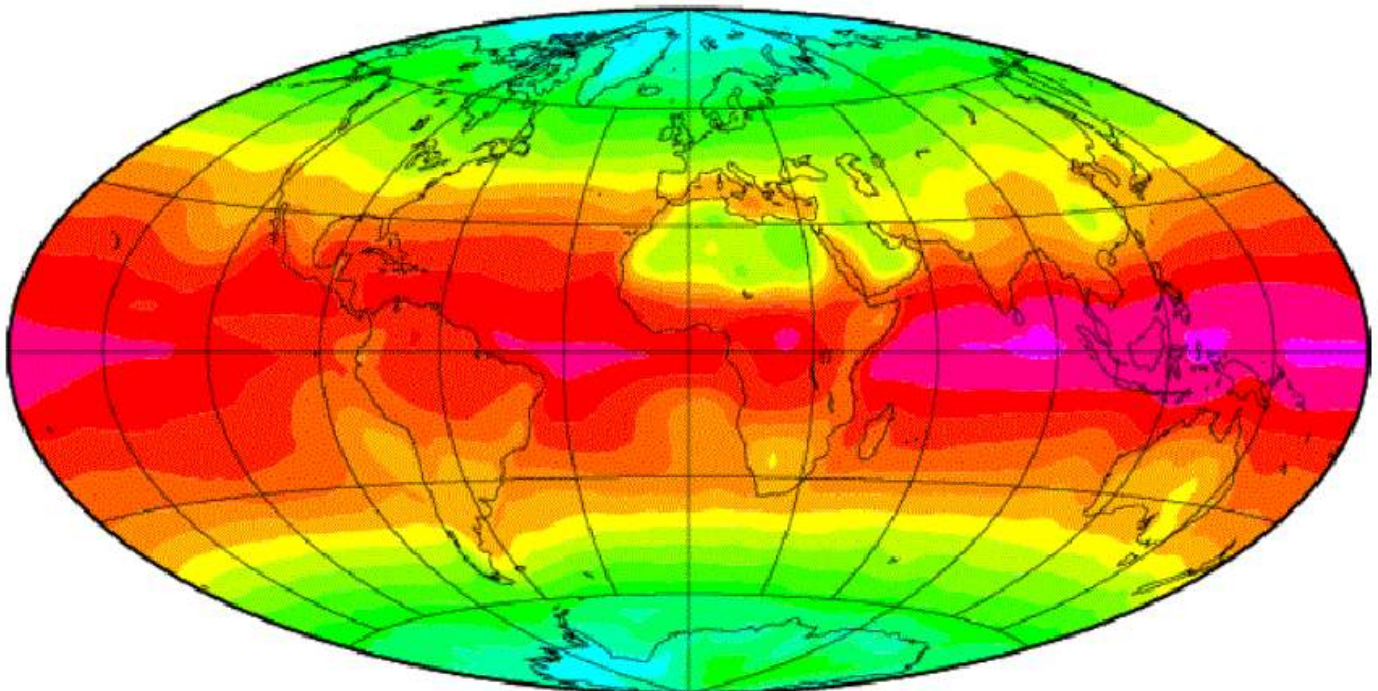
En canvi les fonts d'energia no renovables i brutes estan força més concentrades, en pocs llocs i en mants de pocs estats-nació. Una prova de la vulnerabilitat del model energètic industrialista n'és que el 77 % dels recursos de carbó estan en mans de 4 països (EUA, ex-URSS, Xina i Sudàfrica), el 64 % del recursos de petroli i el 45 % dels de gas natural estan a la regió de l'Orient Mig. Per si això no fos suficient, el 78 % dels recursos d'urani estan també en mans de molt pocs països (EUA, Canadà, Austràlia, Namíbia, Níger i Sudàfrica).

Una diferència entre les fonts d'energia no renovables i les renovables és que les primeres es concentren en pocs països, mentre que les segones estan distribuïdes de forma més dispersa, encara que no uniforme. Per això és necessari la realització de "prospeccions" per a determinar el potencial energètic, pel que fa a les energies netes i renovables, d'un territori donat. La principal conseqüència d'això és que no és possible la realització de plans energètics simplistes ni nacionals, ni internacionals.

Arribar a conèixer amb certesa la magnitud i l'escala d'una font d'energia neta i renovable en un territori donat requereix moltes vegades una gran tasca de mesura dels paràmetres que defineixen la font d'energia al llarg de períodes de temps més o menys llargs, amb metodologies i equipaments especialitzats.

Per això, a molts països s'han elaborat mapes i/o atles solars, eòlics, de biomassa, geotèrmics, etc. La informació que contenen és valuosa a l'hora de fer estimacions globals, però quan es tracta de fer una aplicació concreta moltes vegades no hi ha més remei que fer mesures en el lloc concret on es projecta realitzar l'aprofitament de la font d'energia neta i renovable.

Solar Absorbed Minus IR Emitted ***Annual Average (1985 - 1986)***



4.- L'ús desigual de l'energia al món.

El ràpid procés d'industrialització i d'urbanització seguit per molts països de l'anomenat món en vies de desenvolupament ha menat a grans increments en l'ús del petroli, el carbó i altres fonts d'energia.

Això es pot veure reflectit a la Taula 4-1. Només des de l'any 1970 al 1990, l'ús d'energia al conjunt de països en vies de desenvolupament gairebé es va triplicar, passant de 30 EJ a 84 EJ (1 EJ = 10^{18} J). L'ús va créixer més de pressa que la població i inclús més ràpid que les economies d'aquets països.

regió	1970		1990	
	consum d'energia EJ	GJ/cap	consum d'energia EJ	GJ/cap
Amèrica Llatina	8	26	16	37
Àsia	19	10	59	20
Àfrica	4	10	9	14
Països en vies de desenvolupament	30	12	84	21
Economies centralment planificades	44	120	77	167
Països industrialitzats	129	180	154	185
Món	203	55	303	59

Font: N. Lenssen, *Worldwatch Paper 111*, novembre de 1992

Taula 4.1: Consum d'energia comercial al món (1970-1990).

L'any 1991, els països "en vies de desenvolupament" (on hi viu el 77 % de la població del món) utilitzaven el 24 % del petroli, carbó, gas natural i electricitat (d'origen hidràulic i nuclear) de tot el món. Encara que hi afegim a això la fusta i els residus agrícoles, que subministren més d'una tercera part de l'energia d'aquests països, no arriben ni al 30 % de l'ús mundial d'energia.

Si acceptem com a mesura de l'energia necessària per fer funcionar una societat determinada l'anomenat "consum per càpita" (l'ús total dividit pel nombre d'habitants) i que no es pot identificar amb el que realment usa una persona que visqui en l'esmentada societat, es pot constatar que a despit de l'increment en l'ús total d'energia, entre l'any 1970 i el 1990, el "consum per càpita" als països en vies de desenvolupament és, en mitjana, una novena part del "consum per càpita" d'energia comercial dels països industrialitzats.

I les disparitats entre països en vies de desenvolupament també existeixen: el "consum per càpita" a Bangladesh és una desena part del de Tailàndia i aquest una tercera part del de Corea del Sud.

Les diferències també existeixen entre sectors socials dins d'un mateix país, amb elits locals que consumeixen tanta energia com una persona dels Estats Units d'Amèrica al costat de pagesos que no n'utilitzen gens ni mica.

Una forma de visualitzar la disparitat dels usos d'energia comercialitzada a diferents zones i països del món és de forma gràfica. A la Figura 4-1 es mostra en l'eix vertical l'ús anual per habitant (any 1989) per a diversos grups de països, i en l'eix horitzontal la seva població (any 1990). La superfície de cada rectangle representa l'ús anual d'energia per a cada grup en Gigajouls (10⁹ Jouls). Els números dins dels rectangles indiquen el valor de l'ús en Exajouls (10¹⁸ Jouls).

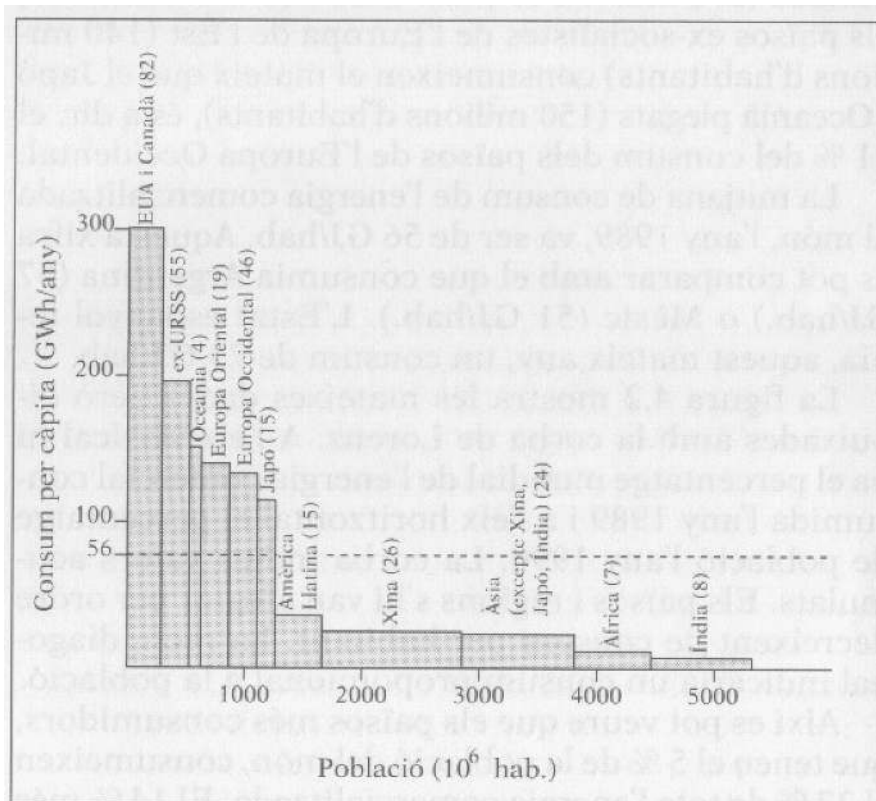


FIG. 4.1: Consum d'energia comercialitzada al món: Població versus consum per càpita.

Així es pot veure que el Japó, amb 123 milions d'habitants usa el mateix que tota Amèrica Llatina, amb 448 milions d'habitants, o el mateix que el conjunt d'Àfrica i la Índia plegades, que tenen 1.495 milions d'habitants. Oceania, amb 26 milions d'habitants usa una mica més de la meitat que tota Àfrica (642 milions habitants) o que tota la Índia (853 milions d'habitants). Els països que integraven la ex-URSS (288 milions d'habitants) usen gairebé el mateix que tota Àsia, exceptuant Japó (1.989 milions d'habitants), el que representa dues terceres parts de l'ús conjunt dels EUA i Canadà (275 milions de persones). Per la seva banda, els països ex-socialistes de l'Europa de l'Est (140 milions d'habitants) usen el mateix que Japó i Oceania plegats (150 milions d'habitants), o sia el 41 % de l'ús dels països de l'Europa Occidental.

L'ús mitjà de l'energia comercialitzada al món, l'any 1989, va ser de 56 GJ per habitant. Aquesta xifra es pot comparar amb el que usava Argentina (57 GJ) o Mèxic (51 GJ). L'estat espanyol tenia aquest mateix any un ús de 73 GJ/hab.

La Figura 4-2 mostra les mateixes dades però dibuixades amb la corba de Lorenz. A l'eix vertical hi ha el percentatge mundial de l'energia comercial usada l'any 1989 i a l'eix horitzontal el percentatge de població l'any 1990. La corba indica valors acumulats. Els països i regions s'hi van afegint per ordre decreixent d'ús per habitant. La recta diagonal indicaria un ús proporcional a la població.

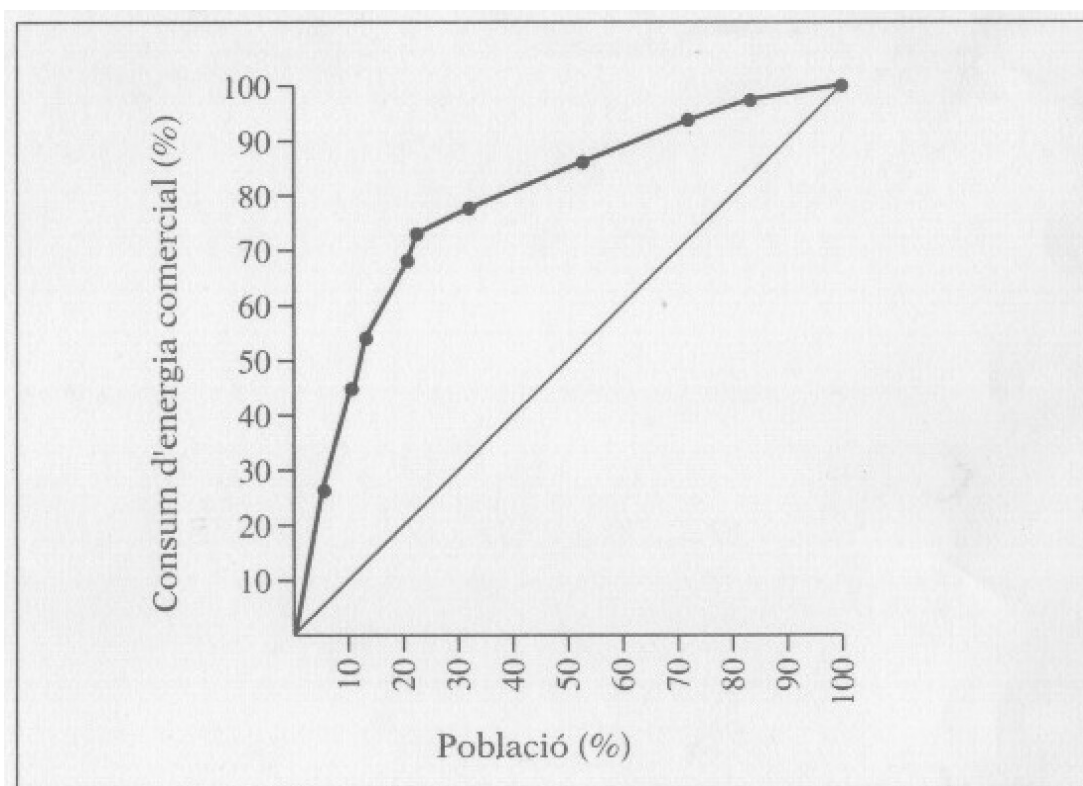


FIG. 4.2: Corba de Lorenz.

Així es pot veure que els països que fan servir més energia, que tenen el 5 % de la població del món, usen el 27 % de tota l'energia comercialitzada. El 14 % més consumidor (EUA, Canadà, ex-URSS, Europa de l'Est) n'usa el 54 %. I el 23 % de la població del món (a més dels països ara esmentats, Europa Occidental i Japó) usen el 74 % de tota l'energia comercialitzada arreu del món, el que vol dir que menys d'una quarta part de la població usa gairebé les tres quartes parts de l'energia comercial.

5.- Les energies brutes.

Qualificar les fonts d'energia utilitzades per les societats industrialistes com fonts d'energia brutes no es dir res que no sigui sabut, doncs des de fa uns anys s'ha anat posant en evidència els impactes globals i els impactes més localitzats en el temps i en l'espai que produeix l'ús dels combustibles fòssils i nuclears.

Pel que fa als impactes més localitzats es poden destacar:

* les mareas negres produïdes per accidents de super-petrolers (Taula 5-1) i els abocaments de petroli al mar a conseqüència de les rutinàries operacions de neteja que els vaixells que transporten petroli realitzen a mar obert i que són una pràctica habitual en la indústria petrolera.

Els 25 accidents més grans dels darrers 30 anys

Vaixell/Plataforma	Any	Localització	Cru perdut (tn)
Deepwater Horizon	2010	Luisiana, EEUU	779.000
Atlantic Express	1979	Tobago	280.000
ABT Summer	1991	7000 milles d'Angola	260.000
Castiilo de Bellver	1983	Saldanha Bay, Sudàfrica	257.000
Amoco Cádiz	1978	Costes franceses de Bretanya	227.000
Haven	1991	Génova, Itàlia	140.000
Odysee	1988	700 milles de Nova Escòcia	132.000
Torrey Canyon	1967	Islas Scilly	119.000
Urquiola	1976	A Coruña, Galiza	108.000
Irenes Serenade	1980	Nnavarín, Grècia	100.000
Hawaiian Patriot	1977	300 milles d'Honolulu	99.000
Independenta	1979	Bosphorus, Turquia	93.000
Jacob Maersk	1975	Oporto, Portugal	88.000
Braer	1993	Islas Shetland	85.000
Khark 5	1989	120 milles costa Marroc	80.000
Sea Empress	1996	Milford, Regne Unit	76.000
Katina P	1992	Maputo, Moçambique	72.000
Nova	1985	20 milles d'Iran	70.000
Aegean Sea	1992	A Coruña, Galiza	67.000
Prestige	2002	A Coruña, Galiza	64.000
Assimi	1983	55 milles de Muscat, Oman	53.000
Metula	1974	Estret de Magallanes	53.000
World Glory	1968	Sudàfrica	52.000
Exxon Valdez	1989	Prince William Sound, Alaska	37.000
Wafra	1971	Cape Agulhas, Sudàfrica	30.000

Font: International Tanker Owners Pollution Federation. IFOPT.

* la contaminació de les aigües, de l'aire i de la terra per les activitats extractives relacionades amb l'energia: camps petrolers (Taula 5-2), oleoductes, conques carboníferes i uraníferes,

<i>any</i>	<i>lloc</i>	<i>quantitat (10⁶ litres)</i>
1977	mar del Nord	
1979	golf de Mèxic (Itxoc I)	529,95
1980	Líbia (D-103)	158,98
1981	Kuwait (Shuaybah)	118,1
1983	golf Pèrsic (Nowruz)	302,83
1988	mar del Nord (Piper Alpha)	
1989	mar del Nord (Cormorant Alpha)	
1991	guerra del Golf	908,48
1993	Uzbekistan (Fergona)	302,83

Font: *La Ruta de la Energia*, 1990
Greenpeace Espanya (comunicació privada)

Taula 5.2: Incendis en plataformes petroleres marines i camps petrolers.

* la inundació de terres fèrtils i/o boscos per la construcció d'embassaments hidroelèctrics. Una central hidroelèctrica amb embassament inutilitza 10 vegades més superfície que una central tèrmica de combustibles fòssils (incloent la mineria) per unitat d'energia produïda al llarg de la seva vida útil.

* la inutilització de terres deguda a la mineria a cel obert de carbó i urani i la deguda als apilonaments de materials estèrils de les mineries citades i/o en les fàbriques de concentrats de minerals uranífers. Així la recàrrega anual d'un reactor nuclear de 1.000 MW de potència requereix que s'extreguin de la mina més de 250.000 tones de mineral d'urani que, en les fàbriques de concentrats, es transformen en unes 170 tones d'òxid d'urani que és la quantitat necessària per cada recàrrega anual del reactor (la càrrega inicial és superior a 500 tones).

Al llarg del procés de concentració es generen més de 80.000 m³ d'estèrils que contenen més del 90 % de la radioactivitat original del mineral uranífer. Aquesta radioactivitat és deguda principalment al Radi-226 i al Tori-230 continguts en els estèrils i que tenen uns períodes de semidesintegració del 1.620 i 83.000 anys respectivament. Els apilonaments d'estèrils tenen l'enutjosa propietat que emeten un gas radioactiu, el Radó-222 a conseqüència de la desintegració natural del Radi-226. La radioactivitat de les emanacions de Radó-222 en els estèrils és gairebé 1.000 vegades superior a l'emanació natural.

Les fàbriques de concentrats acumulen milions de tones d'estèrils (als EUA, al llarg de la dècada dels anys 70, se'n produïen més de 100 milions de tones cada any), ocupant desenes de milers d'hectàrees i emetent radioactivitat per valor de desenes de milers de Curies cada any (1 Curie = $3,7 \times 10^{10}$ desintegracions/segon i equival a l'activitat d'1 gr. de Radi). Una fàbrica que tracti 2.000 tones/dia de mineral d'urani i produeixi 4 tones/dia de concentrat d'urani (el que representa 730.000 tones de mineral i 1.460 tones de concentrat a l'any) produeix de 2.000 a 3.000 tones d'estèrils cada dia (entre 750.000 i 1.000.000 tones cada any). La gran fàbrica de concentrats que la Kerr-McGee Nuclear Corporation operava a la zona de Grants (New Mexico), que processava 7.000 tones de mineral d'urani cada dia, tenia acumulats a finals de la dècada dels anys 70, més de 25 milions de tones d'estèrils.

Arreu del món han ocorregut diferents cassos de trencament dels dics de contenció d'estèrils, lo qual ha suposat l'escampament de milers de tones i milions de litres de líquids radioactius. El més conegut és l'accident que hi va haver a la fàbrica de concentrats de Church Rock (New Mexico) el 16 de juliol de 1979, on es va esberlar un dic de contenció d'estèrils abocant al riu Puerco 1.200 tones d'estèrils i gairebé 500 milions de litres d'aigua radioactiva. Després de l'accident aquest rierol donava la impressió d'haver sofert una gran avinguda d'aigua, que va deixar bosses d'aigua estancada amb considerables nivells de radioactivitat. Es va detectar radioactivitat a més de 130

km riu avall d'on va ocórrer l'accident. Els residents de la zona, majoritàriament indis navajos, foren avisats a través de cartells que no s'acostessin al riu, ni beguessin aigua, ni es banyessin, ni toquessin l'aigua, ni permetessin al bestiar de beure'n. Quan va ocórrer l'accident, aquesta fàbrica de concentrats processava 3.880 tones de mineral d'urani cada dia.

No era pas el primer accident ocorregut. Ja l'any 1950 va esdevenir-ne un a la mina de Rum Jungle (Austràlia). El dic de residus es derruí i abocà tots els productes al riu Rum Jungle, que quedà biològicament mort en més de 10 km. La mina va ser abandonada i tancada el 1971.

5.1.- Les emissions de diòxid de carboni (CO₂) i l'escalfament de l'atmosfera.

L'any 1991 es veren emetre, arreu del món com a conseqüència de la crema de combustibles fòssils, més de 20.000 milions de tones de CO₂ a l'atmosfera (o sigui, gairebé 6.000 milions de tones d'equivalent Carboni), havent-se més que triplicat les emissions des de l'any 1950. Tan sols al llarg de la darrera dècada les emissions han passat de no arribar a 5.000 milions de tones de Carboni (1980) a gairebé 6.000 milions (1989, 1990 i 1991), manifestant-se actualment una tendència cap a l'estabilització.

A això hi ha que afegir-hi les emissions de Carboni degudes a la crema dels boscos tropicals. S'ha estimat que la seva contribució està compresa entre 1.000 i 2.000 milions de tones de Carboni.

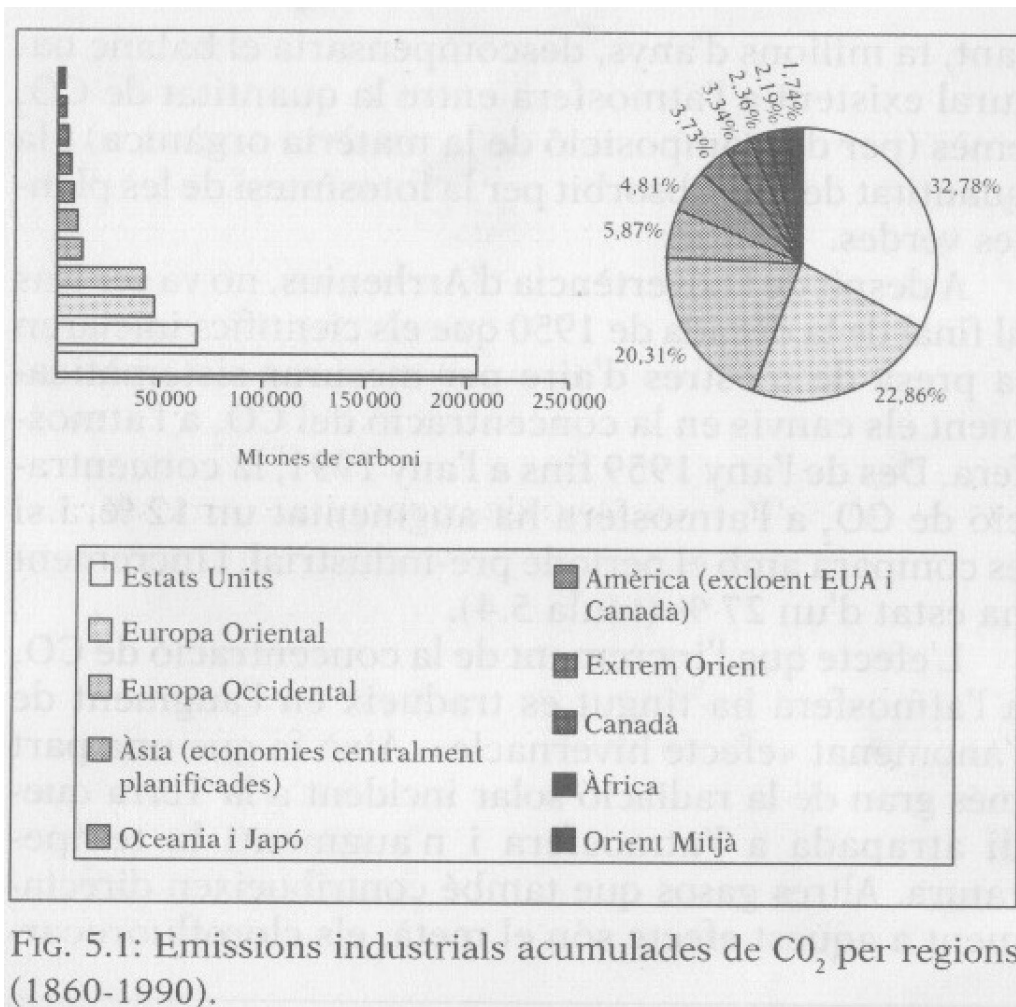
A l'estat espanyol les emissions de CO₂ varen ser superiors a 200 milions de tones en tornar la dècada dels anys 90, el que representava l'equivalent de gairebé 6 tones per càpita. A la Taula 5-3 es donen les emissions de CO₂ dels països que actualment n'emeten més quantitat. Cal destacar que si es vol valorar la contribució de cada país en les emissions de CO₂ no es pot fer solament a partir de les emissions actuals. Una forma més justa de valorar-les és a partir de les emissions acumulades des que es va començar a cremar massivament combustibles fòssils.

A la Figura 5-1 es donen les emissions acumulades de CO₂ des de 1860 fins 1990 per a diferents grups de països.

<i>país</i>	<i>total CO₂</i> <i>(10⁶ tones)</i>	<i>CO₂ per càpita</i> <i>(tones)</i>
EUA	5430	22
URSS	3630	13
Xina	2300	2
Japó	1060	8,6
Alemanya	1030	13
Regne Unit	600	11
Índia	582	0,7
Canadà	497	18
Polònia	436	11
Itàlia	430	7,5
França	406	7,3
Sud-àfrica	362	10
Mèxic	289	3,3
Austràlia	280	16
Txecoslovàquia	235	15
Espanya	232	5,9
Brasil	213	1,4
Corea del Sud	211	4,8
Romania	201	8,7
Països Baixos	196	13
Aràbia Saudita	175	12

Font: Agència Internacional de l'Energia, 1991

Taula 5.3: Emissions de CO₂ (1989).



Les emissions de CO₂ augmenten a mesura que augmenta el consum de combustibles fòssils. Com que el carbó emet més Carboni que el petroli i el gas natural, qualsevol augment en el consum de carbó accelera la velocitat d'emissió de carboni a l'atmosfera.

Mentre els increments de les emissions de Carboni són lents avui als països industrials (són responsables de gairebé el 70 % de les emissions), els increments s'estan disparant als països que imiten la via industrial de desenvolupament. La Xina, que ja avui és el primer país productor de carbó del món, planeja duplicar el consum d'aquest combustible per l'any 2000.

Va ser a començaments del segle XX quan el científic suec, Svante Arrhenius, va alertar que el fet de cremar combustibles fòssils podia modificar el clima de la Terra, ja que l'alliberament del Carboni contingut en els immensos dipòsits on s'havia anat acumulant, fa milions d'anys, descompensaria al balanç natural existent a l'atmosfera entre la quantitat de CO₂ emès (per descomposició de la matèria orgànica) i la quantitat de CO₂ absorbit per la fotosíntesi de les plantes verdes.

A despit de l'advertència d'Arrhenius, no va ser fins a finals dels anys 50 quan els científics iniciaren la presa de mostres d'aire per a mesurar sistemàticament els canvis en la concentració del CO₂ a l'atmosfera. Des de l'any 1959 fins l'any 1991, la concentració de CO₂ a l'atmosfera ha augmentat un 12 % i si es compara amb el període pre-industrial l'increment ha estat d'un 27 % (Taula 5-4).

<i>any</i>	<i>concentració (ppm)</i>	<i>observacions</i>
1770	280	període pre-industrial
1820	285	
1860	290	
1910	295	
1920	300	
1940	310	
1959	316	inici de presa de mostres
1980	340	
1991	355	

Fonts: *Vital Signs 1992*, Worldwatch Institute, Washington, 1992
Biospheric carbon dioxide emissions..., Tellus, 1987

Taula 5.4: Concentració de CO₂ a l'atmosfera (1989).

L'efecte que l'increment de la concentració de CO₂ a l'atmosfera ha tingut es tradueix en l'augment de l'anomenat "efecte hivernacle". Això fa que una part més gran de la radiació solar incident a la Terra quedi atrapada a l'atmosfera augmentant la seva temperatura. Altres gasos que també contribueixen directament a aquest efecte són el metà, els clorofluorcarbonats, els halons, l'òxid nítrós i l'ozó (Taula 5-5). Altres gasos que hi contribueixen indirectament són: el monòxid de carboni, els òxids de nitrogen, els compostos orgànics volàtils, diversos gasos que contenen sofre, etc.

gas	contribució 1980-1990 (%)	contribució acumulada 1860-1980 (%)
CO ₂	50	60
CFC	22	9
CH ₄	13	14
O ₃	7	10
N ₂	5	3

Font: *Energy and Environment 1991*, Int. Symposium on Energy & Environment

Taula 5.5: Contribució dels diferents gasos a l'«efecte hivernacle».

La contribució de cadascun dels gasos esmentats en l'augment de la temperatura de la Terra és diferent, doncs mentre el CO₂ hi contribueix en un 50 %, el CH₄ que només hi contribueix en un 13 %, té un poder d'augment de l'escalfament global 58 vegades més gran (a igualtat de pes) que el CO₂. Els CFC el tenen milers de vegades superior.

La temperatura mitjana global de la Terra va ser, l'any 1991, de 12'41°C. Això va fer que l'any 1991 fos el segon any més càlid de tot el segle, superat únicament per l'any 1990. Segurament si el volcà Pinatubo no hagués entrat en erupció, a mitjans de 1991, aquest hagués estat l'any més càlid de tot el segle.

Al llarg de les dues darreres dècades l'increment de temperatura a la Terra ha estat de 0'5°C . Si bé no és una quantitat molt gran, la velocitat amb que s'ha produït és el que preocupa als experts, doncs és molt superior a les fluctuacions normals (Figura 5-2). Si la tendència segueix essent la mateixa a les properes dècades, ens podríem trobar amb una Terra més calenta del que ho ha estat els darrers 100.000 anys (la concentració de CO₂ a l'atmosfera ja és avui superior a la que hi ha hagut al llarg dels darrers 160.000 anys), lo qual podria alterar suficientment el clima de forma que es poses en perill la producció d'aliments, els boscos i els ecosistemes marins.

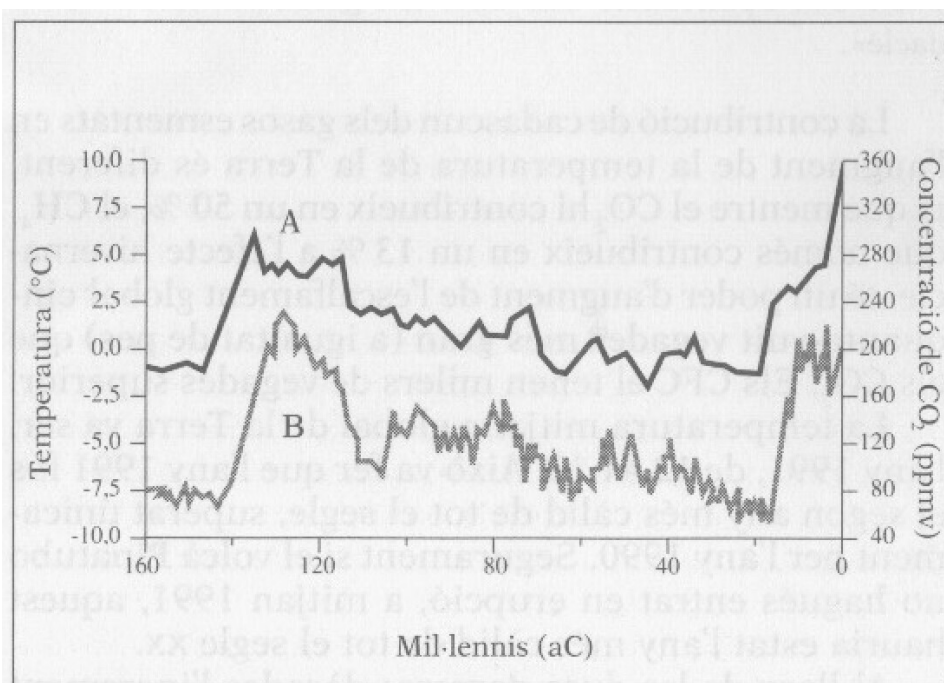


FIG. 5.2: Evolució del CO₂(A) i de la temperatura de l'atmosfera (B) en els darrers 160 000 anys.

El Panel Intergovernamental del Canvi Climàtic, que té el suport de les Nacions Unides i que aplega un centenar d'eminents científics, va informar, l'any 1992, que si la temperatura global augmenta entre 1'5 i 4'5°C l'any 2050 (a conseqüència d'haver-se doblat les emissions de Carboni, cosa altament probable si continuen invariables les pautes de consum de materials fòssils per disposar d'energia), milions de persones es podrien veure afectades per la interrupció del subministrament d'aliments i aigua i moltes espècies animals i vegetals podrien desaparèixer.

5.2.- Les emissions de SO₂ i NO_x i les pluges àcides.

Uns altres perillosos contaminants que s'introdueixen a l'atmosfera quan es cremen combustibles fòssils són els òxids de sofre i els òxids de nitrogen.

S'estima que les emissions de SO₂ arreu del món totalitzen gairebé 200 milions de tones cada any i que les de NO_x són lleugerament inferiors. A Europa, a finals dels anys 80, les emissions eren de més de 40 i 20 milions de tones/any respectivament. A la Taula 5-6 es donen les emissions de SO₂ per a diferents països.

<i>país</i>	<i>1980 (10³ t)</i>	<i>1990 (10³ t)</i>	<i>reducció 1980-1990 (%)</i>	<i>reducció promesa (%)</i>
Alemanya	3 210	1 060	-67	-65 (1993)
Àustria	370	94	-75	-70 (1995)
Bèlgica	828	420	-49	-50 (1995)
Bulgària	1 034	1 030		-30 (1993)
Dinamarca	448	266	-41	-50 (1995)
Espanya	3 250	2 190	-33	
ex-Iugoslàvia	1 300	1 550	+19	
ex-URSS	12 800	9 580	-25	-30 (1993)
França	3 338	1 334	-60	-50 (1990)
Països Baixos	466	254	-45	-50 (1995)
Hongria	1 632	1 164	-29	-30 (1993)
Itàlia	3 800	2 410	-37	-30 (1993)
Noruega	142	60	-58	-50 (1994)
Polònia	4 100	4 500	+10	
Regne Unit	4 848	3 832	-21	-30 (1999)
Suècia	514	204	-60	-68 (1995)
Txecoslovàquia	3 100	2 800	-10	-30 (1993)

Font: H. F. French, *Worldwatch Paper 107*, març 1992

Taula 5.6: Emissions de SO₂ en alguns països europeus.

L'estat espanyol té instal·lacions tèrmiques de producció d'electricitat que figuren entre les més contaminants del món. Les centrals tèrmiques de As Pontes (Galizia) i Andorra (Terol) emeten respectivament més de 600.000 tn i més de 400.000 tones de SO₂ cada any. Actualment la C.T. d'Andorra és objecte d'actuacions judicials per presumpte delictes ecològic a causa de les seves emissions de SO₂ que han ocasionat el deteriorament important de grans àrees de boscos a la comarca del Maestrat (unes 230.000 Ha). A Catalunya, la direcció de la C.T. de Cercs va ser condemnada per delictes ecològic després d'un llarg procés judicial instat per pagesos afectats i l'organització ecologista Alternativa Verda (Moviment Ecologista de Catalunya). Les emissions de SO₂ i de NO_x a l'estat espanyol totalitzen més de 3 milions de tones i gairebé 1 milió de tones cada any respectivament (les centrals tèrmiques de combustibles fòssils hi contribueixen en més de 2 milions i mig milió de tones).

Els primers símptomes de danys ecològics produïts per aquests contaminants varen aparèixer a Escandinàvia al llarg de la dècada dels anys 70, quan es va detectar la disminució de la població de peixos en els llacs.

A despit que va ser l'any 1872 quan científics anglesos descobriren la relació entre la pluja àcida que queia a les rodalies de Manchester i el diòxid de sofre produït per les indústries i els habitatges de la ciutat que cremaven carbó, varen haver de passar més de 100 anys perquè la civilització industrial s'adonés de la pol·lució produïda pel fet de cremar combustibles fòssils.

I els fums que les xemeneies, cada cop més altes, enviaven cap el cel retornava cap a la terra en forma de precipitació àcida, alterant la composició química dels sòls i de les aigües i afectant la vegetació, sobretot els boscos. Una primera evidència es va tenir quan entre 1982 i 1983 la superfície de boscos afectada, a Alemanya, va passar del 8 al 34 %. Des d'aleshores les evidències de danys als boscos s'han manifestat a tota Europa i a altres regions industrials del món. A finals

de la dècada dels anys 80 hi havien a Europa més de 50 milions d'hectàrees de boscos afectats per la pluja àcida, el que representava més d'un 35 % de la superfície total dels boscos europeus. A la Taula 5-7 es dona la relació de superfícies de boscos danyats a Europa.

país	de moderada a severa classes 2-4	de lleugera a severa classes 1-4
Regne Unit	56,7	94,0
Polònia	45,0	90,8
Txecoslovàquia	41,3	75,9
Dinamarca	29,9	58,5
Portugal	29,6	52,5
Estònia (*)	28,0	65,0
Rússia (*)	26,0	67,2
Alemanya	25,2	64,2
Lituània	23,9	75,4
Luxemburg	20,8	44,2
Noruega	19,7	50,6
Hongria	19,6	51,7
Liechtenstein	19,0	68,0
Suïssa	19,0	68,0
Bèlgica	17,9	56,6
Països Baixos	17,2	47,5
Grècia	16,9	48,2
Itàlia	16,4	41,6
Finlàndia	16,0	35,5
Eslovènia	15,9	37,1
Irlanda (*)	15,0	46,2
Suècia	12,0	45,3
ex-Iugoslàvia	9,8	25,2
Romania	9,7	38,4
Àustria	7,5	45,4
Espanya	7,3	35,7
França	7,1	23,6

(*) Només coníferes

Font: *International Co-operative programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests*, UN ECE Convention on Long Range Transboundary Air Pollution

El que s'anomena pluja àcida no és més que un complex fenomen associat amb la deposició atmosfèrica d'òxids de sofre i de nitrogen. No solament la pluja, la neu, la boira i la rosada esdevenen àcides, sinó que el fenomen inclou també la deposició seca de partícules i gasos.

Mentre la deposició seca és un focus important de contaminació a les rodalies del focus emissor, la deposició humida és la causa de contaminació a centenars i a milers de kilòmetres del focus emissor. Ambdues formes de contaminació tenen nefastos efectes sobre els sistemes naturals i la seva complexa trama vital, ja que l'aigua acidificada facilita la lixiviació de nutrients del sòl i del subsòl, activant a la vegada metalls pesants, com ara el cadmi, l'alumini i el mercuri entre d'altres, fent que s'introdueixin a les aigües superficials i subterrànies contaminant-les perillosament.

Un dels primers èxits reals de la governabilitat ecològica ha estat l'esforç europeu per a combatre la contaminació transfronterera i contra la pluja àcida. A començaments dels anys 70 els científics descobriren que els contaminants emesos per les centrals tèrmiques, les indústries i els cotxes podien ser transportats a llargues distàncies i acidificaven els llacs i emmalaltien els boscos.

Sota els auspicis de la Comissió Econòmica per Europa de les Nacions Unides (CEE-NU), 33 països signaven a Ginebra (novembre 1979) la Convenció sobre Contaminació Transfronterera que els comprometia a la investigació i monitorització de la problemàtica. Aquesta Convenció va entrar en vigor el 16 de març de 1983 després que 24 països l'haguessin ratificat. Era el primer pas per "procurar posar límits i, en lo possible, reduir gradualment i prevenir la contaminació atmosfèrica".

Seguiren a la Convenció, diversos protocols. El primer, signat el juliol de 1985 per 21 països, és el Protocol per al Control de les Emissions de SO₂, que va entrar en vigor el 2 de setembre de 1987. Compromet als signataris a reduir un 30 % les emissions de SO₂ per l'any 1993 respecte a les emissions de l'any 1980. Naixia així el que s'ha anomenat Club del 30 %. El segon és el Protocol

per al Control de les Emissions de NO_x que va ser signat el mes de novembre de 1988 i congela les emissions de NO_x per l'any 1994 al nivell de les que hi havia l'any 1987. A més obra la porta a futures negociacions a partir de l'any 1996 per a reduir les emissions. El tercer protocol és el Protocol per al Control de les Emissions del Compostos Orgànics Volàtils que va ser signat el novembre de 1991 i preveu una reducció del 30 % de les emissions de l'any 1989 per l'any 1998.

Les Organitzacions No Governamentals (ONG) ecologistes han jugat un paper clau en fer possibles tots aquests acords. Amb la seva tasca de denúncia davant l'opinió pública i amb les seves propostes concretes han empès als governs dels estats-nació a prendre mesures concretes i calendaris d'actuació. En el 3r Seminari de les ONG sobre Pol·lució Atmosfèrica (10-12 d'abril de 1992) acordaren continuar mantenint la petició de reduccions més dràstiques que les fins ara acordades. Així les ONG demanen una reducció del 90 % dels nivells de les emissions de SO₂ i de NO_x de l'any 1989.

5.3.- L'enverinament radioactiu dels sistemes naturals i les centrals nuclears.

L'enverinament radioactiu dels sistemes naturals és va iniciar a conseqüència de la curiositat dels científics, la qual després d'haver possibilitat el descobriment del fenomen de la radioactivitat natural a finals del segle XIX, va menar al descobriment de la radioactivitat artificialment induïda, l'any 1934 i al descobriment de la fissió nuclear (Berlín, 1939).

La situació política al món i especialment a Europa, arran de l'expansionisme nazi a la fi dels anys 30, va conduir a que l'any 1940 el govern nord-americà prengués la decisió d'iniciar l'anomenat Projecte Manhattan amb la finalitat de construir la primera bomba atòmica, que va ser explotada al desert d'Àlamo Gordo (New Mexico), al paratge anomenat "la jornada del muerto", el 16 de juliol de 1945. Prèviament, l'equip dirigit per E. Fermi havia assolit desencadenar una reacció nuclear en cadena a la Universitat de Chicago.

Una àrea de més de 750 km² va quedar enverinada radioactivament a conseqüència de l'explosió. El núvol radioactiu resultant va viatjar a una velocitat de 16 km/h creuant New Mexico, Kansas, Iowa, New York i New England, penetrant posteriorment a l'oceà Atlàntic. El diari New York Times (23/5/1946) afirmava: "una simple bomba explosionada a New Mexico ha contaminat l'aire sobre una àrea més gran que Austràlia".

La polèmica era servida. En el si de la comunitat científica, hi havia els científics que treballaven per la USAEC (la Comissió d'Energia Atòmica dels Estats Units) que defensaven que no hi havia cap mena de perill. Però també hi havia científics independents que varen tenir un paper decisiu en fer que l'opinió pública arribés a conèixer els efectes de la radioactivitat. La polèmica continua encara avui, però cada vegada són més les evidències que menen a reconèixer que la radioactivitat, inclús en baixes dosis, és perniciososa per la salut, tant de les persones com dels sistemes naturals.

Això no obstant, la insensatesa dels cercles de poder i la irresponsabilitat de determinats cercles científics, que dominen en el si de la societat industrialista ha fet que proliferessin instal·lacions nuclears arreu del Planeta: instal·lacions militars i instal·lacions qualificades de "civils" o també "pacífiques", per a intentar diferenciar-les de les primeres, encara que moltes vegades el llinard és confús pel fet que un reactor nuclear d'aigua lleugera produeix uns 200 kg de Plutoni per cada GWany d'energia elèctrica produïda i que solament calen 10 kg de Plutoni per a fer una bomba atòmica. Funcionant un any, un reactor nuclear de 1.000 MW de potència produeix el Plutoni necessari per a fabricar 16 bombes atòmiques.

La pressió de l'opinió pública arreu del món davant les proves nuclears realitzades a l'atmosfera va fer que el Estats Units, l'URSS i el Regne Unit signessin, l'any 1964, el Tractat que prohibia la realització de proves nuclears a l'atmosfera. A despit d'això, altres potències nuclears, com ara

França i Xina, continuaren fent-ne. També se'n continuen fent dessota terra. A la Taula 5-8 es mostra una relació de les proves nuclears realitzades per diferents països (no inclou les realitzades per la ex-URSS).

<i>any</i>	<i>explosions</i>	<i>lloc</i>	<i>país</i>
1945	1	Alamogordo, Nou Mèxic	EUA
1946-1948	indeter.	illes Bikini, Micronèsia	EUA
1951-1958	més de 100	desert Nevada (territori xoixon)	EUA
1952-1958	21	illes Montebello i Christmas	Regne Unit
1954-1958	indeter.	illes Bikini, Micronèsia	EUA
1960-1968	indeter.	Algèria i Polinèsia	França
1964-1988	34	Himàlaia i altres indrets	Xina
1970-1979	indeter.	Polinèsia	França
1958-1988	més de 600	desert Nevada (territori xoixon)	EUA- Regne Unit

Font: *The Greenpeace Book of the Nuclear Age*, 1989

Taula 5.8: Proves nuclears realitzades, a excepció de les de l'ex-URSS, en el període 1945-1988.

Fa pocs anys, oficials de l'exèrcit americà destacat al "*Nevada Test Site*" reconeixien que entre les 475 explosions subterrànies realitzades allí al llarg de 21 anys, hi hagueren 62 accidents que varen comportar alliberaments de radiació (53 fugites graduals de radiació i 9 alliberaments massius de radiació). Cal dir que el "*Nevada Test Site*" està emplaçat en territori de la nació pelloja Shoshone, que tot hi patint-ne directament les conseqüències, menen una llarga lluita contra el govern americà.

Però no solament són les proves nuclears que han contribuït a enverinar els sistemes naturals. També la generació d'energia elèctrica a partir de la fissió de l'àtom d'Urani-235 hi té la seva part de responsabilitat. Amb data 1 de gener de 1992 hi havia en funcionament al món més de 400 reactors nuclears, amb una potència instal·lada de més de 320.000 MW. A Catalunya n'hi ha tres en funcionament (Ascó I i II i Vandellòs II), ja que després de l'accident sofert per Vandellòs I, aquest reactor roman tancat en espera del seu desmantellament. La potència nuclear a Catalunya totalitza 2.856 MW i a tot l'estat espanyol 7.067 MW. A la Taula 5-9 es mostra el grau de nuclearització de diferents països a través del percentatge d'energia elèctrica d'origen nuclear.

país	participació (%)	potència (MW)	nombre de reactors	
			funcionant	en construcció
Catalunya	80	2 856	3	
França	72	56 873	56	6
Bèlgica	59	5 484	7	
Suècia	51	9 817	12	
Hongria	48	1 645	4	
Corea del Sud	47	7 220	9	2
Suïssa	40	2 952	5	
Espanya	36	7 067	9	
Bulgària	34	3 538	6	
Finlàndia	33	2 310	4	
Txecoslovàquia	29	3 264	8	6
Alemanya	27	22 390	21	
Japó	24	32 044	42	10
EUA	22	99 757	110	1
Regne Unit	21	11 710	37	1
Argentina	19	935	2	1
Canadà	16	13 993	20	2
ex-URSS	13	34 673	45	4
ex-Iugoslàvia	6	632	1	
Sud-àfrica	6	1 842	2	
Països Baixos	5	508	2	
Mèxic	4	645	1	1
Índia	2	1 314	9	5
Pakistan	0,8	125	1	
Brasil	0,6	626	1	1
Xina	?	288	1	2
Cuba				2
Romania				5
Total mundial		326 611	421	49

Fonts: Organització Internacional de l'Energia Atòmica, 1992
Greenpeace/WISE-París/Worldwatch Institute, gener de 1992

Des que les societats industrialistes han introduït les centrals nuclears en els seus esquemes energètics, tot el cicle del combustible nuclear, necessari per al seu funcionament, implica emissions radioactives: des de la mineria i les fàbriques de concentrats d'urani, fins els residus produïts per les centrals, tot passant per les fàbriques d'enriquiment i els mateixos reactors nuclears.

Tot i les afirmacions, realitzades reiteradament per la gent que treballa a la indústria nuclear, que la probabilitat d'un accident greu en un reactor nuclear per a la producció d'electricitat (com ara la pèrdua de confinament del combustible nuclear que hi ha dins del seu nucli) era infinitament petita, la realitat s'ha encarregat de demostrar que pot ocórrer.

Per avaluar la probabilitat d'ocurrència d'un desastre nuclear en una instal·lació batejada com "d'ús civil", es a dir en un reactor nuclear per a la producció d'electricitat, s'han desenvolupat mètodes de valoració basats en el concepte anomenat "risc probabilístic".

En estudis realitzats als EUA i a Alemanya s'estimava que un accident greu, amb danys en el nucli del reactor, pot tenir una freqüència de \dot{u} entre 10.000 reactors-any (el reactor-any és una unitat que mesura l'experiència operacional d'un reactor: 10 reactors equivalen a 10 reactors-any funcionant al llarg d'un any, 20 r-a funcionant 2 anys, 30 r-a funcionant 3 anys, etc.). Això significa que s'esdevindria un accident amb danys al nucli del reactor cada 20 anys, tenint en compte que arreu del món hi ha uns 500 reactors en funcionament.

Un altre estudi realitzat l'any 1982, per el Laboratori Nacional Oak Ridge (EUA) va elevar el risc fins a 4.000 reactors-any, el que equival a un accident cada 4 anys.

Amb tot, l'experiència real ens ensenya que totes aquestes estimacions tenen una validesa més que dubtosa, doncs es basen en suposicions que no reflecteixen, ni de bon troç, les condicions reals i concretes de les plantes nuclears. Per exemple, l'accident de Three Mile Island (28/3/1979)

va ocórrer després de 1.500 reactors-any i l'accident de Txernòbil (26/4/1986) després d'uns altres 1.900 reactors-any. Això fa pensar que la freqüència d'un accident amb danys al nucli del reactor sigui més del doble de la avaluada per l'estudi de Oak Ridge. Això significa que, amb uns 500 reactors funcionant arreu del món, pot haver-hi un accident d'aquestes característiques cada quatre anys.

Un estudi realitzat per l'Institut de Desenvolupament i Recerca d'Enginyeria Energètica de la ex-URSS arribava a la conclusió que "el cost de l'accident (incloent les pèrdues associades en no produir electricitat altres plantes nuclears) arribarà a 358 mil milions de dòlars" - el 15 % del PNB de l'URSS l'any 1987 -. Com que aquest cost és moltes vegades més gran que els diners estalviats pel fet d'emprar l'energia nuclear, l'informe conclou dient que "l'economia soviètica estaria molt millor si no s'haguessin construït mai els reactors nuclears".

Però l'energia nuclear no solament enverina el planeta a través del seu ús militar o quan les instal·lacions dites "pacífiques" tenen accidents. En funcionament normal, els reactors nuclears aboquen a l'atmosfera i a les aigües considerables quantitats de substàncies radioactives.

Ja a començaments de la dècada dels anys 70, el Premi Nobel de Física, H. Alfvén manifestava: "en un programa de fissió nuclear a gran escala, els residus radioactius arribaran a ser tan importants que es possible l'enverinament de tot el planeta". A la Taula 5-10 es donen els residus produïts al llarg del cicle del combustible nuclear acumulats fins l'any 1988 als Estats Units d'Amèrica.

Les 33 tones de combustible irradiat que cada any es descarreguen de cada reactor PWR contenen 31'8 tn d'Urani, 300 kg de Plutoni i uns 900 kg de productes de fissió i actínids. Tot plegat representa un volum de 8 m³. A més a més el funcionament d'un reactor ocasiona la producció de 500 m³ de residus de feble i mitjana activitat.

<i>tipus residu</i>	<i>volum (10³ m³)</i>	<i>pes (t)</i>	<i>radioactivitat (10⁶ Ci)</i>
estèrils (mineria)	116 900		
d'alt nivell		17 607	18 654
de baix nivell	631		1,655

Font: *A Decade of Decline*, Public Citizen, Washington, 1989

Taula 5. 10: Residus acumulats (cicle del combustible nuclear) fins a l'any 1988 als Estats Units.

També a l'inici de la dècada dels anys 70, Dixi Le Ray, que havia presidit l'antiga Comissió d'Energia Atòmica americana, afirmava: "és impossible tenir en funcionament una planta d'energia atòmica sense que es pugui escapar radioactivitat".

Els més de 34.000 incidents/accidents ocorreguts a les plantes nuclears nord-americanes al llarg de la dècada dels anys 80, els més de 800.000 treballadors contaminats per la radiació, amb una dosi col·lectiva anual rebuda de l'ordre de 40.000 persona-rem, són algunes de les manifestacions de l'enverinament radioactiu a que ens aboca l'energia nuclear.

La mateixa Agència Internacional de l'Energia Atòmica, en el seu Simposi de l'any 1970, reconeixia que "inclús en funcionament normal una central nuclear difon al medi 30 Curies per cada Megawat de potència i cada any de funcionament". A nivell de tot el món, això representa més de 10 milions de Curies de radioactivitat (que equival a més de 10 tones de Radi) introduïts a la biosfera cada any degut als més de 400 reactors nuclears en funcionament arreu del món. El que equival a una cinquena part de la radioactivitat que va alliberar l'explosió del reactor de Txernòbil al llarg dels primers 11 dies.

Això vol dir que un reactor de 1.000 MW (com els d'Ascó I i II i Vandellòs II) al llarg de tota la seva vida útil introdueix a la biosfera la 53ava part de la radioactivitat que es va escapar del nucli de Txernòbil durant els primers 11 dies després de l'accident.

De fet, una part d'aquesta contaminació radioactiva es mesurada habitualment. Els resultats de les mesures es publiquen en els "*Informes del Consejo de Seguridad Nuclear al Congreso de los Diputados*" que cada semestre es presenta. En ells es pot constatar que, en funcionament normal, les centrals nuclears a l'estat espanyol aboquen a les aigües i a l'atmosfera quantitats gens menyspreables de radioactivitat. En mitjana aboquen l'activitat equivalent a 12-15 kg de Radi (Taula 5-11).

any	efluents		total
	líquids	gasosos	
1988	2 646	9 794	12 440
1989	3 014	11 388	14 402
1990	3 173	10 672	13 845
1991	3 810	8 911	12 721

Font: Grup de Científics i Tècnics per un Futur No Nuclear, 1992.

Taula 5.11: Efluents abocats a l'aire i a l'aigua per les centrals nuclears de l'Estat espanyol, expressats en curies.

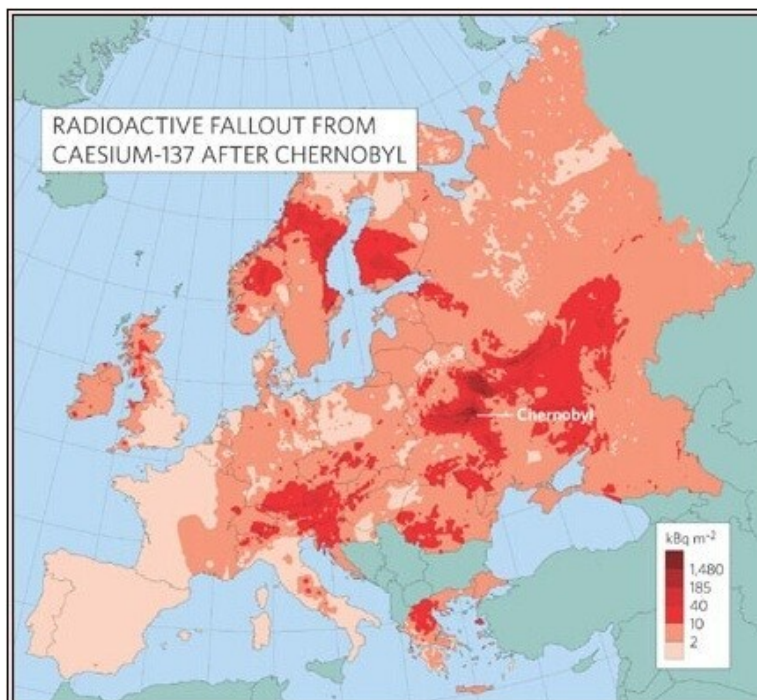
Avui, a Catalunya, ja es té la constatació que s'ha iniciat l'enverinament radioactiu dels sistemes naturals. Un informe fet públic per Alternativa Verda, l'octubre de 1989, posava en evidència que el riu Ebre estava contaminat radioactivament. L'informe era el resultat d'un treball iniciat a la primavera de 1989 i realitzat pel Grup de Científics i Tècnics per un Futur No Nuclear (GCTPFNN), en el que es demostrava que en els sediments i la vegetació aquàtica del riu s'hi acumulaven productes de fissió (Cessi 134 i Cessi 137) i productes d'activació neutrònica (Cobalt 58 i Cobalt 60).

Tot i que en una primera reacció de les autoritats catalanes es va dir que la radioactivitat mesurada en els fangs era d'origen "natural", l'informe demostrava que eren isòtops procedents del nucli del reactor nuclear. El mateix "*Consejo de Seguridad Nuclear*", més tard (març 1990), afirmava: "*el proceso de incorporación de los elementos radioactivos -Cesio 137 y Cobalto 60- a los sedimentos es básicamente irreversible, por lo que tienden a permanecer absorbidos en los mismos Su presencia se debe a los vertidos de las centrales nucleares, a la deposición de polvo radioactivo procedente del accidente de Chernobil y a las explosiones atómicas de los años setenta*". Això sí, no es descuidava pas d'afirmar: "*no suponen riesgo radiológico alguno*".

En acabar la seva vida útil (estimada teòricament en uns 30 anys, a despit que mai cap reactor ha funcionat tant temps), una central nuclear està tan contaminada radioactivament que no es pot mantenir en funcionament sense posar en perill les persones que hi treballen. En els propers 25 anys s'hauran de tancar més de 300 reactors nuclears al món i cada reactor nuclear de 1.000 MW conté unes 8.000 tones d'estructures d'acer, uns 80.000 m³ de formigó i més de 1.600 km de barres d'acer. Tots aquests materials estructurals estan contaminats radioactivament en major o menor quantitat. El desmantellament segur i l'emmagatzematge dels residus resultants del desmantellament serà un procés difícil, perillós i a més a més car, ja que es necessitaran tècniques especials encara no perfeccionades (molts crítics asseguren que mai arribaran a existir) i emplaçaments especials (encara ara no trobats) per a dipositar les restes del desmantellament de les nuclears avui en funcionament o ja aturades (avui ja hi ha al món una trentena de reactors nuclears, amb una potència d'uns 6.000 MW, aturats en espera del seu desmantellament). S'ha estimat que el desmantellament d'un reactor de 1.000 MW generarà uns 18.000 m³ de residus de baixa activitat, una quantitat equivalent a un camió de gran tonatge ple, cada dia, durant 4 anys.

També s'han fet avaluacions del cost de desmantellament de centrals nuclears. Per a un reactor de 1.000 MW el seu desmantellament costarà entre 175 i 750 milions de dòlars. A Catalunya, arran de l'accident i clausura del reactor Vandellòs I, es va fer públic que el cost de desmantellament seria de l'ordre de 180.000 ptes/kW. Avui per aquest mateix cost s'estan instal·lant parcs eòlics a l'estat espanyol i arreu del món.

Es evident que la indústria nuclear haurà d'aprendre com desmantellar les nuclears i les administracions públiques no solament hauran d'afrontar el problema de què fer amb el combustible irradiat i els residus procedents del desmantellament, sinó que una bona part d'aquests residus s'hauran de mantenir aïllats de la biosfera al llarg de més de 10.000 anys, és a dir durant un període més llarg que tota la història registrada. Tot plegat suposarà uns costos econòmics, socials i ecològics de difícil mesura, tant per la present generació, com per les generacions que vindran. Uns costos evidentment elevadíssims, que amb tota probabilitat faran que l'energia nuclear passi al record de la història com la font d'energia més cara i més perillosa que mai s'hagi desenvolupat.



J. SMITH & N. A. BERESFORD CHERNOBYL: CATASTROPHE AND CONSEQUENCES (PRAXIS, CHICHESTER, 2005)

6.- Les energies netes.

Per contraposició a les energies brutes, explotades amb avidesa per un sistema social que té com a preocupació bàsica transformar en diner els recursos naturals i, entre ells, les fonts d'energia no renovables, deixant de banda els impactes que generen, la humanitat ha emprat des dels seus orígens fonts d'energia netes, basades fonamentalment en el Sol. Són aquelles fonts d'energia lliures perquè estan a l'abast de tothom i fonts d'energia renovables perquè difícilment s'esgoten.

El Sol és l'únic reactor nuclear (de fusió) segur i inesgotable a escala humana, que tenim a l'abast i que ens envia energia en quantitats molt superiors a les que necessitem. Doncs és un reactor amb una massa 3.332.270 vegades més gran que la massa del nostre planeta, situat a 150 milions de km. de la Terra i que té una vida esperada de molts milers de milions d'anys. A més no necessita que realitzem cap despesa d'inversió ni de manteniment perquè continuï *funcionant*.

Avui existeixen un nombre suficient de tecnologies al nostre abast per permetre l'ús comercial d'aquest tipus de reactor. Els raigs que ens envia els podem emprar en forma de calor (captadors solars, arquitectura solar), en forma d'electricitat (cèl·lules fotovoltaïques), o indirectament a través del vent (aerogeneradors), a través de l'aigua (hidroelèctrica) i de múltiples usos de la biomassa. Segons Donella Meadows:

"És una energia en la qual no pensem molt perquè ens arriba suaument i sense presses. Una energia que és difícil que algú l'acapari. Però degut als bojos càlculs del sistema econòmic vigent (que comptabilitza només els beneficis per a una minoria d'éssers humans i que no té en compte els costos sobre la major part de la població, es considera que és cara. Però ni és cara, ni contamina i està aquí per ser captada i utilitzada, tan aviat com nosaltres estiguem disposats a aprofitar-la".

El flux d'energies renovables i netes sobre la superfície de la Terra és milers de vegades més gran que el ritme amb que la humanitat avui fa ús de l'energia. El repte és trobar tecnologies i sistemes per utilitzar-les que siguin ecològica i econòmicament avantatjosa. De fet, les energies netes es poden emprar en una gran varietat d'aplicacions per a cobrir pràcticament cada tipus de demanda d'energia.

En aquest capítol es descriuran les energies netes, renovables i lliures, començant per la radiació del Sol i seguint amb la força del Vent, l'impuls de l'Aigua, el calor de la Terra i la biomassa o energia "verda". També es descriuran els sistemes i tecnologies que en permeten l'aprofitament.

6.1.- La radiació del Sol.

Els raigs interceptats pel nostre Planeta en el seu recorregut entorn del Sol han estat i són la principal font d'energia renovable a disposició de la humanitat. De l'equivalent total d'energia que irradia el Sol (3.9×10^{26} MW, és a dir 63 MW per cada metre quadrat de la seva superfície), la Terra n'intercepta de l'ordre de 172.5×10^9 MW (aproximadament 2 calories per cm^2 i minut o el que és el mateix, 1.3 kW/m^2).

D'aquesta, només n'arriba a la superfície del planeta (al nivell del mar) 120×10^9 MW, la resta és reflectida cap a l'espai. Això significa que com a màxim n'arriba a una superfície perpendicular a la direcció dels raigs del Sol situada al nivell del mar, 1 kW/m^2 , una quantitat ínfima però suficient per fer possible la vida a la Terra. Pensem que sense el Sol la temperatura a la Terra seria propera al zero absolut (-273°C). El Sol fa que la temperatura mitjana sigui superior a 10°C .

L'energia que arriba a la superfície de la Terra -1.000 W/m^2 en un dia assoleiat- es redueix en un dia mig núvol, a 600, en un dia núvol a 300 i en un dia boirós d'hivern a 100 W/m^2 .

La radiació solar incident rebuda pel sistema Terra-Atmosfera no roman a la Terra sinó que és reirradiada cap a l'espai exterior en una quantitat exactament igual a la incident, ja que si no fos així la Terra s'aniria escalfant i esdevindria inhabitable.

Per tant l'aprofitament de l'energia solar no és res més que la seva captació i conversió en energia útil a la humanitat. Però el resultat net d'aquest aprofitament és el mateix que si no hi hagués hagut la interferència humana (captant els raigs del Sol) en el procés de reirradiació cap a l'espai. La captació i l'ús de l'energia del Sol solament significa un retard o desfase en el procés, be sigui resultat de l'aprofitament humà o com resultat dels processos naturals duts a terme per les plantes verdes (fotosíntesi).

6.1.1.- Els sistemes d'aprofitament de l'energia solar.

Hi ha diferents sistemes i tecnologies per a captar l'energia del Sol i transformar-la en una forma útil a la humanitat, en les seves diverses formes: energia tèrmica directe o indirecte (a través de cicles termodinàmics), energia elèctrica, energia química, etc. Alguns d'ells s'han perfeccionat molt al llarg de la darrera dècada, altres necessiten encara millores i altres ja no es fan servir.

Si el que es vol és energia tèrmica en forma de calor a partir de la radiació del Sol, calen sistemes de captació que tinguin materials absorbidors de la radiació i que alhora siguin capaços de transmetre l'energia absorbida a un fluid. Els artefactes que realitzen això s'anomenen col·lectors solars. Si el col·lector està unit a un dipòsit de magatzematge serà possible acumular l'energia captada.

Sistemes ben senzills compostos d'una placa captadora plana i un dipòsit permeten avui tenir aigua calenta a molts indrets del món. Avui a la Xina hi ha més de 1'8 milions de m² de captadors solars per a escalfar aigua. També s'empren massivament a Israel, a Grècia i a Xipre. A Jordània, el 25 % dels habitatges escalfen aigua amb el sol. Solament superen aquest percentatge Xipre i Israel.

Sistemes més sofisticats permeten assolir temperatures més elevades i aleshores es pot disposar no solament d'aigua calenta sanitària sinó també d'aigua calenta per a calefacció i vapor per a processos industrials o agrícoles.

Hi ha sistemes actius i sistemes passius d'aprofitament de l'energia solar, segons sigui necessari aportar energia exterior per a possibilitar que l'energia captada pugui emprar-se al lloc on sigui necessària. Els sistemes passius no necessiten aportacions exteriors, mentre que els actius sí.

Exemples de sistemes passius són els hivernacles utilitzats en agricultura, els hivernacles adossats a habitatges, una paret fosca assoleïada recoberta de vidre i enmig dels quals circula aire, sempre que no facin servir artefactes per a fer circular l'aire. També ho són les anomenades "cuines solars", formades per una capsa de parets aïllades i recoberta interiorment d'un material reflectant i amb la tapa substituïda per vidre. Aquests simples artefactes permeten cuinar aliments i pasteuritzar aigua en poques hores, fent possible que a molts llocs del món s'estalviïn quantitats considerables de llenya per cuinar, a més de la disminució de malalties degudes a les aigües contaminades amb matèria orgànica. Altres sistemes passius són els assecadors de collites.

Un sistema passiu més sofisticat per aprofitar l'energia del Sol és l'anomenada arquitectura solar, a vegades anomenada també arquitectura bioclimàtica. Avui construir una casa bioclimàtica requereix un extracost del 5 al 10 % del cost de construcció d'un habitatge convencional, però aquesta inversió addicional es recupera en poc temps amb els estalvis generats en no utilitzar combustibles convencionals. Hi ha al món edificacions d'aquestes característiques, en climes ben freds, que no requereixen l'ús de sistemes convencionals de calefacció.

Fa més de 2.500 anys que els antics grecs començaren a dissenyar les seves cases per a captar la radiació del Sol sobretot els mesos d'hivern, seguint l'opinió de Sòcrates que deia: "la casa ideal ha de ser fresca a l'estiu i càlida a l'hivern". Així començaren a dissenyar cases orientades i amb

força obertures cap el sud, de forma que hi entrés el Sol a l'hivern però que a l'estiu les volades o els ràfecs ho impedissin. No solament els antics grecs dissenyaren i construïren cases solars sinó que planejaren i construïren ciutats solars. Exemples en són Olynthus, Priene i Delos.

Moltes altres cultures també dissenyaren i construïren cases solars, no solament a Europa sinó també a Asia i Amèrica. Es ben coneguda la cultura dels indis Anasazi (anomenats indis Pueblo pels invasors europeus) que construïren habitatges, que avui nomenariem bioclimàtics, al llarg del segle XI i XII.

Un col·lector plà que escalfi aigua i la transfereixi a un dipòsit mitjançant mecanismes naturals de convecció és també un sistema passiu. Mentre que un sistema semblant però que transfereixi el calor a través d'un fluid impulsat per una bomba, seria un sistema actiu.

Els primers col·lectors plans comercials procedien d'una patent realitzada per C. L. Kemp, de Baltimore (Maryland), l'any 1891. S'anomenaven Climax i s'oferien en 8 mides (el més gran capaç d'escalfar més de 2.500 litres d'aigua). hi havia més de 1.600 sistemes Climax instal·lats a Califòrnia l'any 1900. Des d'aleshores fins el 1911 una dotzena d'inventors registraren patents realitzant millores en el sistema Climax. Una destacable fou la de F.Walker, de Los Angeles, que el 1902 va desenvolupar un sistema combinant la captació solar amb escalfament auxiliar amb una cuina econòmica. Ja l'any 1909, W. J. Bailey va començar a vendre uns revolucionaris sistemes solars que subministraven aigua calenta dia i nit, fes sol o estés nubol. Ho aconseguia separant el sistema de captació del sistema de magatzematge. Naixia així la tecnologia que avui s'ha generalitzat per a escalfar aigua amb el Sol. En acabar la primera Gran Guerra, Bailey havia instal·lat més de 4.000 sistemes solars. "Dia i Nit" era la marca comercial.

Ja l'any 1938 un equip d'enginyers del MIT (Massachusetts Institute of Technology) iniciaren dues dècades de recerca en l'aplicació de col·lectors solars per a escalfament de cases. Dissenyaren i

construïren una casa amb col·lectors a la teulada que emmagatzemava l'energia del sol en forma d'aigua calenta en un dipòsit subterrani de 65.000 litres situat dessota la casa. La tercera casa solar que construïren ja combinava els col·lectors amb arquitectura solar.

Hi ha també els anomenats sistemes de concentració, que són imprescindibles si el que volem és assolir temperatures superiors a 100°C. N'hi ha que concentren l'energia captada en un punt i n'hi ha que la concentren al llarg d'una línia. En aquests sistemes la superfície absorbent correspon a la imatge del Sol reflectida en la superfície de captació. Molts d'aquests sistemes duen acoblats dispositius de seguiment de la trajectòria del Sol.

Va ser el francès A. Mouchot qui va iniciar, l'any 1860 a Tours, la recerca per captar eficientment l'energia del Sol per tal d'accionar una màquina de vapor. Entre els seus experiments va assolir convertir vi en brandy mitjançant la destil·lació solar. L'any 1874 va construir el primer motor solar que consistia en un dispositiu concentrador cònic amb una caldera al llarg de l'eix del con. Estava pensat per seguir el Sol al llarg del dia i al llarg de les estacions de l'any. Aquest artefacte era capaç de generar el vapor necessari per accionar un motor de 0'5 HP. Va ser exposat a l'Exposició Universal de París l'any 1878. Posteriorment, l'any 1880, un ajudant seu va exposar als jardins de les Tuilleries un motor solar que accionava una impremta, on es varen imprimir 500 exemplars de *Journal Soleil*.

Vuit anys després que Mouchot iniciés els seus experiments, un enginyer suec emigrat a Amèrica, J. Ericsson manifestava l'esperança que algun dia l'energia solar seria el "combustible" de l'era industrial. Igual que Mouchot, Ericsson estava preocupat pels sempre creixents consums de carbó. Va completar el seu motor solar el 1870. Estava format per un concentrador parabòlic, una caldera i una màquina de vapor. També va ser Ericsson qui, l'any 1872, va construir el primer motor solar d'aire calent.

També es poden emprar sistemes solars per a refredament. Això s'aconsegueix quan s'acobla un captador solar i el seu sistema d'emmagatzematge de calor amb un cicle d'absorció que extreu calor d'un dipòsit fred.

Quan es necessita energia en forma de treball, com quan es vol bombejar aigua d'un nivell a un altre de més elevat, es pot aplicar l'energia tèrmica obtinguda en un col·lector solar a un cicle termodinàmic (Sterling, Rankine, ...) i obtenir així energia mecànica. La primera bomba solar a baixa temperatura, fent servir un fluid de baix punt d'ebullició, va ser construïda per un enginyer francès, Ch. Tellier, a començament del segle XX.

Va ser a la primavera de 1904 quan va començar a funcionar un generador solar les 24 hores del dia. Construït per *Willsie Sun Power Co.* (St. Louis) servia per accionar un motor de 6 HP. L'aigua escalfada pel Sol, vaporitzava amoníac, el qual a pressió accionava el motor. A la nit una caldera convencional permetia que continués en funcionament. Posteriorment es va construir una planta semblant (de 15 HP) a Needles (Califòrnia), amb la diferència que aquesta acumulava calor durant el dia per ser utilitzat a la nit, assegurant el seu funcionament les 24 hores del dia, a partir únicament del Sol.

També s'utilitza la radiació del Sol per a destil·lar aigua mitjançant un alambí solar. Igualment, s'empra en els anomenats estanys solars, que capten l'energia del Sol i l'emmagatzemen durant força temps. Ni ha alguns en funcionament i altres en construcció. El més gran és al mar Mort, a Israel, i s'empra per a generar electricitat (5 MW). També poden ser usats en la dessalatge d'aigua i per emmagatzemar calor.

Un segon gran bloc d'aplicacions per a aprofitar l'energia que el Sol ens envia és la producció d'electricitat, be directament a través de les anomenades cèl·lules fotovoltaïques, be convertint-la primer en calor per posteriorment, mitjançant un cicle termodinàmic convencional, transformar-la en electricitat.

Les centrals tèrmiques solars, també anomenades "sistemes de generació d'electricitat termo-solars", no són més que miralls que concentren els raigs del Sol amb la finalitat d'escalfar un fluid, el qual convertit en vapor accionarà una turbina, que a la vegada impulsarà un generador elèctric. De fet són sistemes concentradors. El més conegut, a casa nostra, és el forn solar d'Odellò, a la Cerdanya, que ha funcionat com central elèctrica un temps i que ara és un centre de recerca de materials i les seves propietats a molt altes temperatures.

Hi ha tres sistemes de centrals termo-solars: a) les centrals de torre, b) les centrals de discs parabòlics i c) les centrals de cilindres parabòlics.

Les centrals de torre consten de centenars o milers de miralls plans que concentren els raigs del Sol en un focus de la torre.

Les centrals de disc es poden emprar de forma individual per a accionar un motor tèrmic situat en el focus del disc o de forma agrupada per accionar un motor tèrmic o turbina central.

Les centrals de cilindres parabòlics concentren els raigs del Sol sobre un eix per on circula un fluid que s'escalfa. Igual que les centrals de disc solen ser agrupacions de cilindres que escalfen el fluid.

Els tres sistemes tenen en comú que el fluid escalfat pot accionar directament o indirectament (cedint la calor a un altre fluid) la turbina.

Des dels inicis dels anys 80 s'han construït al món una desena de centrals termo-solars de torre, arribant a potències de 10 MW, funcionant moltes d'elles correctament, però en ser prototipus s'han desmantellat. Avui existeixen propostes de projectes de centrals solars de torre de 100 i 200 MW.

A mitjans del anys 80 una petita empresa va iniciar la instal·lació de Sistemes de Generació d'Electricitat Termo-Solars (SGETS) al desert de Mojave (Califòrnia), per aprofitar el seu elevat grau d'insolació ($2.500 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{any}$), emprant el sistema de centrals de cilindres. A partir d'una central de 14 MW (instal·lada l'any 1984), va anar engrandint-la fins arribar a 354 MW (en unitats primer de 30 MW i després de 80 MW). Aquest sistema convertia el 22 % de la radiació solar incident en electricitat, havent arribat a produir comercialment 2.000 GWh, a un cost inferior (30 % més baix) al cost del kWh produït per les centrals nuclears d'aquell Estat nord-americà.

Una central tipus SGETS de 30 MW genera 60 GWh/any, ocupa una superfície de $0,8 \text{ km}^2$ i, al llarg de la seva vida de 30 anys, estalvia la introducció a l'atmosfera de 2'1 milions de tones de CO_2 , 470.000 tn de cendres, 16.000 tn de SO_2 i 4.200 tn de NO_x . Això perquè deixa de cremar 1'3 milions de tones de carbó en una tèrmica convencional. A més no caldria transportar el carbó des de la mina a la central tèrmica. Si suposem que ambdues estan separades 1.000 km, això vol dir evitar que un tren de 45 vagons faci la volta al món 14 vegades plé i 14 vegades buit. Les cendres ocuparien un gruix de 70 cm si s'aboquessin en una superfície igual a l'ocupada per la central solar.

Però la forma més elegant de transformar els raigs del Sol en electricitat és a partir de l'efecte fotovoltaic, descobert per Edmund Becquerel l'any 1839. Un inventor americà, Ch.Fritts, realitzava les primeres cèl·lules fotovoltaïques, 50 anys després, a base de seleni. No va ser fins l'any 1954 que un equip científics de *Bell Telephone Laboratories* realitzava un descobriment que revolucionaria la tecnologia de les cèl·lules fotovoltaïques: que certes impureses augmentaven l'eficiència dels rectificadors de silici. Basant-se en això fabricaren cèl·lules fotovoltaïques que convertien el 5 % de la radiació solar en electricitat. A partir de l'any 1957 les cèl·lules fotovoltaïques accionaren satèl·lits enviats a l'espai.

La conversió de la radiació solar en electricitat mitjançant la conversió fotovoltaica és una de les tecnologies avui en més expansió. Les cèl·lules fotovoltaiques generen una diferència de potencial de 0'5 Volts i una densitat de corrent elèctric d'uns 200 Amperes/m², que amb una radiació incident d'1 kW/m² i amb eficiències del 10 al 20 % poden produir d'1 a 2 kWh/m².dia.

La fabricació de cèl·lules fotovoltaiques a tot el món ha crescut des de 100 kW (l'any 1971) fins arribar als 55 MW l'any 1991. Japó és el país que va al davant, produint-ne 20 MW i és seguit pels EUA (17 MW) i Europa (13 MW). També el seu cost de fabricació ha minvat, fent que el preu hagi minvat des dels 70 \$ (any 1975) fins a menys de 5 \$ per watt (any 1991). Avui l'eficiència de la conversió fotovoltaica està compresa entre el 6 i el 12 % i s'estan començant a emprar materials que tenen una eficiència del 20 %.

Les previsions apunten que a finals del present segle es fabricaran al món més de 10.000 MW fotovoltaics cada any i que hi haurà una potència instal·lada compresa entre 5.000 i 10.000 MW. Aquest podria ser un primer pas per fer que a mitjans del segle que ve, l'electricitat fotovoltaica representi del 20 al 30 % de l'electricitat generada arreu del món.

Avui dia hi ha milers d'instal·lacions domèstiques que s'autogeneren l'electricitat que necessiten a partir de sistemes fotovoltaics, sobretot a llocs on les xarxes de transport elèctriques no hi arriben o ni tan sols n'hi ha. Actualment es comercialitzen kits fotovoltaics de 50 W (el sistema inclou les plaques, el regulador i bateries) per 500 dòlars. Altres aplicacions que comencen a ser usuals són: enllumenat públic (a la ciutat de Cannes les faroles d'enllumenat públic s'alimenten d'energia solar captada per una placa fotovoltaica incorporada), cabines telefòniques en àrees rurals, enllumenat públic rural, senyalització en carreteres i autopistes, etc.

També s'empren sistemes fotovoltaics en moltes aplicacions que, fins fa poc, requerien l'ús de piles. L'aplicació més coneguda, per haver-se generalitzat, són les calculadores de butxaca. Avui

moltes calculadors obtenen l'energia per al seu funcionament a partir de cèl·lules fotovoltaïques incorporades, assolint-se d'aquesta forma una gran avantatge ecològica, doncs es deixen de fer servir les piles que contenen materials molt tòxics. També s'han instal·lat centrals fotovoltaïques de diferents grandàries a diverses parts del món: des de centrals de 100 kW (com la que hi ha a San Agustín de Guadalix) fins centrals de 50 i 100 MW (a Califòrnia). A Suïssa s'estan transformant les barreres anti-soroll de les autopistes en centrals fotovoltaïques, incorporant-les hi milers de plaques fotovoltaïques.

Moltes altres manifestacions d'energies netes, lliures i renovables tenen el seu origen en la radiació Solar interceptada per la Terra en el seu viatge entorn del Sol. La circulació general de l'atmosfera, formant els vents; el cicle hidrològic que dona vida als fluxos d'aigua; la fotosíntesi que fa possible l'emmagatzematge d'energia solar en forma de biomassa; són totes manifestacions indirectes de l'energia del sol. Són les que en els apartats que segueixen s'aniran exposant.

6.2.- La força del vent.

Generalment es considera que un 0'7 % de la radiació solar incident a les capes altes de l'atmosfera es dedica a la creació d'energia cinètica, la qual és el motor de la circulació general de l'atmosfera, tot impulsant les masses d'aire. Així es pot estimar que els vents del planeta duen una energia de $1'2 \times 10^9$ MW, o el que és el mateix 2'3 Watts per cada metre quadrat de la superfície de la Terra. Part d'aquesta energia (3×10^6 MW) es cedida a les aigües dels mars i oceans donant lloc a la formació de les ones.

La força del vent és una manifestació indirecta de la radiació solar que incideix sobre el sistema Terra-atmosfera. La circulació general de l'atmosfera, que té el seu origen en la radiació solar incident, es manifesta en forma de vents, els quals poden ser considerats com energia solar emmagatzemada a curt termini.

Els vents generals que circulen pel planeta s'anomenen vents macroclimàtics (per exemple, els alisis). Aquests vents, sota la influència dels relleus de la superfície de la Terra i de les diferències de pressió, originen els vents microclimàtics, com la tramuntana, el fohen, etc. Hi ha també vents locals com la marinada, els terrals, les brises de vall i de muntanya.

El vent té un paràmetre bàsic que el defineix: la velocitat. La velocitat del vent està sotmesa a grans variacions temporals i en altura. Alguns països han elaborat mapes i atlas eòlics que apleguen dades de vent a diferents emplaçaments.

6.2.1.- Els sistemes d'aprofitament de la força del vent.

És essencial conèixer la velocitat i la direcció del vent si se'n vol fer un aprofitament energètic. La potència disponible en el vent està relacionada amb la seva velocitat a través d'una relació cúbica, el que vol dir que petites variacions de velocitat es tradueixen en grans variacions de potència. La potència que se'n pot extreure depèn, a més de la velocitat, de la superfície de captació i de les característiques del sistema de captació.

Ja fa mil·lennis, la força del vent s'aprofitava per a impulsar vaixells. Des de fa bastants segles l'energia del vent es capta per a la seva transformació en energia mecànica (pel bombeig d'aigua i per a la molta de gra). Alguns autors defensen que al segle V aC ja s'empraven molins de vent per a bombejar aigua a Persia. Però foren els autors àrabs els qui deixaren constància de la seva existència, al segle X dC, al Sijistàn, una regió compresa entre el que avui són l'Iran i l'Afganistàn, on hi bufa l'anomenat vent "dels 120 dies". Per Joseph Needham "la història dels molins de vent realment comença amb la cultura islàmica i concretament a l'Iran".

A Europa hi ha referències de molins de vent a partir del segle XII. Autors àrabs citen molins de vent a Tarragona l'any 1262. Foren àmpliament utilitzats arreu d'Europa per a diverses aplicacions.

A més a més de moldre gra, servien per a bombejar aigua, dessecar aiguamolls, batanar draps i paper, per accionar serradores, etc. N'hi havia milers arreu d'Europa. A principis del segle XIX els molins de vent havien assolit una complexitat tal que poden ser considerats com les primeres fàbriques totalment automatitzades. L'invent de la màquina de vapor va suposar un cop mortal pels molins de vent, ja que els molins de vent funcionaven menys hores que les màquines de vapor. El fet que es valorés més el temps de funcionament que la contaminació produïda per les màquines de vapor, en cremar carbó, va fer que els molins de vent deixessin de ser emprats.

Al final del segle XIX, tant als Estats Units d'Amèrica com a Dinamarca es dissenyaren artefactes eòlics per a la producció d'electricitat. L'any 1888, Ch. F. Brush va construir un aerogenerador a casa seva (Cleveland, Ohio). Era un artefacte amb 177 pales de 17 m. de diàmetre, sobre una torre de 18 m. d'altura. Estava acoblat a una dinamo de 12 kW i l'electricitat que produïa alimentava 350 bombetes d'incandescència, dues làmpades d'arc i tres motors. A Europa, el professor P. La Cour, amb l'ajut del govern danès, va construir a Askov (1892) un aerogenerador, l'electricitat del qual servia per dissociar electrolíticament una dissolució aquosa d'hidròxid sòdic, emmagatzemant-se l'oxigen i l'hidrogen resultants. A finals del segle passat l'escola d'Askov s'il·luminava amb bombetes Drummond, que feien una flama blanca produïda per la mescla d'oxigen i hidrogen dins d'un cilindre de zirconi.

Des d'aleshores és una pràctica ben coneguda la producció d'energia elèctrica a partir del vent. S'estima que cap els anys 30 hi havia uns 200 MW eòlics funcionant a Dinamarca.

A començaments del segle XX hi havia més de 6 milions de petits aeromotors per a bombejar aigua als Estats Units d'Amèrica. Aquests simples artefactes, encara àmpliament utilitzats, foren inventats per Daniel Halliday l'any 1850.

També al llarg del primer terç del segle XX, milers de petits aerogeneradors de tres pales produïen electricitat a moltes zones rurals del món. Als EUA, la *Jacobs Wind Electric* fabricava, instal·lava i exportava aerogeneradors arreu del món. Eren màquines de fins a 4'5 m de diàmetre que subministraven de 400 a 500 kWh/mes, ideals per a cases de pagès.

L'any 1931 va començar a funcionar a Balaklava (Crimea) un aerogenerador tripala de 30 m. de diàmetre i de 100 kW de potència. Produïa més de 200.000 kWh/any. Però el primer intent per desenvolupar un gran sistema eòlic per a la producció d'electricitat va ser fet per P. C. Putman, que va dissenyar un aerogenerador amb dues pales (diàmetre: 53 m.) i de 1'25 MW de potència. Era l'any 1941.

D'aquesta experiència en queda la opinió del Dr. V. Bush, degà de l'Escola d'Enginyeria del MIT: *"aquesta màquina ha demostrat que en un futur no molt llunyà es podran enllumenar les cases i accionar les fàbriques mitjançant l'energia produïda per sistemes de conversió eòlics"* (1946).

Al llarg de tot el present segle es realitzaren moltes experiències (algunes d'elles molt exitoses) de producció d'energia elèctrica a partir del vent. Potser les més remarcables es varen fer a Dinamarca (aerogenerador de Gedser: 24 m. diàmetre, 200 kW, 1957-1967), a França (aerogenerador Best-Romani: 30 m. de diàmetre, 800 kW, 1958-1963), a Anglaterra (aerogenerador NSHEB: 100 kW, 1950-1955) i a Alemanya (aerogeneradors Hütter: de 10 a 100 kW, 1957-1968).

Però va haver d'ocórrer el primer xoc del petroli (any 1973) perquè tornés recaure l'atenció en l'aprofitament d'una energia neta i lliure com és el vent. Els governs de Dinamarca i dels EUA foren els capdavanters en aquesta recuperació. En un programa conjunt danès-nordamericà es va tornar a posar en funcionament l'aerogenerador de Gedser, ple de sensors per a mesurar-ho tot, fent possible d'aquesta forma que s'iniciessin els moderns programes per a l'aprofitament de la força del vent.

Encara que cal citar el paper peoner que va jugar, l'any 1975, l'experiència realitzada per mestres i alumnes de les escoles Tvind (Dinamarca), que construïren, amb l'ajut d'alguns tècnics voluntaris, un gran aerogenerador de 54 m. de diàmetre que ha estat funcionant des d'aleshores més de 50.000 hores i ha generat més de 10.000.000 kWh. És una experiència única, tant pel que fa a les mides de l'aparell com per la seva independència.

La dècada dels anys 80 (segon xoc petroler, crisi de la indústria electronuclear, posada en evidència de l'escalfament global de l'atmosfera) ha significat la majoria d'edat de la tecnologia per a l'aprofitament de la força del vent (Taula 6-1). Ha estat un petit país, Dinamarca, amb gran tradició eòlica (ja l'any 1903 funcionava l'Associació per a la producció d'electricitat a partir del vent), a més de nombrosos peoners arreu del món, qui ha fet possible això.

<i>país</i>	<i>nombre aerogeneradors</i>	<i>potència (MW)</i>	<i>energia (GWh/any)</i>
Califòrnia	16 000	1619	2800 (1991)
Índia	286	42	
Dinamarca	>3 300	450	743 (1991)
Països Baixos	> 500	100	
Alemanya	> 500	95	83 (1991)
Espanya		45	
Regne Unit		30	
Grècia		20	
Itàlia		15	
Bèlgica		5	
Irlanda		2	
Portugal		2	
França		1	
Total CE		765	

(Dades corresponents a l'1 de setembre de 1992, excepte les de Califòrnia i l'Índia que corresponen a l'1 de gener de 1992.)

Font: European Wind Energy Association Special Topic Conference '92, *The Potential of Wind Farms*, setembre de 1992

Taula 6.1: L'energia eòlica a diferents països.

Al començament de 1992 hi havia a Dinamarca uns 3.300 aerogeneradors que representaven una potència de 458 MW. Al llarg de l'any 1991 varen produir el 2'4 % de tota l'electricitat generada allí (743 milions de kWh, el que representa gairebé 150 kWh/any per càpita).

Cal dir que abans de 1979 solament hi havia entre 200 i 300 aerogeneradors, majoritàriament de potències compreses entre 10 i 15 kW. Avui, la majoria dels que s'estan instal·lant tenen potències compreses entre 150 i 250 kW i el ritme d'instal·lació és afegir-ne de 70 a 110 MW cada any fins assolir que el vent generi el 10 % de l'electricitat consumida. El preu del kWh eòlic produït s'ha reduït a una tercera part, al llarg dels anys 80, fent que avui l'energia eòlica competeixi favorablement en front dels sistemes convencionals bruts de producció d'energia elèctrica. Es preveu que l'energia eòlica sigui la més barata de totes al llarg de la dècada dels anys 90. Un altre fet a destacar és que la generació de 750 milions de kWh, l'any 1991 a Dinamarca, va estalviar la introducció a l'atmosfera d'entre 562.500 i 937.500 tones de CO₂, a més de considerables quantitats d'òxids de sofre i de nitrogen. Dinamarca preveu tenir instal·lats 1.500 MW eòlics l'any 2005 i 2.800 MW l'any 2030.

Tot això ha estat possible gràcies a una intel·ligent política tecnològica del govern danès que, juntament amb la creació, l'any 1978, d'una planta de proves pública d'aerogeneradors (Riso National Laboratory), ja l'any 1979 va introduir un sistema d'ajuts públics pels aerogeneradors, que va ser vigent fins a finals de 1989, fent que la tecnologia eòlica danesa se situés al davant de tot. A més, el fet que s'autoritzés als usuaris particulars d'instal·lacions eòliques a connectar-les a la xarxa pública de distribució elèctrica i es regulés la venda de l'electricitat autogenerada a les empreses elèctriques ha possibilitat aquest esclat de l'eòlica a Dinamarca, on avui és comú que famílies s'agrupin i comparteixin un o més aerogeneradors. Inclús hi ha municipis que generen eòlicament part de l'energia que necessiten, com el d'Ebeltoft que va construir una escullera on hi ha 16 aerogeneradors de 55 kW cadascun i un de 100 kW posat dins del mar, totalitzant 980 kW.

La producció d'aquest parc eòlic ha estalviat la introducció a l'atmosfera d'entre 12.800 i 21.300 tones de CO₂ des de la seva posada en funcionament l'any 1985 (havia produït més de 17 milions de kWh fins l'octubre de 1992).

Un altre país capdavanter pel que fa a l'energia eòlica és Califòrnia. Va ser al començament de la dècada de 1980 quan el governador d'aquell Estat americà, Jerry Brown, va introduir tot un seguit d'avantatges fiscals per aquelles persones o grups que invertissin en energia eòlica (varen ser vigents fins l'any 1985). Això va fer néixer els anomenats "parcs eòlics", o sigui agrupacions de desenes i centenars d'aerogeneradors a les ventoses muntanyes que separen el mar dels deserts interiors. Així a finals de 1991 hi havien 1.619 MW eòlics instal·lats en parcs eòlics, més de 16.000 aerogeneradors, fent que el vent generés 2.800 milions de kWh, l'electricitat equivalent a la que necessita tota l'àrea de San Francisco.

Amb un lleuger retard respecte Dinamarca i Califòrnia, la Comunitat Europea inicia la seva política de promoció del desenvolupament de fonts d'energia netes a través dels seus programes Joule, Thermie i Altener. Això ha possibilitat que la potència eòlica instal·lada als països de la CE creixés de forma exponencial, arribant als 850 MW a finals de 1992, superant les seves pròpies previsions (765 MW). A finals de 1992 s'instal·laven aerogeneradors a Europa a un ritme de 300 MW/any.

Un altre Estat que té projectes importants pel que fa a l'energia eòlica és els Països Baixos, que al final de 1992 tenia 120 MW eòlics instal·lats i preveu tenir-ne 250 l'any 1995, 1.000 MW l'any 2000 i 2.000 MW l'any 2010.

L'Associació Europea d'Energia Eòlica va presentar a finals de 1991 la seva estratègia Temps d'Acció, on proposa arribar a tenir 100.000 MW eòlics per l'any 2030, i qual cosa farà possible que el 10 % de l'electricitat produïda a Europa sigui d'origen eòlic. Això vol dir tenir instal·lats 4.000, 11.500 i 25.000 MW respectivament als anys 2000, 2005 i 2010.

Pel que fa a l'Estat espanyol, encara que tard, també s'ha incorporat a la cursa eòlica.

Un altra país que ha començat amb molta empena a instal·lar aerogeneradors en parcs eòlics és la Índia. Al començament de l'any 1992 tenia 42 MW eòlics instal·lats generant electricitat.

Paral·lelament, arreu del món s'utilitzen centenars de milers de petits aerogeneradors (fins a 5-10 kW de potència) en funcionament autònom (sense connectar a la xarxa elèctrica, carregant bateries) i aeromotors per el bombeig d'aigua. Només a la Xina hi ha 110.000 aerogeneradors i 1.600 aeromotors avui en funcionament.

6.3.- L'impuls de l'aigua.

La radiació solar que incideix sobre el planeta, a més de ser el motor de la circulació general de l'atmosfera (els vents) i la circulació oceànica (les corrents marines), és també el motor del cicle hidrològic (els fluxos d'aigua). El flux total d'aigua entre l'atmosfera i els oceans i continents depèn del règim de precipitacions i del d'evaporació (tan des de les superfícies aquoses, com des dels sòls i des de la vegetació). A la Taula 6-2 es dona una estimació dels volums d'aigua que hi ha al nostre planeta i dels fluxos.

L'aigua també està implicada, com a font d'energia en un altre procés que no té res a veure amb la radiació solar que arriba a la Terra. Es tracta de la influència que els camps gravitacionals dels astres exerceixen sobre les masses oceàniques, fent que es formin les mareas, les més importants de les quals són les produïdes pel Sol i per la Lluna. El flux energètic associat amb les mareas s'estima en 3×10^6 MW.

L'energia cinètica de l'aigua fluent constitueix una font d'energia tan en les mareas com en les corrents marines i en els rius. Però mentre la causa de les mareas és l'atracció del Sol i de la Lluna principalment i la causa de les corrents marines és la circulació oceànica ocasionada per la

radiació solar, l'aigua dels rius forma part del cicle hidrològic: aigua evaporada en l'atmosfera (a causa de l'escalfament degut als raigs del Sol), transportada (per la circulació general de l'atmosfera) i posteriorment condensada, que cau sobre la terra en forma de pluja, neu i calamarsa.

	<i>superfície</i> (10^{14} m^2)	<i>volum</i> (10^{15} m^3)	<i>fluxos</i> ($10^{12} \text{ m}^3/\text{any}$)
atmosfera		0,014	
oceans	3,6	1370	
aigua subterrània		60 (*)	
gels polars		29	
llacs		0,75	
humitat sòl		0,065	
rius		0,0012	
total terra ferma	1,5	90	
atmosfera–oceans			486
oceans–atmosfera			449
atmosfera–continents			118
continents–atmosfera			67
continents–oceans			43

Font: B. Sorensen, *Renewable Energy*, Academic Press, Londres, 1979
 (*) Les aigües subterrànies intercanviables són només $4 \times 10^{15} \text{ m}^3$

Taula 6.2: L'aigua al planeta Terra.

En la seva forma primària és realment energia potencial, que en el cas de la neu i el gel es requereix un procés previ de fusió (en augmentar la temperatura ambient), abans que l'energia potencial associada a l'alçada d'emmagatzematge es pugui transformar en energia cinètica. Molts rius s'originen doncs a partir del procés de fusió de les neus i els gels de les muntanyes. També reben aportacions de l'escorrentia superficial i de les aigües subterrànies.

L'estimació del potencial hidroenergètic de la terra ferma del planeta es pot realitzar a partir de la precipitació anual que cau sobre ella ($1'1 \times 10^{17}$ kg d'aigua). Com que l'altura mitjana de les terres del planeta és 840 m., en resulta un potencial energètic acumulat anual de $9'1 \times 10^{20}$ Jous, el que equival a una potència de 29×10^6 MW. De fet, és molt més petit que això, doncs no tota l'aigua que cau en forma de precipitació és disponible per al seu aprofitament energètic (els sòls i la vegetació en reevaporen una part, a més d'altres factors). Molts autors estan d'acord que el límit superior que es podria arribar a aprofitar és de l'ordre de 10×10^6 MW.

6.3.1.- Els sistemes d'aprofitament de l'impuls de l'aigua.

L'aigua serveix a la humanitat de moltes maneres, a més de com a font d'energia. Així l'aigua s'ha emprat tradicionalment per a cobrir les necessitats de beure i de regar conreus. A més, l'aigua ha sigut considerada sagrada per moltes cultures. També se li han atribuït virtuts curatives.

Totes les valoracions que es fan de l'aigua, en tant que font d'energia, tendeixen a oblidar altres serveis que dona a les societats humanes. Solament haurien de ser considerats acceptables aquells usos energètics de l'aigua que puguin ser realitzats en harmonia i en combinació amb altres utilitzacions i serveis. I com que necessiten aigua els sistemes naturals, i els éssers vius que en ells habiten, abans d'emprendre qualsevol actuació energètica amb l'aigua s'haurien de valorar degudament tots aquests aspectes.

L'aprofitament de l'energia hidràulica, tan a partir dels rius com de les mares, és conegut des de temps antics, sobretot per accionar artefactes per a moldre gra, batanar draps, garbellar farina, adobar pells, fabricar paper, serrar fusta, forjar, acabar eines de tall, foradar, etc.

L'origen del nom "molí" ve doncs d'una de les principals aplicacions de l'energia hidràulica: moldre gra. A molts llocs i en èpoques històriques determinades, els rius estaven plens de molins. Posteriorment s'aprofitaren els mateixos emplaçaments on hi havia molins i les seves infraestructures i es convertiren en centrals hidroelèctriques.

Els primers molins d'aigua foren construïts a finals del segle II aC. Estrabó, geògraf grec del segle I aC, cita l'existència de molins d'aigua al palau de Mitridates, rei de Ponto. Posteriorment els romans perfeccionaren molt els enginys hidràulics, encara que mai arribaren a fer-ne un ús generalitzat per l'efecte que tindria sobre la mà d'obra. Des dels primers anys de l'era cristiana es té constància de l'ús de rodes d'aigua per accionar molins de gra. En l'obra "De Architectura" de Vitruvi hi ha una descripció detallada d'un molí hidràulic. Es tracta d'una roda hidràulica d'eix horitzontal (la roda gira en el plé vertical) impulsada per la corrent d'aigua que corre per la seva part inferior. Un altre tipus de roda hidràulica que es va desenvolupar és també d'eix horitzontal, però l'aigua l'impulsa caient des de la part superior. Un tercer tipus de roda és d'eix vertical (la roda gira en el plà horitzontal).

La més notable de les construccions hidràuliques romanes es trobava a la Provença (a Barbegal, Arlès). Era un complex industrial per a moldre gra, el suficient per abastir les necessitats de 80.000 persones (molí 28 tones en una jornada de 10 hores). L'any 537 hi havia molins d'aigua flotants al riu Tiber (Roma).

Tot i que els molins d'aigua eren coneguts a l'època romana, van ser els àrabs els que en feren un ús generalitzat arreu del món islàmic.

Fou però al llarg de l'edat mitjana quan els molins hidràulics s'escamparen arreu d'Europa. Només a l'Anglaterra del segle XI n'hi havien 5.624 censats. Ja al segle XII, a França, la ciutadania de Toulouse va crear una societat d'accions, denominada la Societat del Bazacle. El valor de les seves accions era variable segons el rendiment anual dels molins situats al riu Garona. Aquesta empresa capitalista, sense cap mena de dubtes una de les més antigues del món, va sobreviure fins el segle XX i va ser nacionalitzada per "*Electricité de France*". Va ser també a la Bazacle on al segle XII es construïren embassaments per a millorar la productivitat dels molins. A finals del segle XIX les instal·lacions foren transformades per a generar electricitat (Societat Tolosana de l'Electricitat de Bazacle).

Aprofitant els coneixements hidràulics acumulats al llarg de tota l'edat mitjana, Bernard Fourneyron va crear, l'any 1920, un nou enginy: la turbina hidràulica, obrint així el camí que faria possible que J. B. Francis dissenyés, a Boston l'any 1840, la turbina que du el seu nom. Posteriorment va néixer a Califòrnia la turbina Pelton i a Europa la turbina Kaplan.

Tot això va fer possible que l'any 1878 comencés a funcionar la primera central hidroelèctrica del món. Naixia així el que es va denominar "la hulla blanca". Només 5 anys després es posava en funcionament a Girona la primera central hidroelèctrica catalana, el Molí, per enllumenar el municipi. Avui aquesta central torna a funcionar després dels treballs de recuperació empresos, a mitjans dels anys 80, per l'Ajuntament gironí.

El principi bàsic consisteix en aprofitar l'energia cinètica, la potencial i/o la de pressió d'un flux d'aigua per moure una turbina acoblada a un generador elèctric. Hi ha diferents tipus de turbines, les més usuals s'anomenen Francis, Pelton, Kaplan. Cadascuna és adequada a diferents tipus d'aprofitaments hidràulics, depenent del cabal de la corrent d'aigua i del desnivell que se'n emprí una o altra.

Amb l'adveniment de l'industrialisme i les seves necessitats d'energia, no solament els antics molins es transformaren en centrals hidroelèctriques, sinó que s'inunden moltes valls de rius tot construint-hi preses i embassaments equipats de sistemes de generació elèctrica per a assolir una millor regulació dels cabals i, per tant, una més regular producció elèctrica.

A alguns països tot i el desenvolupament inicial de l'energia hidroelèctrica, aquesta font va ser posteriorment marginada en benefici d'altres fonts d'energia brutes, com ara les tèrmiques de combustibles fòssils i nuclears. Així es dona la paradoxa que molts països tenen encara disponible un potencial hidroelèctric considerable no aprofitat.

Per exemple, els EUA que tenen més de 2.000 instal·lacions hidroelèctriques amb una potència instal·lada superior a 70.000 MW, disposen encara d'un potencial de 75.000 MW addicionals (segons la Comissió Reguladora Federal d'Energia), construint aprofitaments en més de 7.000 emplaçaments.

A l'estat espanyol, a finals de 1992, hi havien 16.698 MW hidroelèctrics instal·lats (en més de 1.500 centrals). El potencial tècnicament aprofitable a les conques hidrogràfiques s'avalua en 69.960 GWh. D'aquest potencial tècnicament aprofitable, actualment s'en aprofita, en un any mitjà, 35.900 GWh; la resta, 34.060 GWh, es distribueix entre 27.700 GWh corresponents a aprofitaments mitjans i grans i 6.860 GWh en aprofitaments petits. Avaluacions més recents estimen el potencial hidroelèctric aprofitable amb centrals de petita potència en 10.475 GWh o, en 1,935'5 MW. A finals dels anys 80, les minicentrals hidroelèctriques (de potència inferior o igual a 5 MW) produïen uns 1.500 GWh/any amb una potència instal·lada d'un 500 MW.

Al final de 1989 la potència hidroelèctrica instal·lada al món era de 567.000 MW (dels quals 110.000 estaven en construcció). Aquest any es varen generar a partir de l'aigua 2.100 TWh, és a dir el 18 % de l'electricitat produïda arreu, el que representa la contribució més important d'entre totes les fonts d'energia renovables. Actualment s'avalua el potencial hidràulic teòric al món en 44.000 TWh/any i el potencial aprofitable en 15.000 TWh/any. Però mentre a Suïssa i a França el potencial que s'està aprofitant és més del 90 % de l'aprofitable, al Zaire i a la Índia és inferior al 10 %. Cal manifestar però que no sempre l'aprofitament de l'impuls de l'aigua pot ser considerat una font d'energia neta. Tot i que és una font que no contribueix a cap dels problemes ambientals globals (escalfament de l'atmosfera, pluges àcides, etc.), és una font que pot causar (i de fet ha causat i està causant) grans impactes tant ecològics com socials, sobretot quan l'aprofitament es realitza a base de grans embassaments.

Un exemple d'aprofitament hidràulic assenyat ens l'ofereix la Xina, on les instal·lacions minihidroelèctriques (potència menor a 12 MW) han augmentat en 35 anys 4.000 vegades en potència i gairebé 3.000 vegades en nombre d'instal·lacions. Segons el Centre Regional de Hangzhou per a les Petites Centrals Hidràuliques (Xina, 1985) les instal·lacions minihidràuliques varen passar de 1 unitat de 80 kW l'any 1912 a més de 76.000 unitats, amb una potència instal·lada superior als 8.500 MW, l'any 1983.

Als darrers anys però, també Xina s'ha llençat a construir macroinstal·lacions hidroelèctriques, com el projecte de les Tres Gorges, molt criticat pels impactes que causaria, ja que inundaria 104 pobles i obligaria a abandonar les seves cases a 18 milions de persones.

La cara amagada de la construcció d'embassaments és la destrucció ecològica que ocasionen, juntament amb trastorns socials, malalties i empobriment.

Primerament, hi ha les persones que viuen al lloc que s'inundarà en construir-hi l'embassament. Arreu s'han produït desplaçaments massius de població (la construcció de l'embassament Volta, Ghana, va fer que 78.000 persones de 700 pobles haguessin d'abandonar les seves llars; al Llac Kainji, Nigèria, 42.000 persones; Pa Mong, Vietnam, 450.000 persones; etc.). És habitual que les persones siguin forçades a marxar i no siguin degudament recompensades per haver d'abandonar els seus llocs d'origen. S'ignoren les seves tradicions culturals i formes de vida i se'ls hi ofereixen habitatges gairebé sempre inadequats. Desarrelades i destruïdes les comunitats originals on vivien, la majoria van a parar als barris marginals de les grans ciutats.

Quan els treballs de construcció han acabat i s'omple l'embassament, grans extensions de territori resten inundades per sempre. L'embassament Nasser va inundar 400.000 Ha, el Volta 848.000 Ha, el Kariba 510.000 Ha. L'embassament Srisaïlam, Índia, va inundar 43.000 Ha de fèrtil terres

de conreu. El projecte de la vall de Narmada (Índia) inundarà 60.000 Ha de bosc. Molts altres embassaments a Sri Lanka, Tailàndia, Malàisia, posen en perill els hàbitats de moltes espècies salvatges.

Altres impactes ecològics potencials de l'aprofitament de l'energia hidràulica, sobretot quan va associada amb la construcció de grans embassaments, són: erosió del sòl, acumulació de sediments, efectes climàtics, canvis en la sismicitat, malalties (esquistosomiasis), seguretat de la construcció, etc.

En quant a l'energia hidràulica marina, a despit d'haver estat aprofitada des de temps antics, no va ser fins el 26 de novembre de 1966 quan es va inaugurar la primera central moderna accionada per les mareas. Les primeres referències que es tenen de molins accionats per les mareas daten dels segles X i XI. L'ús de les mareas es cita en obres de geògrafs àrabs del segle X, però no és fins l'any 1044 quan es té constància d'un molí mareomotriu a la mar Adriàtica. Al segle XVII n'hi havia 170 al sud d'Anglaterra i hi ha constància de la seva existència a tota la costa atlàntica europea i a la costa oriental de nord-amèrica: França (80), Països Baixos (70), Portugal (70), Escòcia (10), Irlanda (10), etc.

Al principi del segle XX els francesos començaren a preocupar-se en l'aprofitament de les mareas per a la generació d'electricitat. escolliren l'estuari de La Rance (Bretanya). Els treballs de disseny s'iniciaren l'any 1938 i la construcció el 1961. Un dic de 390 m. de longitud va tancar l'estuari i allotja 24 grups generadors de 10 MW cadascun (240 MW). Produeix anualment uns 550 GWh d'electricitat i ha funcionat sense problemes des de la seva posada en funcionament (1966). L'any de la seva inauguració produïa l'1 % de l'electricitat demandada a França.

Altres països tenen centrals mareomotrius en funcionament, però són instal·lacions més petites que la francesa. La ex-URSS, ja l'any 1986, va posar-ne en funcionament una de 0'4 MW (a

Kislaya Guba), Canadà una de 17'8 MW a Annapolis (1984) i la Xina en té diverses en funcionament des de l'any 1980, totes però de petita potència.

L'exemple, però, no s'ha pas generalitzat. França tenia en projecte una central mareomotriu de 1.440 MW a la badia del Mont St. Michael, però mai l'ha dut a terme, degut sobretot a la prioritat electronuclear que l'empresa elèctrica estatal, EDF, ha mantingut tot aquest temps.

Hi ha al món diversos projectes de centrals accionades per les mareas: a Anglaterra (Severn: de 1.000 a 7.200 MW), India (Kutch: 600 MW), Korea (Garonim: 400 MW), Canadà (Fundy: 50.000 MW), etc. Alguns d'aquests macroprojectes, com ara el de Severn, han sigut molt criticats pels ecologistes degut als impactes que sobre el medi marí tindrien.

6.4.- La biomassa o energia verda.

Ara fa uns 3.600 milions d'anys començaren a aparèixer les primeres formes de vida a la Terra. Des d'aleshores l'evolució del nostre planeta ha fet que les plantes verdes s'especialitzessin en captar una part de l'espectre de la radiació visible del Sol per a sintetitzar matèria orgànica, a partir del CO₂, l'aigua i els nutrients del sòl, tot desprenent oxigen. És el que coneixem com fenomen fotosintètic. Aquesta matèria orgànica sintetitzada s'anomena biomassa. Així es pot dir que la biomassa no és altra cosa que energia solar emmagatzemada en forma de vegetació.

La fotosíntesi és essencial per a la vida a la Terra. Els animals, incloent els humans, obtenen el seu aliment be directament de les plantes o indirectament d'altres animals, que s'alimenten de plantes. La fotosíntesi és veritablement la "Mare de la Vida".

L'eficiència màxima global de la fotosíntesi és de 0'14, però en realitat és més petita (0'07) si es tenen en compte les pèrdues per respiració associades al cicle de les plantes. De fet només el 0'08 % de la radiació solar incident a les capes altes de l'atmosfera, és a dir 4'32x 10²¹ J, és a dir 4'32x 10²¹ J, és a dir 4'32x 10²¹ J,

es utilitzat en la producció de biomassa, a través de la fotosíntesi. Això equival a una potència de 137×10^6 MW, o sia 0'26 Watts per cada metre quadrat de superfície de la Terra.

Una tercera part de la producció de la biomassa del planeta té lloc als primers 100 m. de fondària dels oceans, realitzada pel fitoplacton i les algues marines. Els boscos pluvials dels tròpics i de les zones temperades en produeixen una quantitat semblant. Les deveses i els prats hi contribueixen en un 10 % aproximadament.

S'estima que la quantitat d'energia solar emmagatzemada en la biosfera en forma de biomassa en creixement (plantes i animals) és de l'ordre de $1'5 \times 10^{22}$ Jous, el que equival a una potència de 476×10^6 MW ($0'93 \text{ W/m}^2$ de superfície del planeta Terra).

Es pot estimar la quantitat de matèria seca que es pot produir, de forma sostenible, a la Terra cada any. Si es considera que la precipitació global sobre la terra ferma és $1'1 \times 10^{17}$ kg/any d'aigua i suposant que en mitjana els requeriments d'aigua de les plantes són de 500 kg per cada kg de matèria seca i any, aleshores la producció sostenible de matèria seca totalitza $2'2 \times 10^{14}$ kg.

Per unitat de superfície, la quantitat de biomassa viva és petita als oceans i gran a terra ferma. La producció de biomassa a terra ferma equival a una potència de 76×10^6 MW ($0'51 \text{ W/m}^2$ de superfície continental i illenca).

Hi ha quantitats més grans de matèria orgànica acumulades en el subsòl de la Terra en forma de combustibles fòssils, que no són altra cosa que energia solar emmagatzemada al llarg de milions d'anys, en èpoques geològiques molt llunyanes. La biomassa fòssil no es tracta en el aquest apartat doncs ja s'ha tractat en el capítol cinquè en ser considerada una font d'energia bruta, ja que en ser cremada allibera gasos que contribueixen a incrementar l'efecte hivernacle i a produir les pluges àcides.

A diferència de la fòssil, la biomassa encara que de la seva combustió en resultin emissions de carboni (o de CO_2) és la única font d'energia que podria tenir, de forma inequívoca, efectes ambientals positius si s'en fa un ús sostenible, ja que, en créixer, absorbeix carboni (CO_2).

6.4.1.- Sistemes d'aprofitament de la biomassa.

Abans de començar la descripció de les diferents formes d'aprofitament energètic de la biomassa, cal dir que la vegetació serveix a la humanitat de moltes altres maneres, a més de com a font d'energia.

Així, ha estat tradicionalment emprada com a medicina per guarir, com a material per a la construcció d'habitatges, com a primera matèria per a la fabricació de vestits, paper, etc.

A banda de la seva utilitat per als humans, la vegetació té un valor intrínsec, ja que augmenta la fertilitat del sòl, atura la seva erosió, atreu la pluja, dóna oxigen per a respirar, reté l'aigua al sòl, dóna suport a la trama dels processos vitals, conserva la diversitat de les espècies, l'equilibri dels sistemes naturals, etc. Tot això és el que moltes cultures tradicionals valoraven (i valoren) quan consideraven (i consideren) sagrats alguns indrets boscosos.

També l'aspecte alimentari de la biomassa no és més que un ús energètic, ja que els humans i els animals transformen a través del seu metabolisme, l'energia emmagatzemada en la vegetació en l'energia vital que necessiten. No solament això sinó que les plantes són a més a més una font de nutrients, vitamines, etc.

En parlar de la biomassa es tendeix a veure les seves variades aplicacions energètiques deixant de banda la seva aplicació energètica principal: donar energia vital als humans per a fer possibles les seves activitats.

Analitzar l'agricultura en tant que font d'energia és bàsic per a reavaluar el paper del món rural a les nostres societats, on les activitats agràries són considerades marginals, quan haurien de ser considerades prioritàries per a la seguretat dels pobles, doncs el dret a la seguretat alimentària és un dret al que no s'ha de renunciar, i menys per posar-nos en les mans i ser absolutament dependents de les grans empreses agroalimentàries.

Una valoració energètica de la producció agrària a Catalunya es dona a la Taula 6-3. En ella no s'ha pretès fer un balanç energètic complet de l'agricultura catalana. Simplement és una quantificació en termes energètics però que ja dona idea de la importància de la biomassa conreada a Catalunya: la producció d'aliments vegetals per a persones totalitza 29,7 PJ i la producció d'aliments vegetals per a persones i animals totalitza 104'4 PJ, mentre que les necessitats alimentàries de la població catalana pugen a 33 PJ. Si a la producció d'aliments vegetals se li sumen els boscos totalitza 570'4 PJ mentre que el consum final d'energia a Catalunya (1984) va ser 314 PJ.

<i>conreu</i>	<i>energia (PJ)</i>
cereals (gra)	22,5
llegums (gra)	0,1
tubercles	1,6
hortalisses	0,9
fruiters (dolç/sec)	3,7
vinya	0,5
olivera	0,4
total	29,7
cereals (palla)	22,8
llegums (palla)	0,2
cultius farratgers	14,0
prats i pastures	37,7
total	74,7
coníferes	412,6
planifolis	53,4
total boscos	466,0
Total	570,4

Font: estimació pròpia

Taula 6.3: Valoració energètica de la producció agrària a Catalunya (1984).

Qualsevol valoració de la possible utilització energètica de la biomassa per a altres finalitats que les associades als processos vitals, ha de tenir en compte els requeriments alimentaris i altres funcions que fa la vegetació. Solament haurien de ser considerats acceptables aquells usos energètics que puguin ser implementats en harmonia i en combinació amb els altres requeriments esmentats.

Per a aprofitar l'energia continguda en la biomassa, cal transformar-la en altres formes d'energia. Això es pot realitzar mitjançant la conversió tèrmica i la conversió biològica.

A través de processos tèrmics podem convertir la biomassa en energia útil. La humanitat ha emprat al llarg de mil·lennis el foc per a obtenir energia de la biomassa. La matèria orgànica (els hidrats de carboni) en cremar allibera una energia de 16 MJ/kg de matèria seca. La llenya, la palla, els excrements, ... han estat i continuen essent utilitzats com combustibles a molts llocs del planeta. Encara avui la llenya és la principal font d'energia a la major part de zones rurals del món. A la majoria de països d'Àfrica i Àsia i a força països d'Amèrica Llatina la biomassa té una contribució energètica superior al 50 %.

L'eficiència energètica de la combustió d'aquests materials és molt baixa si prèviament no s'han sotmès a un procés d'assecatge (extracció de la humitat) mitjançant l'energia del Sol. Evaporar l'aigua continguda en la llenya humida requereix 2'3 MJ/kg d'aigua. A vegades també es sotmet la biomassa a un procés de compactació per a facilitar-ne el transport. La major part dels sistemes per a la combustió de la llenya tenen eficiències compreses entre 0'5 i 0'6. Avui s'assoleixen rendiments superiors emprant sistemes de recuperació de la calor que s'escapa amb els fums.

Encara no fa molt temps s'utilitzaven cuines econòmiques que a més de cuinar, eren fonts de calor ambiental i escalfaven aigua. Avui mateix s'estan utilitzant fogons de cuinar, millorats pel que fa al rendiment energètic, a algunes àrees de països on l'ús de la llenya per cuinar ha creat

greus problemes de desforestació i degradació del sòl. A la Xina, avui s'estan utilitzant 120 milions de fogons energèticament millorats, que tenen eficiències de gairebé el 30 %, mentre que els fogons tradicionals la tenen del 10 %.

Escalfant la biomassa en una atmosfera d'aire controlada s'obté un combustible gasós de poder calorífic més baix que el gas natural, però que pot ser emprat com a substitut del metà. Escalfant-la en una atmosfera d'oxigen es produeix un gas de síntesi que pot ser convertit en metanol (o alcohol de fusta).

La piròlisi de la biomassa, es a dir l'escalfament en absència d'oxigen, és una altra forma d'obtenir biocombustibles. A temperatures d'uns 500°C s'obté una mescla de gas combustible, combustibles líquids en forma d'olis de baixa qualitat i un combustible sòlid, el carbó vegetal. A la Taula 6-4 es dona la producció de la piròlisi a partir de llenya seca. Aquest procés té el seu origen en les carboneres, aquell mètode tradicional d'obtenció de carbó vegetal a partir d'apilonament de fusta degudament situada i recoberta de terra. Tot i que a casa nostra avui està en desús, encara és una font important de combustible sòlid a molts països del món. Brasil produeix actualment 7 milions de tones de carbó vegetal.

<i>producció per cada 1000 kg de llenya seca</i>	
carbó vegetal	300 kg
gas (10 465 kJ/m ³)	140 m ³
alcohol metílic	14 L
àcid acètic	53 L
esters	8 L
acetona	3 L
oli de fusta o quitrà lleuger	76 L
oli de creosota	12 L
brea	30 kg

Font: J. Twidell & T. Weir, *Renewable Energy Resources*, 1986

Taula 6.4: Producció de llenya seca sotmesa a un procés de piròlisi.

La biomassa també pot ser convertida en un combustible líquid escalfant-la en una atmosfera d'hidrogen a alta pressió. Així s'obté un material semblant al petroli cru.

L'altre procés de conversió, la conversió biològica de la biomassa, s'assoleix a través de la maceració, dissolució i suspensió en el sí d'un líquid. Tots aquests processos permeten obtenir biocombustibles, que poden ser emmagatzemats i utilitzats quan calen.

Els organismes vius, com ara els fongs i els bacteris, són capaços de transformar, de forma natural, la biomassa d'una forma en una altra. La humanitat, de fa molt temps, ha après a emprar aquests organismes vius per a les seves propies necessitats.

El llavat s'ha fet servir, durant segles, per a convertir el midó del gra i dels tubercles i el sucre de la canya i la remolatxa en etanol (o alcohol de gra) que pot ser emprat com combustible. Des de fa alguns anys, països com ara Brasil subministren etanol, obtingut de la canya de sucre, al seu parc automobilístic (12 mil milions de litres d'etanol per alimentar directament 5 milions d'automòbils i alimentar amb una mescla gasolina-etanol a la resta). A la Taula 6-5 es dona la producció d'etanol a partir de diferents conreus.

<i>conreu</i>	<i>L/t de conreu</i>	<i>etanol</i> <i>L/ha i any</i>
canya de sucre	70	3500
mandioca (1)	180	2160
melca dolça	86	3010
patata dolça	125	1875
blat de moro	370	2220
llenya	160	3200

(1) El conreu de mandioca pot arribar a donar 3600 L/ha i any
 Font: J. Twidell & T. Weir, *Renewable Energy Resources*, 1986

Taula 6.5: Producció d'etanol a partir de diferents tipus de conreus. (Valors mitjans referits al Brasil, a excepció del blat de moro que fa referència als EUA.)

La digestió o descomposició bacteriana de la matèria orgànica ha estat ocurrent de forma natural, al llarg del temps, en aiguamolls i fangars produint torba, carbó, gas i petroli. Avui es pot emprar la digestió controlada i en absència d'aire per a produir biogàs o gas biològic a partir de residus animals i vegetals. El gas obtingut conté metà (50-70 %), diòxid de carboni (30-50 %), hidrogen (menys de l'1 %) i sulfidrid (menys del 2 %). El contingut energètic mitjà del biogàs és de 23 MJ/m³. Els residus obtinguts després del procés de digestió tenen un gran valor com fertilitzants, doncs contenen molts nutrients. A la Taula 6-6 es dona la producció de biogàs a partir de diferents tipus d'excrements.

animal	excrements		biogàs	
	Kg/dia	MJ/dia	m ³ /dia	MJ/dia
vaca	40	62	1,2	26
porc	2,3	6,2	0,18	3,8
gallina	0,19	0,9	0,11	0,26

Font: B. Sorensen, *Renewable Energy*, 1979

Taula 6.6: Producció de biogàs a partir de diferents tipus d'excrements.

Arreu del món hi ha incomptables plantes de biogàs, sobretot a la Xina i a la Índia on són àmpliament utilitzades.

A la Xina s'empren des de l'any 1920, quan Lo Guo-rui va iniciar l'experimentació i la construcció de digestors per a reduir les importacions de kerosé. El primer digestor construït va cobrir les necessitats diàries de cuinar i enllumenar una família de sis persones. Davant de l'èxit assolit Lo Guo-rui va fundar, l'any 1929, una empresa de fabricació de digestors. En va vendre centenars. A mitjans dels anys 1980 hi havia gairebé 5 milions de digestors a la Xina al servei de més de 20 milions de pagesos. Eren digestors de uns 10 m³ de capacitat que produïen de 200 a 300 m³ de biogàs a partir de cada tona de matèria orgànica, amb un equivalent energètic de 100-150 kep (quilos de petroli). A més produïen de 500 a 600 quilos de fertilitzant d'alta qualitat.

També hi ha digestors a les ciutats xineses. A mitjans de 1980 n'hi havia uns 10.000 amb un volum de fermentació de 310.000 m³. El biogàs produït era emprat en 422 estacions de bombeig amb una potència total d'uns 5.000 HP, en 822 centrals elèctriques amb una potència de 8.000 kW, a més de subministrar gas a 17.000 habitatges.

Als països industrialitzats s'han dissenyat i instal·lat digestors de biogàs més sofisticats sobretot en aplicacions rurals, però també en plantes de tractament d'aigües residuals produïdes per les grans concentracions urbanes. A mitjans de 1980 hi havia identificats a Europa unes 600 plantes de producció de biogàs.

Finalment, hi ha espècies vegetals a partir de les quals es pot obtenir simplement per extracció combustibles o diversos productes químics: olis vegetals (oliva, girasol, cacahuet, colza. etc), trementina, catxú, ...

Una altra forma de generació d'energia tèrmica és el compostatge de la biomassa. Els fems procedents d'animals estabulats i la fracció orgànica de les escombraries són exemples de matèries residuals que sotmeses al procés de compostatge en instal·lacions adequades poden subministrar calor a baixa temperatura, sempre que els apilonaments o les basses de compost siguin travessades per corrents d'aire, que actua de vehicle transmissor del calor. Cal dir que els residus resultants del procés de compostatge tenen un gran valor com a fertilitzant, ja que és la forma més natural de retorn al sòl de molts nutrients necessaris pel creixement de les plantes.

L'aprofitament de la calor metabòlica produïda pels processos vitals dels animals (entre ells els humans) és un altre sistema per a obtenir energia tèrmica. L'estabulació d'animals pot produir una quantitat de calor suficient per a cobrir les necessitats de calor d'un habitatge, sempre que es recuperi el calor present en l'ambient de l'estable a través, per exemple, d'una bomba de calor. També s'utilitza el calor metabòlic humà en moderns edificis de serveis, on es realitza una gestió integrada de totes les fonts de calor que hi ha a l'edifici.

Cal una consideració especial en aquest apartat, sobre la biomassa residual: els residus agrícoles i els residus produïts en les grans ciutats.

L'agricultura tradicional tenia la seva base en el retorn a la terra de tota la matèria orgànica que no era aprofitable directament com aliment. I no solament això, sinó que la matèria orgànica, una vegada havia passat pels aparells digestius dels animals i humans, era també retornada al sòl. En això es fonamenta el manteniment dels equilibris ecològics en els que sustentaven les pràctiques agrícoles al llarg de mil·lennis.

En generalitzar-se l'industrialisme arreu del planeta i estendre's les pràctiques agrícoles no sostenibles a mig i llarg termini, així com amb el progressiu augment de les distàncies entre els llocs de producció intensiva d'aliments i els llocs de consum, s'ha creat el problema de la generació massiva i creixent de residus. Residus en el mateix moment de les collites, residus al llarg dels processos de manufactura i manipulació i residus en el moment i després del consum.

Actualment als EUA hi ha uns 9.000 MW instal·lats en centrals termoelèctriques que cremen residus agrícoles i forestals.

La urbanització de grans àrees del món i la concentració de milions de persones en macro-ciutats ha creat un altre problema: la generació d'immenses i creixents quantitats de residus, una bona part dels quals són matèria orgànica.

L'industrialisme ha suposat un procés de progressiu transport de nutrients minerals (en forma d'aliments) des de les zones productores cap als llocs de consum, molt allunyats entre ells. Les conseqüències d'aquest procés han estat l'empobriment dels sòls agrícoles (els quals requereixen quantitats creixents de fertilitzants químics per compensar la pèrdua de nutrients) i la generació de residus orgànics (i no orgànics) a les ciutats.

Això ha creat greus problemes de gestió i de tractament dels residus, havent-se arribat a proposar la incineració de matèria orgànica una vegada esgotades les possibilitats d'utilització d'abocadors. Encara més, hi ha hagut qui considera la incineració d'escombraries com una font d'energia renovable. De fet la incineració d'escombraries per a la producció d'energia tèrmica i/o elèctrica ha de ser considerada una font d'energia bruta, doncs amb la quantitat de productes tòxics que van a parar a les escombraries, cremar-ho tot indiscriminadament és una insensatesa, ja que els productes tòxics o van a parar a les cendres (creant altres problemes) o s'emeten per les xemeneies. També en el transcurs de la combustió i l'emissió dels fums cap a l'atmosfera es formen dioxines i furans, productes altament tòxics.

I tot per obstinar-se a considerar que els nutrients que van del camp a la ciutat en forma d'aliments han de retornar als sòls, una vegada han passat pels tubs digestius, ja que continuen mantenint una part del seu valor nutritiu. Els excrements humans són una font sorprenentment rica de fertilitzants, però poques ciutats els aprofiten. Arreu del món es generen cada dia entre 100 i 150 milions de tones de residus orgànics molt rics en nutrients.

El retorn a la terra de la fracció orgànica de les escombraries, produïdes com a conseqüència de les necessitats d'alimentació de les grans ciutats, a més a més dels excrements generats per les persones que viuen a les ciutats, és una necessitat imperiosa per a restaurar els equilibris ecològics trencats per l'industrialisme.

Milions de tones de valuosos fertilitzants estan essent contínuament cremats, emmagatzemats en abocadors o abocats a rius i mars. Això és un crim ecològic que continua duent-se a terme arreu, ignorant les més elementals lleis de la sostenibilitat ecològica.

Segons el Worldwatch Institute de Washington, el que és criminal de tot això és que els nutrients bàsics continguts en els residus (nitrogen, fòsfor i potassi, els mateixos fertilitzants que els

agricultors industrials han de comprar en forma de fertilitzants químics) són considerats desperdici: incinerats, deixats en abocadors o abocats a les aigües. A més a més, els habitants de les ciutats han de pagar cada vegada més diners per fer possible la pràctica de convertir fertilitzants en contaminació dels sòls, de l'aire i de les aigües.

6.5.- La calor de la Terra.

Els fluxos tèrmics que no tenen el seu origen en el Sol, procedeixen de l'interior de la Terra.

Els materials que hi ha a les entranyes del nostre planeta estan sotmesos a un procés de refredament des de les elevades temperatures primigènies (el nucli de la Terra està a una temperatura de 5.000°C). També en algunes regions de l'interior de la Terra es crea energia calorífica a conseqüència de les desintegracions radioactives de determinats elements, els principals dels quals són: l'Urani-235 i 238, el Tori-232 i Potassi-40.

Actualment s'estima que la producció radiogènica de calor equival al 40 % del flux mig de calor continental a la superfície de la Terra. La resta pot ser degut al refredament associat al calor emmagatzemat a l'interior de la Terra. La quantitat total de calor emmagatzemada dins del nostre planeta a una temperatura per sobre de la mitjana climàtica anual a la superfície de la Terra és de l'ordre de 3×10^{32} Joules (10^{18} MW).

La quantitat de calor continguda en la crosta continental fins a 10 km de fondària que podria ser foradada amb equips convencionals és de l'ordre de 3×10^{27} Joules (10^{13} MW) i s'ha estimat que la quantitat total d'energia geotèrmica emmagatzemada en aigua o vapor fins una fondària de 10 km és superior a 4×10^{21} Joules ($1,2 \times 10^8$ MW).

La calor de la Terra es manifesta per l'increment de temperatura que s'observa en les perforacions que s'endinsen en l'escorça. Aquest augment de temperatura és funció de la

profunditat i per terme mitjà ve a ésser de 2'5 a 3°C per cada 100 metres. És el que s'anomena gradient geotèrmic. El producte d'aquest per la conductivitat geotèrmica de les roques que formen l'escorça de la Terra dona el flux calorífic mitjà que irradia a través de la superfície (50-70 mW/m²). Aquest valor equival a una 4 x 10⁷ MW/any.

Existeixen a l'escorça de la Terra una sèrie d'indrets on el flux calorífic arriba a ésser fins a 10-15 vegades més elevat, donant lloc al que s'anomena una "anomalia geotèrmica". En aquests indrets es poden trobar temperatures de 200-400°C a profunditats de 1.000-2.000 metres, molt superiors a les que normalment haurien de tenir (40-80°C).

Els jaciments de calor de la Terra, segons les seves característiques geològiques, hidrològiques i geotèrmiques, es poden agrupar en dos grans blocs: jaciments convectius i jaciments conductius. Entre els primers hi ha els sistemes hidrotèrmics permeables, els sistemes de circulació de baixa permeabilitat i els sistemes magmàtics. Entre els segons hi ha els aqüífers de baixa temperatura en formacions permeables, les roques seques calentes i els magatzems geopresuritzats.

Com que l'energia geotèrmica és la calor natural de la Terra, representa una font inesgotable d'energia. De fet però, en alguns cassos podria deixar de ser renovable si s'extreu a una velocitat superior al de la seva regeneració. Aquest seria el cas si s'esgota l'aqüífer utilitzat per extreure la calor.

6.5.1.- Sistemes d'aprofitament de l'energia geotèrmica.

L'ús de les aigües termals és tant antic com la mateixa civilització. Grecs, romans i turcs ens han deixat constància de l'aprofitament de les dues termals.

De fet però, l'energia geotèrmica neix al Segle XVIII dC. L'any 1777, F. U. Hoefer, director de la farmàcia del Ducat de Toscana va descobrir la presència d'àcid bòric en els condensats del vapor

geotèrmic que es desprenia d'una manera natural a una zona de la regió toscana. El 1818, Francesco Larderel començà l'activitat extractiva de l'àcid bòric en una petita factoria que evaporava aigua termal bòrica cremant fusta, a fi de recuperar el concentrat bòric. El 1827 es va començar a utilitzar el propi fluid calent per evaporar l'aigua bòrica. Posteriorment es varen perforar pous per a recuperar directament el vapor. L'any 1835 eren ja nou les factories existents a la zona. A principis del segle XX hi havia ja una activa indústria química de derivats bòrics i amoniacals. En homenatge al fundador va agafar el nom de Larderello.

L'any 1904, el príncep Piero Ginori Conti va impulsar la construcció de la primera central geotèrmica per a la producció d'electricitat. Era de 250 kW i va entrar en funcionament l'any 1913. L'any 1920 el ferrocarril de la Toscana deixà el carbó i passà a utilitzar electricitat d'origen geotèrmic. Vint anys després ja hi havien instal·lats 35 MW geotèrmics.

Els EUA i Indonèsia seguien l'exemple d'Itàlia. Entre els anys 1925 i 1930, a la zona dels Geysers (Califòrnia) es va instal·lar una petita màquina de vapor que, connectada a una dinamo, generava electricitat per a un petit establiment termal. L'any 1960 es va construir una central geotèrmica de 1.792 MW. A les Índies Holandeses (avui Indonèsia) es perforaren petits pous l'any 1926, però no va ser fins el 1978 quan el govern indonès va obrir la primera central geotèrmica (0'25 MW).

L'exemple més espectacular és el de Filipines. En deu anys (1976-1986) va assolir una potència instal·lada de 894 MW situant-lo darrera dels EUA pel que fa a l'aprofitament de la geotèrmia.

Depenent del tipus de jaciment, la calor de la Terra pot ser emprada per a la generació d'electricitat (jaciments d'alta entalpia) i per a escalfament directe (jaciments de baixa entalpia).

Pel que fa a la geotèrmia de baixa entalpia, països com Islàndia han utilitzat sempre la geotèrmia com a font de calor per a la calefacció d'habitatges. Ja l'any 1930 es va dur a terme a Reykjavik

un projecte per a calefactar 70 cases, dues piscines públiques, una escola i un hospital. L'èxit va ser tan gran que l'Ajuntament de la ciutat va decidir donar calefacció i aigua calenta sanitària a tota la capital. L'any 1975 el 99 % dels edificis de Reykjavik (90.000 persones) fruïen de l'energia geotèrmica.

A alguns països (els ja citats, a més de Nova Zelanda, Mèxic, Japó, països de l'Amèrica Central, Filipines,) que majoritàriament estan situats sobre els cinturons geotèrmics del món, la calor de la Terra està essent utilitzada des de fa varies dècades tan per a la producció d'electricitat com per aplicacions d'escalfament directe per municipis, indústries i zones rurals.

<i>país</i>	<i>potència (MW)</i>	<i>participació (%)</i>
EUA	2777	0,4
Filipines	894	14,0
Mèxic	710	3,0
Itàlia	545	1,0
Nova Zelanda	293	4,0
Japó	215	0,1
Indonèsia	142	2,0
El Salvador	95	19,0
Nicaragua	70	17,0
Kenya	45	8,0
Islàndia	45	
Xina	21	
Turquia	20	
ex-URSS	11	
França	4	
Açores	3	
Grècia	2	
Tailàndia	0,3	
Total	5892	

Font: Conferència Mundial d'Energies Netes, Ginebra, 1991

Taula 6.7: Electricitat a partir de centrals geotèrmiques (1990).

L'any 1991 hi havia arreu del món gairebé 6.000 MW instal·lats per a produir electricitat a partir de l'energia geotèrmica (Taula 6-7) i uns 15.000 MW en aplicacions d'escalfament directe. A alguns països com El Salvador, Nicaragua, i Filipines la contribució de la geotèrmia a la producció d'electricitat és de 19, 17 i 14 % respectivament. A França hi ha més de 150.000 habitatges escalfats directament amb geotèrmia. Es preveu que l'any 1995 hi hagin gairebé 10.000 MW elèctrics instal·lats al món aprofitant la calor de la Terra. La construcció de centrals geotèrmiques per a generar electricitat creix a un ritme del 14 % anual.

A Catalunya la recerca geotèrmica s'inicià l'any 1975 per part de l'IGME (Instituto Geológico y Minero de España), amb l'exploració de la falla del Vallès i les depressions d'Olot i de La Selva. L'activitat prospectora de l'administració central espanyola a Catalunya es va donar per finalitzada l'any 1986, amb la perforació del sondeig Samalús-6, de 1.000 m de profunditat, el qual va posar de manifest un excel·lent magatzem geotèrmic a 90°C. En total l'IGME realitzà tres sondeigs a Caldes de Montbui i sis a Samalús. En paral·lel l'empresa ENHER va realitzar també la prospecció de la resta de la fossa del Vallès, confirmant les anomalies descobertes a Caldes de Montbui i a La Garriga-Samalús i el descobriment d'una de nova a Sant Cugat del Vallès, arribant-se a construir un pou definitiu que donava un excel·lent resultat (més de 100 litres/segon).

<i>emplaçament</i>	<i>fondària temperatura cabal</i>		
	<i>(m)</i>	<i>(°C)</i>	<i>(L/s)</i>
Sant Cugat del Vallès (Vallès Occidental)	400	58	105
Jafre (Baix Empordà)	1050	55	
Cànoves i Samalús (Vallès Oriental)	750	90	
Montbrió del Camp (Baix Camp)	500	80-90	
Lleida (Segrià)	1500	60	

No inclou els aprofitaments actuals (balnearis)
 Font: J. F. Albert, *La calor de la Terra*, Generalitat de Catalunya, 1988

Taula 6.8: La geotèrmia a Catalunya.

ENHER també va realitzar prospeccions a la zona de la Maladeta i a Reus-Montbrió, havent-se arribat a realitzar un estudi de factibilitat de calefacció geotèrmica d'habitatges a una part de la ciutat de Lleida. A la Taula 6-8 es donen les característiques d'aquests jaciments.

En els darrers temps, l'energia geotèrmica, tot i essent una font d'energia neta i renovable, ha esdevingut motiu de preocupació i polèmica a les illes Hawai i a les Filipines on projectes geotèrmics posen en perill llocs considerats sagrats per les cultures que hi habiten.

Per exemple a les Filipines, quan el govern i la Companyia Nacional de Petroli proposaren, a mitjans dels anys 80, desenvolupar un projecte d'explotació geotèrmica al Mont Apo, el volcà més alt de les Filipines i un lloc sagrat ancestral de l'ètnia lumad. Aquests projectes reberen l'oposició dels lumad encapçalats per un vell cap, de nom Tulalang Maway. Les raons de la seva oposició són que cal desforestar uns boscos primigenis, degradant hàbitats naturals (una part dels quals formen part del parc natural més antic de les Filipines), on ells han viscut des de temps immemorials.

L'any 1989 quan totes les formes de protesta havien fracassat, Maway i 20 ancians més varen recrear un antic ritual sagrat lumad, anomenat D'yandi, pel qual es comprometien ells mateixos, el seu poble i tots els seus descendents a protegir el Mont Apo amb les seves vides "fins a la darrera gota de sang". Quan el vell cap Maway va ser preguntat sobre les raons de la seva acció, tranquil·lament va tornar a explicar el vell mite de la creació que els lumad s'han anat passant de generació en generació: "Apotio, el creador del món, després d'acabar la seva obra va dir adeu als lumad i va retornar al lloc on vivia, el Mont Apo". Apotio ens va dir, anava explicant el cap Maway, "Guardeu aquest lloc i no permeteu que mai ningú el destrueixi o el profani. Podeu passar penes i misèries, però mai abandoneu aquest lloc perquè és on jo visc Mai doneu la muntanya. És millor per vosaltres morir, morir abans que donar la muntanya".

El D'yandi i les protestes no violentes realitzades a l'emplaçament on es vol construir la central geotèrmica feren possible que altres sectors socials filipins, com ara ecologistes i defensors dels drets humans, donessin suport solidari a les demandes dels lumad, arribant-se a veure el cas en el mateix Tribunal Suprem de les Filipines, que el va desestimar alegant "raons tècniques".

Mentrestant la campanya dels lumad s'ha extès arreu del món. Però l'any 1992, cinc batallons de l'exercit i de la marina rodejaren la muntanya, al·legant que cercaven guerrilles comunistes. L'objectiu no era altre que intimidar els lumad (han circulat cartells anònims posant preu a la testa del cap Maway) i forçar l'inici de les obres talant el bosc i perforant els pous. L'ancià cap lumad, de 86 anys, tot seient a la vessant del volcà, en veure-ho, va manifestar: "Els nostres germans cristians estan fruit la seva vida aquí a les planures", tot estenent els seus braços en direcció als camps conreats que la seva tribu, fa molts anys, va cedir als immigrants. I girant-se cap el Mont Apo, va acabar pausadament la seva reflexió: "Nosaltres només els hi demanem que ens deixin el nostre darrer santuari Jo soc vell. Si em maten altres ocuparan el meu lloc".



7.- Les alternatives.

Davant de les serioses problemàtiques que ens planteja la consideració de les fonts d'energia com a "recursos" per a ser degradats i produir residus, ja comença a ser hora que la humanitat questioni aquesta via energètica, que l'industrialisme ha empès fins a fites que ratllen l'ecocidi, i es pregunta: quina és aleshores l'alternativa o quines són les alternatives ?.

Ja l'any 1973 el Dr. John W. Gofman, codescubridor juntament amb Glenn T. Seabord de l'Urani 233 i la seva fissió, afirmava: "si s'invertís només una part de l'enorme pressupost nuclear en recerques sobre energia solar, aviat es trobarien solucions satisfactòries".

Perquè tot considerant que les superfícies continentals del planeta són travessades per uns fluxos d'energies naturals d'uns 500 W/m^2 , en mitjana i procedents de totes les fonts, si tan sols se'n fes un aprofitament amb eficiències de 4 %, en resulta una disponibilitat d'energia gairebé 300 vegades superior ($3 \times 10^9 \text{ MW}$) a la que els 5.400 milions d'habitants de la Terra necessitarien per tenir un nivell de vida digne (a 2.000 W/persona en resulta $1.1 \times 10^7 \text{ MW}$).

Tot i les traves que arreu es posen al desenvolupament de tecnologies i sistemes per a l'aprofitament de les fonts d'energia netes i renovables que la natura ens ofereix amb escreix, aquestes estan demostrant, cada dia que passa, la seva maduresa, després que renaixés l'interès per elles, afavorit primer pels xocs petrolers dels anys 1973 i 1979 i actualment perquè es van posant en evidència els costos ecològics i socials d'un model energètic insostenible.

A la Taula 7-1 es dona percentualment la distribució de les despeses governamentals de recerca i desenvolupament dels països que formen part de l'Agència Internacional de l'Energia, entre 1979 i 1990, pel que fa a l'energia. És de notar la poca consideració que han tingut tan les energies renovables com l'eficiència energètica.

font d'energia	%
nuclear	58,98
combustibles fòssils	15,18
altres	10,17
renovables	9,40
conservació energia	6,27

Font: Greenpeace International, 1992

Taula 7.1: Despeses governamentals (R + D) en energia, 1979-1990, dels països membres de l'Agència Internacional de l'Energia.

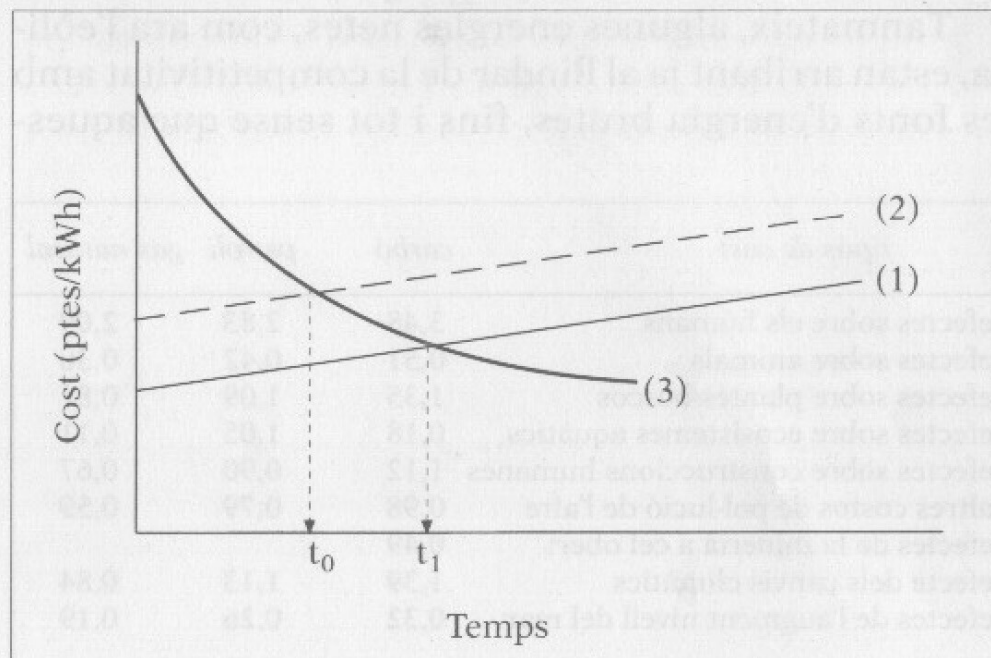


FIG. 7.1: Representació gràfica de l'evolució del cost de generació d'electricitat: (1) font convencional sense incloure costos ecològics i socials; (2) font convencional incloent costos ecològics i socials; (3) a partir d'una font d'energia renovable (vent, sol...). Moment d'inici de competitivitat de la font d'energia renovable: quan la font convencional no inclou costos ecològics i socials, t_1 ; quan la font convencional inclou costos ecològics i socials, t_0 .

A la Figura 7-1 es mostra esquemàticament les dificultats de penetració en el mercat de les fonts d'energia netes i renovables mentre es mantinguin les actuals polítiques energètiques. A banda dels subsidis directes o indirectes amb que són afavorides les fonts d'energia brutes, hi ha la creença que els preus fixats pel mercat són un reflex dels costos totals de l'energia. Però cada dia és més evident que les fonts d'energia brutes tenen uns costos socials i ecològics que no són presos en consideració pels mecanismes del mercat. El fet que els preus de mercat de l'energia no incloguin els costos socials ni ecològics es tradueix en que les fonts d'energia netes no poden competir amb les brutes fins al cap d'un temps més o menys llarg, quan podrien competir molt abans si en el preu de l'energia s'incloguessin els costos socials i ecològics que comporta l'ús de les energies brutes.

Cada dia que passa es fa més necessari que mai la incorporació de tots els costos associats a cada font d'energia. A la Taula 7-2 es dona una valoració dels costos externs dels combustibles fòssils (\$1990/GJ). No fer-ho així imposa tot un seguit de barreres a la penetració de les fonts d'energia netes, doncs han de competir en condicions de profunda desigualtat. Això té com a resultat que una tecnologia que podria ser competitiva un moment determinat, no ho sigui fins molts anys més tard.

<i>tipus de cost</i>	<i>carbó</i>	<i>petroli</i>	<i>gas natural</i>
efectes sobre els humans	3,48	2,83	2,09
efectes sobre animals	0,51	0,42	0,30
efectes sobre plantes/boscors	1,35	1,09	0,81
efectes sobre ecosistemes aquàtics	0,18	1,05	0,11
efectes sobre construccions humanes	1,12	0,90	0,67
altres costos de pol·lució de l'aire	0,98	0,79	0,59
efectes de la mineria a cel obert	0,49		
efecte dels canvis climàtics	1,39	1,13	0,84
efectes de l'augment nivell del mar	0,32	0,26	0,19
danys ambientals totals	9,82	8,47	5,60
costos militars		1,70	
costos externs totals estimats	9,82	10,17	5,60

Font: Conferència Mundial d'Energies Netes, Ginebra, 1991

Tanmateix algunes energies netes, com ara l'eòlica, estan arribant ja al llindar de la competitivitat amb les fonts d'energia brutes, inclús sense que aquestes incorporin els costos ecològics i socials. A la Taula 7-3 es donen els costos de l'energia elèctrica generada a partir de fonts netes i renovables. L'experiència danesa i californiana així ho demostren.

<i>tecnologia</i>	<i>cost de generació (0,01 \$/kWh)</i>
millora de l'eficiència	2,0-4,0
turbina de gas	4,8-6,3
carbó (cicle combinat)	5,4
geotèrmia	5,8
central tèrmica (llenya)	6,3
eòlica	6,4
tèrmica solar (assistida amb gas)	7,9
nuclear	12,5
fotovoltaica	28,4

Font: Ch. Flavin, *Worldwatch Paper 91*, octubre de 1989

Taula 7.3: Cost de generació d'electricitat als EUA amb tecnologies a l'abast, 1989.

Paral·lelament a la introducció de les energies renovables en els esquemes energètics de les societats actuals, també s'ha anat posant en evidència que la millor forma de no agreujar encara més els problemes ecològics globals és eliminar el malbaratament energètic promogut per la civilització industrialista. També a despit del poc suport que els governs dels estats-nació han dedicat a la recerca i desenvolupament pel que fa a l'ús eficient de l'energia, avui es van trobant al mercat dispositius i artefactes que empren l'energia d'una forma cada vegada més eficient.

L'exemple més palès en són les bombetes per il·luminar. Donar llum, un servei que l'energia proporciona, es pot fer emprant bombetes d'incandescència o bombetes microfluorescents compactes. Al final de la vida (6.000 hores) d'una bombeta fluorescent compacte de 20 W, que dona la mateixa llum que una bombeta d'incandescència de 100 W, s'haurà pagat una tercera part dels diners que s'haurien pagat en el cas de fer-ne servir una d'incandescència (tenen una vida de 1.000 hores i consumeixen 5 vegades més electricitat). És una inversió altament rendible en criteris estrictament econòmics.

Al llarg de la seva vida mínima de 6.000 hores, una bombeta microfluorescent compacta de 20 W necessita 480 kWh menys que una bombeta incandescent de 100 W, donant ambdues la mateixa llum. Si cadascun dels habitants de l'estat espanyol substituïssim una bombeta incandescent de 100 W per una fluorescent de 20 W, s'estalviaria en conjunt la mateixa energia elèctrica que la que genera una central nuclear com Ascó o Almaraz.

Aquestes bombetes microfluorescents compactes també tenen altres avantatges de tipus ecològic comparativament amb les d'incandescència. Al llarg de la vida útil d'una bombeta fluorescent compacte s'hauran deixat d'introduir a la biosfera tot un seguit de contaminants. Si l'energia elèctrica que consumeix la bombeta s'ha generat en una central tèrmica de carbó, s'hauran deixat d'introduir a l'atmosfera uns 500 kg de CO₂ a més de 1'5 kg de SO₂ i de NO_x. En el cas que l'electricitat consumida s'hagi produït en una central nuclear, s'haurà estalviat la generació de 1'75 kg de residus nuclears i s'haurà deixat d'enverinar els sistemes naturals amb 4'54 milions de becquerels de radioactivitat.

Les bombetes microfluorescents compactes són l'exemple més paradigmàtic del que està passant en el camp de l'ús eficient de l'energia. Però el camp de l'enllumenat no és pas l'únic.

En un treball realitzat pel Grup d'Energia del Laboratori de Física de la Universitat Tècnica de Dinamarca a Lyngby, es conclou que els 3.200 kWh/any que en mitjana cada habitant de Dinamarca (inclou consum domèstic i altres sectors) consumeix a l'any, podria reduir-se al 50 % de l'actual fent servir la millor tecnologia disponible, al 26 % de l'actual si es fessin servir tecnologies avançades pel que fa a l'eficiència energètica i al 20 % de l'actual si a més de les tecnologies d'eficiència més avançada és substituïssin alguns serveis energètics (energia tèrmica) avui coberts amb electricitat per gas (Taula 7-4).

<i>tecnologia</i>	<i>consum anual amb el nivell de serveis de 1988 (kWh/cap)</i>				
	<i>mitjana utilitzada</i>	<i>mitjana venuda</i>	<i>millora disponible</i>	<i>eficiència avançada</i>	<i>eficiència avançada + substitució</i>
nevera	150	113	38	21	21
congelador	235	188	82	47	47
nevera-congelador	90	72	50	18	18
rentadora roba	175	131	105	53	18
rentadora plats	90	65	56	30	7
assecadora roba	65	55	44	23	13
cuina	340	316	194	136	
distribuïdor calor	270	203	68	35	35
ventilació	500	400	275	75	75
altres	425	383	298	213	213
il·luminació	860	730	300	172	172
total	3200	2656	1510	823	619
índex	100	83	47	26	20

Font: *Electricity, Efficient End-Use and New Generation Technologies and their Planning Implications*, Lund University Press, 1989

Taula 7.4: Consum elèctric anual a Dinamarca comparat amb el consum possible en el cas que s'implementessin diferents nivells d'eficiència energètica.

Aquestes conclusions, fruit de detallats estudis realitzats sector per sector, han estat aplicats posteriorment a un projecte pilot realitzat a 15 països de l'Europa Occidental. Aquest projecte, titulat "*Low Energy Europe*", descriu dos escenaris. En el primer es continua el ritme de creixement tradicional (3-4 % anyal). En el segon, deixa d'haver-hi creixement, sobretot pels països nòrdics, però continua durant un temps en els països del sud. Aplicant a ambdòs escenaris les tecnologies d'eficiència energètica avançades a tots els usos finals de tots els sectors econòmics, es conclou que es podria realitzar les mateixes tasques utilitzant només el 40 % de l'electricitat de la que s'usa avui per fer el mateix.

Però a despit de totes les avantatges ecològiques fruit de l'aplicació de les millores tecnològiques, l'estudi conclou que serien engol·lides pel sempre creixent nivell de serveis energètics i, per tant, la demanda d'electricitat continuaria creixent. En canvi, en l'escenari de saturació, la demanda d'electricitat arribaria a ser el 45 % de l'actual, amb un nivell de vida general a tot Europa semblant al dels països nòrdics avui. Això permetria assolir un camí energètic sostenible a Europa, on es podria subministrar el 40 % de l'electricitat a partir de les instal·lacions hidroelèctriques avui existents. Aquest escenari de saturació es basa no solament en aplicar tecnologies energèticament eficients i ecològicament acceptables, sinó també en una economia ecològicament acceptable (una economia que proporcioni benestar humà amb el mínim ús d'energia i d'altres recursos). Això faria possible que Europa caminés cap una societat ecològica i socialment sostenible.

Una societat sostenible és aquella en la que: a) els recursos renovables no s'han d'utilitzar a un ritme més gran que el seu ritme de regeneració, b) la pol·lució no s'ha d'emetre a un ritme més ràpid que el que els sistemes naturals són capaços d'absorbir-la o neutralitzar-la i c) els recursos no renovables no s'han d'utilitzar i en el cas d'utilitzar-los, ho han de ser a un ritme menys elevat que el que el capital humà creat pugui reemplaçar el capital natural perdut.

Pel que fa als combustibles fòssils, això vol dir, emprar una part de l'energia alliberada en cremar-los, per a crear sistemes d'estalvi d'energia o sistemes per a l'aprofitament de les energies renovables, que proporcionin una mateixa quantitat d'energia que la generada en cremar els combustibles fòssils.

Segons l'Informe sobre l'Estat del Món del *Worldwatch Institute* (1993), els components bàsics per a bastir una economia global ecològicament sostenible són: a) restablir l'estabilitat climàtica, b) protegir la capa d'ozó estratosfèrica, c) restaurar la coberta boscosa de la Terra, d) estabilitzar els sòls, e) salvaguardar la diversitat biològica que resta a la Terra i f) restaurar el tradicional equilibri entre morts i naixements.

Pel que fa a l'energia això vol dir reduir l'ús de les energies brutes (especialment els combustibles fòssils, però també els nuclears) i utilitzar les fonts d'energia netes i renovables.

7.1.- Algunes experiències.

Han passat una vintena d'anys des que els moderns peoners de les energies netes, renovables i lliures varen iniciar les seves experiències per a produir energia a partir de les fonts energètiques que la natura ofereix a la humanitat.

Val la pena recordar aquí algunes experiències, que per el ressò i la importància que han tingut mereixen ser citades.

- El "*New Alchemy Institute*" (Falmouth, Massachusetts) fundat per John i Nancy Jack Todd l'any 1969 amb el lema "restaurar les terres, protegir els cels i informar els administradors de la Terra".
- El "*Farallones Institute*", fundat l'any 1973, que va crear la casa urbana integral a Berkeley, demostrant que es pot viure amb els recursos locals i sense produir contaminació de cap mena.

- El "*Portola Institute*" que l'any 1974 publica "*Energy Primer: Solar, Water, Wind and Biofuels*" un dels primers manuals moderns per a l'aprofitament de les fonts d'energia netes i renovables, que ha tingut una notable influència sobre les persones i grups impulsors d'aquestes energies.
- El "*Worldwatch Institute*" de Washington, que l'any 1975 inicia la publicació dels "*Worldwatch Papers*" on han vist la llum nombrosos estudis sobre els més variats aspectes de les fonts d'energia netes i renovables i on ben aviat Danis Hayes publicava "*The Case for Conservation*" (1976) i "*The Solar Prospect*" (1977).
- El Grup de Tecnologia Alternativa de la "*Open University*" anglesa, fundat l'any 1976, que impulsa des d'aleshores la "*Network for Alternative Technology and Technology Assessment*". També l'any 1976 dues persones fundadores del grup, Godfery Boyle i Peter Harper, editaren "*Radical Technology*", vertadera bíblia inspiradora del moviment de la tecnologia alternativa per a aprofitar les fonts d'energia netes i renovables.
- El "*Intermediate Technology Development Group*" amb seu a Londres i que sota la inspiració de F. E. Schumacher ha escampat per arreu del món les tecnologies a escala humana, i entre elles les d'aprofitament de les fonts locals d'energia neta,
- El "*National Centre for Alternative Technology*" del país de Gales, que des de mitjans dels anys 70 ha estat un viver d'entusiastes amb les energies netes i en viure de forma ecològica. Avui la seva seu a Machynllet és visitada cada any per desenes de milers de persones,
- Publicacions com ara "*Rain*" (Oregon, 1974-1985 i 1991-...), "*Undercurrents*" (Londres, 1974-1984, fusionada actualment amb "*Resurgence*"), "*Wind Power Digest*" (Indiana-Ohio, 1975-1985), "*Alternative Sources of Energy*", "*Renewable Energy News*" (Ottawa, 1979-1986), "*Solar Age*", Alfalfa (Barcelona, 1977-) i moltes altres que han jugat un paper clau en el renaixement de l'interès per les energies netes i renovables.

Totes aquestes experiències i moltes altres han fet possible que avui arreu del món siguin molt poques les institucions governamentals o privades, vinculades d'una o altra forma amb l'energia, que no tinguin programes per a l'aprofitament de les fonts d'energia netes i renovables que flueixen per la natura.

Totes aquests experiències i moltes altres han fet possible que avui arreu del món siguin molt poques les institucions governamentals o privades, vinculades d'una forma o altra amb l'energia, que no tinguin programes per a l'aprofitament de les fonts d'energia netes i renovables que flueixen per la natura. A continuació se'n describen algunes amb més detall.

En el camp de l'energia eòlica, pioner va ser el treball del Grup local d'energia del Nordoest de Jutlàndia - NIVE (Dinamarca), que a mitjans dels anys 70 va dissenyar i construir un aerogenerador de 22 kW, la tecnologia del qual va ser transferida gratuïtament a l'Associació Danesa de Ferrers. L'any 1982 hi havien ja una vintena d'aquests aerogeneradors construïts per diferents ferrers d'aquell país. Posteriorment un aerogenerador de 100 kW fou dissenyat i construït per un ferrer l'any 1983. L'any 1983 el NIVE va deixar d'existir en fundar-se el Centre Danès per les Energies Renovables ("*Folkecenter for Vedvarende Energi*"). Des d'aleshores el Centre ha produït una desena de manuals per a la construcció d'aerogeneradors, des de 13 kW de potència fins a més de 200 kW. Més de 200 aerogeneradors han estat construïts en petits tallers locals, basant-se amb els manuals elaborats pel Centre, sense que mai hi hagi hagut cap problema estructural greu. Però aquest Centre no s'ha pas limitat a l'energia eòlica. El mateix concepte ha estat aplicat a altres fonts d'energia netes. Així també han dissenyat, construït sistemes solars, digestors, sistemes de cogeneració, etc.

Avui el Centre coordina una xarxa mundial de centres d'energies renovables i treballa juntament amb Centre per a una Tecnologia Verda i el Centre d'Educació per un Futur Sostenible ("SkibstedFjord") en el projecte anomenat "Poblat Verd", un model a escala real d'assentament i de desenvolupament rural amb criteris de sostenibilitat, fent servir sistemes per a l'aprofitament de les fonts d'energia netes i renovables, arquitectura ecològica, sistemes energètics basats en l'hidrogen, tractament d'aigües residuals amb plantes verdes i sistemes d'aquacultura integrats.

<i>producció elèctrica aerogenerador:</i>	35 363 kWh
<i>consum:</i>	
per cobrir demanda elèctrica domèstica: il·luminació, electrodomèstics, escalfament d'aigua (resistències)	19 347 kWh
per a la producció d'hidrogen (4000 Nm ³)	16 016 kWh
consum cuina (1,5 m ³ /dia): 550Nm ³	2 300 kWh
consum cotxe: 450 Nm ³	13 716 kWh
<i>emmagatzemament:</i>	
dipòsit d'aigua: 5 m ³ (2 resistències de 3 kW i 3 de 6 kW)	
dipòsit d'hidrurs metàl·lics: 250 kg	
<i>mobilitat:</i>	
accionament d'un cotxe Saab 900 amb dos dipòsits de 80 kg (16 Nm ³) d'hidrurs metàl·lics cadascun, recorre 1 km per cada kg d'hidrur	
Font: The Danish Centre for Renewable Energy, <i>Renewable Energy and Local Production</i> , First International Conference, Hurup, 18-23 de setembre de 1988	

Taula 7.5: Energia eòlica per produir hidrogen (any 1986).

Peoner també és el concepte de "*WELGAS - Wind Electricity Gas*", promogut per una persona entusiasta de l'hidrogen. Una família sueca produeix tota l'energia que necessita amb "l'aire del cel i l'aigua de la Terra". Per primera vegada la tecnologia d'aerogeneradors, l'electroquímica, la metal·lúrgia, la tecnologia de motors i la tecnologia de combustió s'ajuntaven per fer possible que l'energia elèctrica produïda per un aerogenerador alhora s'emmagatzemés en forma d'aigua calenta i, a més dissociés electrolíticament aigua, produint hidrogen que s'emmagatzema en un dipòsit d'hidrurs metàl·lics. Això permet que totes les necessitats domèstiques i de desplaçament d'una família siguin cobertes: a més de disposar d'enllumenat, de fer anar els electrodomèstics, de tenir aigua calenta i calefacció, els permet disposar de combustible per accionar un cotxe i tenir combustible per cuinar, a partir de cremar l'hidrogen produït amb l'electricitat generada pel vent (Taula 7-5).

7.2.- I cadascú de nosaltres, què hi pot fer ?.

Tots i cadascú de nosaltres som usuaris d'energia. Amb tot ben pocs d'entre nosaltres sabem quanta energia, de tota la que fem servir, és realment necessària per a les nostres activitats. El que realment volem no són fonts d'energia, sinó els serveis que l'energia ens dona. Per això no desitgem petroli, ni carbó, ni urani, ni tan sols vent, aigua, sol,.... El que realment desitgem són serveis com ara enllumenat quan es fa fosc, calor quan fa fred i fresca quan fa calor, cuinar quan es té gana, so quan es desitja escoltar música, desplaçament quan es vol viatjar, etc.

Assolir el cobriment de tots els serveis necessaris que l'energia proporciona es pot fer fent servir molta energia o poca. Es pot fer a partir de fonts d'energia netes i renovables o a partir de fonts d'energia brutes i no renovables. Depèn de cadascú de nosaltres fer-ho d'una manera o de l'altra. Fer-ho d'una forma o d'una altra tindrà unes repercussions diferents sobre els sistemes naturals.

Per exemple, escalfar-nos quan fa fred, ho podem fer cremant llenya en una estufa altament eficient, que vol dir gastar poca llenya per produir la mateixa energia tèrmica que una altra estufa menys eficient i que en gasta més. Ho podem fer cremant combustibles sòlids (carbó, coc de petroli), líquids o gasosos derivats del petroli. En aquest cas contribuïrem a agreujar l'efecte hivernacle (emissions de CO_2) i a produir pluges àcides (emissions de SO). En el cas de la llenya estem fent servir una font d'energia neta i renovable (sempre que contribuïm a replantar la mateixa quantitat d'arbres que els que cremem en forma de llenya), mentre que en el cas dels combustibles fòssils la font d'energia és bruta i no renovable.

Podem disposar d'energia tèrmica a partir de l'electricitat. Però depenent de com s'hagi generat aquesta electricitat, s'haurà produït un impacte o un altre. Encara que a casa ens sembli que l'electricitat és una energia neta perquè no fa fum, ni deixa residus, segurament n'haurà fet en el lloc on s'ha generat. Si s'ha generat en una central tèrmica convencional (a partir de combustibles fòssils), en resulten emissions de CO_2 i SO_2 . Si s'ha generat a partir de centrals nuclears el resultat són emissions de productes radioactius a l'aire i a les aigües, a més dels residus que tota central nuclear produeix. A més degradar electricitat en forma de calor, quan s'ha generat a partir de processos tèrmics, és una insensatesa termodinàmica per la minsa eficiència global de la conversió.

Si l'electricitat s'ha produït a partir d'una font neta i renovable d'energia, per exemple el vent, aleshores les conseqüències sobre la biosfera són mínimes. Però pot-ser no haurem atinat que la millor forma d'escalfar-se es fent servir la radiació que el Sol ens envia constantment. Aprofitar aquesta energia, captant-la quan n'hi ha i fent-la servir quan es necessita, es pot assolir dissenyant de forma escaient les edificacions i evitant que l'energia captada s'escapi, fent servir tota mena de ginys aïllants (des de materials aïllants fins a finestres de doble i triple vidre).

Amb aquest exemple s'ha volgut il·lustrar el fet que cada decisió sobre l'energia que cadascú de nosaltres pren quotidianament té conseqüències sobre la biosfera. Depèn de cadascú de nosaltres que les tingui en un sentit o un altre, que en tingui més o en tingui menys.

És evident, però que hi ha altres factors que a vegades fan difícil prendre les decisions més assenyades pel que fa al medi ambient. I altres vegades inclús ens ho impedeixen.

A les ciutats grans i mitjanes, es fa difícil poder captar l'energia del Sol: edificacions mal orientades, obstacles que fan ombra, etc. Però amb enginy hi ha gent que ho aconsegueix. I quan no es pot captar l'energia del Sol, el que si sempre es pot fer és adequar energèticament l'edificació perquè necessiti la mínima quantitat d'energia.

Cal que cadascú vagi aprenent a conviure de forma conscient amb l'energia, saber d'on ve, saber com s'empra, saber quines conseqüències té el seu ús, etc. Només així cadascú de nosaltres serà capaç d'adoptar les millors decisions i no les decisions que aquells que tenen interessos en els actuals sistemes energètics, malbaratadors, insolidaris i insostenibles, volen que adoptem.

Cal que cadascú de nosaltres es vagi convertint realment en la "seva pròpia companyia elèctrica" tal com va dir una vegada David Morris, director del "*Institute for Local Self-Reliance*".

I això es pot fer de moltes maneres. Entre elles:

- Emprar personalment l'energia de forma conscient, contribuint a eliminar el malbaratament energètic, sigui quin sigui i arreu, començant, però, pel lloc on es viu.

- Fer servir sempre que sigui possible fonts d'energia netes i renovables, al lloc on es viu, al lloc on es treballa. I quan això no sigui possible, participar en aquelles iniciatives d'inversions de caire ètic i ecològic, que permeten a les persones ser co-propietàries d'un sistema energètic net, que generi l'energia que elles fan servir i instal·lat més o menys lluny del lloc de residència o de treball. A Catalunya, el juliol de 1992 es va crear TREN - Transformadora Racional d'Energia Natural, l'objectiu de la qual era fer realitat aquesta nova forma de ciutadania, autodeterminada pel que fa a l'energia (TREN no va aconseguir fer realitat cap projecte de generació renovable, tot i que ho va intentar més d'una vegada).

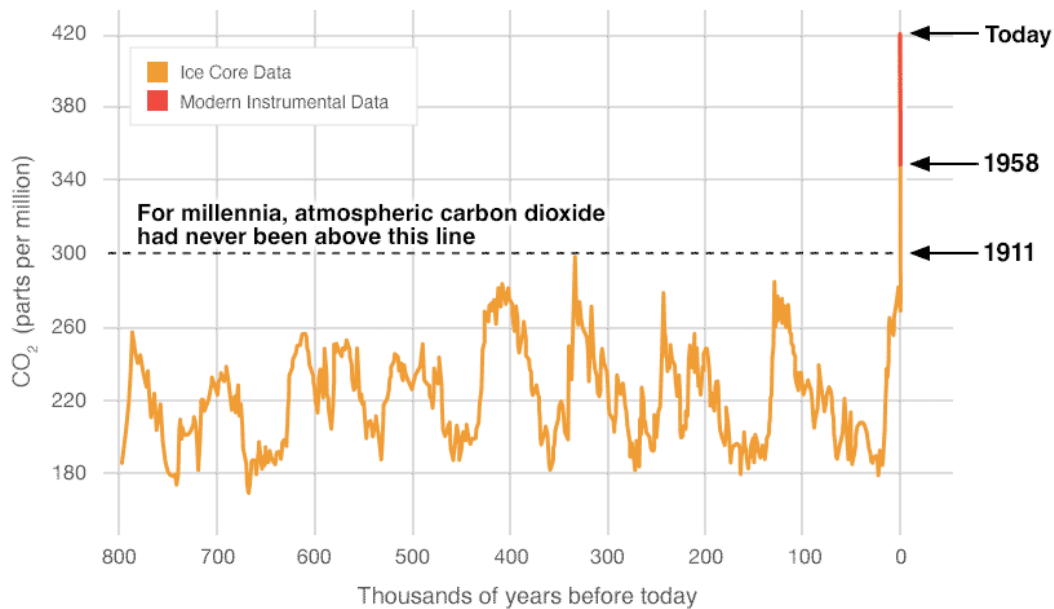
- Pressionar, tan de forma individual com col·lectivament, les institucions energètiques perquè vagin deixant de banda el "camí energètic dur" que encara defensen i vagin fent seu el "camí energètic tou", basat en les energies netes i renovables.

- Donar suport a aquelles organitzacions no governamentals de caire ecologista que malden per transformar l'actual sistema energètic i per fer-ne néixer un altre més just, més solidari, més eficient, basat en les fonts d'energia netes i renovables. En una paraula, un sistema energètic sostenible ecològicament, social i cultural.

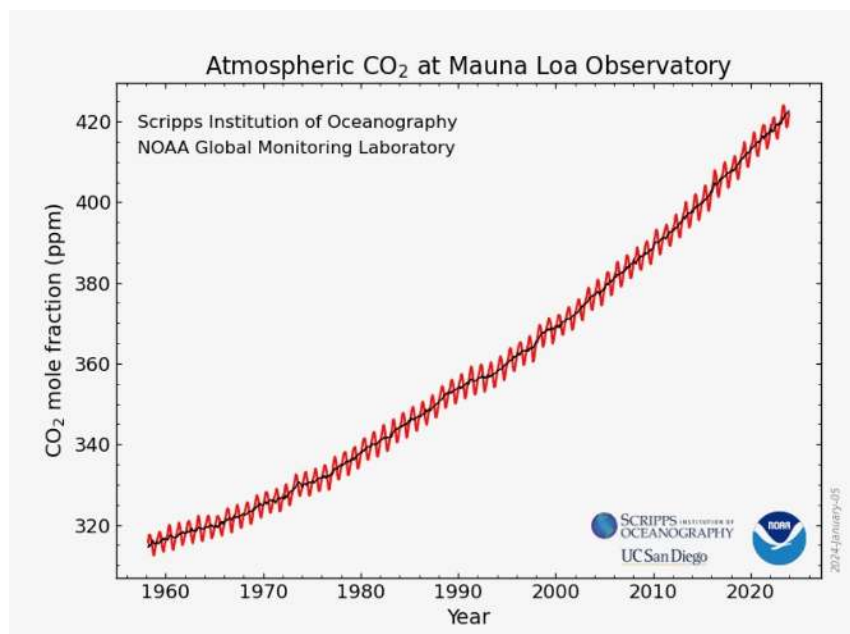
En l'annex es reproduïxen tres documents bàsics, recentment elaborats, de cara a fer néixer un model energètic sostenible. Un és la "Carta Global de l'Energia" elaborada en la Conferència Mundial de les Energies Netes (Ginebra, 4-7 de novembre de 1991). complementan aquest document, es reproduïxen, en català, el text del discurs pronunciat per Hermann Scheer a l'esmentada conferència. L'altre és el "Tractat de les ONG sobre energia" redactat al Fòrum Internacional d'Organitzacions No Governamentals i Moviments Socials (Rio de Janeiro, 1-15 de juny de 1992).

8. Les emissions de gasos d'efecte hivernacle

En aquest capítol es dona informació sobre l'evolució de les concentracions i de les emissions de Gasos d'Efecte Hivernacle (GEH) al món i per països, així com de la temperatura mensual global. S'ha conservat el gràfic original amb l'idioma corresponent, citant la font de procedència.

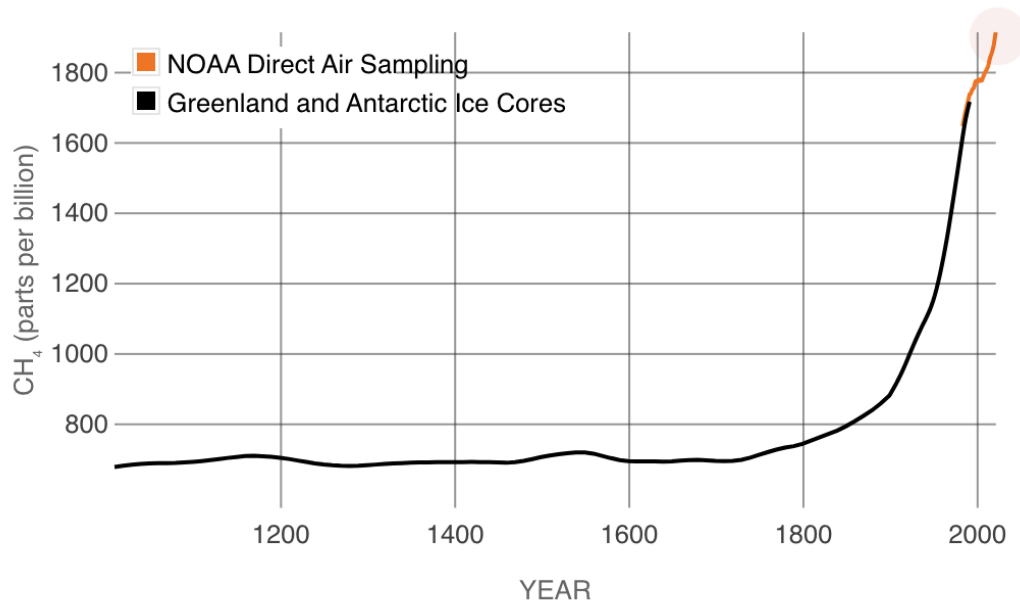


Concentracions de CO₂ a l'atmosfera, mesurades als gels polars i a Mauna Loa (NOAA)

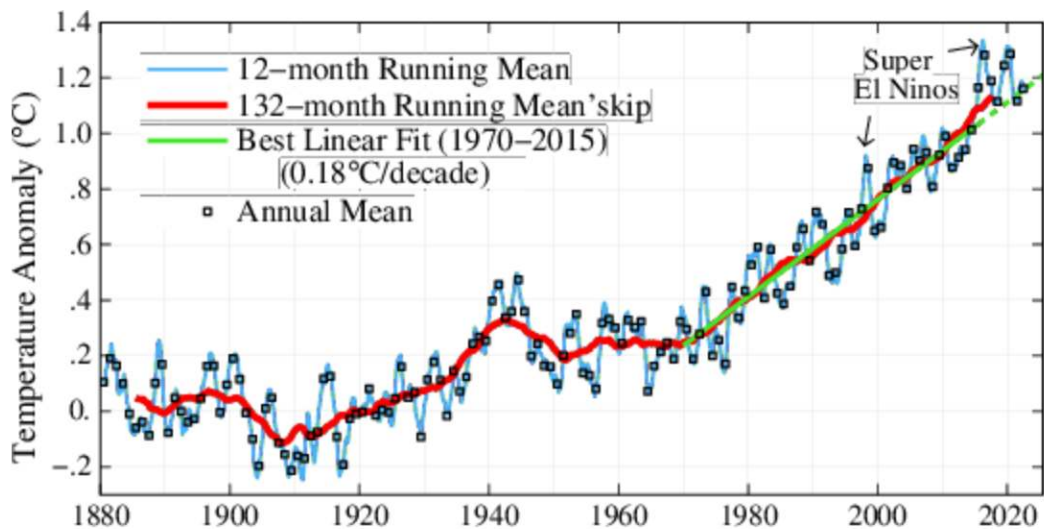


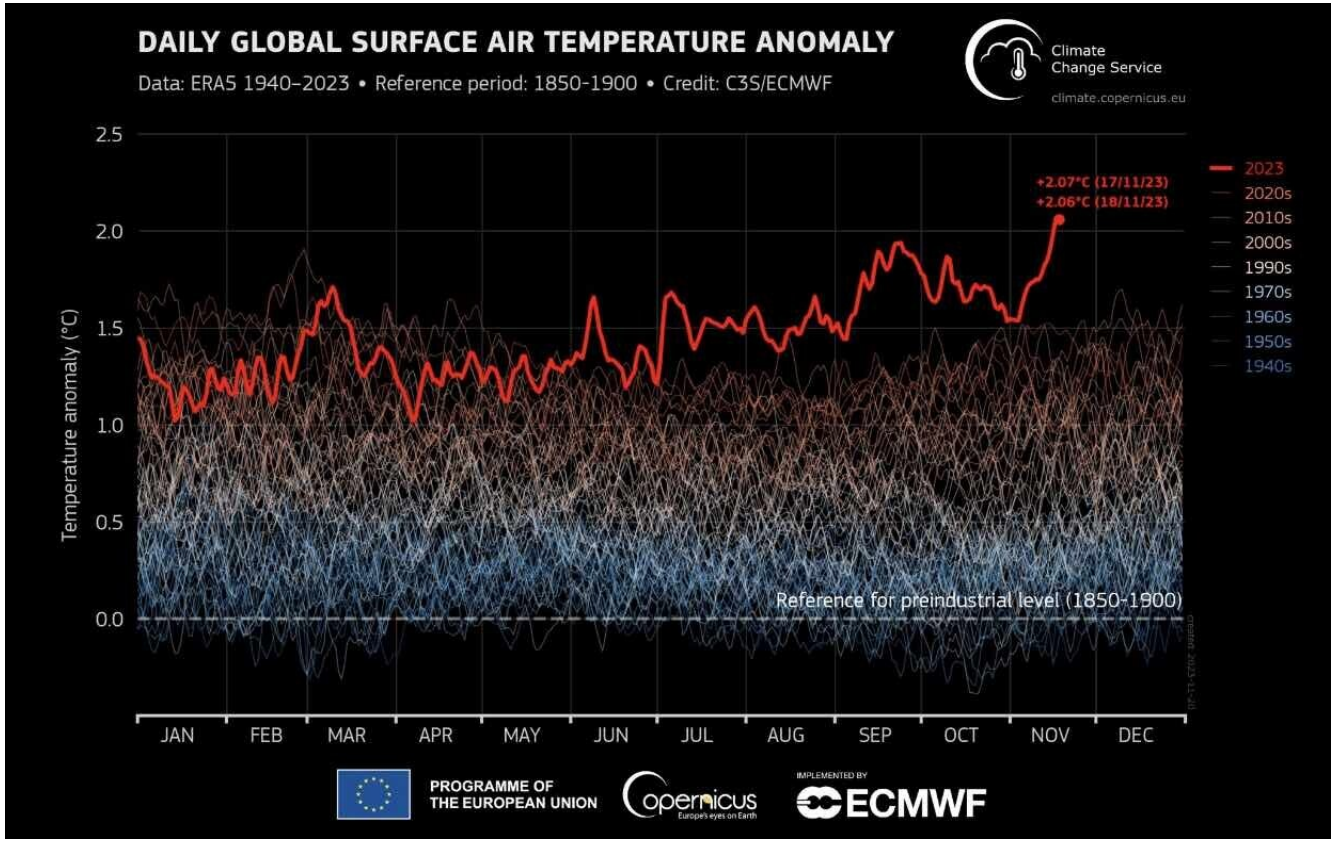
ATMOSPHERIC METHANE CONCENTRATIONS SINCE THE YEAR 1010

Data sources: Etheridge et al., 1998 and NOAA Global Monitoring Laboratory



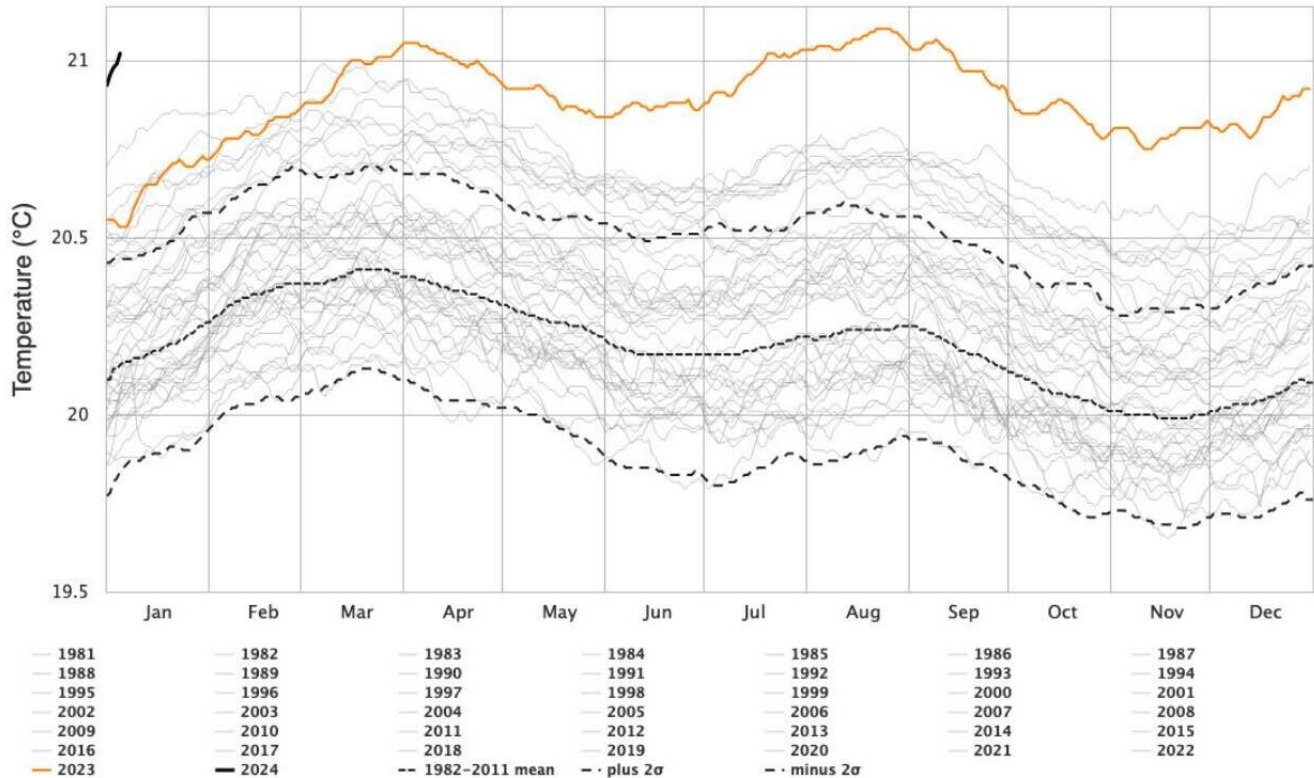
Global Monthly Average Temperatures
1880 to Present Relative to 1880-1920 Baseline Average
(a **better proxy** for pre-industrial temperatures)





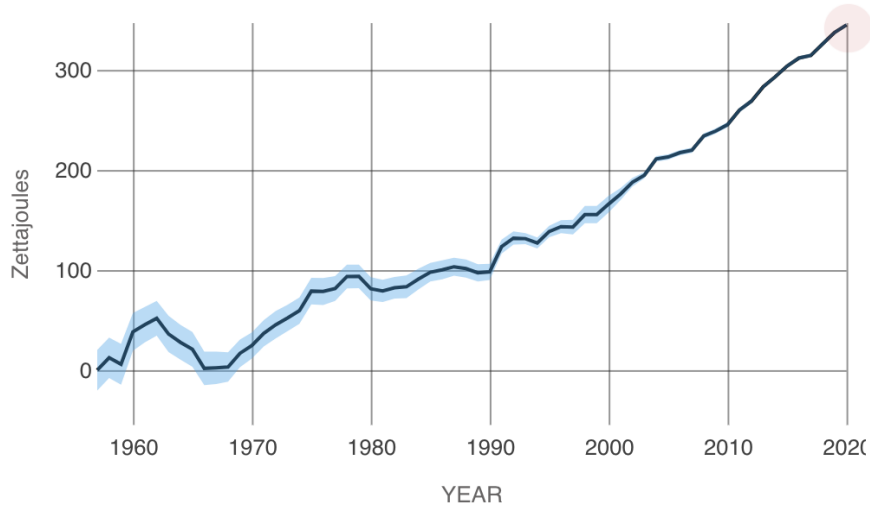
Daily Sea Surface Temperature, World (60°S-60°N, 0-360°E)

Dataset: NOAA OISST V2.1 | Image Credit: ClimateReanalyzer.org, Climate Change Institute, University of Maine



OCEAN HEAT CONTENT CHANGES SINCE 1955 (NOAA)

Data source: Observations from various ocean measurement devices, including conductivity-temperature-depth instruments (CTDs), Argo profiling floats, and eXpendable BathyThermographs (XBTs).
 Credit: NOAA/NCEI World Ocean Database

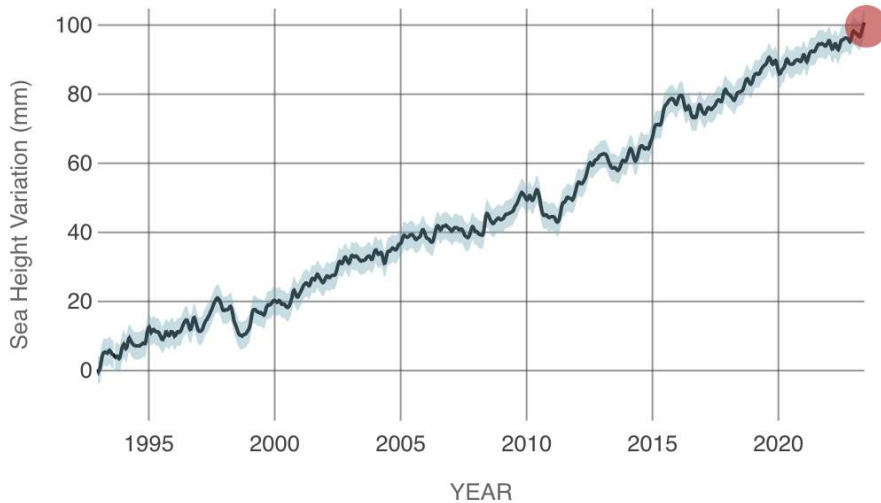


SATELLITE DATA: 1993-PRESENT

Data source: Satellite sea level observations.
 Credit: NASA's Goddard Space Flight Center

RISE SINCE 1993

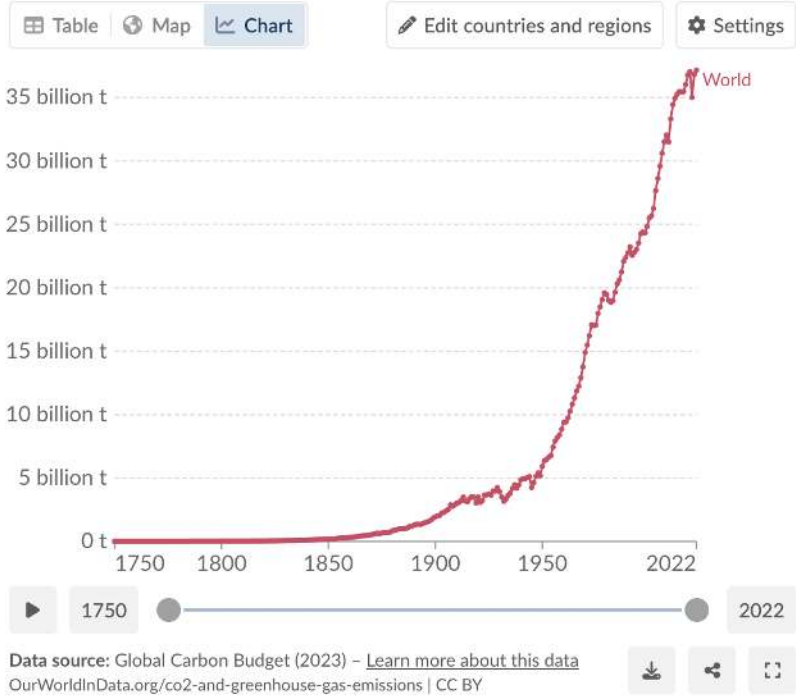
↑ 100.5
 millimeters



Annual CO₂ emissions

Our World in Data

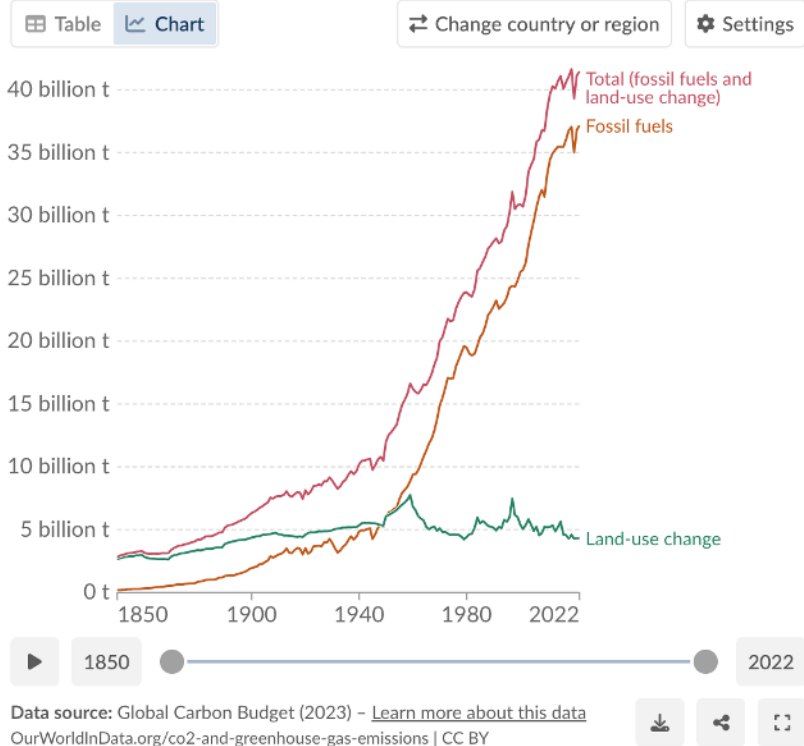
Carbon dioxide (CO₂) emissions from fossil fuels and industry. Land-use change is not included.



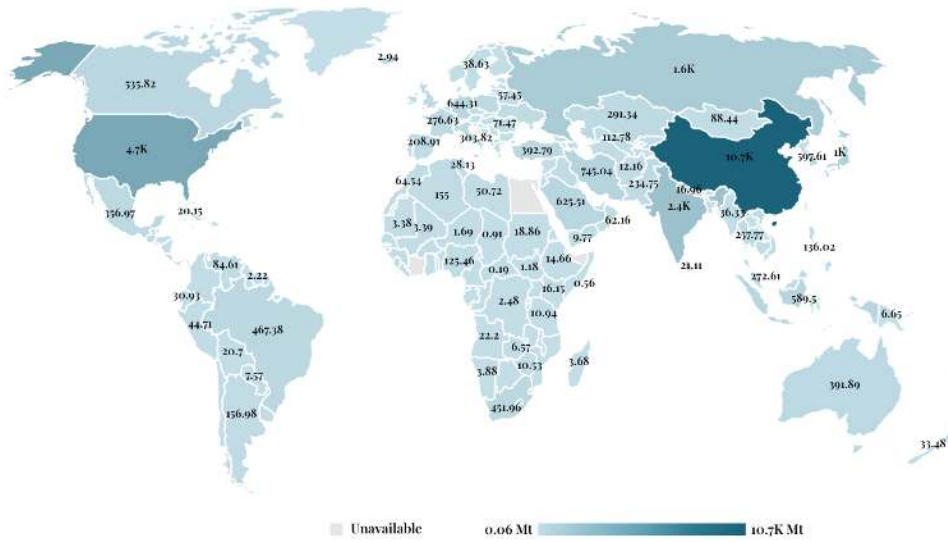
Related: [CO₂ data: sources, methods and FAQs](#)

CO₂ emissions from fossil fuels and land-use change, World

Our World in Data



Emissions de GEH per països, Font: [Visevoter](#) (mapa interactiu)



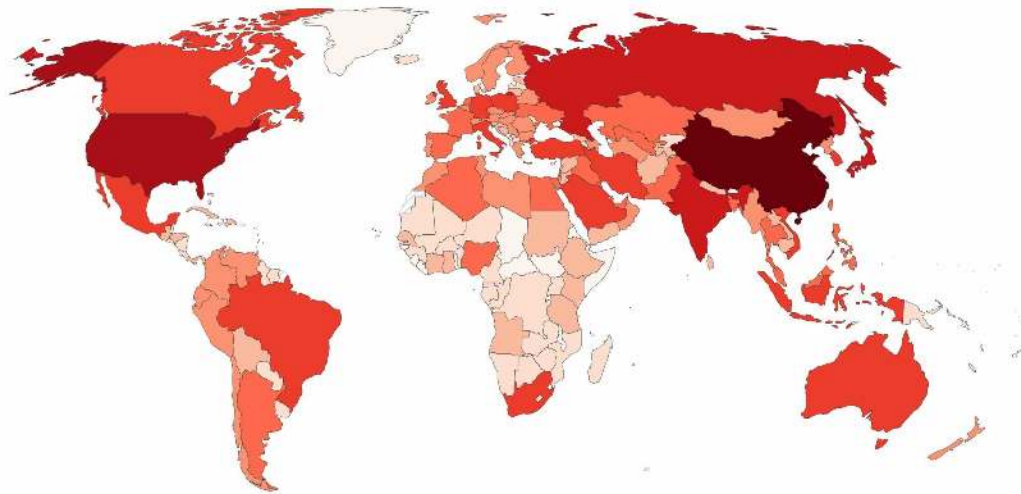
CO2 Emissions



● Click on country for data

Annual CO₂ emissions, 2022

Carbon dioxide (CO₂) emissions from fossil fuels and industry¹. Land-use change is not included.



Data source: Global Carbon Budget (2023)

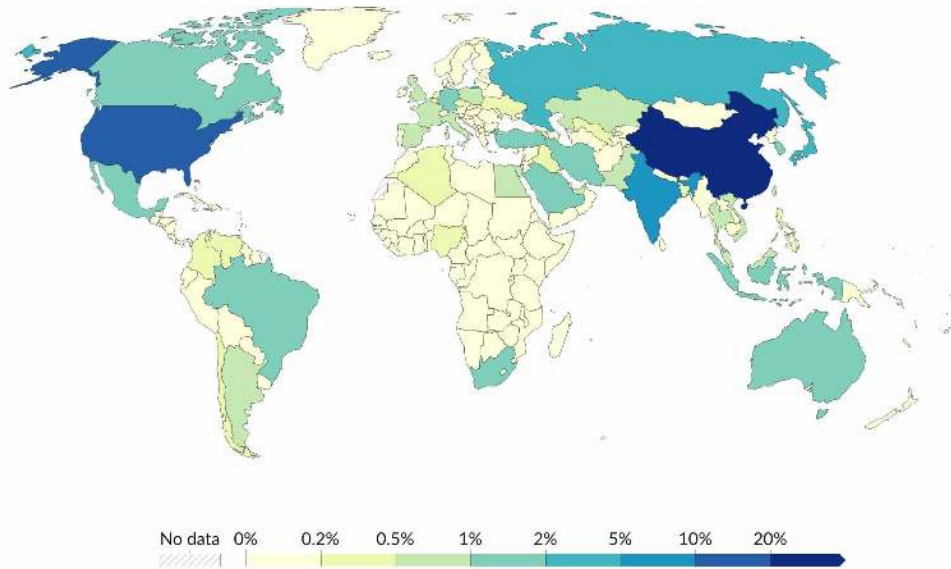
OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions | CC BY

1. **Fossil emissions:** Fossil emissions measure the quantity of carbon dioxide (CO₂) emitted from the burning of fossil fuels, and directly from industrial processes such as cement and steel production. Fossil CO₂ includes emissions from coal, oil, gas, flaring, cement, steel, and other industrial processes. Fossil emissions do not include land use change, deforestation, soils, or vegetation.

Share of global CO₂ emissions, 2022

Carbon dioxide (CO₂) emissions from fossil fuels and industry¹. Land-use change is not included.

Our World in Data



Data source: Global Carbon Budget (2023)

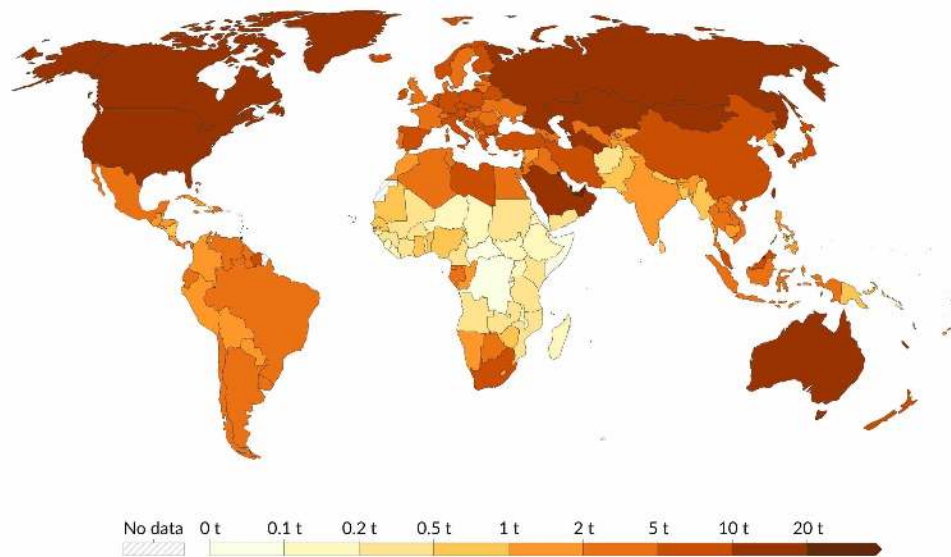
OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions | CC BY

1. **Fossil emissions:** Fossil emissions measure the quantity of carbon dioxide (CO₂) emitted from the burning of fossil fuels, and directly from industrial processes such as cement and steel production. Fossil CO₂ includes emissions from coal, oil, gas, flaring, cement, steel, and other industrial processes. Fossil emissions do not include land use change, deforestation, soils, or vegetation.

Per capita CO₂ emissions, 2022

Carbon dioxide (CO₂) emissions from fossil fuels and industry¹. Land-use change is not included.

Our World in Data



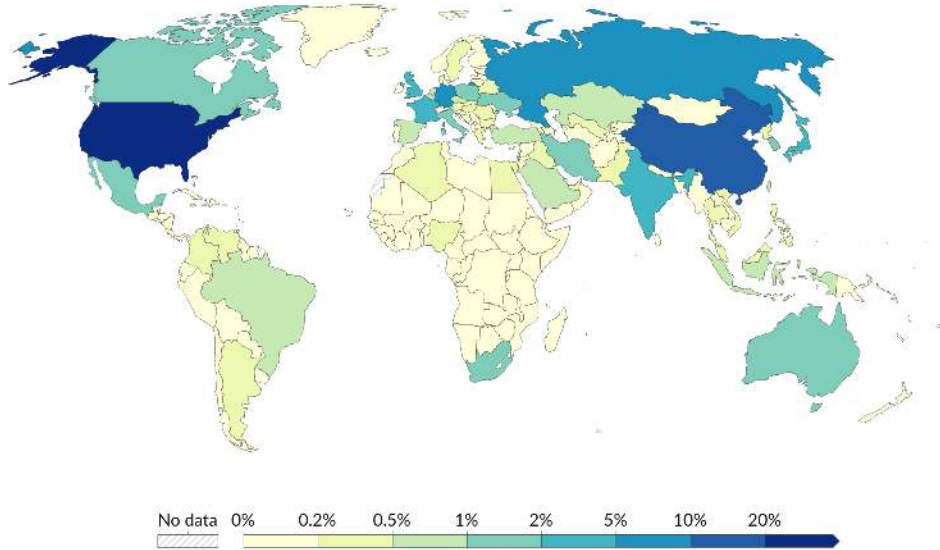
Data source: Global Carbon Budget (2023); Population based on various sources (2023)

OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions | CC BY

1. **Fossil emissions:** Fossil emissions measure the quantity of carbon dioxide (CO₂) emitted from the burning of fossil fuels, and directly from industrial processes such as cement and steel production. Fossil CO₂ includes emissions from coal, oil, gas, flaring, cement, steel, and other industrial processes. Fossil emissions do not include land use change, deforestation, soils, or vegetation.

Share of global cumulative CO₂ emissions, 2022

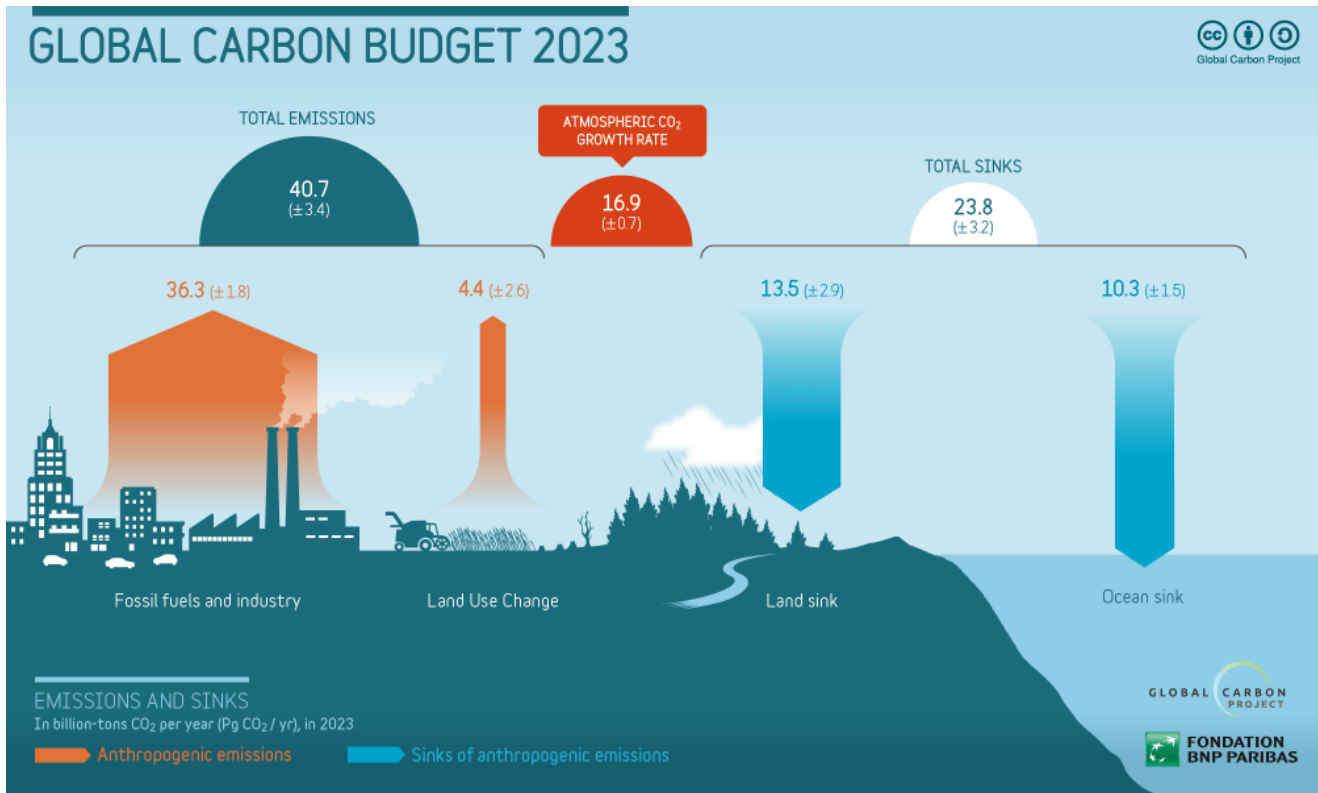
Cumulative emissions are the running sum of annual emissions since 1750. This measures fossil fuel and industry emissions¹. Land-use change is not included.



Data source: Global Carbon Budget (2023)

OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions | CC BY

1. Fossil emissions: Fossil emissions measure the quantity of carbon dioxide (CO₂) emitted from the burning of fossil fuels, and directly from industrial processes such as cement and steel production. Fossil CO₂ includes emissions from coal, oil, gas, flaring, cement, steel, and other industrial processes. Fossil emissions do not include land use change, deforestation, soils, or vegetation.



9. Les energies renovables impulsen el capgirament en el subministrament d'energia al món

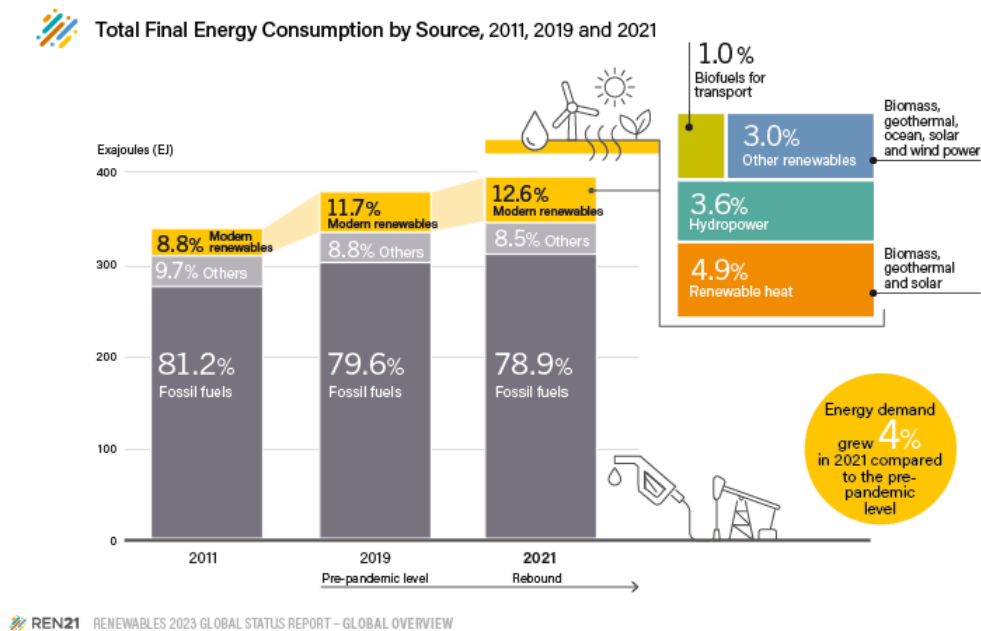
9.1. La situació de les energies renovables en el món d'avui.

La informació escrita i gràfica d'aquesta part s'ha basat bàsicament en les dades contingudes en l'informes com els que publica anualment la xarxa [REN21 – Renewable Energy Policy Network for the 21st Century: Renewables 2023 – Global Status Report – Energy Supply](#), xarxa creada l'any 2004 a la Conferència renewables 2004 – *International Conference for Renewable Energies* que va tenir lloc a Bonn de l'1 al 4 de juny del 2004, sota el patrocini del govern alemany.

REN21 és l'única comunitat global d'actors de la ciència, els governs, les ONG i la indústria treballant col·lectivament per impulsar la ràpida adopció de les energies renovables, ara! *REN21* treballa per construir coneixement, donar forma al diàleg i el debat, i comunicar els resultats per informar els responsables de la presa de decisions, per impulsar estratègicament les transformacions profundes necessàries, fer que les renovables siguin la norma. Ho fa en estreta col·laboració amb la comunitat, proporcionant una plataforma perquè aquestes parts interessades puguin participar i col·laborar. *REN21* també connecta amb actors no energètics per fer créixer el discurs energètic, donat l'econòmic i importància social de l'energia.

Els més de 4.000 membres de la comunitat guien el seu treball cooperatiu. Reflecteixen la gran varietat d'origens i perspectives de la societat. Com els ulls i les orelles de *REN21*, recullen informació, comparteixen intel·ligència i fan sentir la veu renovable. *REN21* agafa tota aquesta informació per entendre millor el pensament actual al voltant de les renovables i per canviar les normes. Les publicacions de *REN21* són probablement els informes sobre energies renovables més exhaustius del món de fonts multitudinàries. Cadascun és realment un procés col·laboratiu de coautorització, recollida de dades i revisió per iguals.

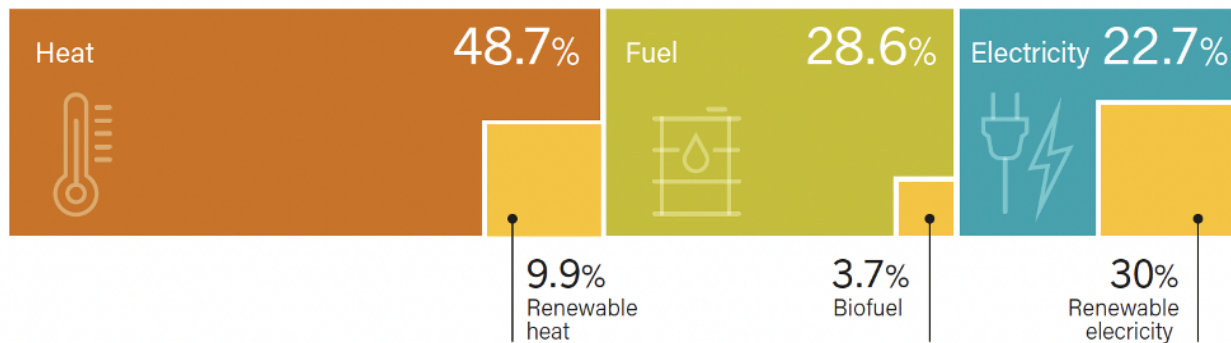
La distribució del subministrament d'energia final total del món entre calor, combustible i electricitat, revela aspectes importants sobre l'estat de la transició a les energies renovables.



Ús final de l'energia per cada font d'energia, 2011, 2019 i 2021

La majoria de l'energia del món es subministra en forma de calor directa, que representa el 48,7% del total el 2020, seguit del combustible, inclosos els líquids i els gasosos utilitzats per al transport – que representaven el 29% del total.

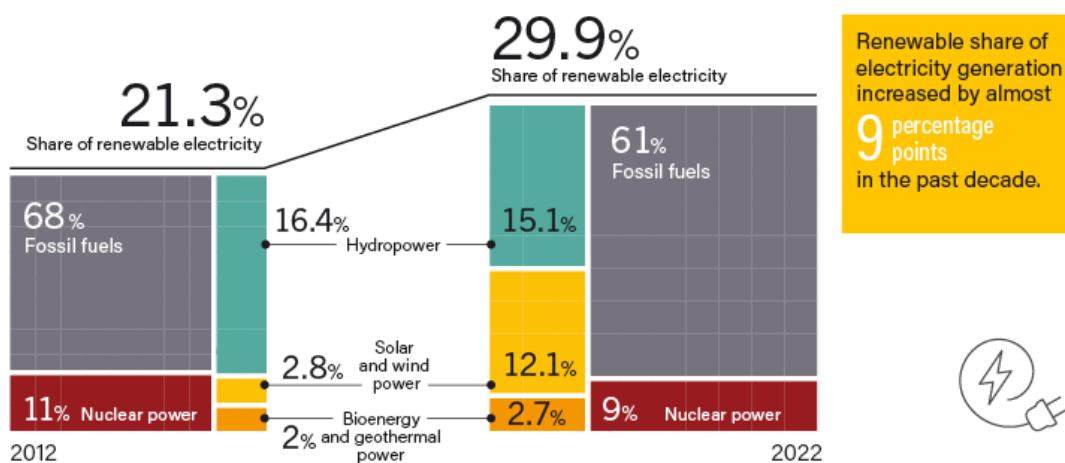
Total Final Energy and Total Modern Renewable Energy Share, by Energy Carrier, 2020



Percentatge d'energies renovables en el total d'energia final emprada al món, 2020

Mentrestant, la quota de l'electricitat (incloent calor i transport) en el subministrament energètic mundial ha crescut de manera constant, augmentant del 19% el 2010 al 23% el 2020. Aquest canvi reflecteix la creixent dependència de l'electricitat per satisfer les necessitats energètiques en tots els sectors d'ús final. Com a reflex d'aquesta tendència, la majoria dels avenços en l'augment de la quota de renovables en el subministrament energètic s'ha aconseguit en el sector de la generació d'electricitat, amb les energies renovables aportant gairebé un terç (30%) de la producció mundial d'electricitat el 2022.


 Share of Renewable Electricity Production, by Energy Source, 2012-2022

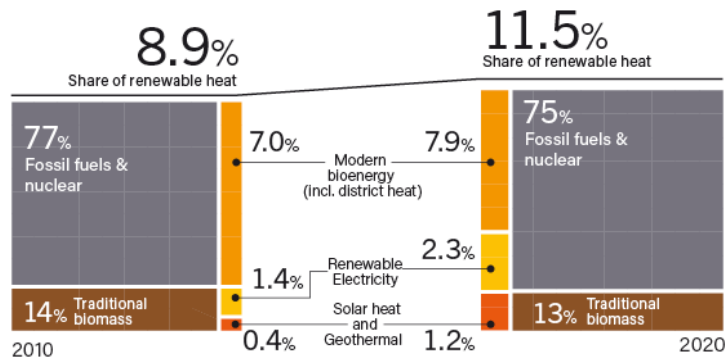


 REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY SUPPLY

Les energies renovables dins del total de l'energia elèctrica, 2012 i 2022

Pel que fa a la calor, el progrés ha estat relativament més lent, amb la quota de les renovables modernes en el subministrament de calor que ha augmentat un 2,6% en el darrera dècada, del 8,9% el 2010 a l'11,5% (excloent la biomassa) el 2020. La bioenergia moderna ha continuat subministrant la major part de la calor renovable, en un 68%, mentre que la solar tèrmica va subministrar un 6% i la calor directa geotèrmica va aportar un 5% (el 21% restant va ser subministrat per electricitat renovable).

 Share of Renewable Heat Production, by Energy Source, 2010 and 2020



Renewable share of heat generation increased by almost **2.6** percentage points in the past decade.



 REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY SUPPLY

Les energies renovables dins del total de l'energia tèrmica, 2010 i 2020

Pel que fa als combustibles, els biocombustibles representaven gairebé tots els combustibles renovables i van subministrar el 3,6% del subministrament total de combustible el 2020, més que el 2,3% de 2010. En termes absoluts, la producció de biocombustibles va augmentar un 60% durant la dècada. L'hidrogen renovable ha estat aclamat com un potencial canvi de joc per a la descarbonització dels sectors energètics intensius, i el 2022 el nombre de plantes d'electròlisi va créixer ràpidament fins arribar al voltant d'1 gigawatt (GW) de capacitat. No obstant això, més del 95% de la producció actual d'hidrogen encara es basa en els combustibles fòssils.

El desenvolupament de les energies renovables en el sector elèctric és el resultat d'una major atenció política a les energies renovables. El 2022, fins a 174 països tenien objectius percentuals per a l'energia renovable (inclosos 37 països amb objectius del 100% d'electricitat renovable), 49 països tenien objectius per als biocombustibles i 46 països tenien objectius de calor renovable, amb només 9 i 3 objectius nous els biocombustibles i la calor renovable, respectivament, que s'anunciaren durant l'any 2022. En canvi, més de 25 nous objectius en percentatges d'energia renovable i potència instal·lada es van anunciar el 2022.

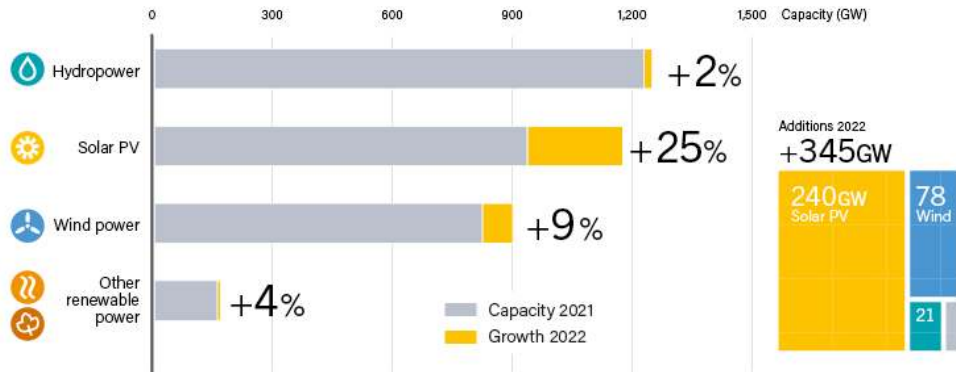
En acabar l'any 2023, veiem com l'energia solar FV ha estat la tecnologia que més potencia ha instal·lat al món. L'Agència Internacional de l'Energia diu que durant 2023 s'hauran instal·lat al món més de 440 GW de potència renovable. Segons IRENA, la Xina, Europa i els EUA seran els que més han instal·lat. Xina entre 180 i 230 GW, Europa 58 GW. Als EUA, Califòrnia continua liderant, seguida de Texas, Florida, Carolina del Nord i Arizona.

A la fi de 2023, el món haurà afegit suficient eòlica per alimentar 80 milions d'habitatges. El país que més n'haurà instal·lat és la Xina, amb 58 GW, que és el país que està en camí de superar el seu ambiciós objectiu per al 2030 de 1.200 GW de potència solar i eòlica a escala de servei públic, cinc anys abans del previst si es construeixen tots els projectes previstos, segons el [Global Energy Monitor](#). Segons el [Global Wind Energy Council](#), la Xina va ser un dels pocs mercats en creixement aquest any per que fa a l'eòlica. Els permisos més ràpids i altres millores en mercats clau com Alemanya i l'Índia també han ajudat a afegir més energia eòlica. Però les instal·lacions es van reduir a Europa un 6% interanual, segons [Wood Mackenzie](#).

A nivell mundial, el creixement de l'eòlica també ha estat més lent aquest any. Els tres primers mercats d'enguany segueixen sent la Xina, els Estats Units i Alemanya per a l'energia eòlica a terra ferma, i la Xina, el Regne Unit i Alemanya per a l'eòlica mar endins. Els analistes prediuen que la indústria eòlica es recuperarà l'any vinent i el món disposarà gairebé un 12% més d'energia elèctrica feta amb el vent. Cal destacar que al juny de 2023, la indústria va celebrar la superació d'1 TW d'energia eòlica instal·lada a tot el món. S'ha trigat més de 40 anys a assolir aquesta fita, però podria trigar menys de set anys per al segon TW, al ritme que té la indústria ara.

En les figures que segueixen hi ha el detall de l'evolució per a les diferents tecnologies que avui disposem per aprofitar les fonts d'energia renovable.

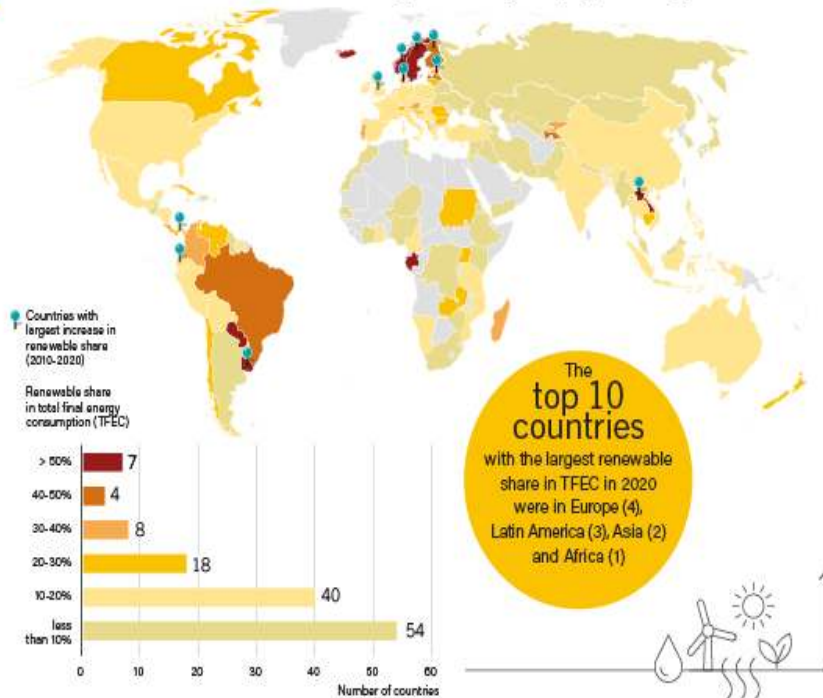
Renewable Power Total Installed Capacity and Annual Additions, by Technology, 2022



REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY SUPPLY

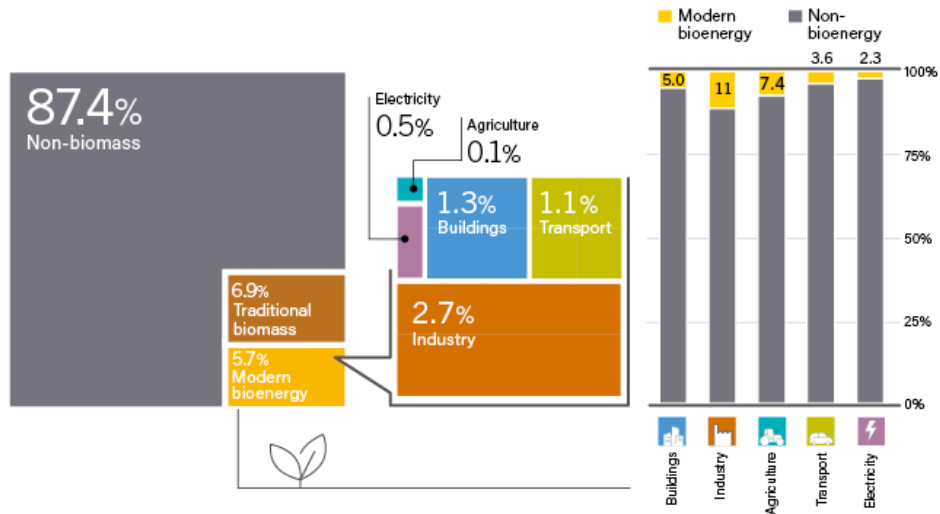
Potència renovable dins del total de potència elèctrica instal·lada i anual instal·lada al 2022
 Percentatge d'energies renovables en l'ús final de l'energia, per països al 2020

Renewable Share of Total Final Energy Consumption, by Country, 2020



REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - GLOBAL OVERVIEW

Share of Bioenergy in Total Final Energy Consumption, 2020

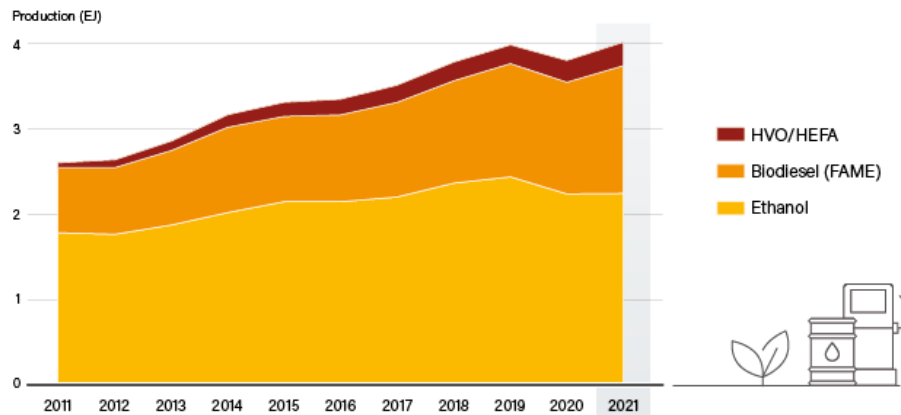


REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY SUPPLY

Percentatge de bioenergia en en l'ús final de l'energia al 2020

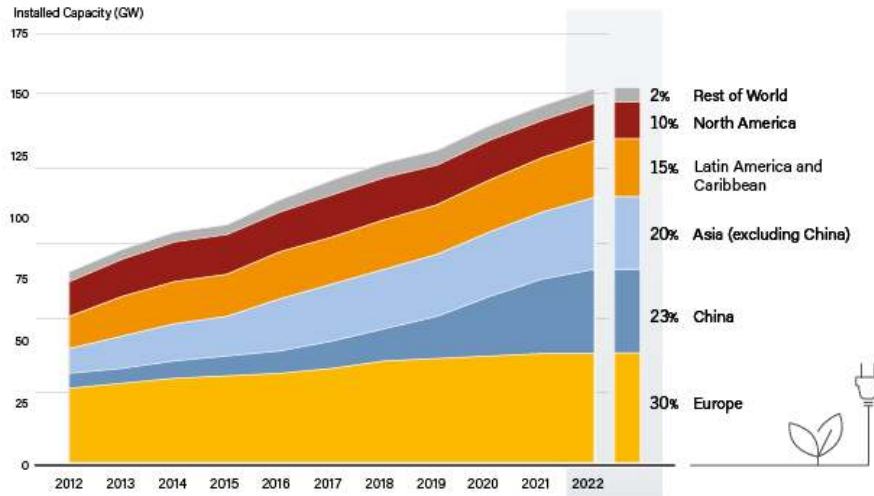
Producció final (en contingut energètic) d'etanol, biodièsel i combustible HVO/HEFA, 2011-2021

Global Production of Ethanol, Biodiesel and HVO/HEFA Fuel, by Energy Content, 2011-2021



REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY SUPPLY

 **Global Bioelectricity Installed Capacity, by Region, 2012-2022**

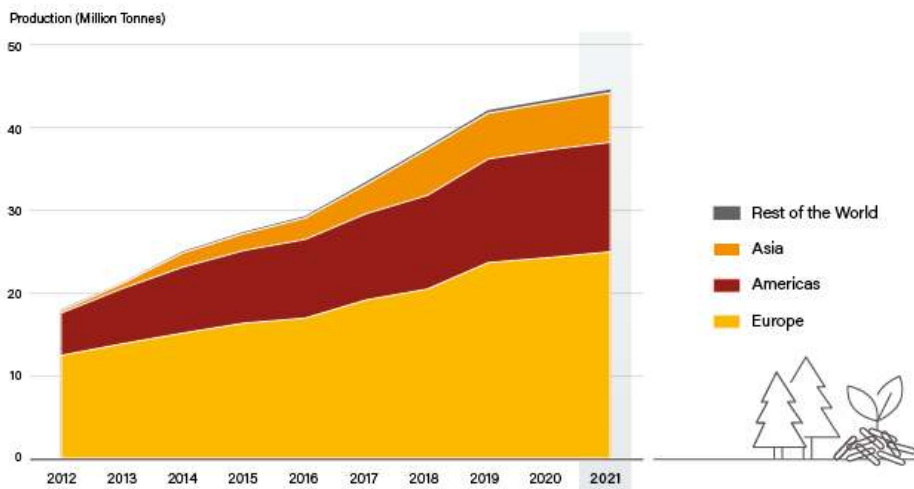


 REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY SUPPLY

Potència elèctrica instal·lada global a partir de biocombustibles, 2021-2022

Producció de pel·lets, senos regions, 2012-2021

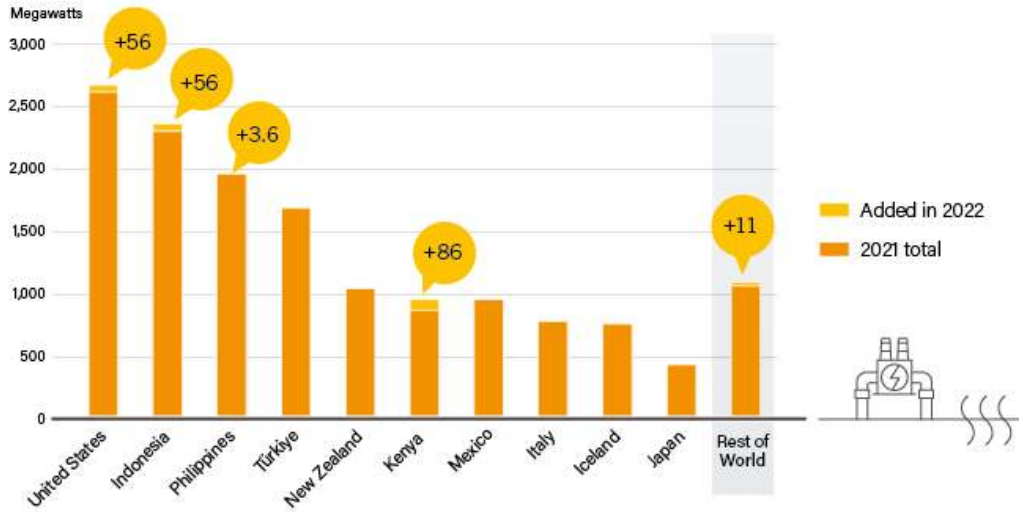
 **Global Wood Pellet Production, by Region, 2012-2021**



 REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY SUPPLY



Geothermal Power Capacity and Additions, Top 10 Countries and Rest of World, 2022



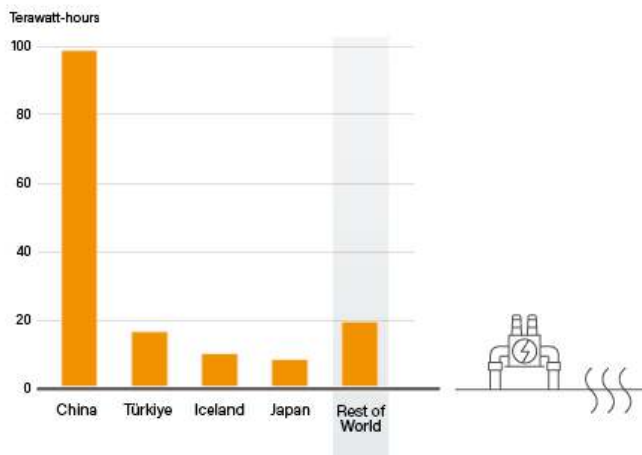
REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY SUPPLY

Potència elèctrica amb geotermia dels 10 líders i resta del món (afegida 2022 i total 2021)

Ús directe de l'energia geotèrmica: estimació pels 4 líders i resta del món, 2022

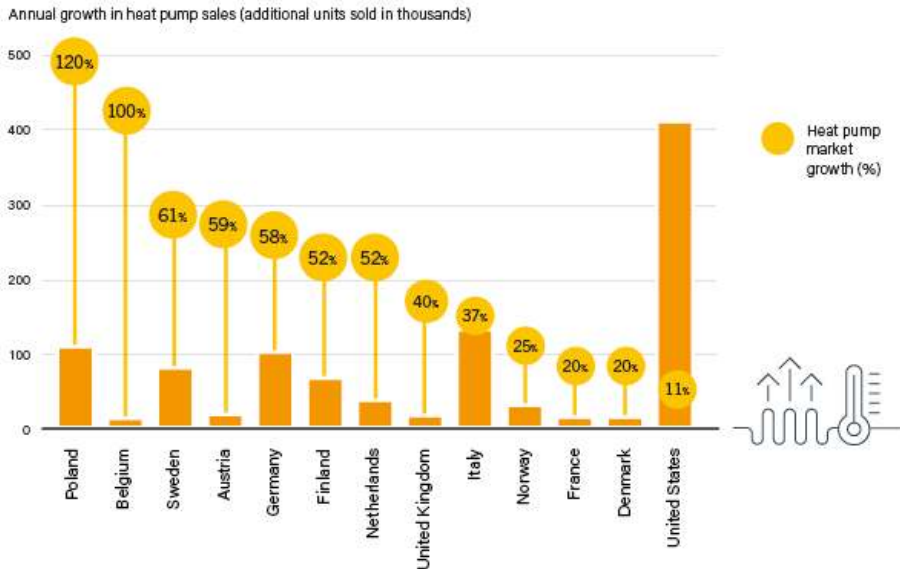


Geothermal Direct Use, Estimates for Top 4 Countries and Rest of World, 2022



REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY SUPPLY

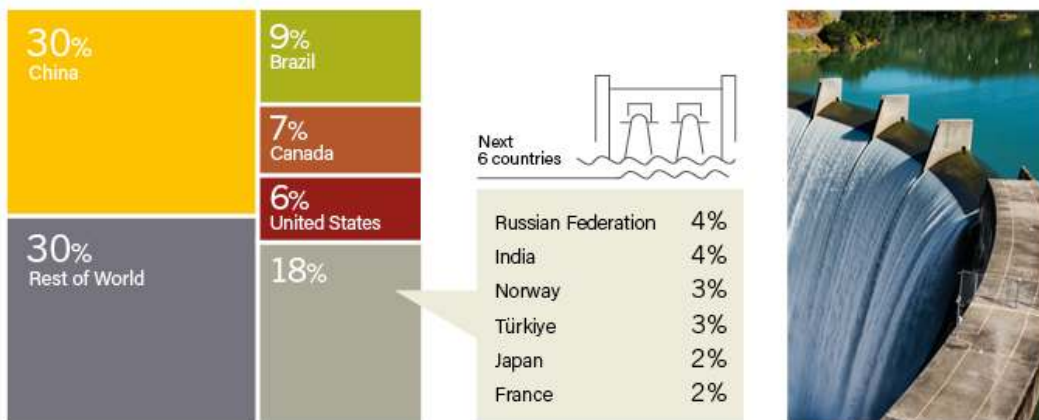
National Heat Pump Markets with the Largest Growth in 2022




REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY SUPPLY

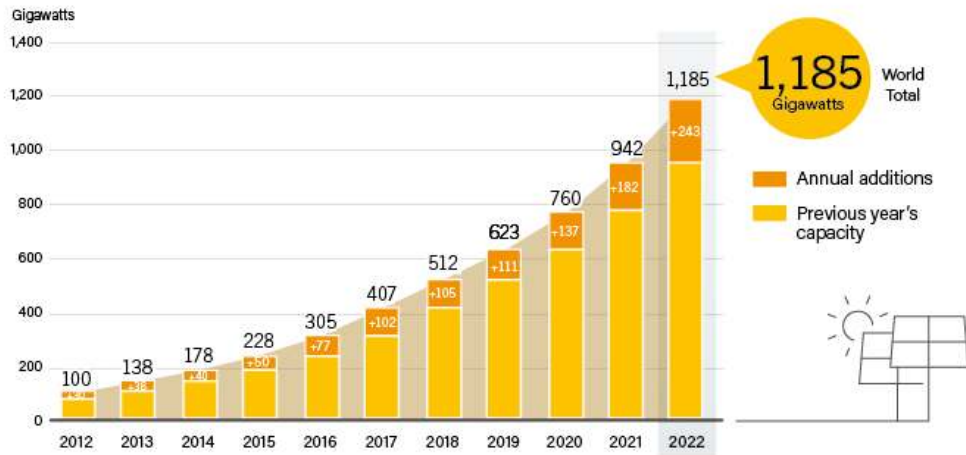
Mercats nacionals de bombes de calor i creixement dels mercats, 2022
 Proporció de potència hidroelèctrica dels 10 líders i resta del món, 2022

Hydropower Global Capacity, Shares of Top 10 Countries and Rest of World, 2022



REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY SUPPLY


 Solar PV Global Capacity and Annual Additions, 2012-2022

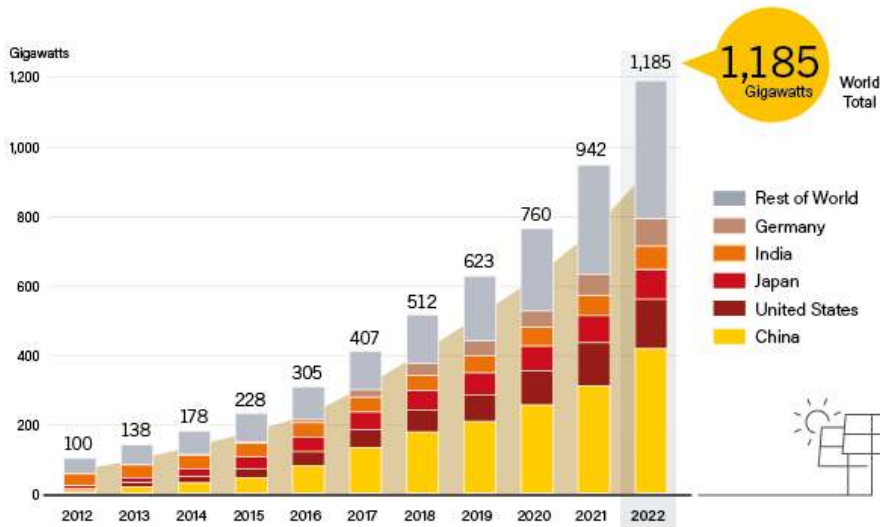


 REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY SUPPLY

Potència global instal·lada de solar FV i increments anuals, 2012-2022

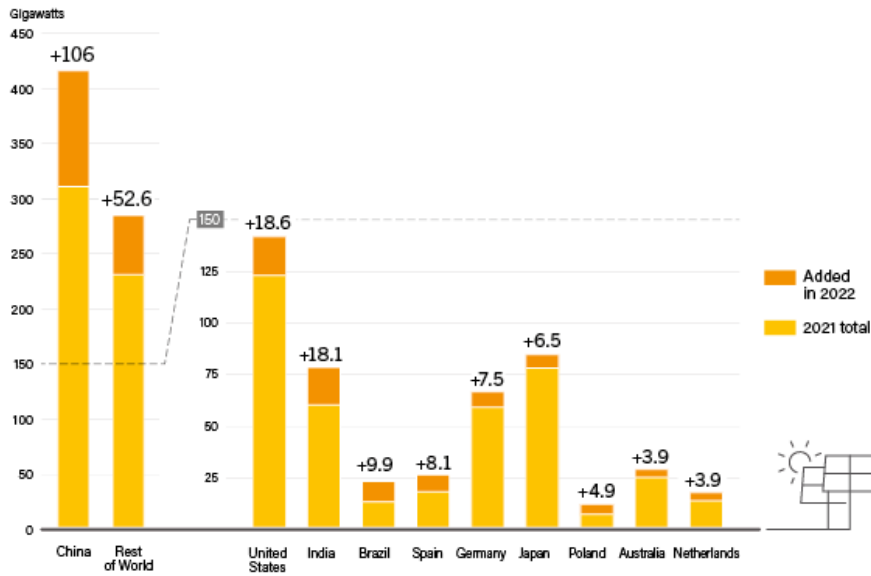
Potència instal·lada solar FV per països i regions, 2012-2022

 Solar PV Global Capacity, by Country and Region, 2012-2022



 REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY SUPPLY

Solar PV Capacity and Additions, Top 10 Countries for Capacity Added, 2022

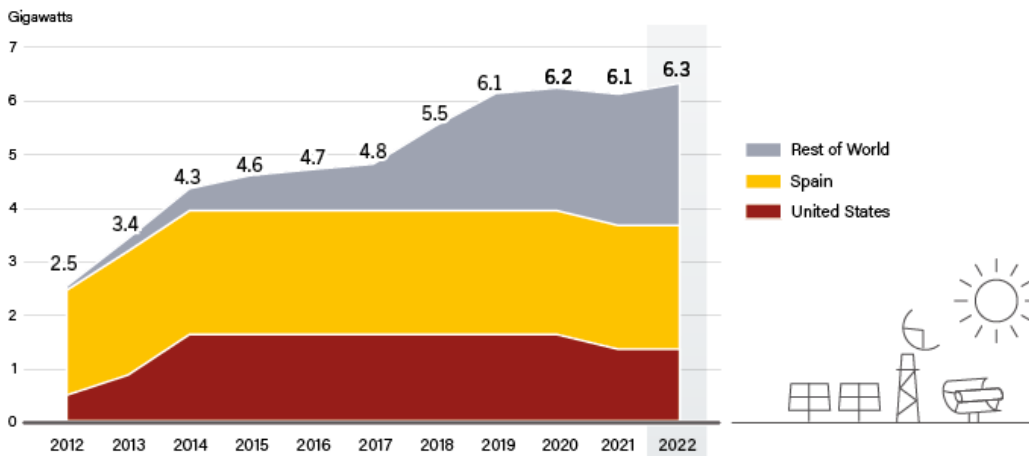


REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY SUPPLY

Potència instal·lada solar FV i increments, pels 10 països líders, 2022

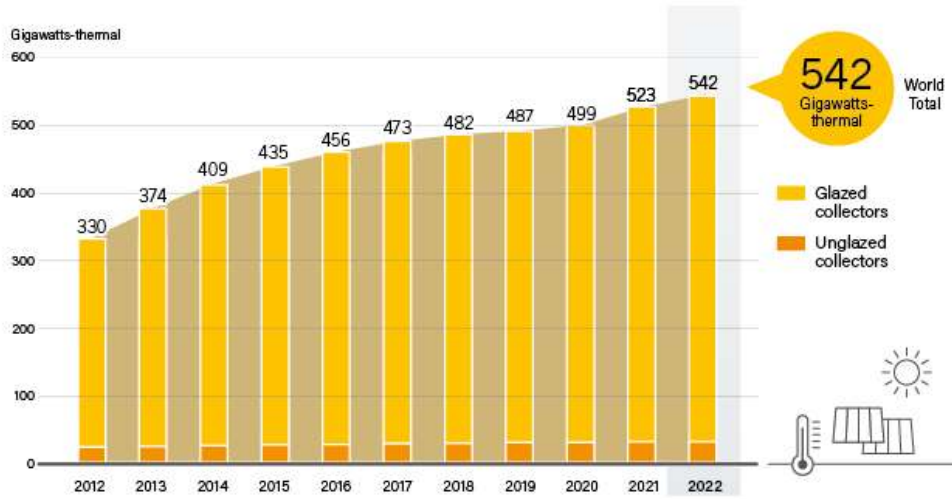
Potència global instal·lada termo-solar de concentració, per països i regions, 2012-2022

Concentrating Solar Thermal Power Global Capacity, by Country and Region, 2012-2022



REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY SUPPLY

Solar Water Heating Collectors Global Capacity, 2012-2022



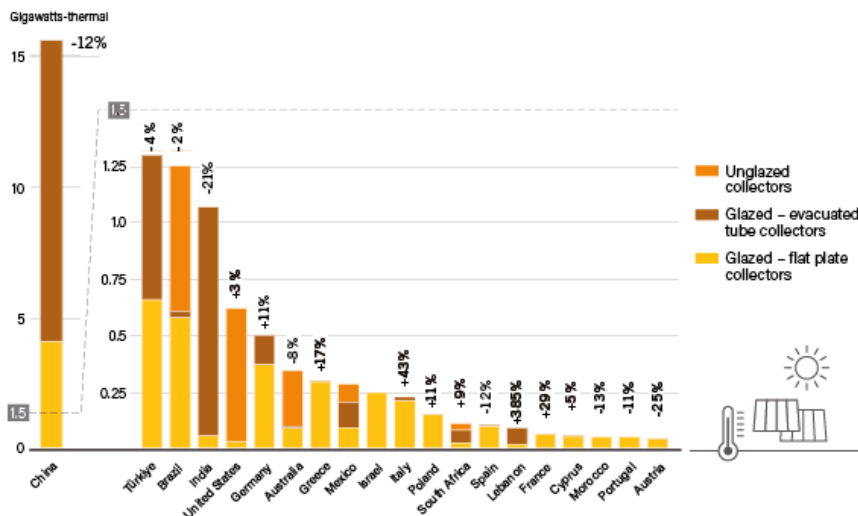
Note: Data are for glazed and unglazed solar water collectors and do not include concentrating, air or hybrid collectors.

REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY SUPPLY

Potència global instal·lada de col·lectors termo-solars, 2012-2022

Increment de potència afegida en col·lectors termo-solars, pels 10 líders al 2022

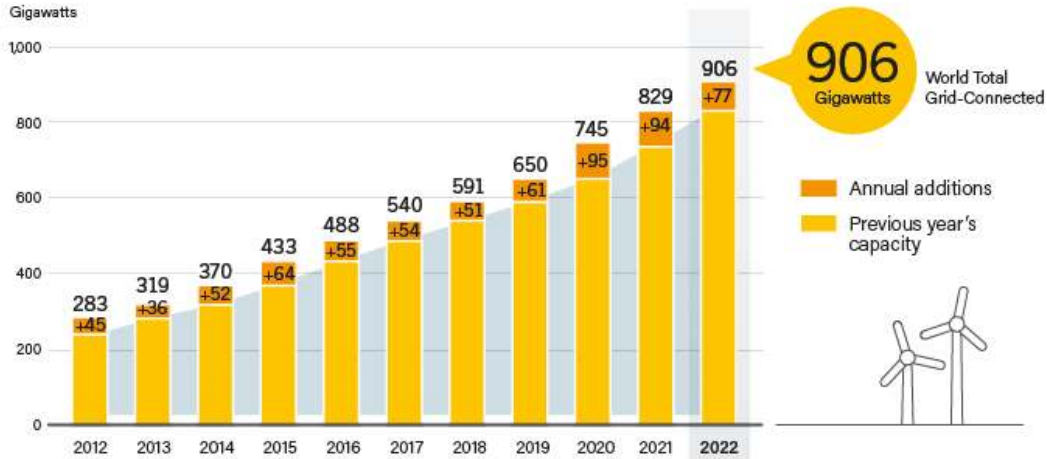
Solar Water Heating Collector Additions, Top 20 Countries for Capacity Added, 2022



Note: Additions represent gross capacity added and are rounded to nearest whole number. The additions for Mexico and Israel refer to 2021 (latest data available). For Morocco, the share of collector types was not available.

REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY SUPPLY

Wind Power Global Capacity and Annual Additions, 2012-2022



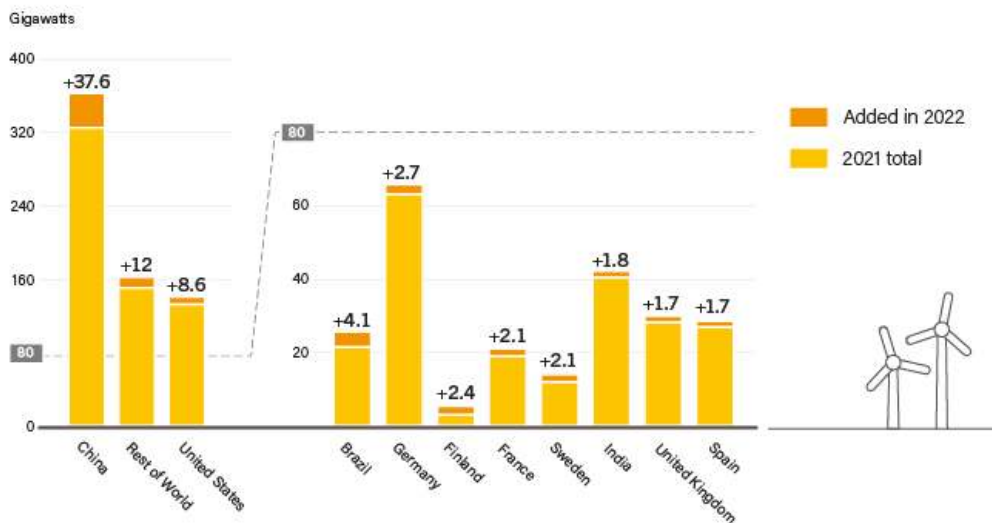
Note: Totals may not add up due to rounding. Additions in 2022 are gross.

REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY SUPPLY

Potència eòlica instal·lada al món i increments anuals, 2012-2022

Potència eòlica instal·lada dels 10 líders i increments anuals, 2022

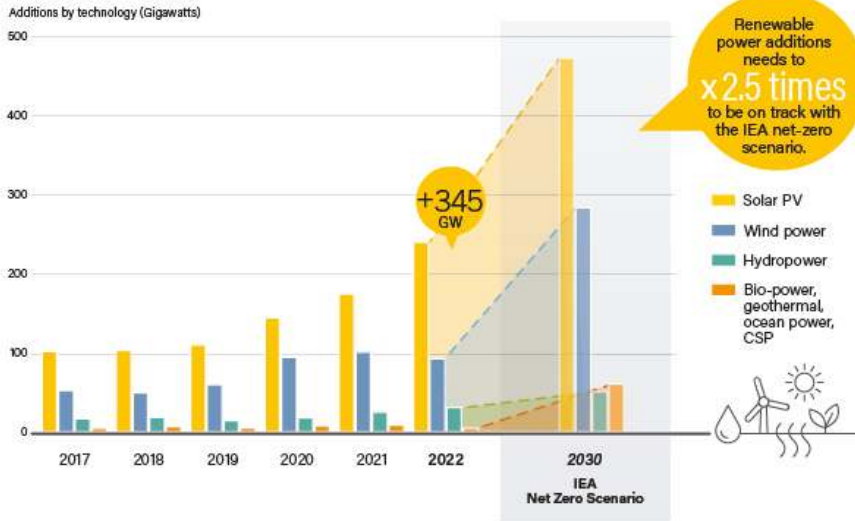
Wind Power Capacity and Additions, Top 10 Countries, 2022



Note: Numbers above bars are gross additions, but bar heights reflect year-end totals. Net additions were lower for China (36.5 GW), the United States (8.3 GW) and Germany (2.5 GW) due to decommissioning. Totals may not add up due to rounding.

REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY SUPPLY

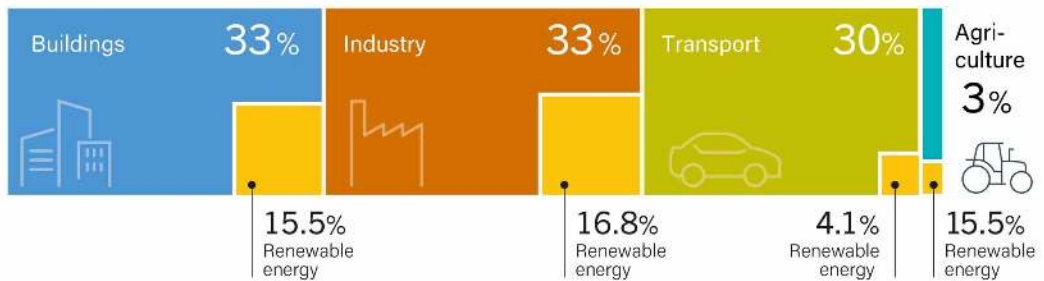
Renewable Power Capacity Annual Additions by Technology, 2017-2022, and Increases Required by 2030 to Achieve the IEA's Net Zero Scenario



REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY SUPPLY

Incrementos anuals de potència renovable per tecnologia (2017-2022) i increments necessaris per assolir l'escenari Net Zero de l'AIE
Ús final de l'energia i aportacions d'energia renovable per sectors, 2020

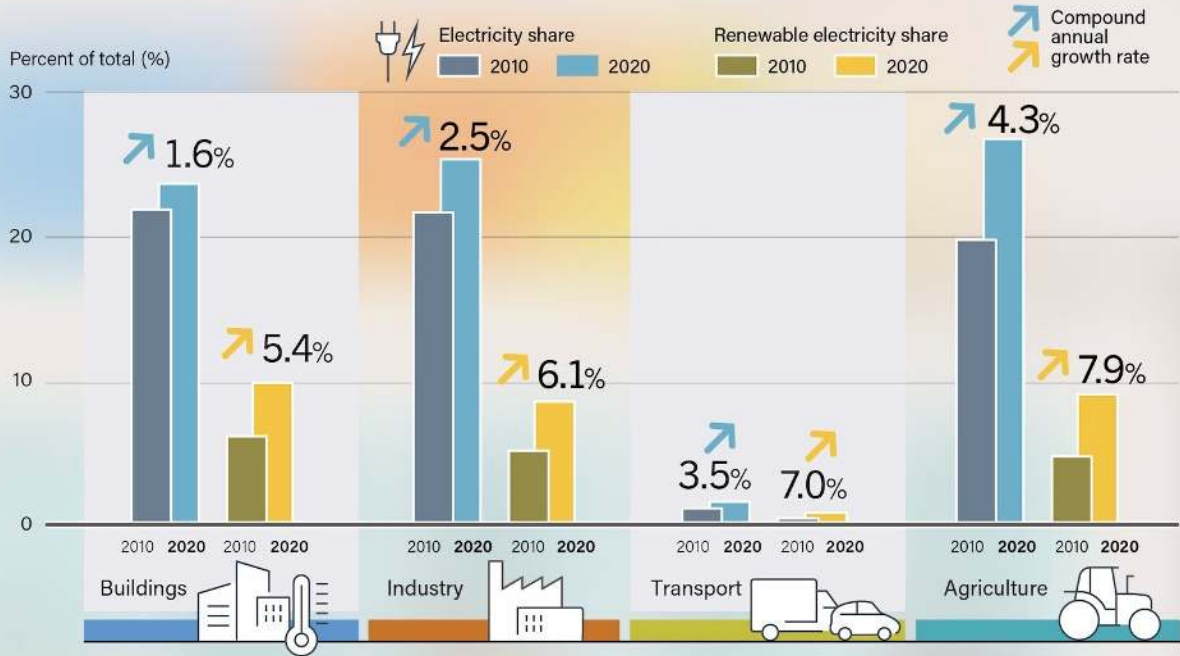
Total Final Energy Consumption and Total Modern Renewable Energy Consumption, by Sector, 2020



REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY DEMAND



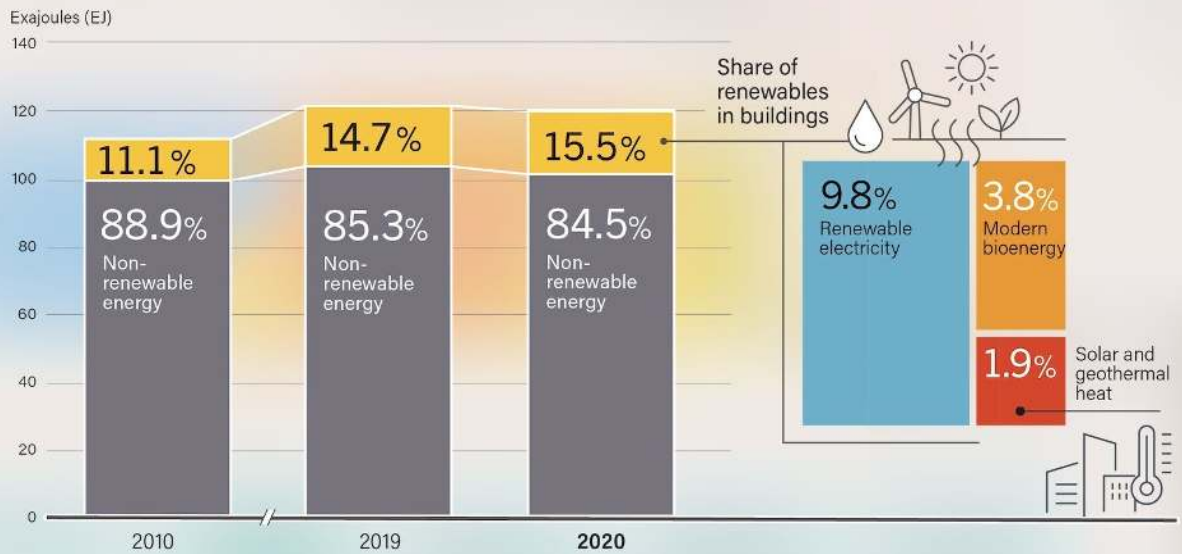
Electricity and Renewable Electricity Shares of TFEC by Sector, 2010 and 2020



REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY DEMAND

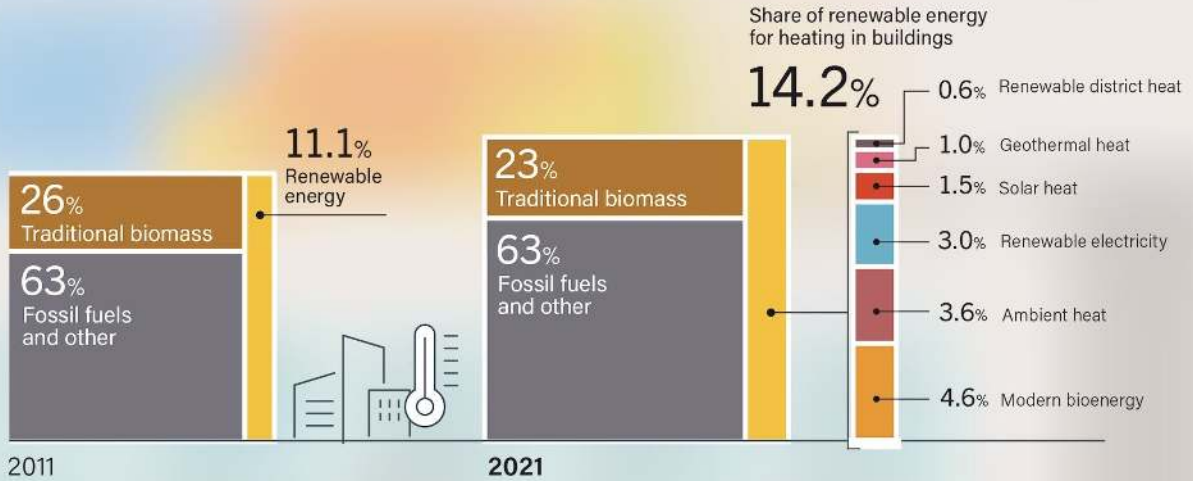


Renewable Share of Total Final Energy Consumption in Buildings, 2010, 2019 and 2020



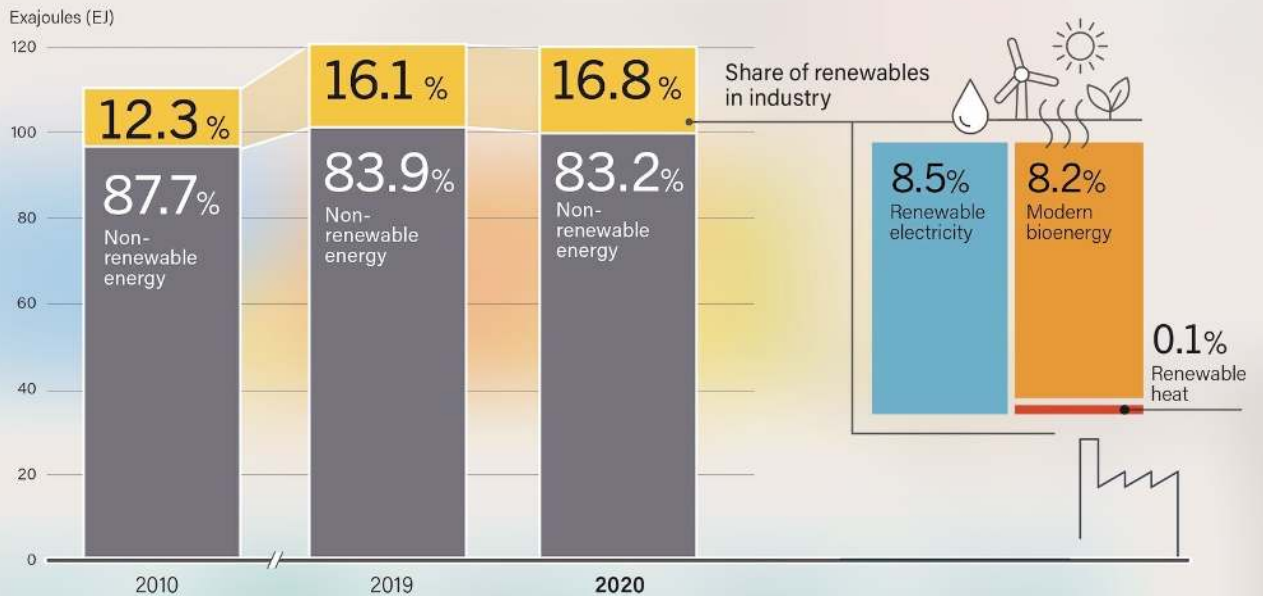
REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY DEMAND

Energy Consumption for Heating in Buildings, by Source, 2011 and 2021



REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY DEMAND

Renewable Share of Total Final Energy Consumption in Industry, 2010, 2019 and 2020

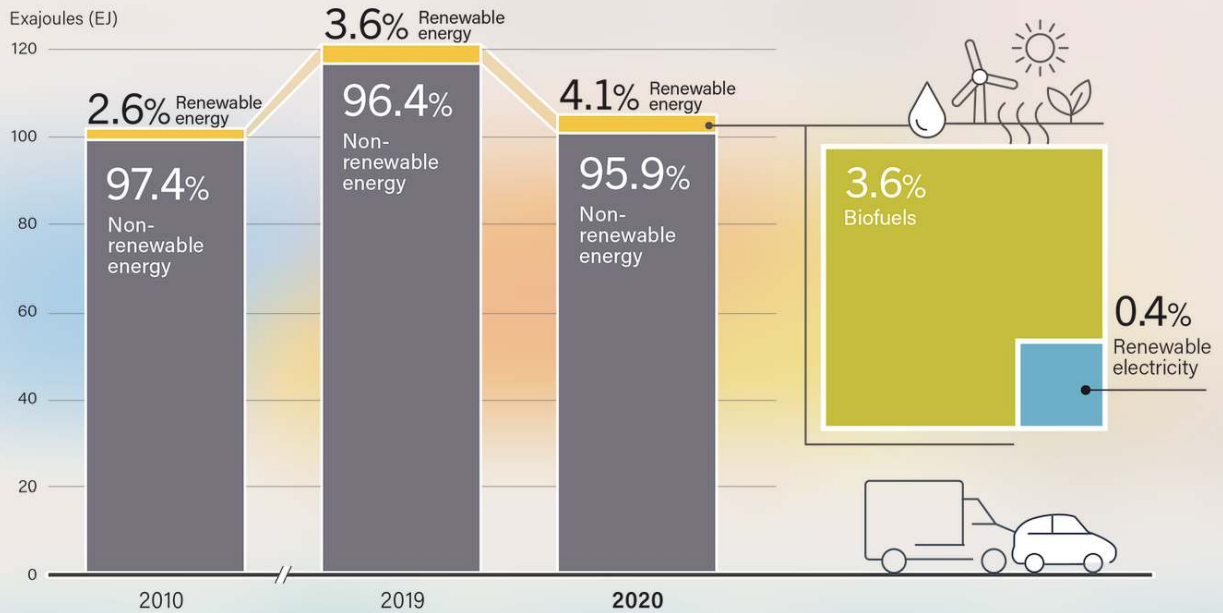


Note: Modern bioenergy includes heat supplied by district energy networks.

REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY DEMAND



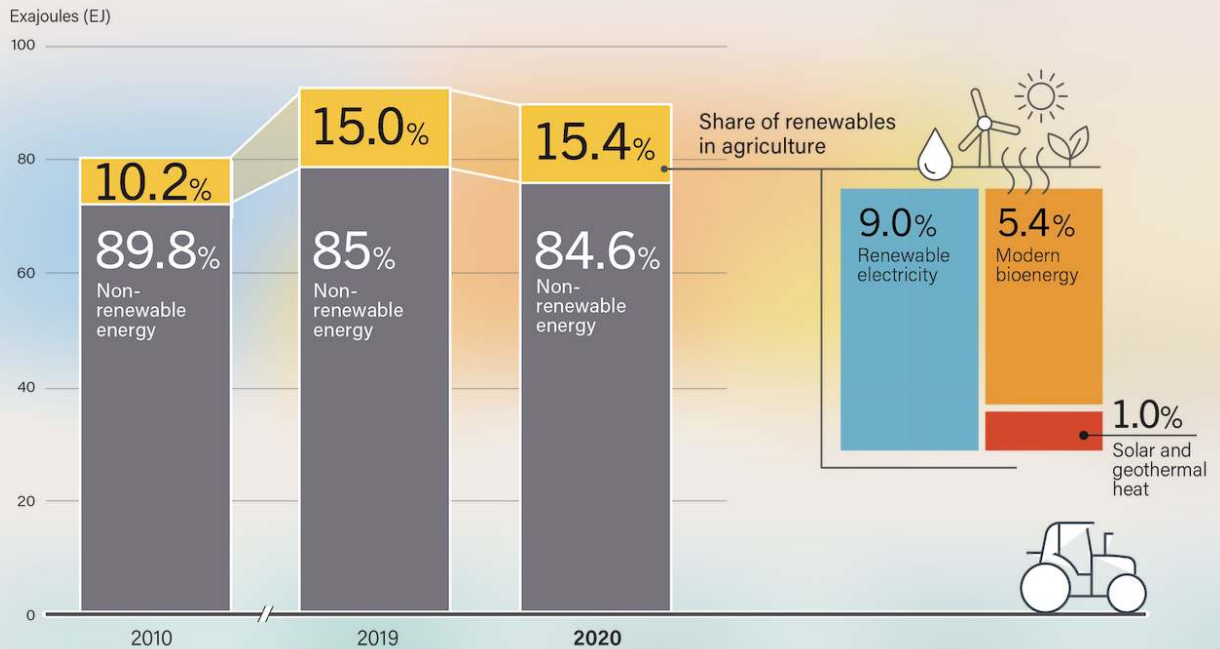
Renewable Share of Total Final Energy Consumption in Transport, 2010, 2019 and 2020



REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY DEMAND



Renewable Share of Total Final Energy Consumption in Agriculture, 2010, 2019 and 2020



REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY DEMAND

Buildings in Focus



Electricity met
35%
of energy needs
in buildings in
2021

75%
of final energy
consumed in
buildings is used
for space heating
and hot water

Around
15% of
the energy used
in the world's
buildings comes
from modern
renewables

Renewable
electricity
use in buildings
grew from 6% to
10%
between 2010
and 2020

Around
25 million
households
worldwide have
distributed
(rooftop)
solar PV

REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY DEMAND



Industry in Focus



Industry had
the highest share
of renewables
in final energy
use in 2020, at
16.8%

Modern biomass
represented
8.2%
of industry TFEC

Pulp & paper
and food &
tobacco had the
highest shares of
modern renewables
in 2020

46% **32%**

H₂

Seven
countries had
industry roadmaps
or recovery plans
for **renewable
hydrogen**
by end-2022

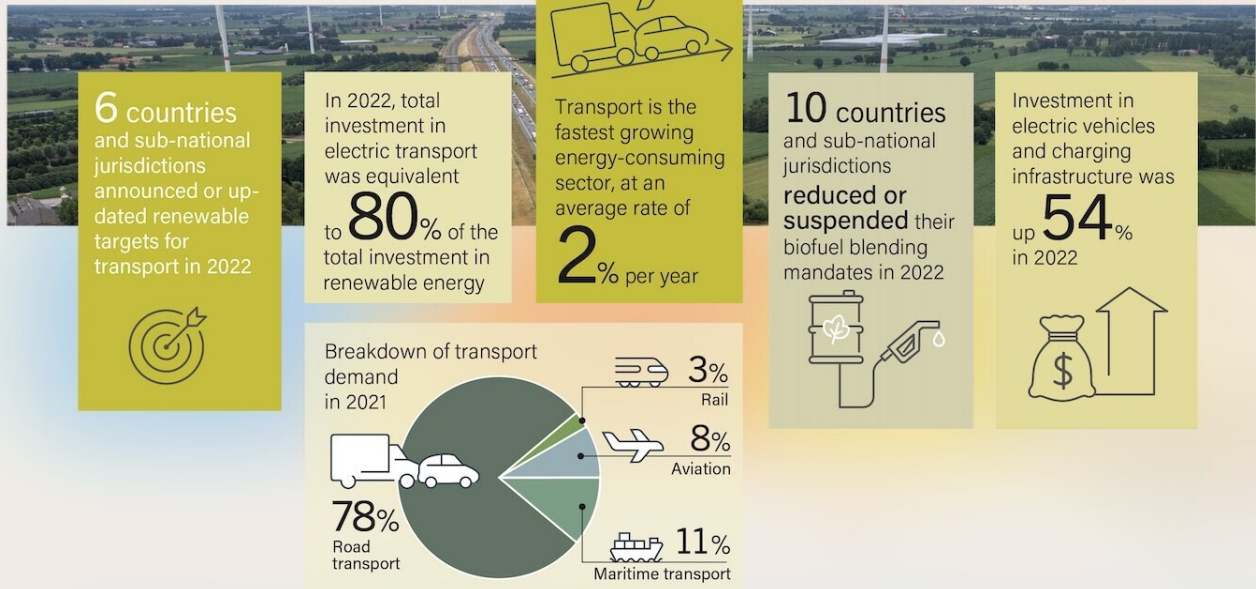
19 countries
had renewable
energy mandates
or fiscal/financial
policies for industry
by end-2022

Note: TFEC = Total Final Energy Consumption

REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY DEMAND



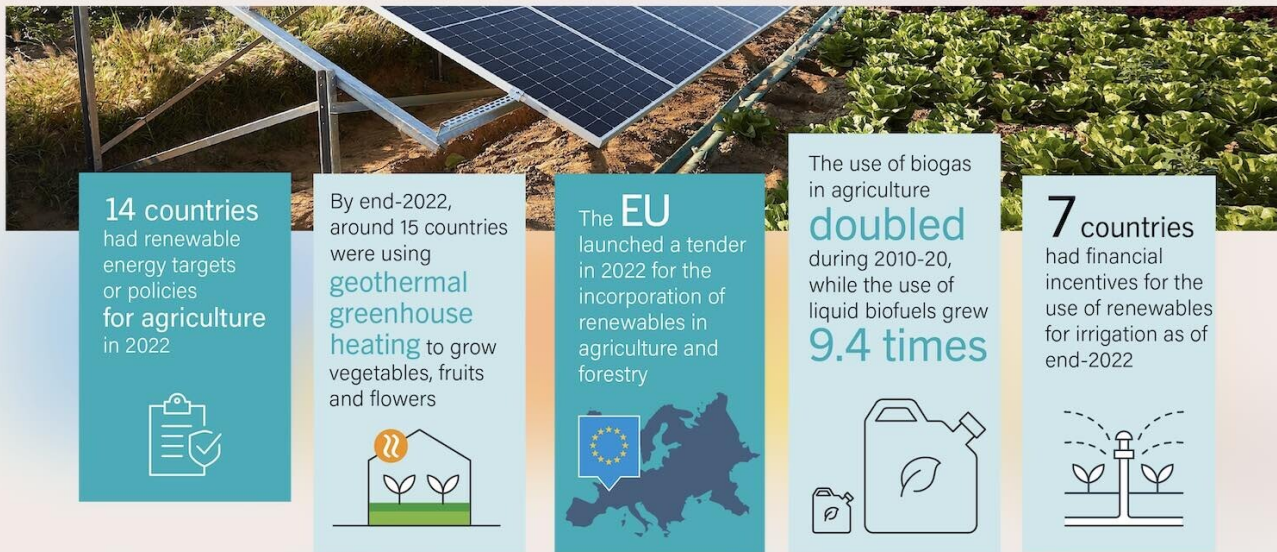
Transport in Focus



REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY DEMAND



Agriculture in Focus



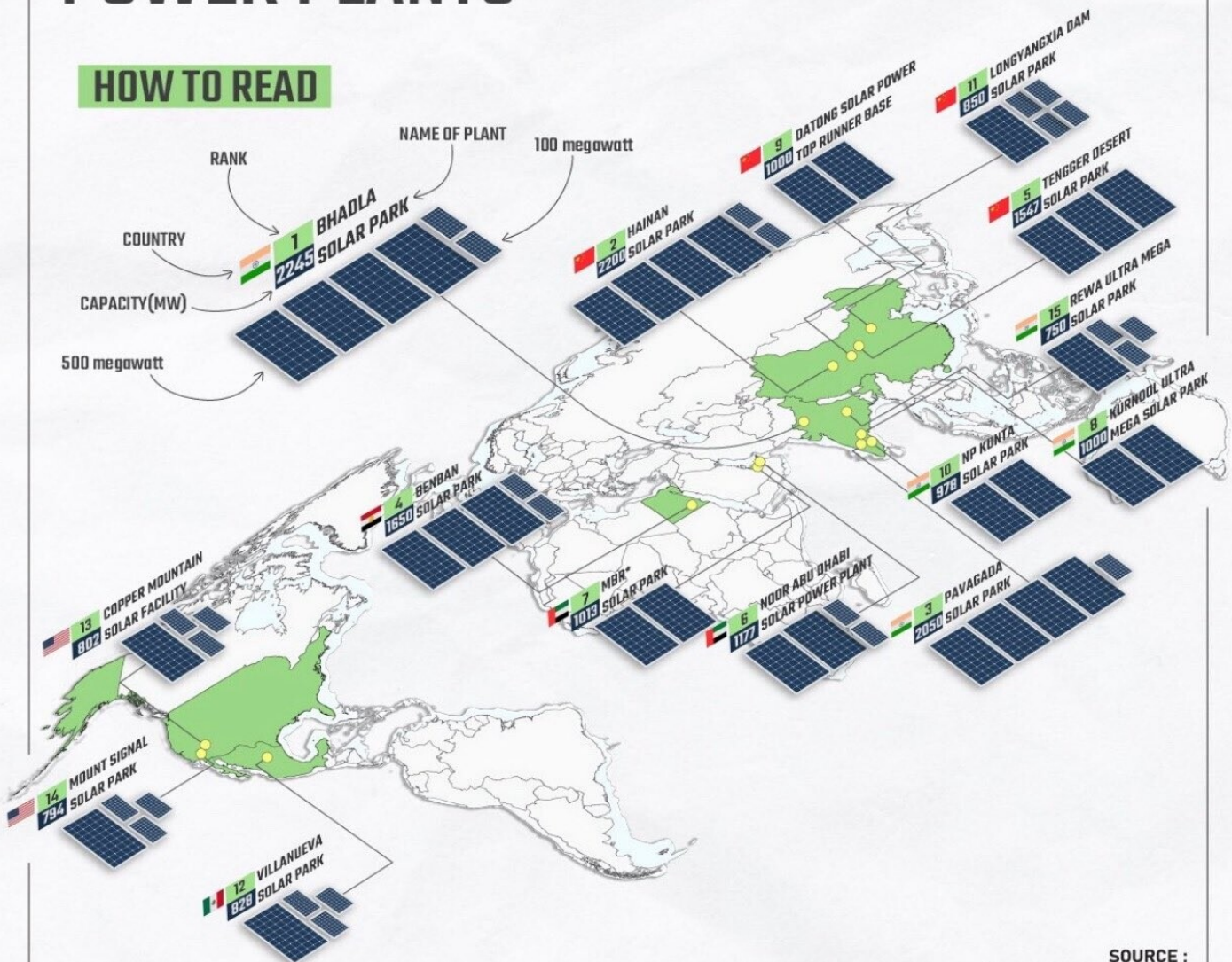
REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY DEMAND



15 LARGEST SOLAR POWER PLANTS



HOW TO READ



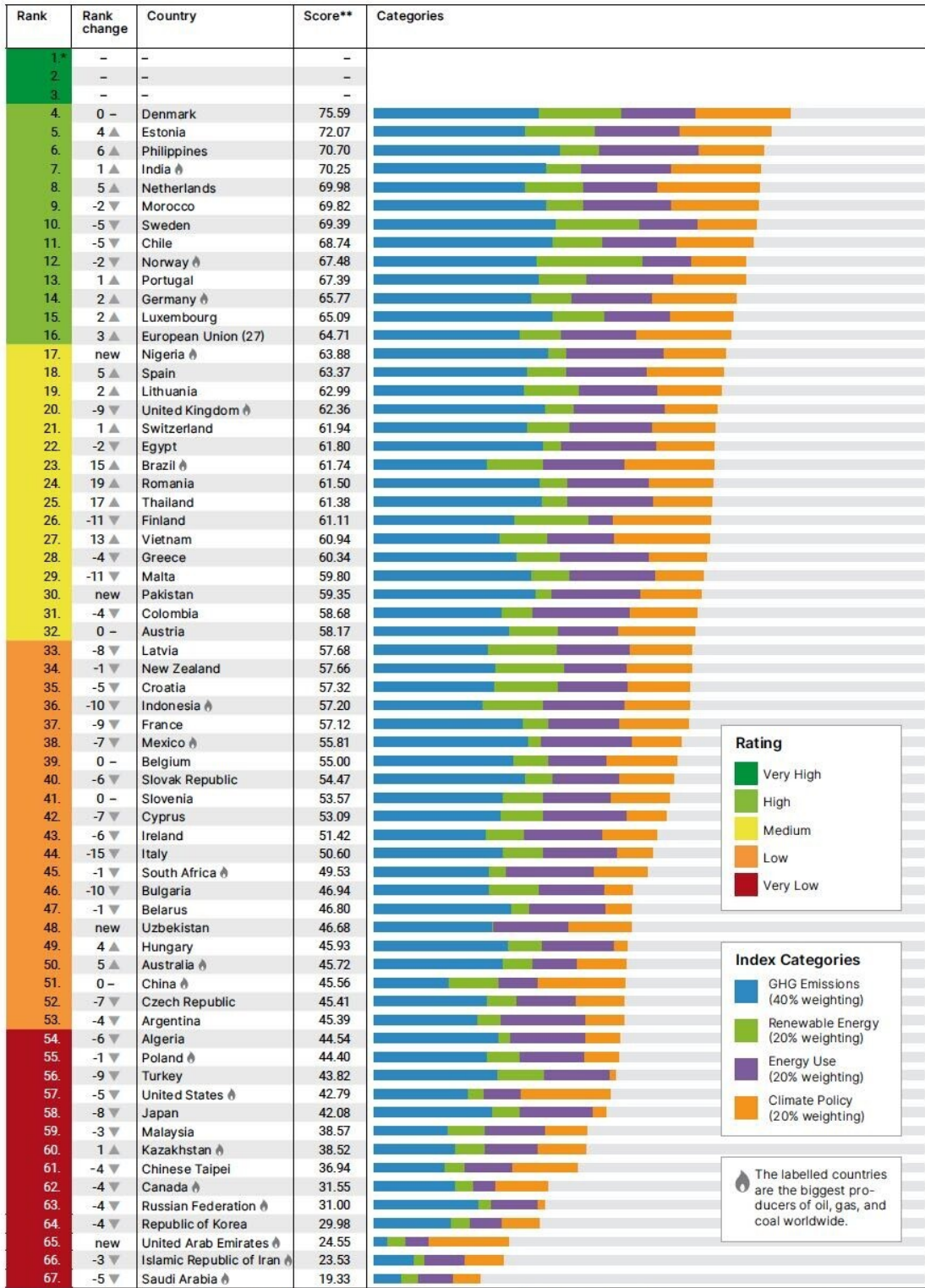
* = Mohammed Bin Rashid Al Maktoum
 Number of solar panels are rounded to the nearest 100.

SOURCE :
 Statista, as of June 2021

Analytics & Design :
 Pranav Gavali

Visualització gràfica dels 15 horts solars FV més grans del món (juny 2021)

Climate Change Performance Index 2024 - Rating table



*None of the countries achieved positions one to three. No country is doing enough to prevent dangerous climate change.
 ** rounded

© Germanwatch 2023

Compliment segons emissions, renovables, ús i política climàtica, ordenat per països, 2024

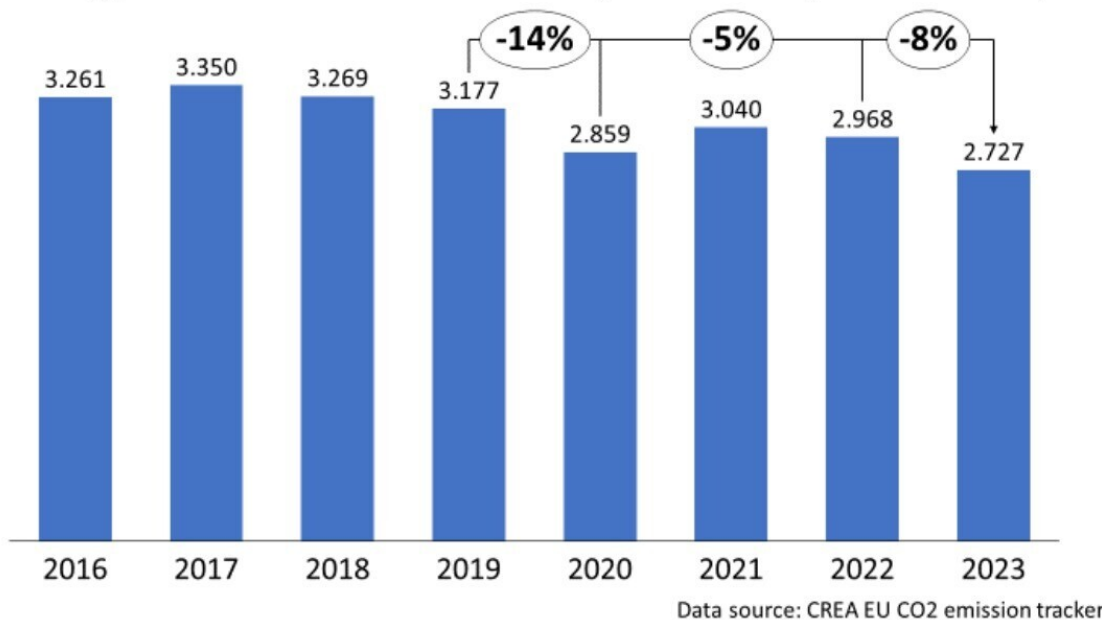
9.2. La situació de les energies renovables a la Unió Europea

L'estratègia energètica de la Unió Europea, reflex de l'[Acord de París](#), va quedar ben definida en la Comunicació de la Comissió europea, de 25 de febrer de 2015, «Una Estratègia Marc per una Unió de l'Energia resilient amb una política climàtica prospectiva». En ella, estableix la visió d'una "Unió de l'Energia centrada en la ciutadania, en què aquesta assumeixi la transició energètica, aprofiti les noves tecnologies per reduir les seves factures i participi activament en el mercat, i en la qual es protegeixi els consumidors vulnerables."

Aquesta estratègia es va concretar amb el [Clean energy for all Europeans Package](#), que va ser adoptada el 2019. Aquest paquet consta de 4 Directives que fan referència a les característiques dels edificis ([Directiva \(UE\) 2018/844](#) de 30 de maig de 2018 per la que es modifica la Directiva 2010/31/UE relativa a eficiència energètica dels edificis i la Directiva 2012/27/UE relativa a eficiència energètica), a l'energia renovable ([Directiva \(UE\) 2018/2001](#) de l'11 de desembre de 2018 relativa al foment de l'ús d'energia procedent de fonts renovables), a l'eficiència energètica ([Directiva \(UE\) 2018/2002](#) d'11 de desembre de 2018 per la que es modifica la Directiva 2012/27/UE relativa a eficiència energètica) i al disseny del mercat elèctric ([Directiva \(UE\) 2019/944](#) de 5 de juny de 2019 sobre normes comunes per al mercat interior de l'electricitat y per la que es modifica la Directiva 2012/27/UE). A més hi ha una regulació de governança ([Reglament \(UE\) 2018/1999](#) d'11 de desembre de 2018 sobre la governança de la Unió de l'Energia y de l'Acció pel Clima i pel que es modifiquen diversos reglaments i Directives).

Posteriorment, al 2021, el [Fit for 55](#), va proposar revisar la Directiva de renovables per augmentar l'objectiu a assolir l'any 2030: passar del 32% fins al 40% d'energia renovable en l'energia final. I al 2022 el [REPowerEU Plan](#), torna a proposar un augment de l'aportació renovable. Finalment, el 20 de novembre de 2023 s'aprova la [revisió de la Directiva de renovables](#) amb l'objectiu d'assolir un 42,5% de renovables per l'any 2030 amb un 2,5% addicional per arribar al 45% (a finals del 2021 les renovables aportaven un 21,8% de l'energia final a la UE).

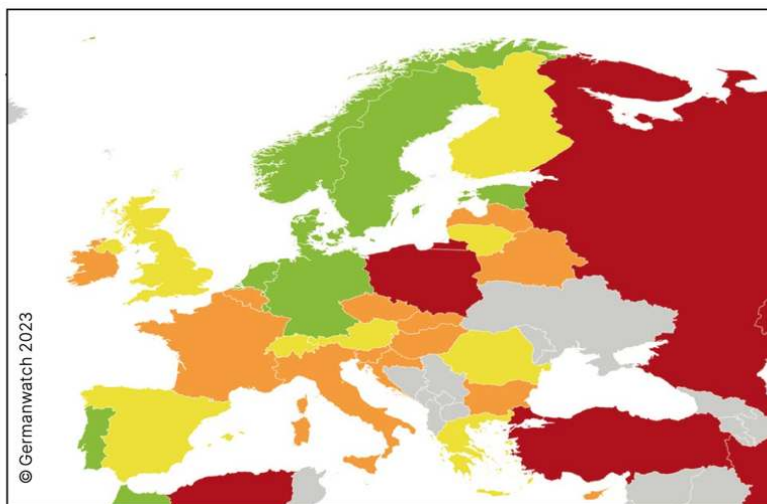
Energy-related EU CO2-emissions, 2016-2023, in MtCO2eq



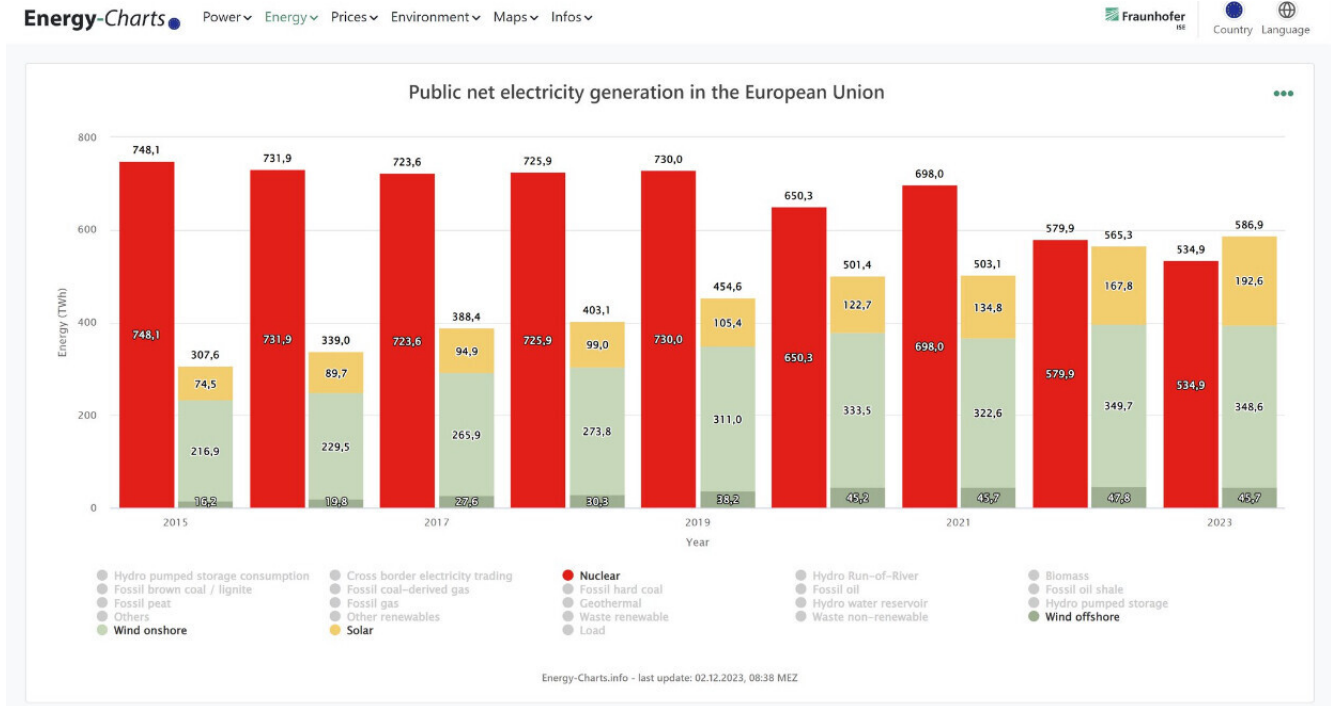
La UE havia demanat també a tots els països que facin el *National Energy and Climate Plan - NECP*, per donar compliment a l'Acord de Paris sobre el clima. Aquests NECPs van ser introduïts pel *Regulation on the governance of the energy union and climate action (EU)2018/1999*, acordat dins del *Clean Energy for all Europeans Package*. És l'instrument de govern que ha de permetre complir amb l'establert amb les Directives de la UE i, per tant, complir amb l'Acord de Paris.

Rating

- Very High
- High
- Medium
- Low
- Very Low
- Not included



Resultats del *Climate Change Performance Index – CCPI2024*



Generació d'energia elèctrica a la UE, nuclear vs renovables (solar i vent a terra i mar endins)

Proporció d'energies renovables als països de la UE, 2022

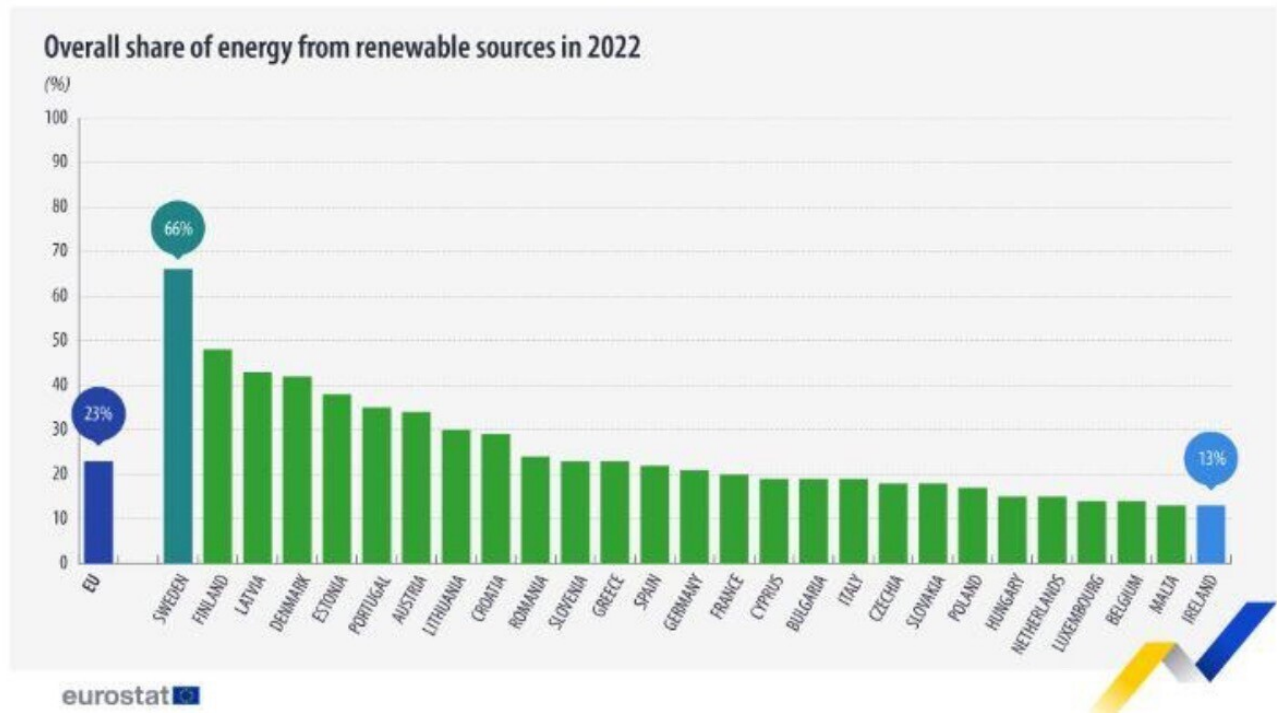
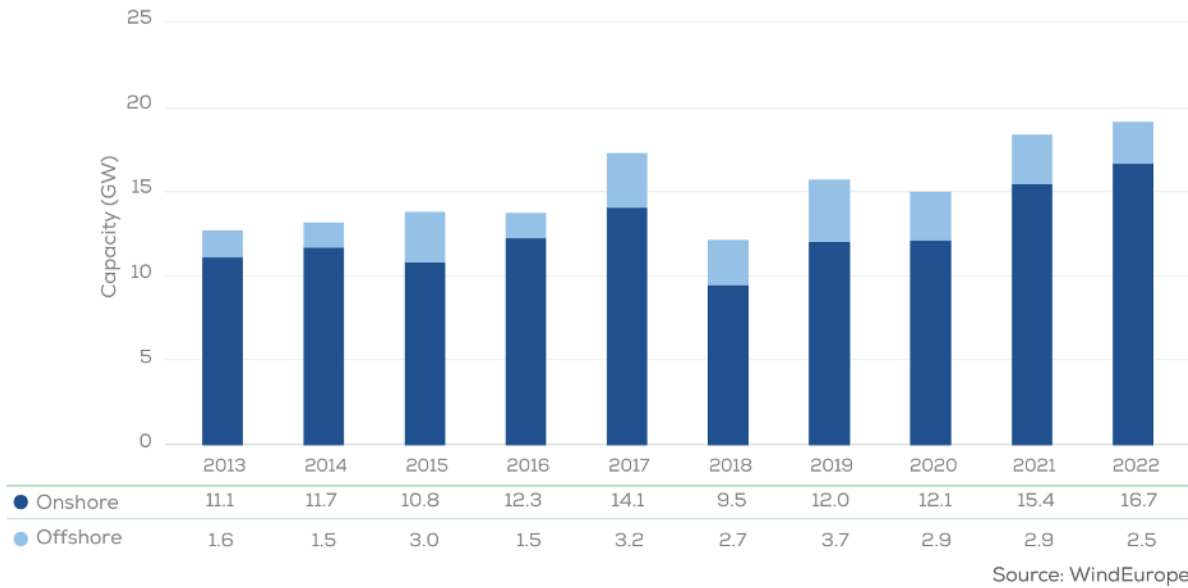


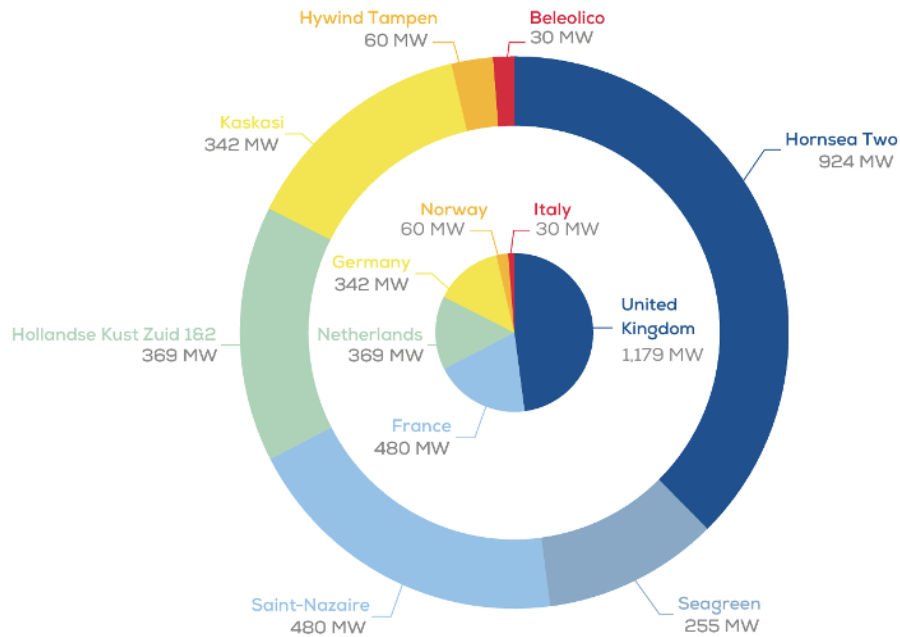
FIGURE 1. New onshore and offshore wind installations in Europe



Nova potència eòlica anual instal·lada a Europa, a terra i mar endins (2013-2022)

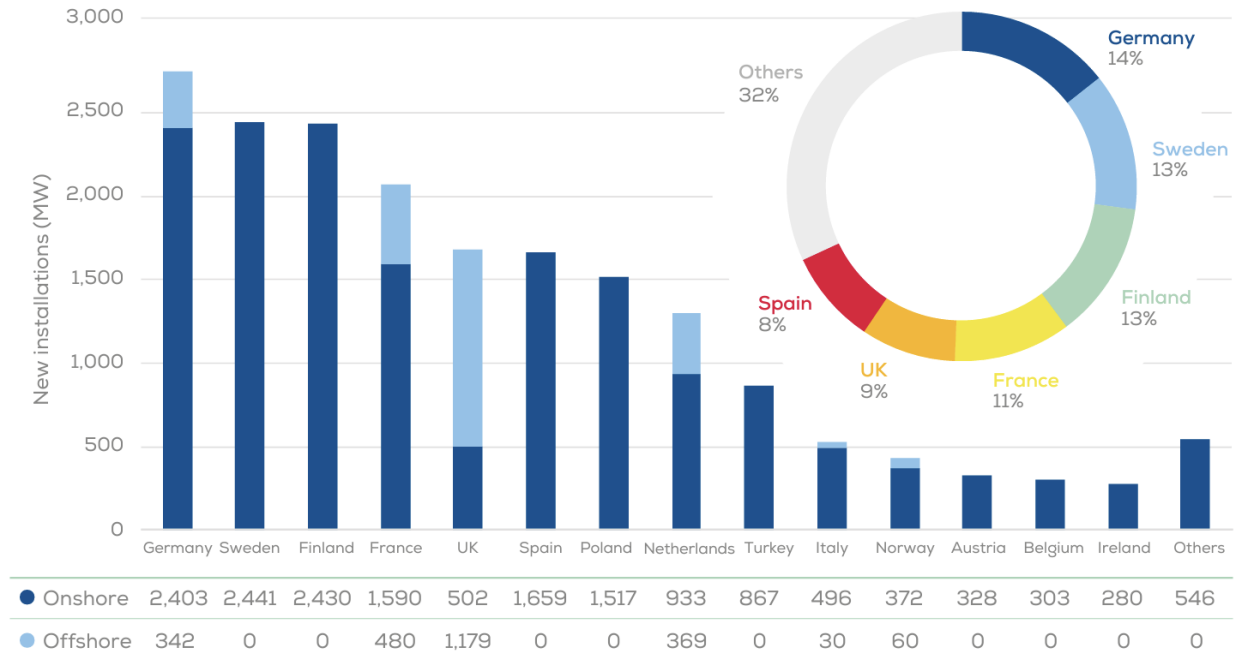
Nous parcs eòlics mar endins instal·lats a Europa al 2022

FIGURE 4. New offshore wind farms in Europe in 2022



Source: WindEurope

FIGURE 2. New wind installations in Europe per country in 2022

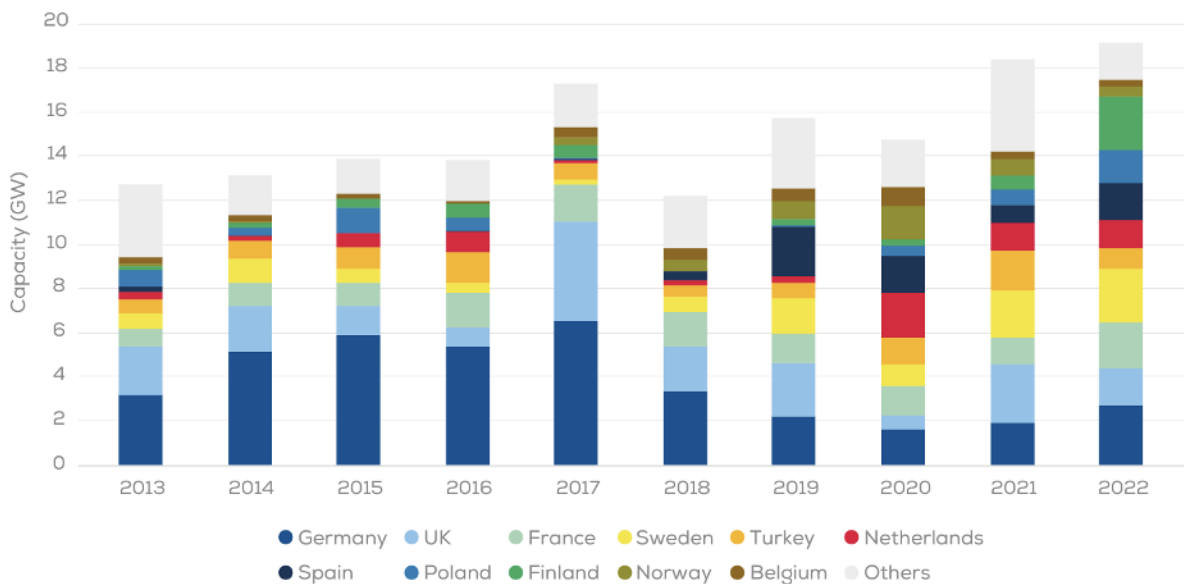


Source: WindEurope

Noves instal·lacions eòliques per països a Europa, a terra i mar endins, 2022

Distribució de les noves instal·lacions eòliques per països (2013-2022)

FIGURE 3. Distribution of new wind installations by country in 2013-22



Source: WindEurope

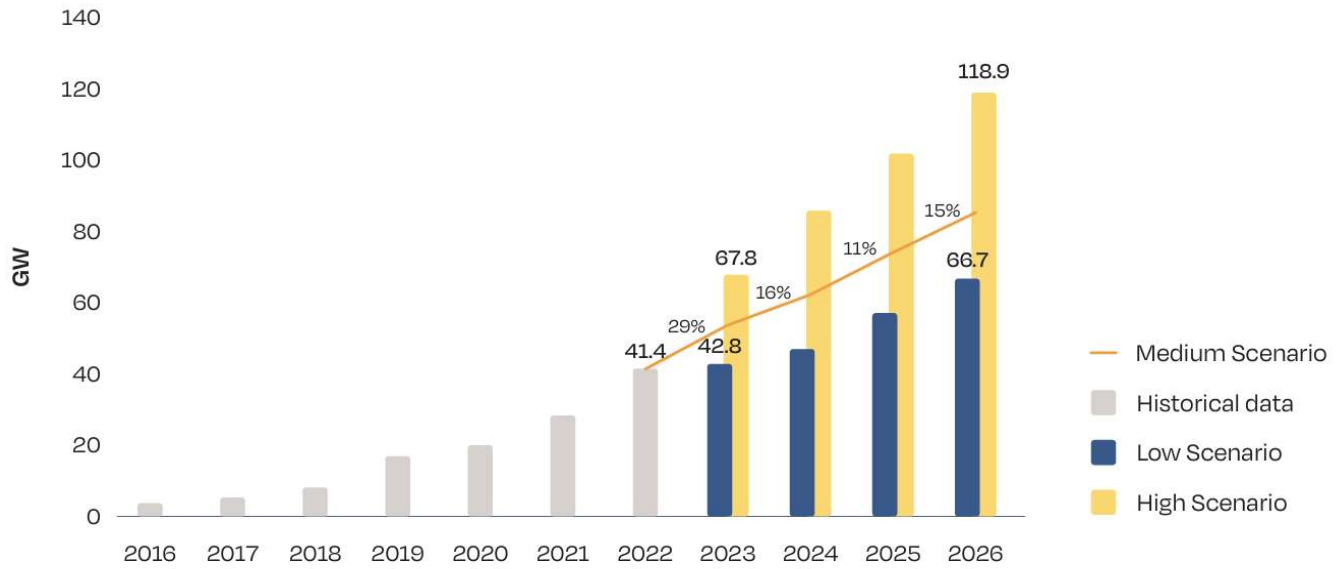
TABLE 1. New additions, total wind capacity and the share of wind in the electricity demand in 2022 ^{2,3}

EU-27	New installations in 2022 (MW)			Cumulative capacity (MW)			Share of wind in power mix in 2022		
	Onshore	Offshore	Total	Onshore	Offshore	Total	Onshore	Offshore	Total
Austria	328	-	328	3,586	-	3,586	12%	-	12%
Belgium	303	-	303	3,045	2,261	5,306	5%	8%	13%
Bulgaria	-	-	-	707	-	707	4%	-	4%
Croatia	-	-	-	1,100	-	1,100	13%	-	13%
Cyprus	-	-	-	158	-	158	6%	-	6%
Czechia	-	-	-	337	-	337	1%	-	1%
Denmark	131	-	131	4,974	2,308	7,282	31%	25%	55%
Estonia	-	-	-	320	-	320	8%	-	8%
Finland	2,430	-	2,430	5,607	71	5,678	14%	-	14%
France	1,590	480	2,070	20,653	482	21,135	8%	-	8%
Germany	2,403	342	2,745	58,267	8,055	66,322	21%	5%	26%
Greece	230	-	230	4,682	-	4,682	19%	-	19%
Hungary	-	-	-	329	-	329	1%	-	1%
Ireland	280	-	280	4,612	25	4,637	34%	-	34%
Italy	496	30	526	11,818	30	11,848	7%	0%	7%
Latvia	59	-	59	137	-	137	3%	-	3%
Lithuania	69	-	69	740	-	740	12%	-	12%
Luxembourg	29	-	29	166	-	166	-	-	-
Malta	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Netherlands	933	369	1,302	6,223	2,829	9,052	12%	7%	19%
Poland	1,517	-	1,517	7,864	-	7,864	11%	-	11%
Portugal	28	-	28	5,671	25	5,696	26%	0%	26%
Romania	-	-	-	3,029	-	3,029	12%	-	12%
Slovakia	-	-	-	3	-	3	0%	-	0%
Slovenia	-	-	-	3	-	3	0%	-	0%
Spain	1,659	-	1,659	29,793	5	29,798	25%	-	25%
Sweden	2,441	-	2,441	14,393	192	14,585	25%	-	25%
Total EU-27	14,927	1,221	16,148	188,216	16,283	204,499	14%	2%	16%

Others	New installations in 2022 (MW)			Cumulative capacity (MW)			Share of wind in power mix in 2022		
	Onshore	Offshore	Total	Onshore	Offshore	Total	Onshore	Offshore	Total
Albania	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Belarus	-	-	-	3	-	3	-	-	-
Bosnia & Herzegovina	-	-	-	135	-	135	-	-	-
Faroe Islands	-	-	-	68	-	68	-	-	-
Iceland	-	-	-	3	-	3	-	-	-
Kosovo	-	-	-	137	-	137	-	-	-
Liechtenstein	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Montenegro	-	-	-	118	-	118	-	-	-
North Macedonia	-	-	-	37	-	37	-	-	-
Norway	372	60	432	5,083	66	5,149	11%	-	11%
Russia	-	-	-	2,043	-	2,043	-	-	-
Serbia	-	-	-	374	-	374	-	-	-
Switzerland	-	-	-	87	-	87	0%	-	0%
Turkey	867	-	867	11,969	-	11,969	11%	-	11%
UK	502	1,179	1,681	14,575	13,918	28,493	12%	15%	28%
Ukraine	-	-	-	1,673	-	1,673	-	-	-
Total others	1,741	1,239	2,980	36,305	13,984	50,289	-	-	-
Total Europe	16,668	2,460	19,128	224,521	30,267	254,788	14%	3%	17%

Potència eòlica a EU27: increments (2022), totals instal·lats i percentatge de generació eòlica

FIGURE 6 EU27 ANNUAL SOLAR PV MARKET SCENARIOS 2023-2026

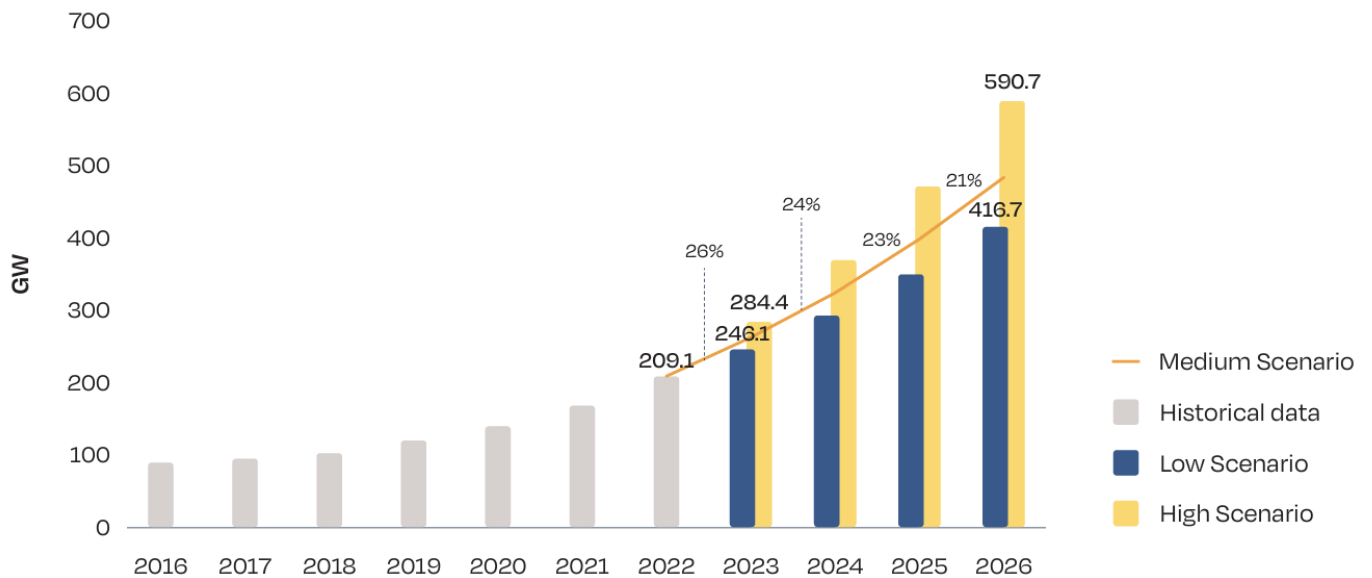


© SOLARPOWER EUROPE 2022

Escenaris del mercat solar FV a EU27 (anual 2023-2026)

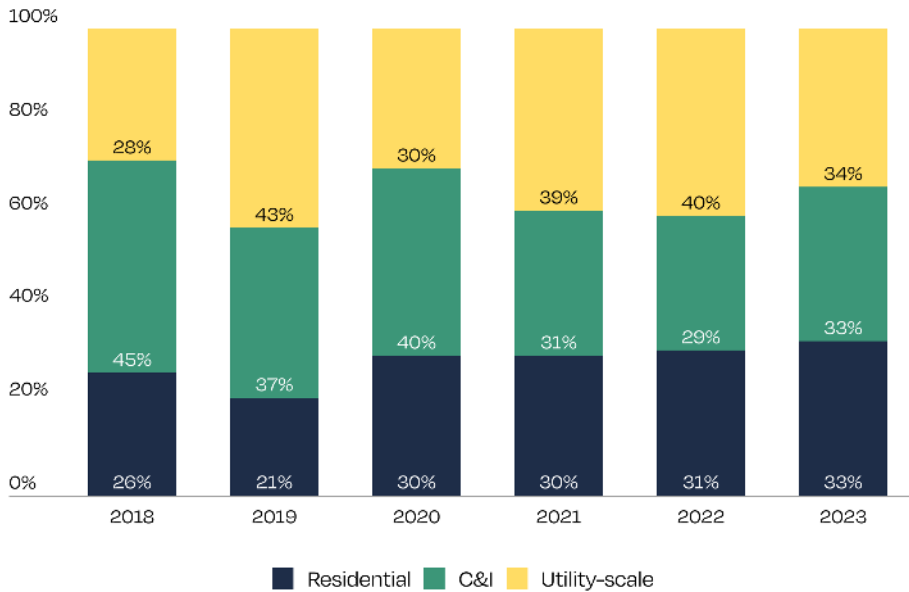
Escenaris del mercat solar FV a EU27 (acumulat 2023-2026)

FIGURE 8 EU27 CUMULATIVE SOLAR PV MARKET SCENARIOS 2023-2026



© SOLARPOWER EUROPE 2022

EU-27 Solar PV Segmentation, 2018-2023



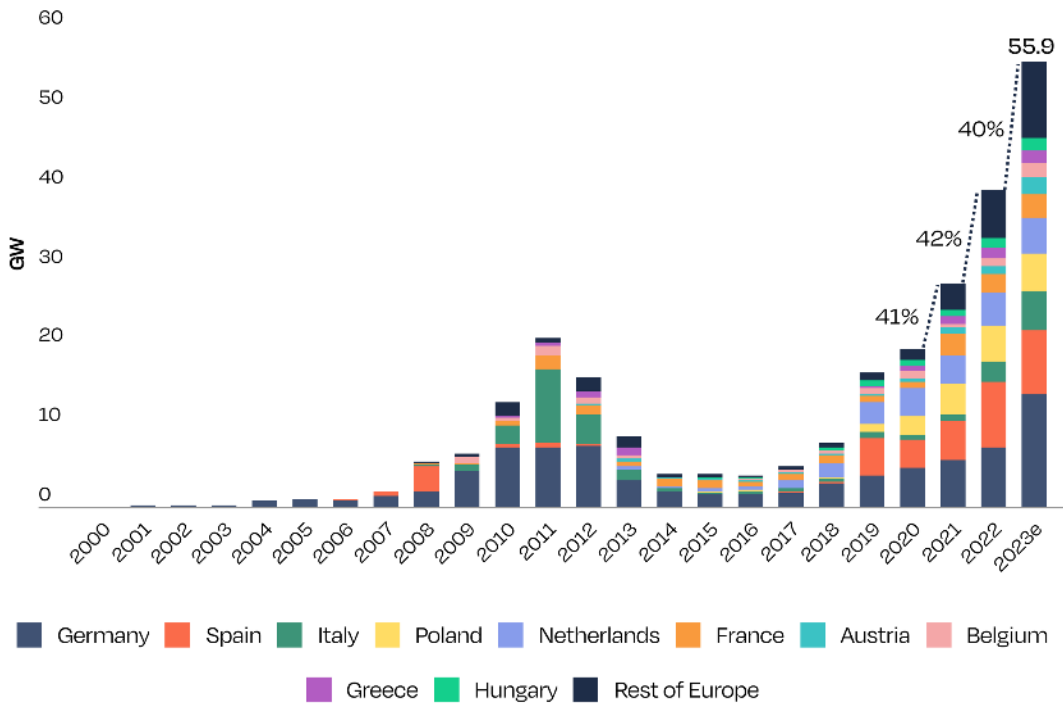
SOURCE: European Market Outlook for Solar Power 2023-2027



Solar FV per tipologies a EU27 (2018-2023)

Potencia anual solar FV instal·lada a EU27 (2000-2023) segons països

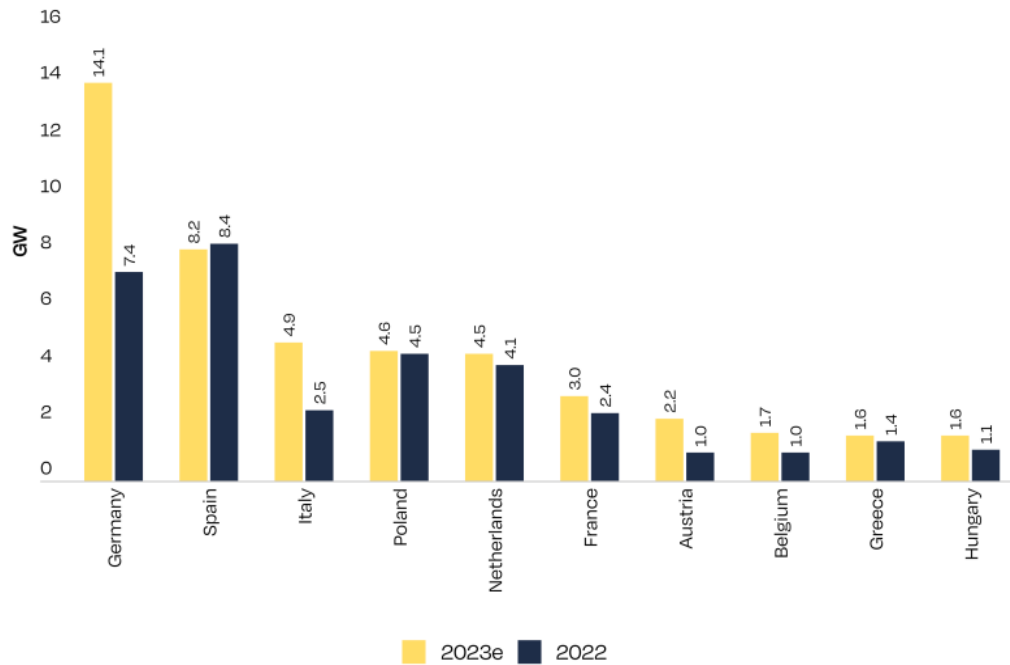
EU-27 Annual Solar PV Installed Capacity, 2000-2023



SOURCE: European Market Outlook for Solar Power 2023-2030



Top 10 EU-27 Solar Markets, 2022-2023



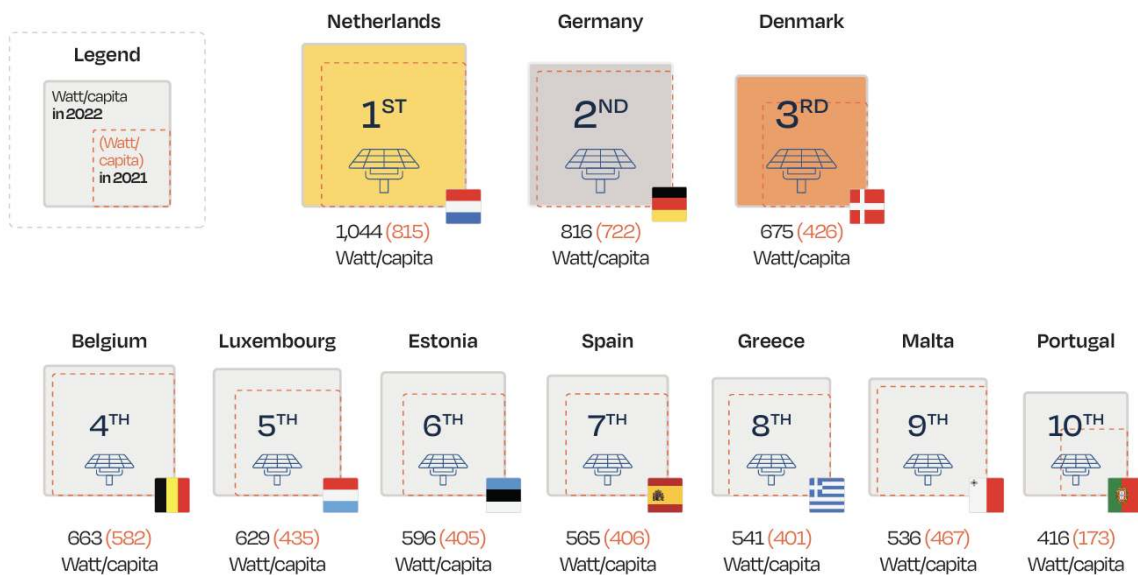
SOURCE: European Market Outlook for Solar Power 2023-2027



Els 10 líders del mercat solar a la EU27 (2022-2023)

Potència solar FV per càpita en els 10 líders del mercat a la EU27, 2022

FIGURE 5 EU27 TOP 10 COUNTRIES SOLAR CAPACITY PER CAPITA 2022



SOURCE: United Nations (2019).

© SOLARPPOWER EUROPE 2022

FIGURE 10 EU27 TOP SOLAR PV MARKETS PROSPECTS

Country	2022 Total capacity (GW)	By 2026 Total capacity medium scenario (GW)	2023-2026 New capacity (GW)	2023-2026 Compound annual growth rate (%)	Political support prospects
Germany	68,5	131,0	62,6	18%	
Spain	26,4	77,7	51,2	31%	
Poland	12,5	34,4	21,8	29%	
Italy	24,7	45,5	20,9	17%	
Netherlands	18,0	37,2	19,3	20%	
France	16,1	34,6	18,4	21%	
Greece	5,6	15,9	10,4	30%	
Portugal	4,2	14,5	10,3	36%	
Sweden	2,7	10,5	7,8	41%	
Austria	3,8	10,4	6,7	29%	
Romania	1,8	8,0	6,1	44%	
Ireland	0,5	6,5	6,0	90%	
Denmark	3,9	9,5	5,6	25%	
Belgium	7,9	13,1	5,1	13%	
Hungary	3,9	9,0	5,1	23%	

- Prospectiva dels mercats solars als 10 líders de la EU27:
 - potència solar FV total a l'any 2022 i escenari promig a l'any 2026
 - nova potència a instal·lar del 2023 al 2026 i percentatge de creixement

9.3. El cas de Dinamarca

Dinamarca té una llarga tradició de desenvolupament i ús d'energies renovables. L'electricitat derivada d'energies renovables ha arribat al 67% del subministrament elèctric (l'energia eòlica aporta un 46,8% mentre que la biomassa aporta un 11,2%). Es persegueix l'ús eficient de l'energia amb finalitats ecològiques i comercials, ja que contribueixen al creixement i al desenvolupament empresarial alhora que augmenten la seguretat del subministrament energètic. El Parlament danès va aprovar la [Llei del Clima](#) l'any 2020, que va establir l'objectiu de reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle de Dinamarca en un 70 per cent el 2030 (respecte de 1990) i la neutralitat climàtica per al 2050. Els objectius de reducció són legalment vinculants. L'any 2030, l'objectiu marcat pel parlament danès és que el sistema elèctric de Dinamarca sigui completament independent dels combustibles fòssils.

Dinamarca ha intentat augmentar la seva autosuficiència energètica des de la crisi mundial del petroli de 1973. Inicialment, es va centrar en el desenvolupament dels recursos de petroli i gas natural al mar del Nord. Les primeres subvencions per a la construcció i operació d'aerogeneradors i plantes de biomassa es van introduir a la dècada de 1970, tot amb l'objectiu d'augmentar l'autosuficiència energètica i augmentar la producció d'energies renovables. De 1997 a 2013, Dinamarca va ser un exportador net d'energia. El Ministeri Danès de Clima, Energia i Serveis Públics espera que Dinamarca continuï sent un exportador. Actualment, Dinamarca encara és un importador net de gas fòssil a causa de les renovacions del camp principal de Tyra al mar del Nord, que s'espera que s'acabin a l'hivern de 2023/2024.

La transició verda a Dinamarca va començar amb la crisi del petroli als anys 70 i dècades de desenvolupament han fet de Dinamarca un líder en matèria d'energia eòlica i solar, una posició que s'utilitza per compartir experiències i ajudar altres països a embarcar-se en el mateix viatge verd.

L'energia verda ha estat una prioritat a Dinamarca durant dècades, sobretot des que, l'any 1985, el [Parlament Danès](#) aprovés una [resolució](#) per la qual no es construïrien centrals nuclears al país, donada la gran campanya antinuclear menada per la [OOA – Organisationen til Oplyning om Atomkraft](#), iniciada a la dècada dels anys 70. i Actualment no hi ha cap moviment per revertir aquesta situació.

Segons explica Peter Jørgensen, vicepresident d'*Energinet*: "A més de l'eòlica i solar, tenim una gran part de la biomassa en el sector elèctric. Així que a Dinamarca ja estem subministrant aproximadament dos terços de la demanda d'electricitat mitjançant energies renovables". *Energinet* és l'empresa estatal independent que posseeix, opera i desenvolupa els sistemes de transport d'electricitat i gas fòssil a Dinamarca. Peter Jørgensen considera que la part significativa de l'energia verda al sector elèctric danès és el resultat d'estratègies ambicioses establertes a principis dels anys 70. Aquestes últimes dècades de desenvolupament de l'energia eòlica i les energies renovables han posat Dinamarca al capdavant pel que fa a la transició verda en el sector energètic.

"En molts països més grans, Dinamarca es considera gairebé un petit laboratori. Si ens comparem amb la Xina amb qui compartim gran part de l'experiència danesa, veuràs Dinamarca com un petit laboratori on desenvolupem i provem les noves solucions", diu Peter Jørgensen. "I estem al cap davant. És l'estat de l'art el que estem fent a Dinamarca", afegeix.

9.3.1. Compartir coneixement a nivell mundial

Un dels reptes més grans del món actual en relació amb el canvi climàtic és la creixent demanda d'energia a nivell mundial. Això fa que sigui encara més crucial trobar alternatives sostenibles a l'energia fòssil i hi ha un interès creixent per les solucions daneses com la tecnologia eòlica. Dinamarca té la posició i el coneixement per ajudar altres països del món a avançar més ràpidament cap a una transició verda.

Però és important afirmar que el canvi no es produeix de la nit al dia, assenyala Peter Jørgensen. “La transició a Dinamarca va començar fa més de 40 anys amb l'energia eòlica. Així, tots els procediments, metodologies, mercat i marc s'han anat desenvolupant de manera progressiva al llarg de tots aquests anys on s'ha adquirit l'experiència necessària per trobar les solucions adequades”. Però compartir les experiències de Dinamarca pot ajudar a posar altres països en el camí correcte des del principi. “El benefici d'ara compartir la nostra experiència a nivell mundial amb molts països d'arreu del món és en realitat el que els permet fer una mica de salt. No necessàriament han de cometre els mateixos errors i passar per les mateixes fases que vam fer nosaltres a Dinamarca”, afirma.

9.3.2. Un primer impulsor en el negoci eòlic

Dinamarca va començar a investigar les possibilitats de l'energia eòlica després de la crisi del petroli de 1973. Una naixent indústria d'aerogeneradors va sorgir com a spin-off de la fabricació de maquinària agrícola i el 1979 es va construir la primera turbina eòlica comercial.

És conegut arreu el projecte eòlic de les escoles Tvind, construït pel poble per al poble a mitjans dels anys setanta, *Tvindkraft* va transformar les polítiques energètiques de Dinamarca i va ser pionera en noves tecnologies que convertirien el país en líder mundial en el sector de l'energia eòlica. Amb poca experiència prèvia, un grup de voluntaris es va encarregar de construir una font d'energia sostenible per a la comunitat local, creant un disseny que seria emulat arreu del país i internacionalment. El seu impacte va ser profund. El molí de vent va fer que Dinamarca es dirigís cap a una política d'energia sostenible que exclouïa la nuclear i va permetre al país convertir-se en un líder mundial en disseny de molins de vent i, per tant, la vanguarda de l'energia eòlica a nivell mundial. A les escoles Tvind és on va començar tot per a l'energia eòlica a Europa i encara és ben conegut a les comunitats científiques i d'enginyeria, així com una icona regional i nacional que simbolitza el progrés i la importància de la comunitat i la decisió. En lloc d'aferrar-se a la tecnologia innovadora, que s'utilitza en tots els molins de vent moderns i grans, amb patents

legals, els professors de les escoles van regalar totes les especificacions com a regal a altres comunitats i a la gent de Dinamarca. Quatre dècades després, el molí de vent encara s'utilitza i serveix com a recordatori oportú de la importància de la independència energètica per a Europa i per què només es pot assegurar de manera eficient mitjançant mitjans sostenibles.

També te reconeixement mundial, el *Folkecentered*, també anomenat *Nordic Folkecenter for Renewable Energy*. Institució pionera en la tecnologia eòlica des de 1983. Fundat per en *Preben Maegard* (1935-2021) fan moltes activitats diferents, totes elles relacionades amb les energies renovables d'una o altra manera amb l'objectiu de substituir els combustibles fòssils i l'energia atòmica per energies renovables i ús eficient de l'energia arreu del món. Han cooperat i cooperen amb indústries locals, ONG i autoritats governamentals a Europa, Àsia, Àfrica, Amèrica del Nord i del Sud per instal·lar digestors de biogàs, aerogeneradors, sistemes solars, xarxes de calefacció urbana i sistemes integrats, així com per millorar i desenvolupar polítiques energètiques sostenibles. Ofereixen informació i formació, a més de fer recerca i ser un espai de demostració de diferents tecnologies d'energia renovable.

Una altre institució clau, és *INforSE – International Network for Renewable Energy*, fundada a la Cimera de la Terra (Rio de Janeiro, juny 1992) per assegurar el seguiment de les decisions polítiques de la Conferència de les Nacions Unides sobre Medi Ambient i Desenvolupament (*UNCED*). La seva visió és treballar per un món on els serveis energètics, necessaris per a un desenvolupament just i centrat en l'ésser humà, es proporcionen a manera sostenible utilitzant energies renovables. I la seva missió és ser una xarxa global d'organitzacions no governamentals independents que treballen per aportar les solucions energètiques sostenibles per protegir el medi ambient i reduir la pobresa. Actualment és una xarxa mundial formada per 140 organitzacions no governamentals que treballen en uns 60 països per promoure l'energia sostenible i el desenvolupament social. A la Cimera de la Terra també es va reunir el *92'Global Forum o Fòrum* Internacional d'ONG i moviments socials, en el que s'acordaren diferents Tractats, entre ells un Tractat d'Energia (es reproduïx en català en l'Annex III).

L'èxit de l'energia eòlica terrestre va inspirar el desenvolupament de l'energia eòlica marina. El primer parc eòlic marí va ser [Vindeby](#), posat en funcionament l'any 1991. Els 11 aerogeneradors de 450 kW de potència cadascun, amb una potència total de 4,95 MW. Estava a la costa de l'illa de Lolland, a una distància entre 1,5 i 3 km. Després de més de 25 anys de funcionament, el primer parc eòlic off-shore va ser desmuntat. Avui un aerogenerador de Vindeby està al Museu danès de l'Energia. Vindeby va ser el primer parc eòlic marí del món i, per tant, va ser sotmès a un ampli control ambiental. Va ser un parc eòlic àmpliament monitoritzat. Els principals problemes ambientals de l'eòlica marina a Dinamarca es detallen àmpliament en un informe de Dong Energy (ara [Ørsted](#)), [Vattenfall](#), l'[Agència Danesa d'Energia](#) i l'[Agència Danesa de la Natura](#). Vindeby és avui àmpliament conegut com l'únic projecte que va provocar vents de canvi a tota la indústria eòlica. De fet, aquest projecte ha estat catalogat com el 32è projecte més important del món en una llista dels 50 projectes més influents dels últims 50 anys pel *Project Management Institute*. La llista inclou projectes com la invenció d'internet i el primer aterratge a la Lluna.

Després de l'èxit assolit pel projecte eòlic [Lynetten](#) (7 aerogeneradors de 600 kW, totalitzant una potència de 4,2 MW, situats en un espigó del port de Copenhage) on 4 aerogeneradors són propietat de la cooperativa *Lynetten Windmøllelaug I/S*; no havien passat ni cinc anys de Vindeby, quan al 1996 un grup de persones entusiastes de l'eòlica enprengueren l'aventura de fundar la [Middelgrunden Wind Turbine Cooperative](#), per fer realitat el projecte d'un parc eòlic marí amb 20 aerogeneradors de 2 MW cadascun, 10 propietat de la cooperativa i 10 propietat de *KB - Copenhagen Energy Services* (més endavant *Oersted* i avui *Hofor*). Cada aerogenerador està al cim d'una torre de 75 metres i el diàmetre de les pales al girar és de 72 m. La potència de cada aerogenerador és de 2 MW. Va començar a produir a la primavera de 2001. *Middelgrunden* és un dels projectes eòlics més visitats i més fotografiats del món.

L'any 2002, el parc eòlic marí més gran del món, *Horns Reef 1*, es va establir al mar del Nord a uns 14-20 quilòmetres de la costa de Jutlàndia. El 2009 i el 2019, es van inaugurar dos parcs eòlics marins a prop de Horns Reef 1. El més nou d'ells, *Horns Reef 3*, és el parc eòlic marí més gran de Dinamarca i augmentarà la generació d'electricitat danesa a partir del vent al voltant d'un 12 per cent. Amb una capacitat total de 407 megawatts, els 49 aerogeneradors de Horns Reef 3 cobriran la demanda anual d'electricitat d'aproximadament 425.000 llars daneses.

El 2019, segons xifres preliminars, es va produir un esdeveniment històric a Dinamarca: el 15 de setembre, de mitjanit a mitjanit, va ser el primer dia en què la producció elèctrica dels aerogeneradors va superar la demanda d'electricitat dels danesos.

El 2021, Dinamarca va inaugurar el parc eòlic més gran d'Escandinàvia. *Kriegers Flak* té una capacitat total per cobrir la demanda d'electricitat d'aproximadament 600.000 llars daneses. El parc eòlic es troba entre 15 i 40 quilòmetres de la costa danesa en una zona de 132 km² al mar Bàltic i s'espera que augmenti la producció anual danesa d'electricitat a partir d'aerogeneradors en un 16 per cent aproximadament. El parc eòlic marí està format per 72 aerogeneradors i té una potència total de 604 MW).

9.3.3. Bioenergia procedent de l'agricultura

Més de dos terços de l'energia renovable de Dinamarca prové de la bioenergia, que és l'energia emmagatzemada en matèria orgànica o biomassa. L'agricultura és un gran negoci a Dinamarca, i indirectament també ajuda a proporcionar energia, amb fems, greixos animals i palla que s'utilitzen com a base per al biogàs i els biocombustibles líquids. Moltes centrals elèctriques daneses estan canviant dels combustibles fòssils a la biomassa (pellets de fusta, estelles o palla).

Gairebé dos terços de les llars daneses es subministren amb calefacció urbana (xarxes de calor), on la calor es distribueix als ciutadans com a aigua calenta en canonades. Aproximadament la meitat del combustible per a la calefacció urbana a Dinamarca es compon de biomassa i altres fonts d'energia renovable.

Si bé la biomassa és una font d'energia renovable, el seu impacte climàtic depèn del tipus de biomassa que s'utilitzi. Hi ha un gran enfocament a garantir la biomassa sostenible a Dinamarca.

9.3.4 Energia del Sol i de la Terra

L'energia solar és una altra font d'energia renovable a Dinamarca. Els panells solars s'utilitzen per escalfar edificis i produir calefacció urbana, i les cèl·lules solars s'utilitzen per produir electricitat.

A més, Dinamarca té tres instal·lacions d'energia geotèrmica en funcionament, i la calor geotèrmica s'utilitza per a la calefacció urbana. Només representa una petita fracció de la producció danesa de calefacció urbana, però s'estima que el potencial és alt.

Finalment, val la pena recordar l'eficiència energètica, que de vegades es coneix com el "primer combustible", una font d'energia en si mateixa. A Dinamarca, s'han aconseguit resultats notables en rendiment d'eficiència energètica per a les llars, la indústria i la producció d'energia.

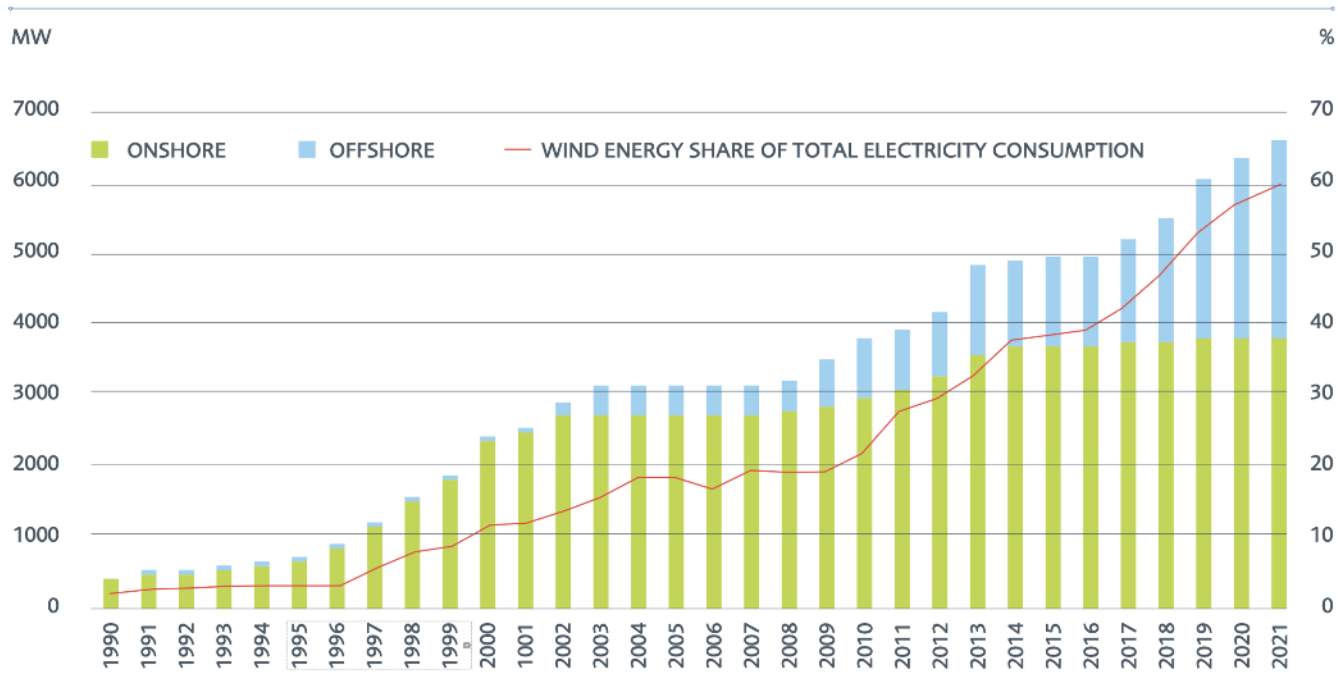
Durant el primer semestre del 2023, les turbines eòliques i els panells solars a Dinamarca van generar una quantitat rècord d'electricitat, que representa el 67% de la demanda d'energia del país (segons Green Power Denmark, basant-se en l'anàlisi de les dades d'Energinet).

El rècord de generació eòlica i solar, en combinació amb la reducció del consum d'electricitat a causa de la crisi energètica, va veure com la quota d'electricitat verda pujava del 60% el 2022 al 67% els primers sis mesos del 2023. Els aerogeneradors i plaques solars van produir 11,4 TWh en el primer semestre de l'any, la qual cosa suposa un augment del 30% respecte a fa quatre anys.

El grup de la indústria va dir que tot i que això mostra un progrés cap a l'objectiu de la producció d'electricitat 100% verda, la taxa de creixement hauria d'accelerar-se.

"En els propers anys, hem de continuar la transformació verda de la indústria i el sector del transport i hem de subministrar energia verda a la resta d'Europa en benefici del clima, les nostres empreses i la societat danesa. Això requereix molts més aerogeneradors i panells solars", segons Thomas Aarestrup Jepsen de *Green Power Denmark*.

The importance of wind energy is growing

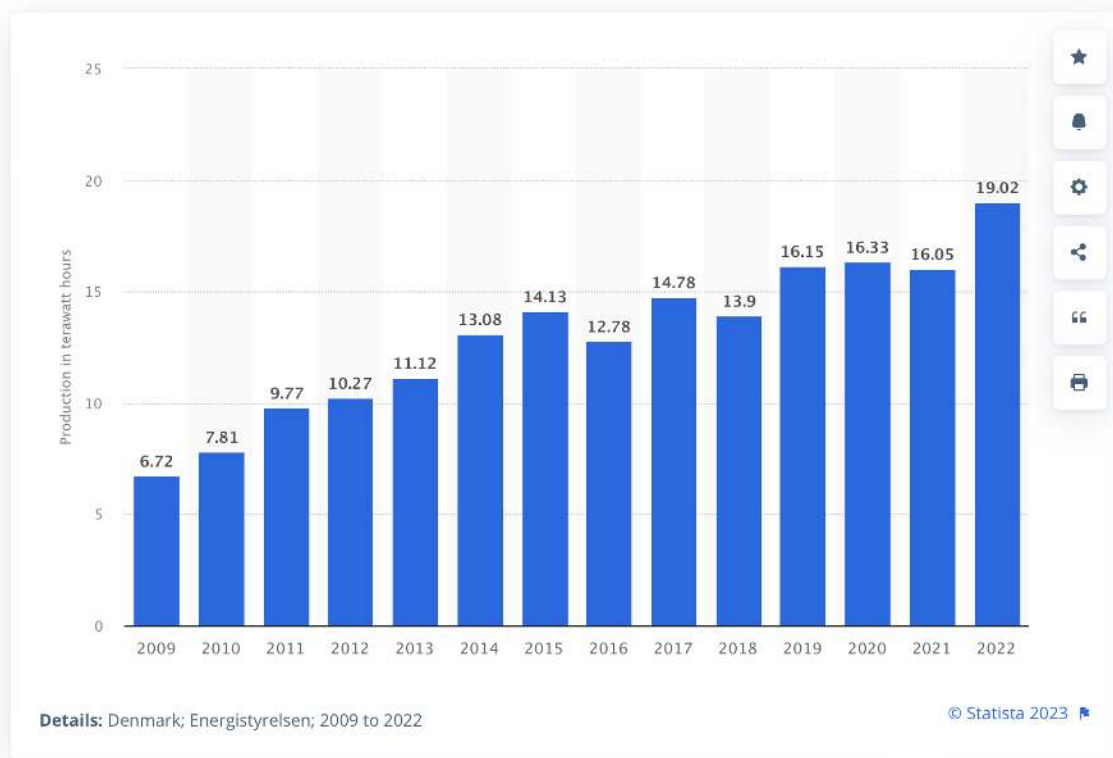


Electricity from wind turbines will become more prominent in the coming years. At the beginning of 2020, wind energy generation is expected to cover 53% of Danish electricity consumption, reaching 60% at the end of 2021.

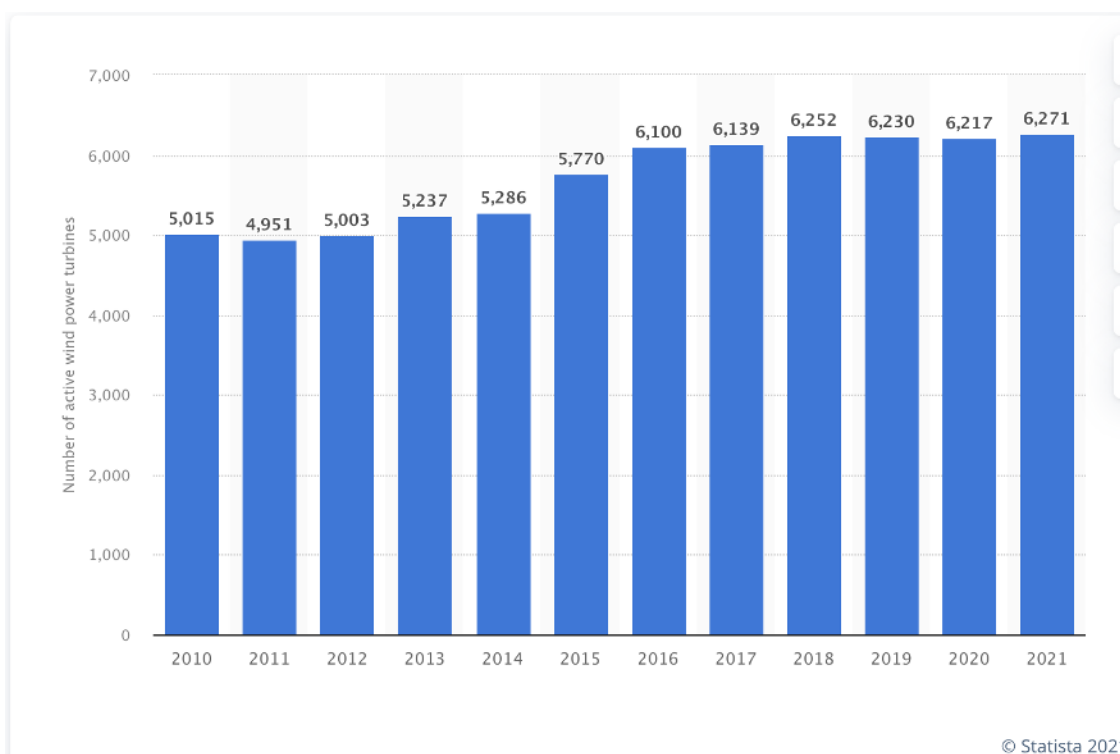
Evolució de la potència eòlica instal·lada a Dinamarca, a terra i mar endins (1990-2021) i percentatge de l'electricitat d'origen eòlic a la xarxa elèctrica danesa.

Wind energy production in Denmark from 2009 to 2022

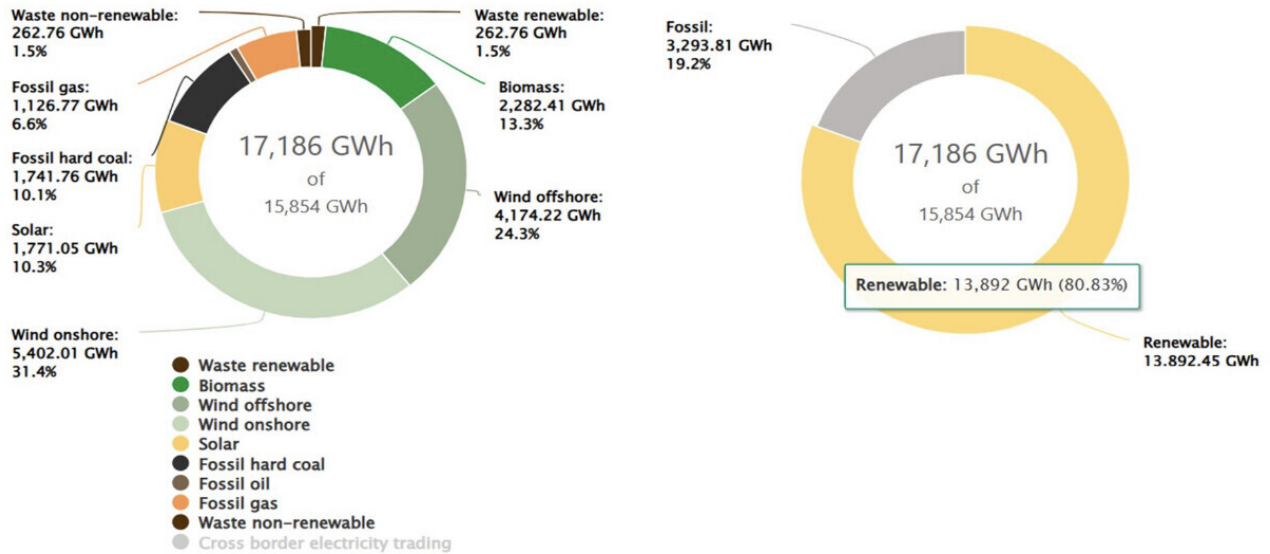
(in terawatt hours)



Generació eòlica d'electricitat (2009-2022), nombre d'aerogeneradors a Dinamarca (2010-2021)



Public net electricity generation in Denmark in half year 1 2023

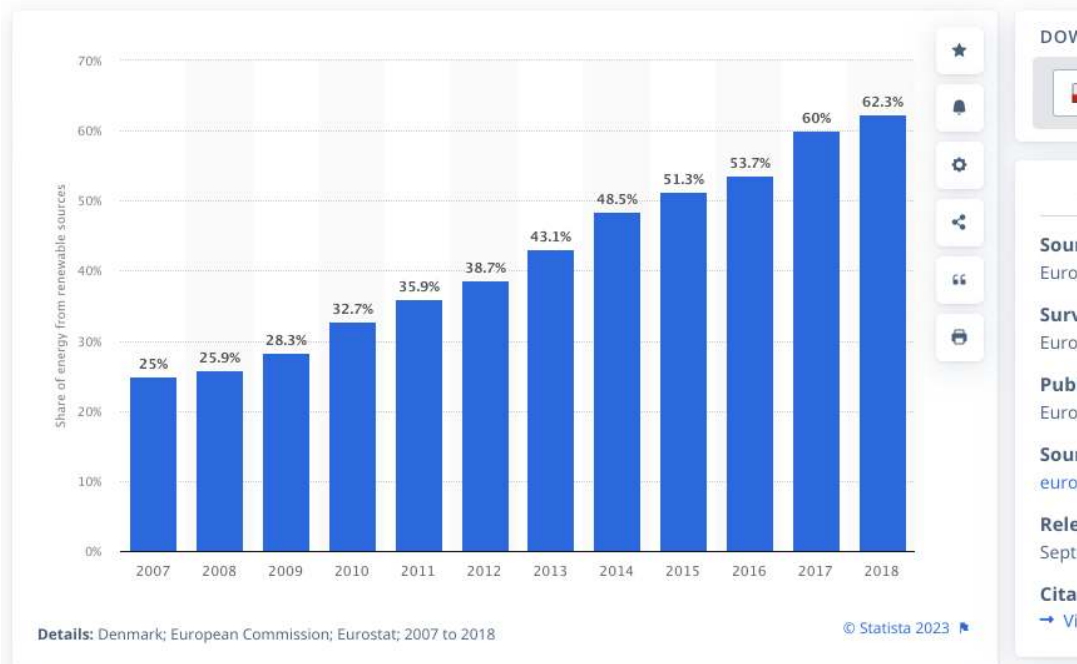


Energy-Charts.info - last update: 11/14/2023, 4:32 AM GMT+1

Generació d'energia elèctrica a Dinamarca segons les fonts (1a meitat del 2023)

Percentatge d'energia elèctrica procedent de fonts renovables a Dinamarca, 2018

Share of energy from renewable sources in electricity generation 2018



9.4. El cas d'Alemanya

Tot i que grups de persones actives, en un petit país com Dinamarca, iniciaren la revolució energètica (a finals dels anys 70) recuperant i millorant la tecnologia eòlica que els seus avis havien fet servir als primers anys del segle XX, no va ser fins a finals dels anys 80 quan el Bundestag (Parlament Alemany) va aprovar, de forma unànime, i sota el lideratge del parlamentari Hermann Scheer (*SPD*), una resolució per a la promoció de l'energia solar en polítiques de recerca i desenvolupament, que el govern federal va traduir en el **programa de les 1.000 teulades solars**, el primer programa d'incentivació del mercat solar fotovoltaic.

I va ser un any després, al 1990, quan el Bundestag va aprovar la primera llei *Feed-In Tariff - FIT* (dret d'injecció a la xarxa i preu fix pel kWh renovable generat). La llei va ser molt efectiva per a la tecnologia eòlica, però no prou atractiva per a la tecnologia solar FV. Els projectes eòlics, molts d'ells promoguts per la ciutadania, sorgiren arreu de les àrees més ventoses d'Alemanya.

Per millorar l'efectivitat de la solar FV, l'any 1993 Hermann Scheer va presentar el Programa de les 100.000 teulades solars, cosa que va influir en la creació dels anomenats clubs solars per part de la societat, el més famós dels quals va ser el de la ciutat d'Aachen, on Wolf von Fabock va crear el concepte de 'preu per cobrir els costos' i que el consell municipal va fer seu, l'any 1994, decidint que es pagaria el kWh generat amb tecnologia solar FV a un preu de 1,80 DM/kWh, un preu molt alt aleshores. Això va obrir la porta a que en els quatre anys següents, més de 40 municipis alemanys seguissin l'exemple.

Va ser l'abril de 1998 quan Scheer va fer possible que el programa electoral del seu partit incorporés el Programa de 100.000 teulades solars i la política *FIT*. El triomf electoral del SPD va permetre que el programa del nou govern de coalició roig-verd fes seva la proposta de Scheer, de manera que l'1 de gener de 1999 va començar oficialment el **Programa dels 100.000 teulats solars** juntament amb les polítiques *FIT*.

El programa era un esquema d'interès zero amb que se subvencionava la diferència entre l'interès zero i el tipus d'interès del mercat de préstecs. I per millorar l'efectivitat i fer possible l'arrencada de la tecnologia solar FV en el mercat alemany, es va decidir augmentar el preu fixat pel kWh solar FV injectat a la xarxa. Per això es va proposar al Parlament una nova llei anomenada *EEG* (sigles en alemany de Llei de les fonts d'energia renovable), que va entrar en vigor l'1 d'abril del 2000. A més a més de les avantatges del Programa, la *EEG* va fixar que el kWh solar FV seria remunerat a 45 cèntims/kWh.

Però no havia passat ni una setmana quan la Comissió Europea posava un plet al govern Alemany per la Llei *EEG*, que va tardar 11 mesos en resoldre's davant la Cort Europea de Justícia, la qual va donar la raó al govern alemany i finalment el 13 de març del 2001 la Llei *EEG* tenia llum verda per ser aplicada. La primera Llei *EEG* va acabar la seva vigència al final de l'any 2003.

Una segona Llei *EEG* va començar a ser vigent l'agost de 2004 i va incrementar fins a 57 cèntims/kWh el preu de l'electricitat solar FV injectada a la xarxa. Cal remarcar que els diners per fer aquests pagaments no sortien pas dels pressupostos del govern, sinó que es distribuïen entre totes per persones usuàries de l'electricitat, cosa que suposava un petit increment en la factura de l'electricitat per a tots els usuaris.

Els preus que fixava la Llei *EEG* per a cada tecnologia de generació d'electricitat renovable era diferent i tenia una vigència de 20 anys. I es modificava anualment, a la baixa, per als nous projectes que anaven sorgint, d'acord amb les corbes d'aprenentatge de cadascuna de les tecnologies de generació a partir de fonts renovables.

La Llei *EEG* va agafar la velocitat de la llum, i ja l'any 2004 hi havia a Alemanya el primer GW solar FV (1.000 MW) proveint electricitat neta procedent de la captació de la radiació solar. D'aquesta manera, Alemanya esdevindria líder mundial en instal·lacions anuals de solar FV fins l'any 2013. I el programes d'acceleració impulsats han fet possible la instal·lació en pocs anys de

de molts GW solars FV a Alemanya, fent que a finals de 2022 la potència instal·lada solar FV fos de 67 GW, havent instal·lat 7 GW l'any 2022 i **14 GW el 2023**, gràcies a la [EEG2023](#).

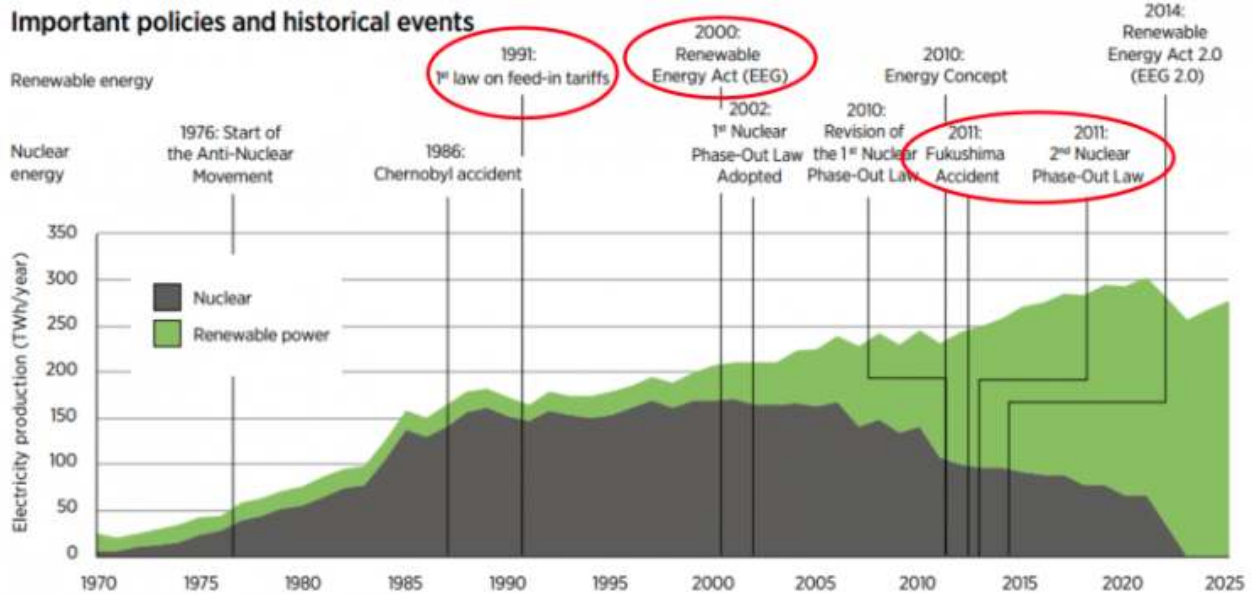
Les primeres Lleis *EEG* agafaren per sorpresa a la indústria solar FV, doncs a la dècada dels anys 90, no hi havia prou capacitat de fabricació. De manera que la indústria solar FV a Alemanya va créixer com els bolets. Però aleshores la tecnologia solar FV era cara, de manera que la indústria es va automatitzar amb cadenes de muntatge. Es crearen, del no res, moltíssimes empreses. Només l'any 2010 s'hi invertiren 20 mil milions d'euros, creant-se més de 100.000 llocs de treball a Alemanya.

Però en un món on els mercats estan liberalitzats, les empreses importadores feren la seva feina: el líder de tecnologia solar FV japonès, Sharp, va aterrar a Alemanya. I la Xina es va despertar, començant a muntar empreses solars FV l'any 2000. I com que la seva producció de mòduls solars era competitiva en qualitat i en preu, i a la Xina el mercat per aquesta tecnologia era, aleshores, inexistent, la major part de la producció solar FV xinesa va inundar Alemanya i els mercats europeus, fent que moltes empreses alemanyes anessin a la fallida. Això sí, Alemanya havia venut a la Xina tota la maquinària per a la fabricació de panells solars FV.

Ja l'any 2009, la fabricació de panells solars FV al món, havia assolit per primera vegada més de 10 GW, la meitat dels quals es fabricaven a la Xina i a Taiwan. A la Xina ja hi havia centenars d'empreses de tecnologia solar FV. Les 10 empreses de major capacitat de fabricació eren, aleshores, [First Solar](#), [Suntech](#) (Xina), [Sharp](#) (Japó), [Q-cells](#) (en aquell moment a Alemanya), [Yingli](#), [JA Solar](#), [Trina Solar](#) (totes xineses), [Kyocera](#) (Japó), [Sun Power](#) (EUA) i [Gintech](#) (Taiwan). Gairebé la meitat de la producció mundial era destinada a Alemanya.

Avui a Alemanya hi ha 847 cooperatives ciutadanes d'energia, el 80% de les quals operen sistemes solars FV. Entre la solar i l'eòlica impliquen 220.000 persones i generen gairebé 10 TWh d'energia elèctrica renovable i neta.

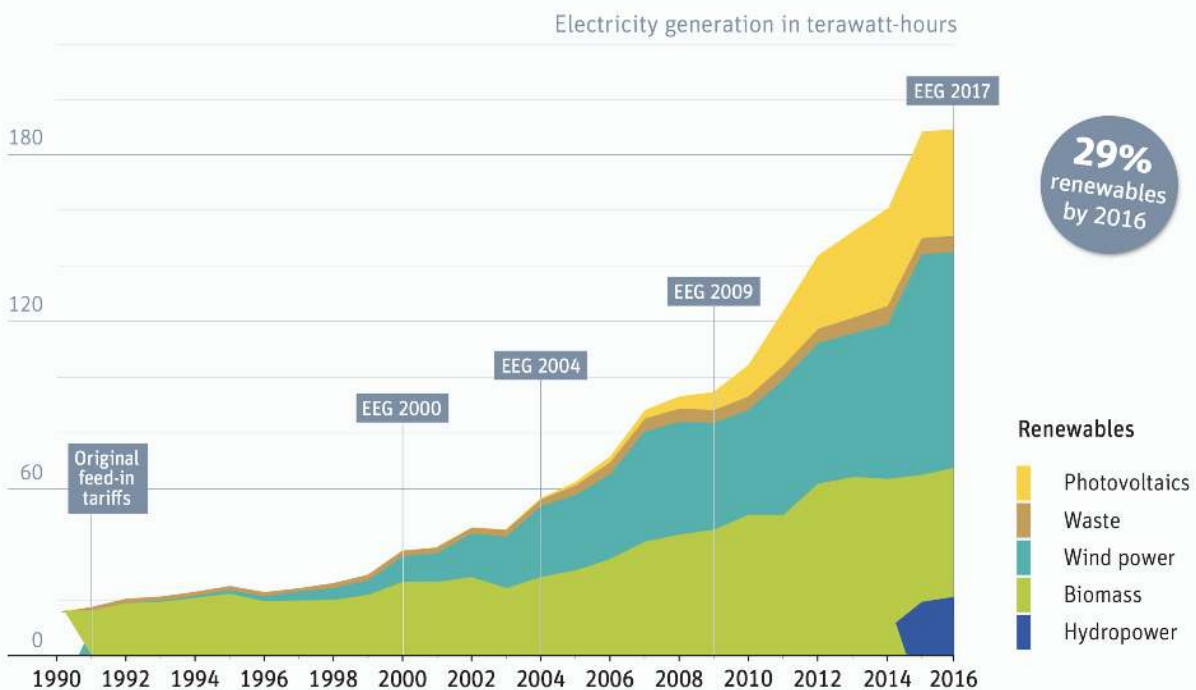
Pel que fa a l'energia eòlica, a final de l'any 2022 hi havia instal·lats més de 66 GW de potència eòlica. I el conjunt de renovables es preveu que cobreixi més de la meitat de la generació elèctrica a finals de 2023, quan a l'any 1990 no arribava ni al 3%.



Feed-in tariffs grow renewables

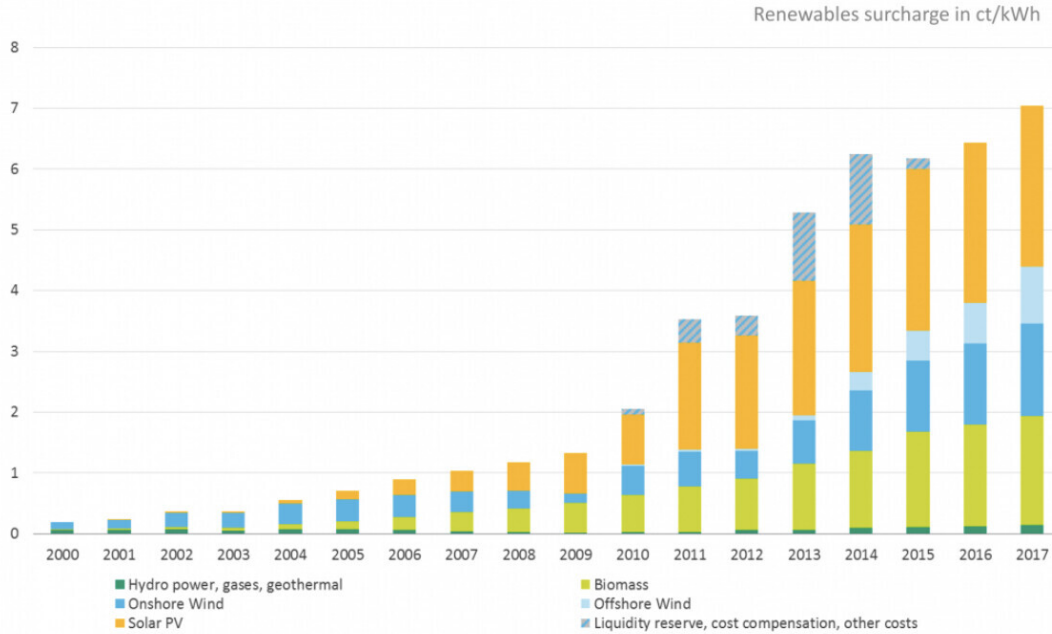
Renewable electricity generation in Germany, 1990–2016

Source: BMU



Renewable surcharge on power price by technology.

Data: BMWi 2017.

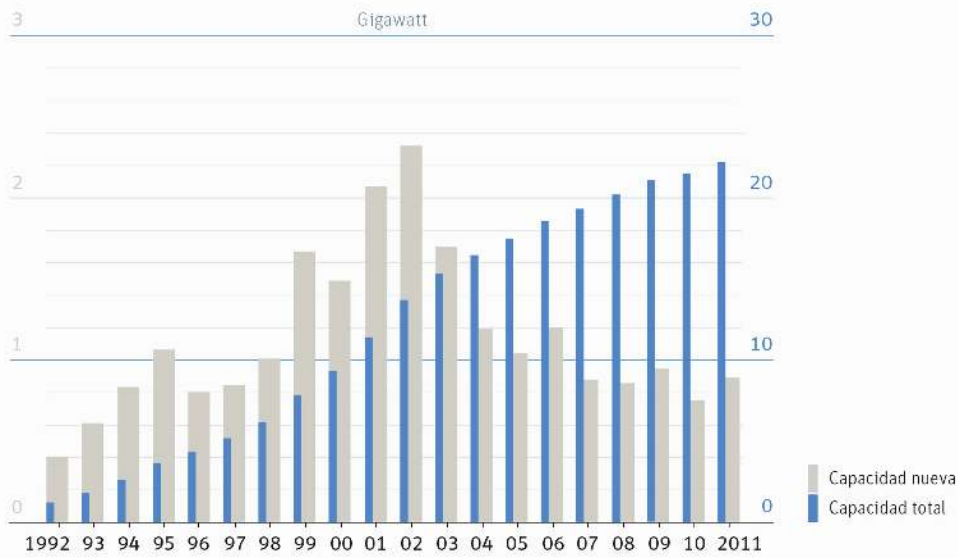


CC BY SA 4.0

Alemania tiene un crecimiento sostenido de energía eólica

Capacidad de energía eólica acumulada y recién instalada en Alemania, 1992-2011

Fuente: DEWT

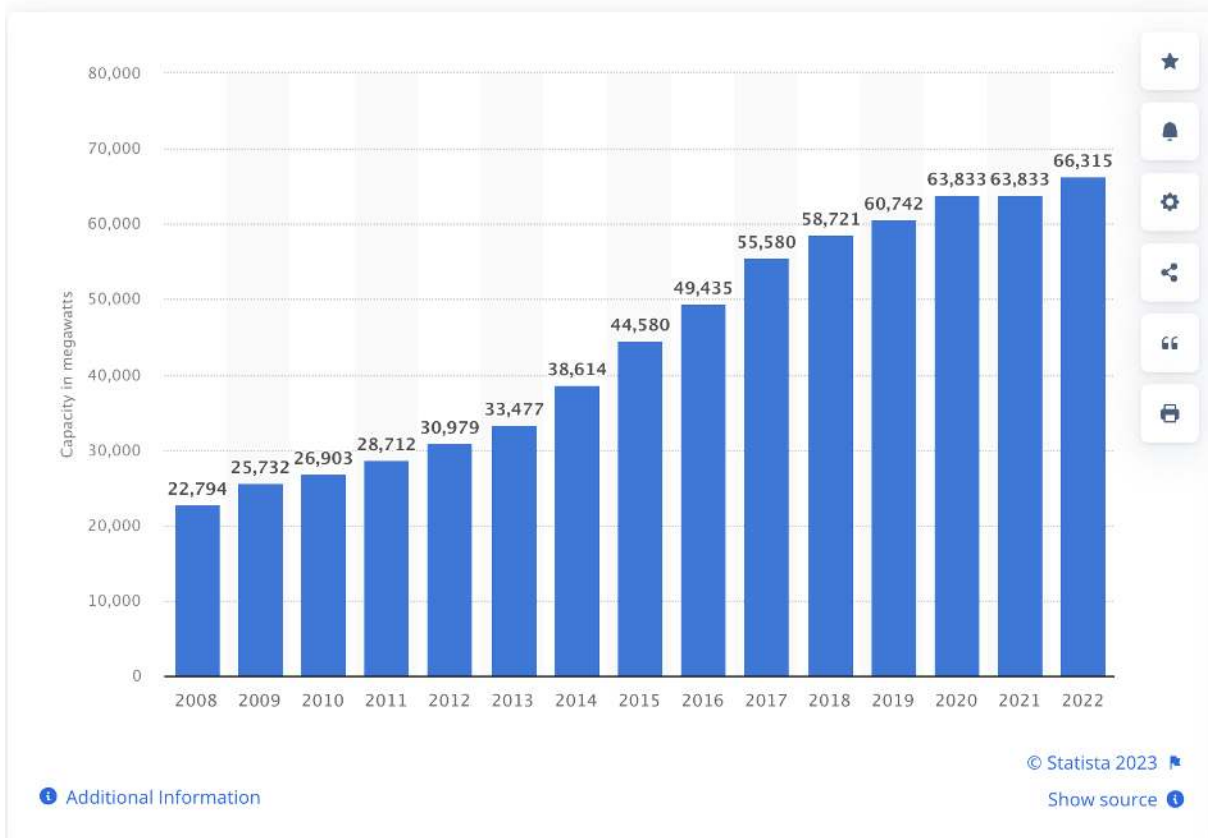


German Energy Transition

energytransition.de

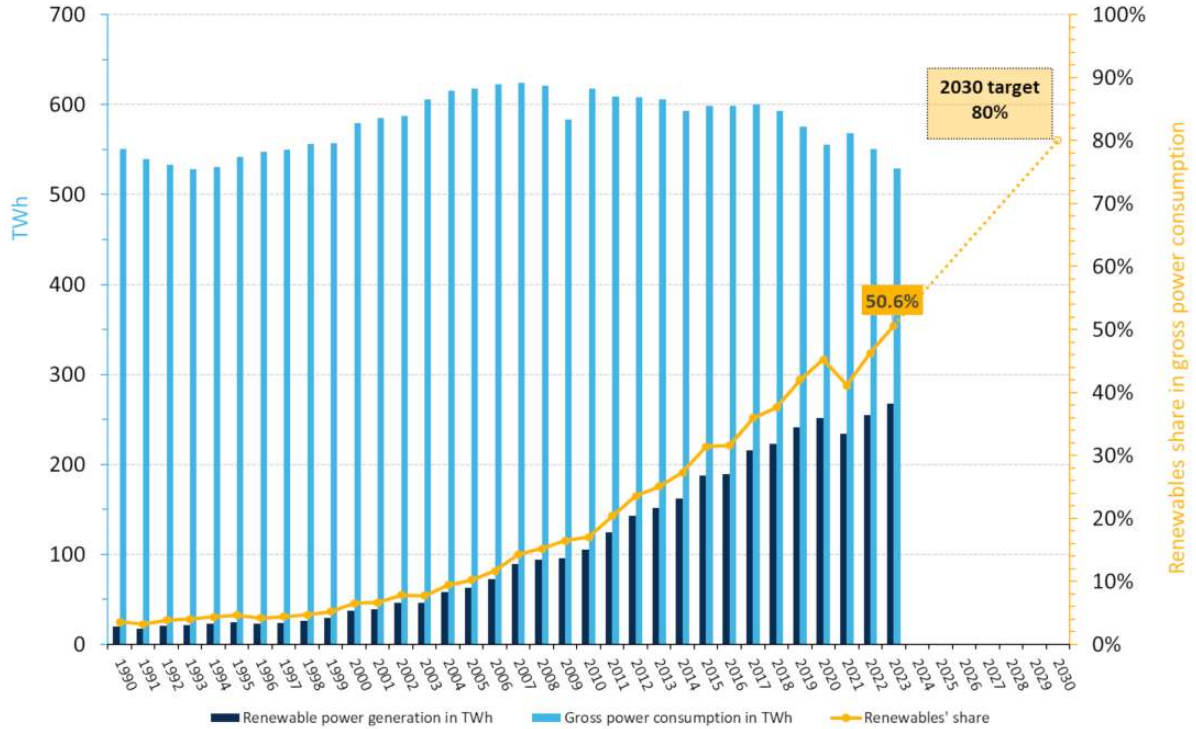
CC BY SA

Installed wind power capacity in Germany from 2008 to 2022 (in megawatts)



Renewables' share in gross power consumption in Germany 1990 - 2023.

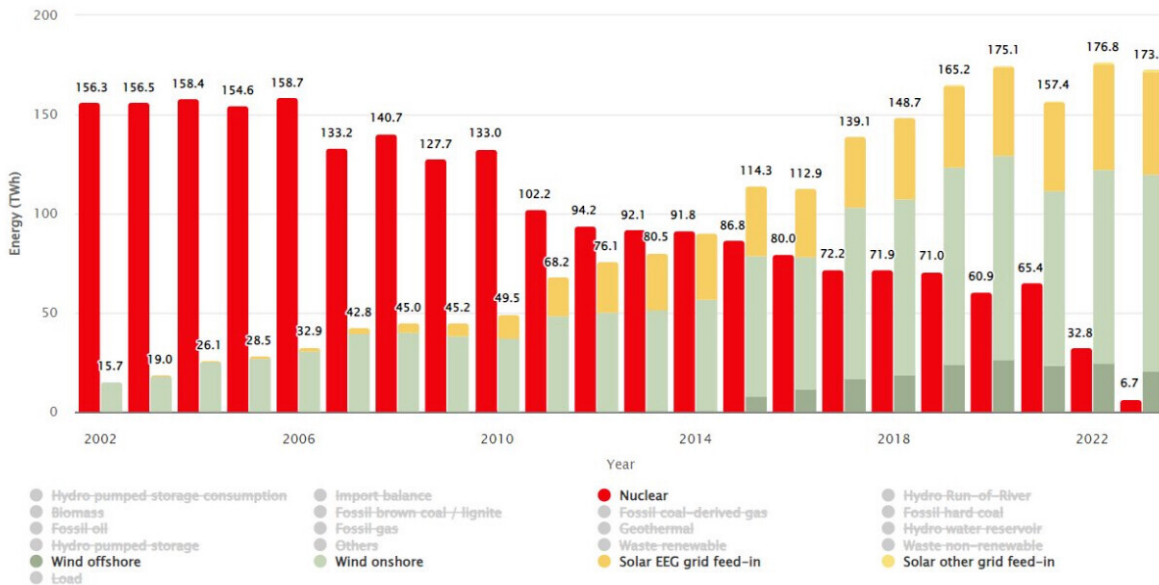
Data: AGEB 2023, preliminary.



CC BY SA 4.0

Public net electricity generation in Germany

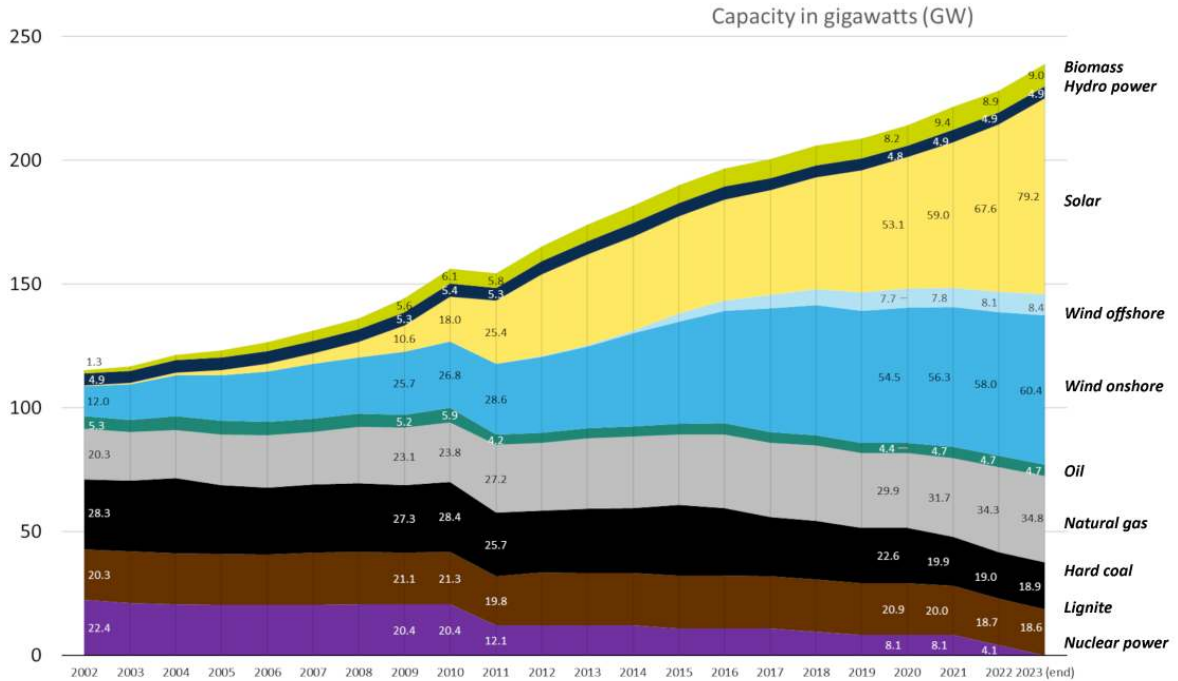
Energetically corrected values



Energy-Charts.info - last update: 12/02/2023, 6:51 PM GMT+1

Installed net power generation capacity in Germany 2002 - 2023.

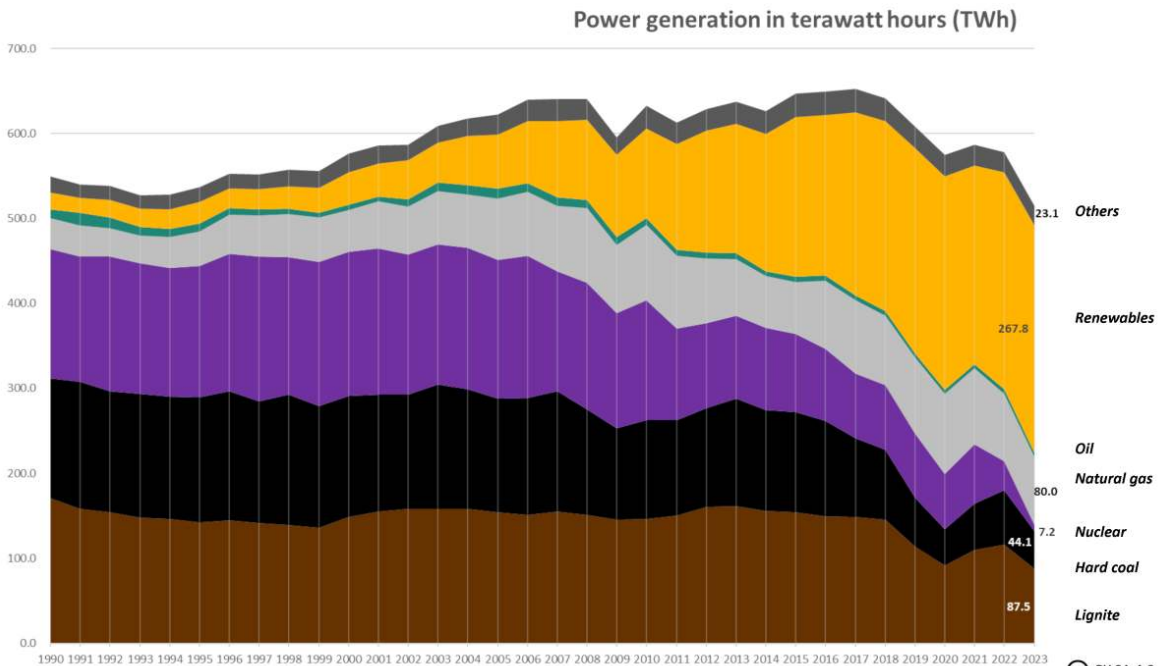
Data: Fraunhofer ISE 2023 (2023 status of 18 December).



CC BY SA 4.0

Gross power production in Germany 1990 - 2023, by source.

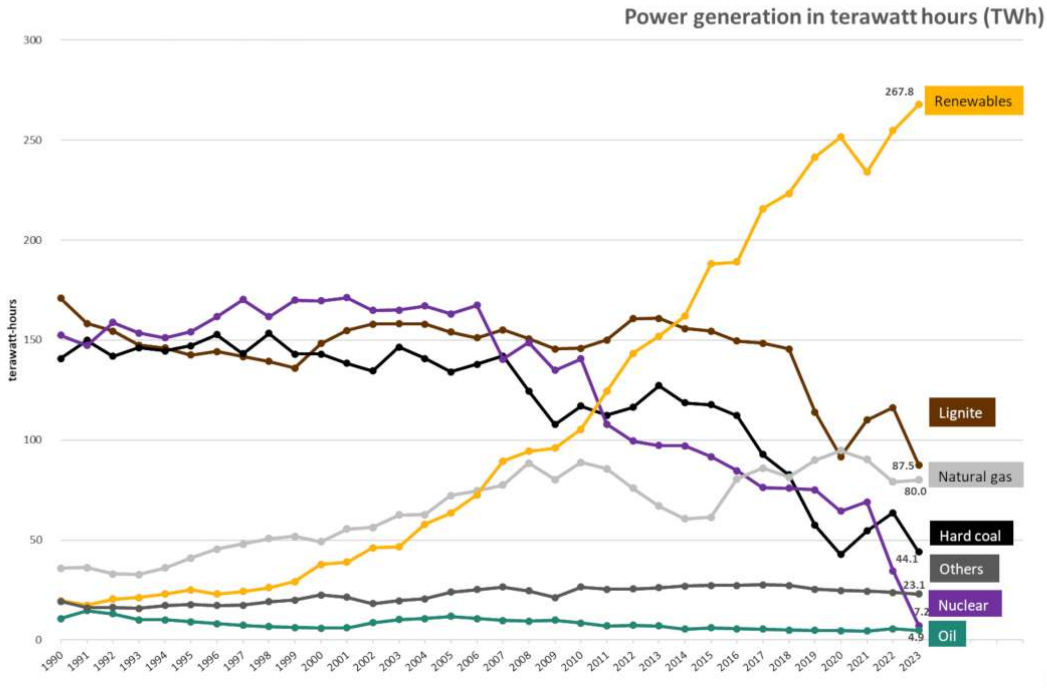
Data: AGEB 2023, data preliminary.



CC BY SA 4.0

Gross power production in Germany 1990 - 2023, by source.

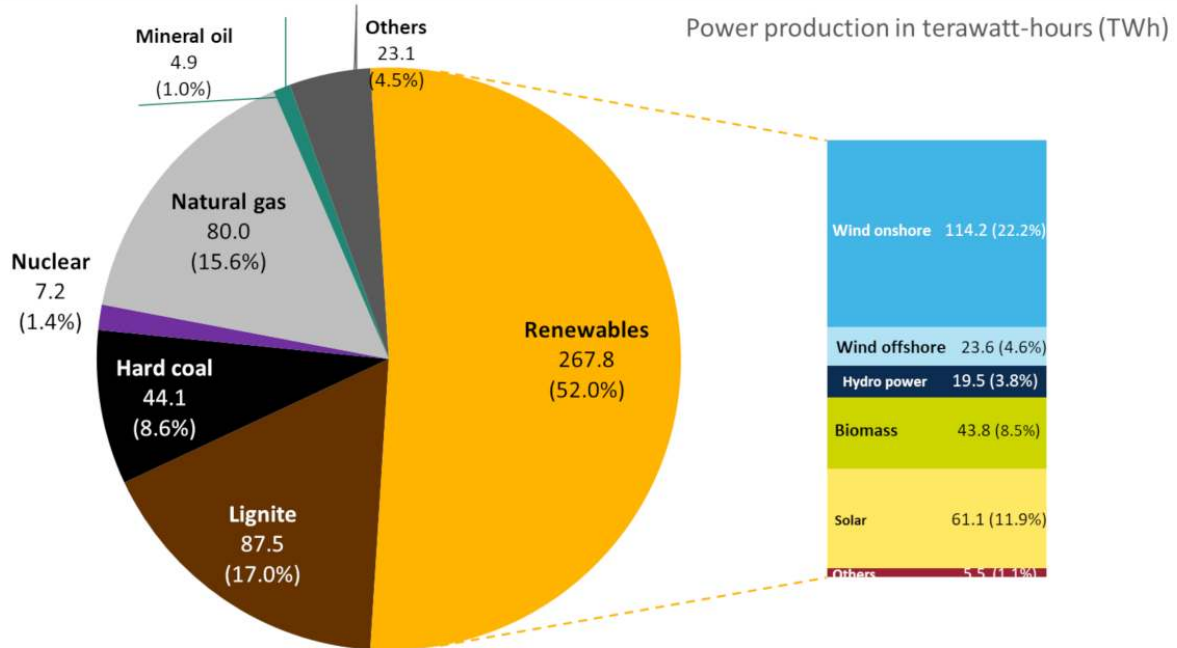
Data: AGEB 2023, data preliminary.



CC BY SA 4.0

Share of energy sources in gross German power production in 2023.

Data: AGEB 2023.

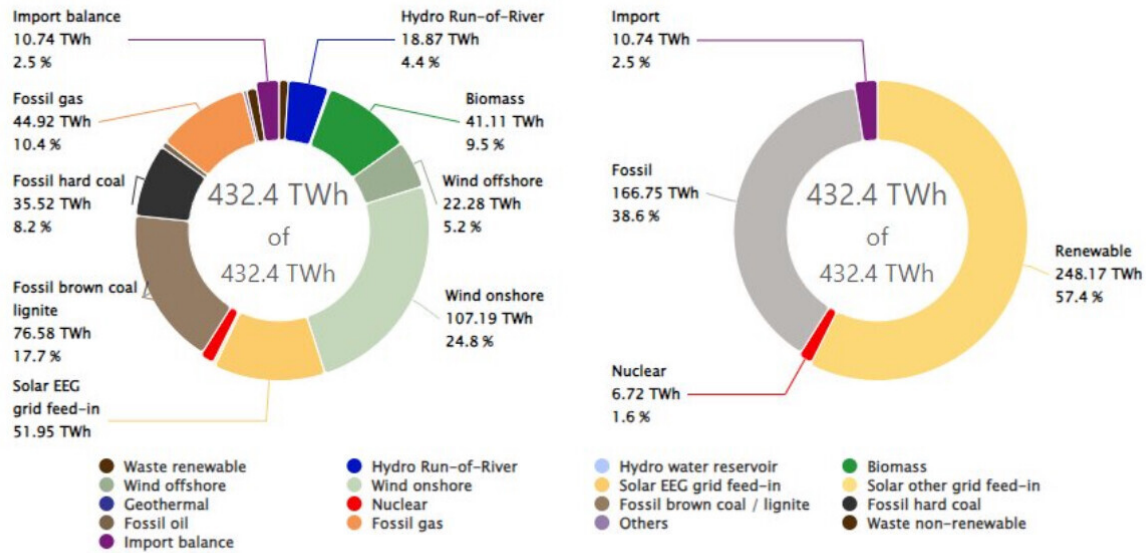


Note: Government renewables targets are in relation to total power consumption (523.4 TWh in 2023), not production. Renewables share in gross German power consumption 2023: 50.6%.

CC BY SA 4.0

Public net electricity generation in Germany in 2023

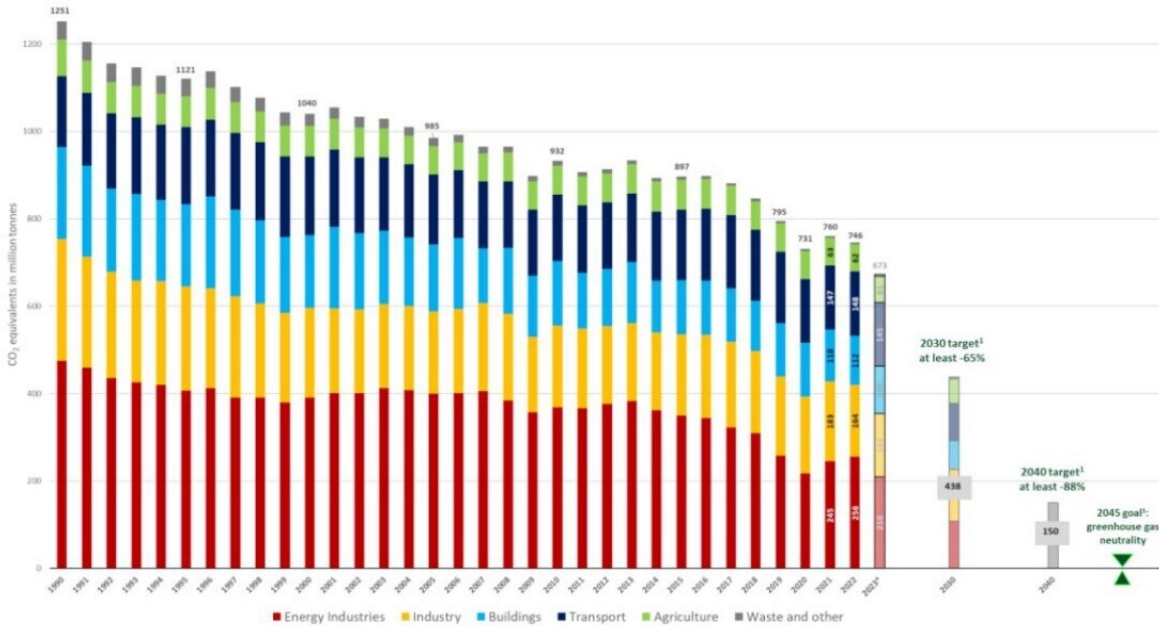
Energetically corrected values



Energy-Charts.info - last update: 12/21/2023, 10:46 AM GMT+1

Greenhouse gas emission trends in Germany by sector 1990-2023

Data: UBA 2023, Agora Energiewende 2024 (data preliminary).



* 2023 data according to preliminary calculations by think tank Agora Energiewende.

1) 2030, 2040 and 2045 targets as stated in the Climate Action Law.

Note: Without emissions from land use, land-use change and forestry (LULUCF). With the 2021 climate law reform, Germany introduced GHG emissions sink targets for this sector (-25mtn t CO₂ eq by 2030, -35mtn t by 2040 and -40mtn t by 2045).

9.5. Catalunya dins de l'Estat espanyol

9.5.1. Energia i sobirania

Per enraonar d'energia i sobirania, abans de res s'ha de dir què s'entén per sobirania i com es relaciona amb l'energia que la societat fa servir per proveir-se de serveis. El concepte de sobirania fa referència a l'exercici de l'autoritat en un cert territori. Aquesta autoritat recau en el poble, encara que la gent no en fa un exercici directe, sinó que, a vegades, delega aquest poder en els seus representants. Aleshores la sobirania s'exerceix per mitjà d'una delegació. Sobirania significa independència, és a dir, un poder amb competència total.

En aquest sentit, la sobirania energètica rau en la capacitat de les persones i de la comunitat de decidir com es volen relacionar amb l'energia que necessiten per a la reproducció de la vida social. De la producció a l'ús, passant per la distribució i el finançament.

En aquest apartat es fa una ullada al nivell de sobirania energètica que té Catalunya. El sistema energètic avui vigent a Catalunya, heretat del franquisme i mantingut d'ençà de l'anomenada transició espanyola, té una dependència forana forta, atès que importa el 95% de l'energia primària que entra al sistema (2019), bàsicament materials combustibles, però també materials fissionables. Això representa una sangonera de diners que surten de Catalunya, any rere any, i empobreixen el país.

Però, a més, és un sistema energètic molt malbaratador: té una eficiència molt baixa en la transformació de l'energia primària en energia final –gairebé un 40% de l'energia primària que entra al sistema es malbarata en la transformació en energia final disponible per a l'ús. I, per acabar-ho d'adobar, la participació de les energies renovables en l'energia final disponible per a l'ús és molt baixa (un 8% l'any 2019). I en electricitat, que és un 21% de l'energia final, tan sols un 16% és generat amb energies renovables.

Resumint, avui Catalunya ni és sobirana respecte de les fonts d'energia, ni ho és respecte de les tecnologies de generació. En general, tot sistema energètic està compost per dues famílies de tecnologies: tecnologies de generació i tecnologies d'ús final. Respecte de les tecnologies d'ús final, la població ha fet una apropiació social de moltes tecnologies que es fan servir en la vida quotidiana. Pel que fa a les tecnologies de generació, les que afecten a generar amb fonts renovables permeten que la societat en faci una apropiació social, cosa que no permeten les tecnologies per generar amb no renovables: centrals tèrmiques i nuclears.

9.5.2. I com s'ha arribat a aquesta situació?

Per comprendre com hem arribat a on som ara mateix, cal remuntar-se a començaments dels anys 80, quan l'Estat espanyol va començar a moure's.

La "llarga marxa" per capgirar el sistema energètic heretat del franquisme, i caminar cap al 100% renovable, es va iniciar, de fet, amb la promulgació de la [Ley 82/1980](#), de 30 de diciembre, sobre conservació de la energia. Entre els seus objectius: "Potenciar l'adopció de fonts d'energia renovables" i "Regular les relacions entre els autogeneradors i les companyies elèctriques distribuïdores". Podien acollir-se als beneficis de la Llei "les persones físiques i jurídiques que fessin activitats . . ." com ". . . establir o ampliar instal·lacions d'autogeneració elèctrica, aplicacions industrials. . . que usen com a font d'energia les de tipus renovable, o instal·lar equips d'ús domèstic que utilitzin energies renovables i especialment la solar".

Però no ha estat fins a la transposició de la [Directiva 96/92/CE](#), del Parlament Europeu i del Consell, de 19 de desembre, sobre normes comunes per al mercat interior d'electricitat, que mitjançant la [Ley 54/1997](#), de 27 de novembre, del Sector Eléctrico, sota l'etiqueta de 'Régimen Especial', es dona carta de personalitat a la generació d'electricitat mitjançant l'aprofitament de fonts renovables d'energia. En la seva Disposició Transitoria decimosexta fixava per a l'any 2010 que les fonts d'energia renovable havien de cobrir "com a mínim el 12 per 100 del total de la demanda energètica", que era la còpia exacte dels objectius europeus de l'època.

La normativa legal que es va generar a partir de la [Ley 54/1997](#), va permetre l'arrencada de les tecnologies renovables, primer l'eòlica i posteriorment la solar (tant la termoelèctrica com la fotovoltaica), mitjançant polítiques incentivadores del desenvolupament tecnològic, copiades de l'avançada política (*Feed-In Tariff*) adoptada en el Bundestag alemán y que tan bons resultats ha donat en molts països.

Però el desinterès inicial de les principals empreses elèctriques espanyoles en les tecnologies per generar electricitat a partir de la captació de l'energia continguda en els fluxos biosfèrics, va finir a partir del moment que es van donar compte que els operadors independents de renovables els van "menjar" el seu tradicional pastel, de manera que l'oligopoli elèctric va utilitzar el seu poder davant dels organismes governamentals per a que aquests possessin fi a les polítiques d'incentivació, per impedir que tercers actors penetressin en el seu "*coto privado*". . . . i per a dificultar que la ciutadania es convertís massivament en generadora d'electricitat, a més de ser usuària captiva d'energia elèctrica, com era des de feia molts anys.

Aquest obscurantisme energètic es va plasmar, durant la última època del govern socialista amb les mesures obstruccionistes de la transició energètica portades a cap pel ministre Miguel Sebastián (14/4/2008 – 22/12/2011), continuant i agreujant-se, durant el govern popular amb els ministres José Manuel Soria (22/12/2011 – 15/4/2016 i Álvaro Nadal (4/11/2016 – 7/6/2018). El resultat va ser la paralització, durant molts anys, de totes les inversions en tecnologies per aprofitar les energies del Sol i del vent.

I quan el gobierno es va donar compte que no complia els objectius europeus, va cedir davant els buròcrates neoliberals europeus i va instaurar les subhastes, mecanisme que afavoria obertament als grans operadors i margina de forma escandalosa als petits operadors i a la ciutadania.

Però la gran muralla que impedeix culminar la “llarga marxa” és el monopoli pràctic de la distribució, les xarxes de la qual ha pagat amb escreix la ciutadania, ja que son remunerades molt generosament pel regulador estatal i que, una vegada amortitzades les inversions realitzades, amb el seu marge de benefici corresponent, resten eternament en propietat de les empreses de distribució. Un escandalós abús de poder. Ja és hora de plantejar-se la traspas de titularitat de les xarxes de distribució a les comunitats locals a les que serveixen i que la seva gestió es faci a través dels operadors que no tinguin cap interès en la generació ni en la distribució.

I Catalunya va jugar aquest joc, doncs mai cap govern de la Generalitat de Catalunya el va qüestionar. Si bé els governs presidits pel MH President Jordi Pujol, no creïen gens amb les renovables, el cert és que mentre hi va haver incentius a Espanya, van jugar el joc i va ser el naixement de l’eòlica a Catalunya, fins que el govern tripartit va voler-ho “planificar territorialment” tan bé que va causar la completa paràlisi del sector eòlic a Catalunya.

En el moment de redactar aquest text solament es disposa del [balanç energètic](#) de Catalunya corresponent a l’any 2019, cosa que posa en evidència que avui, a Catalunya, ni tan sols es porten al dia les estadístiques de l’energia, doncs el darrer balanç energètic del país correspon al de l’any 2019, quan estem acabant l’any 2023. Això mostra la deixadesa i la poca preocupació de l’administració autonòmica pel que fa a l’energia i al seu proveïment. Clar que som hereus d’una situació en la que era dominant la mentalitat que ja hi havia empreses que ens proveïen d’energia i que no calia preocupar-se’n i es menystenien les energies renovables.

El sistema d’energia que ens va llegar del franquisme es basava en fonts d’energia brutes i no renovables, era poc eficient, centralitzat, vulnerable i dominat per un molt reduït nombre de grans corporacions (monopolis territorials), en el marc d’una societat que depenia, cada vegada més, de l’energia per funcionar i on s’havia instaurat un gran analfabetisme energètic.

De tot plegat, en va resultar una societat totalment despreocupada de l'energia, fins que les anomenades crisis del petroli (1973 i 1979), feren que comencés una naixent preocupació i interès social per les, aleshores, anomenades energies alternatives, que no eren altres que les fonts d'energia que la humanitat sempre havia emprat, abans de que la facin addicta a cremar materials fòssils per disposar d'energia.

Durant una pila d'anys, es va considerar a les persones com 'abonades' a les empreses que proveïen energia, fins que la UE va decidir la desregulació dels mercats monopolístics de l'energia (any 1997) on dominaven les empreses verticalment integrades que operaven en tota la cadena de valor del mercat (generació, transport, distribució i comercialització). Amb la *Ley del sector eléctrico 54/97*, es va trencar la integració vertical dels monopolis territorials elèctrics, liberalitzant-se la generació i la comercialització, mentre les activitats de transport i la distribució continuaven en règim de monopoli. I les persones van deixar de ser 'abonades' als monopolis territorials per passar a ser clientes usuàries d'energia en un mercat en competència regulada, on començaren a operar empreses estrictament comercialitzadores. I, es donava carta d'identitat a la generació independent d'energia, especialment d'energies renovables (el van anomenar *Régimen especial de generación de electricidad*, per diferenciar-lo de l'anomenat *Régimen ordinario*).

Des d'aleshores, el sistema de generació d'energia a l'Estat espanyol ha anat evolucionant cap a la generació d'energia a partir de fonts renovables (primer l'eòlica i més recentment la solar fotovoltaica), donat que l'Estat espanyol anava adoptant, de forma mecànica i amb freqüents contradiccions, les polítiques europees de promoció de les renovables.

A data d'1 de gener de 2023, la potència i la generació renovable al *Reino de España* era:

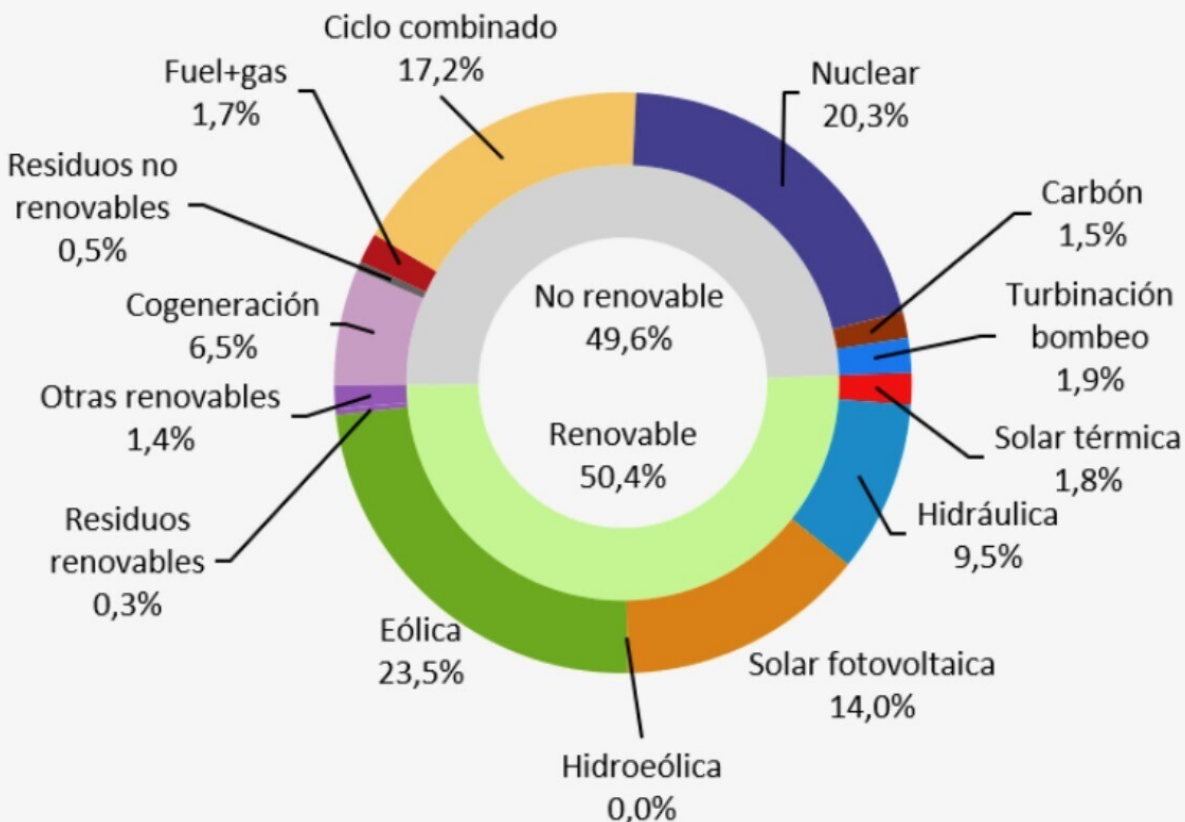
España	MW	<u>GWh/any 2022</u>
Eòlica	29.799	61.176
Solar fotovoltaica	18.744	27.867,7
Solar termoelectrica	2.304	4.125

Mentre que a Catalunya era, també a data d'1 de gener de 2023:

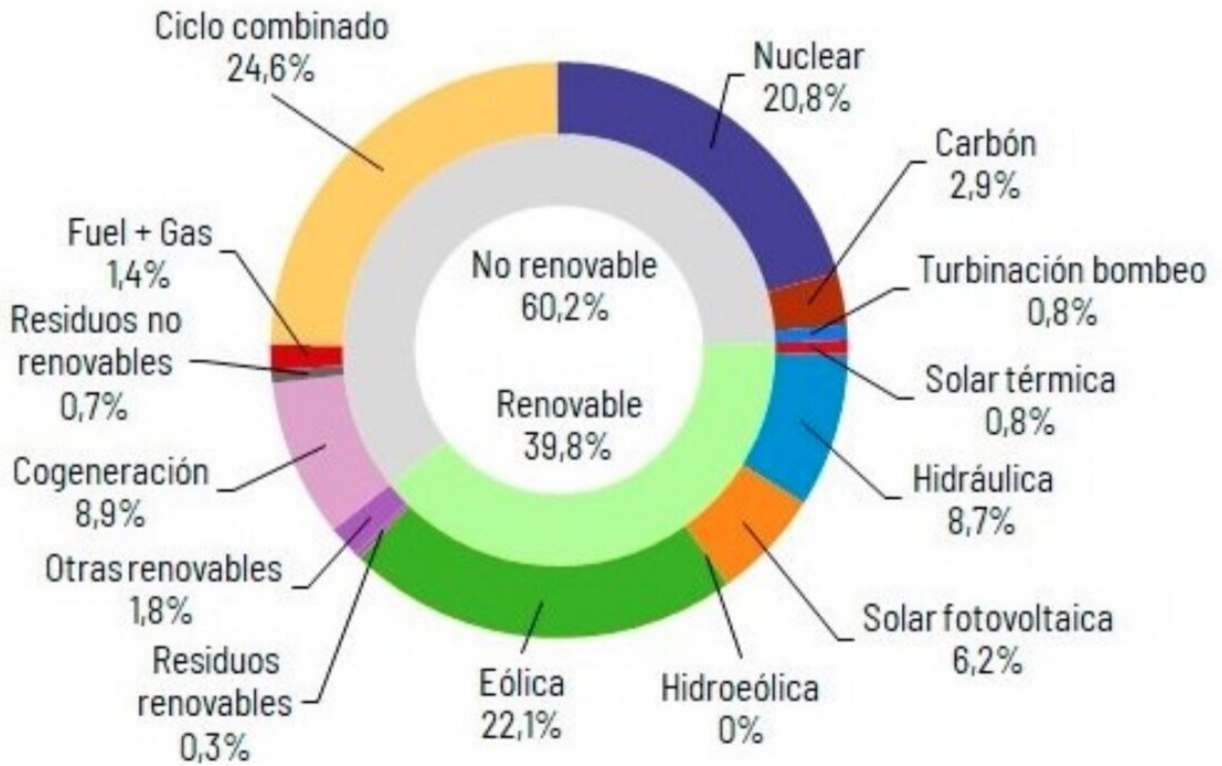
Catalunya	MW	GWh/any 2022
Eòlica	1.369	2.455
Solar fotovoltaica	466,6	415
Solar termoelèctrica	22,5	68

L'Estat espanyol ja va presentar a la UE el seu *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima - PNIEC* i va adoptar la *Ley de cambio climático y transición energética*. Però per assolir els objectius cal que, a tots els nivells, es faci el propi 'pla' del clima i de la transició energètica. Hi ha comunitats autònomes que van progressant en generació renovables i altres que van molt endarrerides

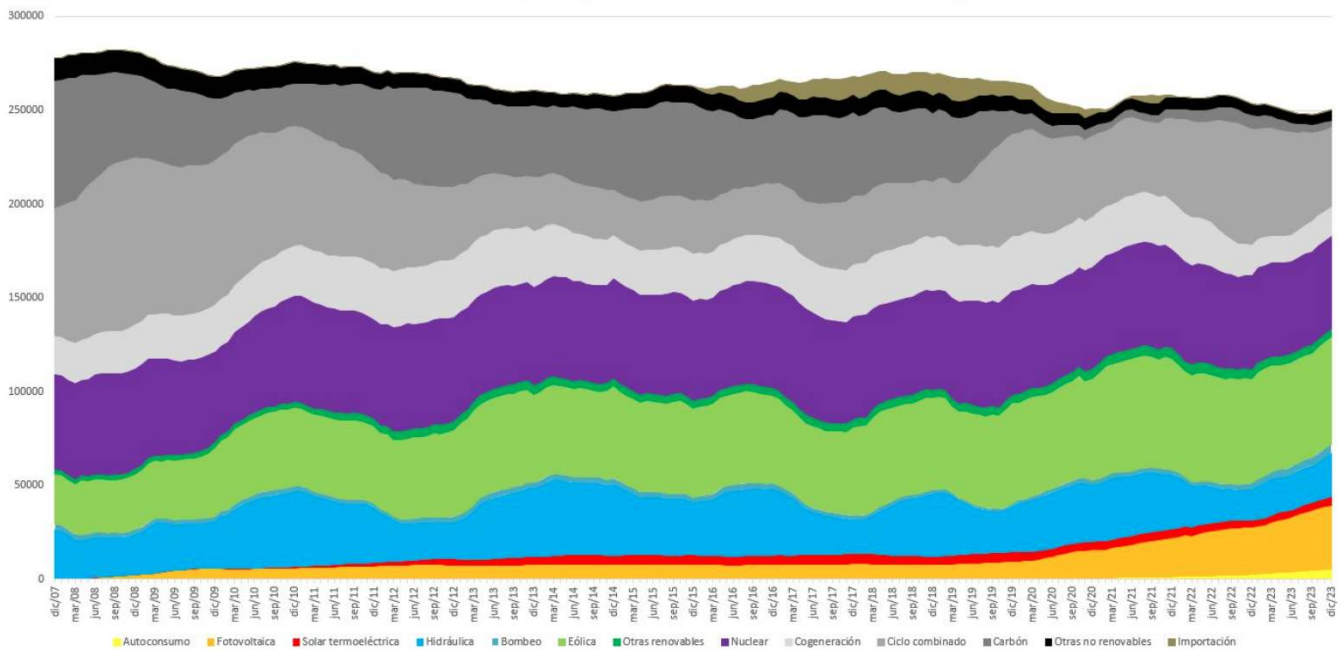
Estructura de la generación de enero a diciembre de 2023



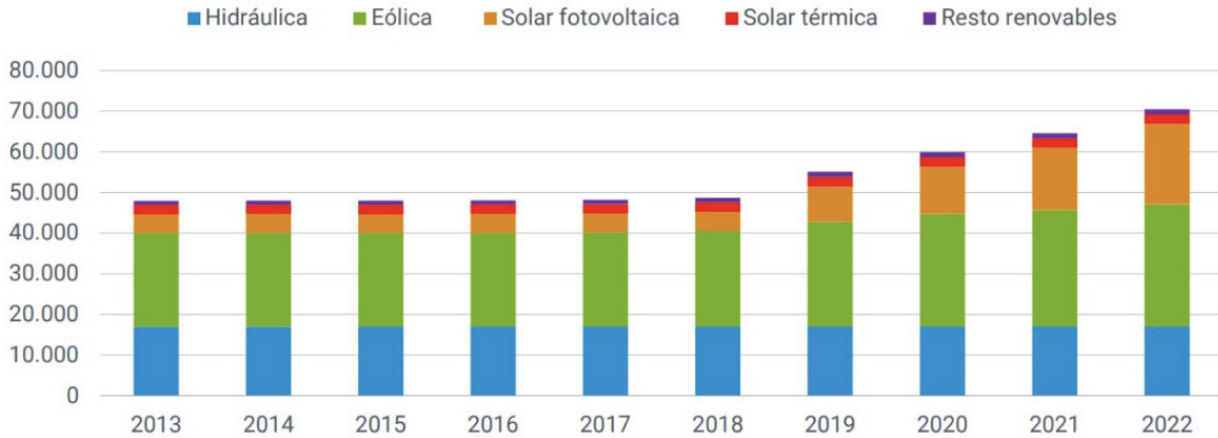
Estructura de la generació en enero de 2022. Fuente: REE



Estructura de la demanda en España - interanual - 2007 a 2023 - GWh - @revenergetica



Evolución potencia instalada **renovable**



Fuente: **red eléctrica**

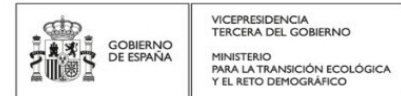
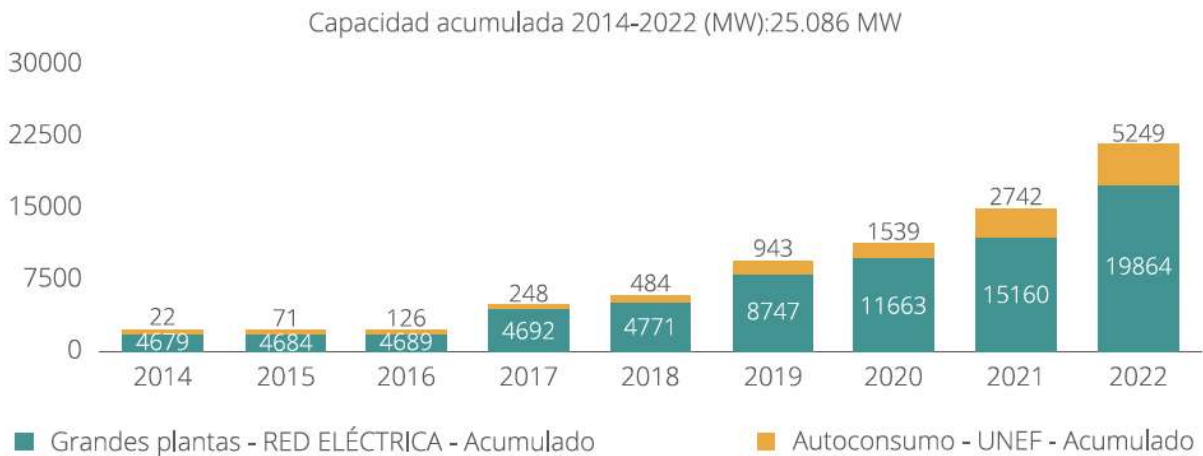


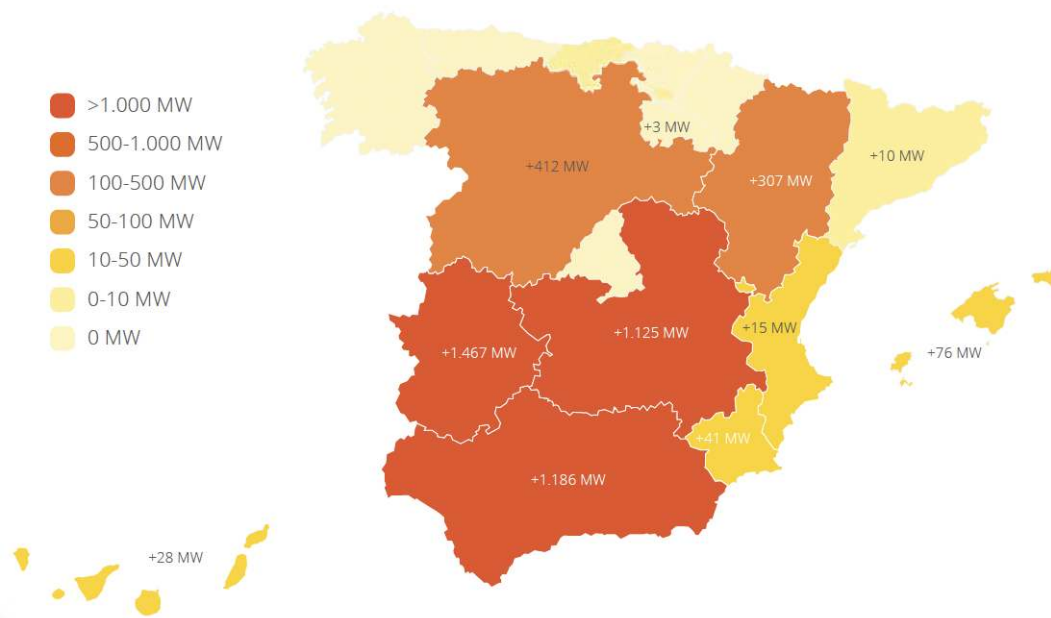
Figura 22. Evolución de la potencia solar fotovoltaica en España



Fuente: Red Eléctrica de España y UNEF

Nota: Se añade a los datos de REE la potencia instalada de autoconsumo estimada por UNEF.

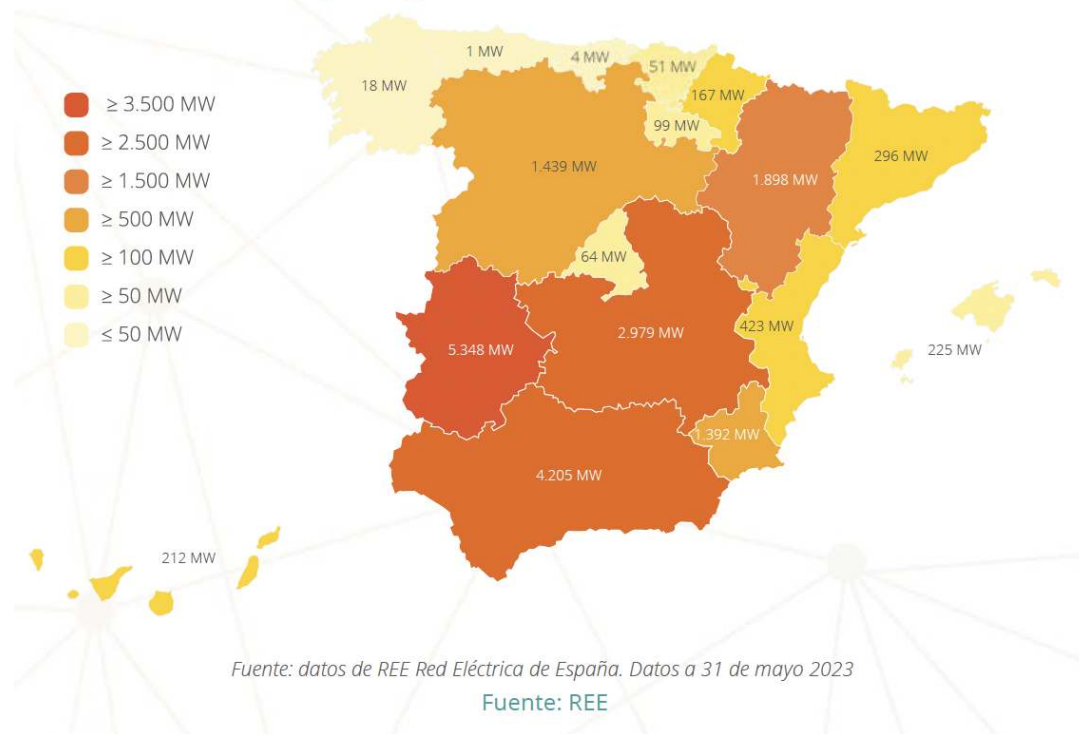
Figura 23. Potencia fotovoltaica en plantas en suelo (incluido autoconsumo imputado por REE) por Comunidad Autónoma instalada en 2022



Fuente: datos de REE Red Eléctrica de España. Datos a 31 de mayo 2023

Fuente: REE

Figura 24. Potencia fotovoltaica acumulada en plantas en suelo (incluido autoconsumo imputado por REE) por Comunidad Autónoma en 2022



Fuente: datos de REE Red Eléctrica de España. Datos a 31 de mayo 2023

Fuente: REE



DICIEMBRE 2023

Mix energético



Precios



PRECIO MEDIO DIARIO
72,17€/MWh

PRECIO CAPTURADO POR FV
65,86€/MWh

Potencia acumulada
24.647 MW

Potencia instalada
4.690 MW



Vertidos FV diciembre: 118644,8 MWh (6% de la generación FV)

BALANCE EXPORTACIONES + IMPORTACIONES -

- FRANCIA**
-135885,2 MWh
- PORTUGAL**
753677,45 MWh
- ANDORRA**
35.968 MWh
- MARRUECOS**
10.7395,4 MWh



EMISIONES AHORRADAS
EMISIONES AHORRADAS
722220,94 TON CO2-eq

AHORRO PRECIO CO2:
52048331,24 €

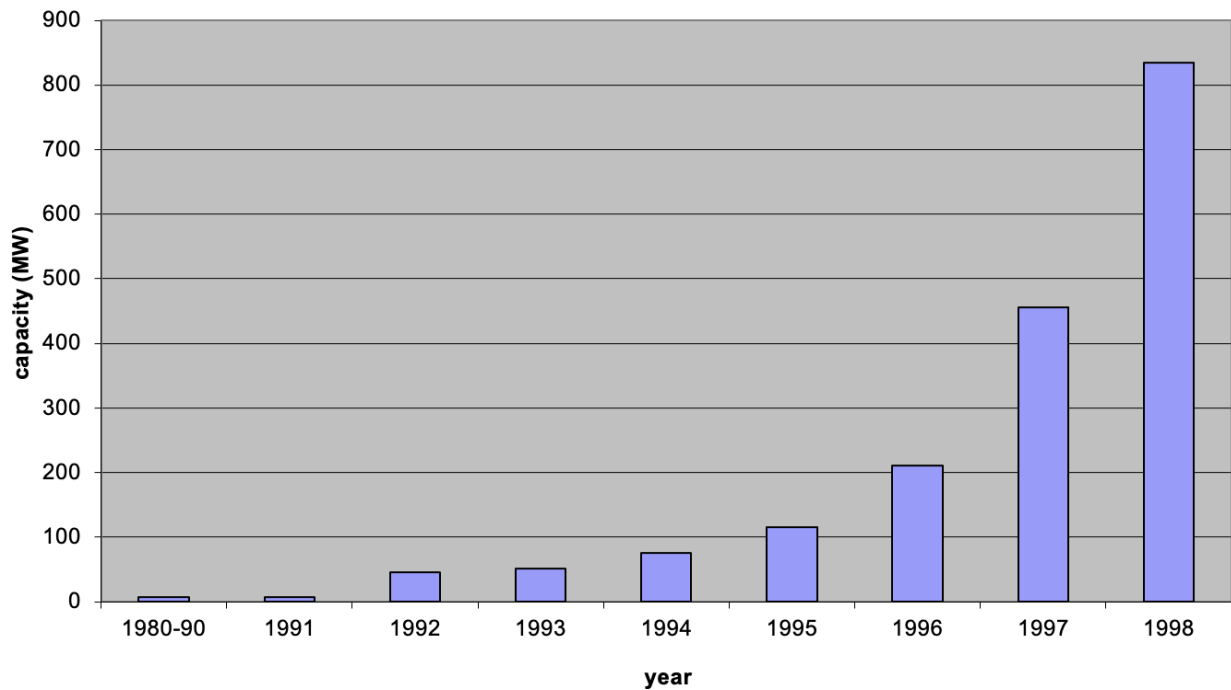
DIFERENCIA PRECIOS POR HORA

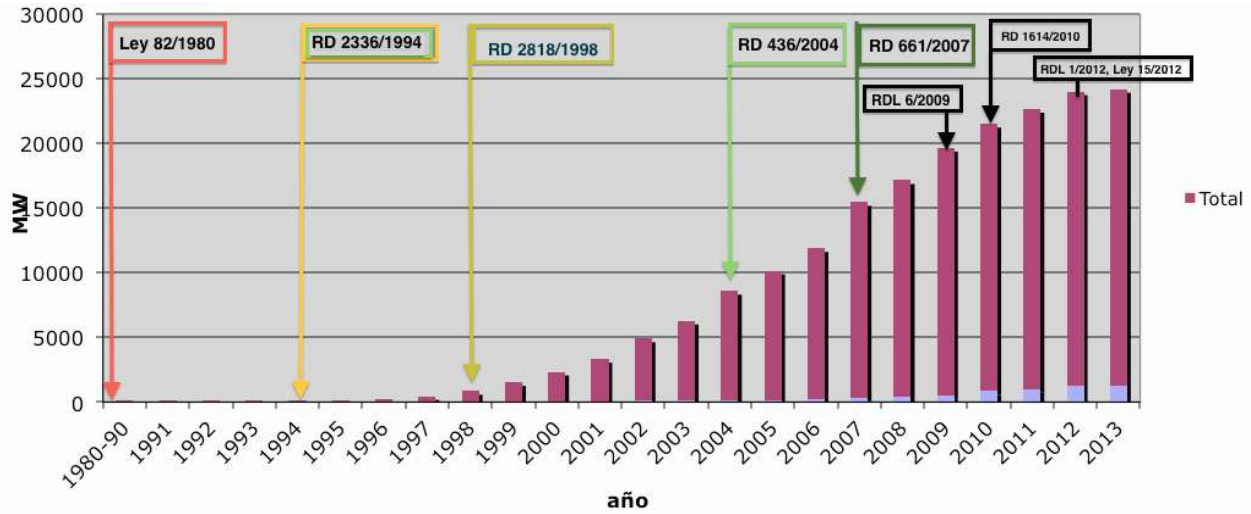
PRECIO MÁXIMO
21 hs: 101,23 €



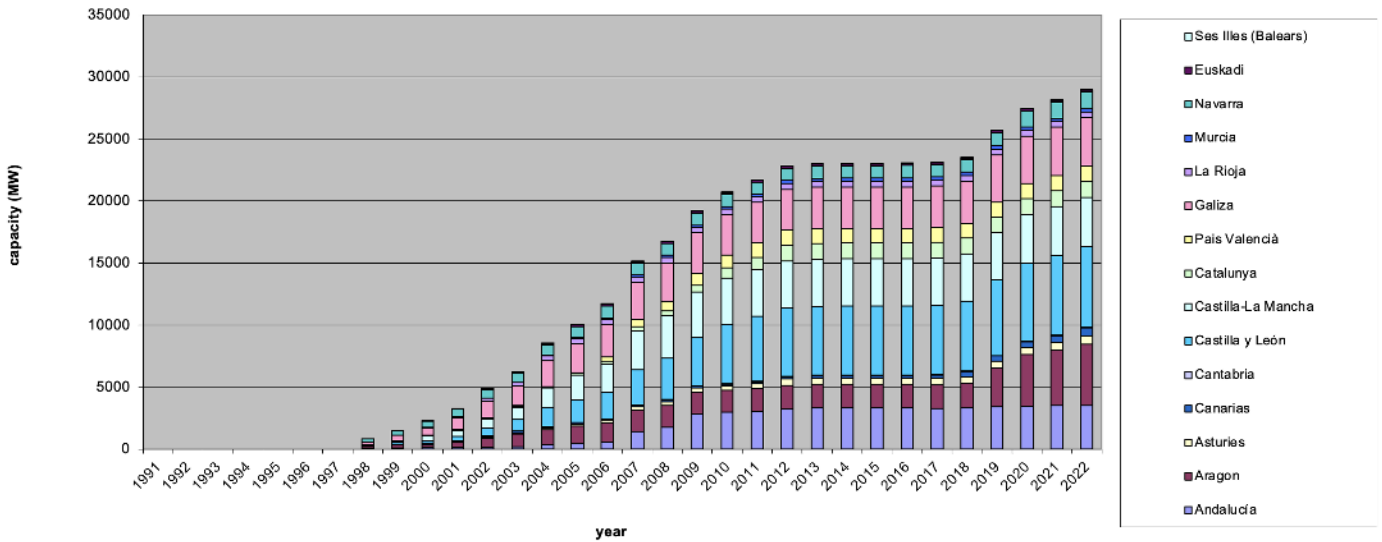
PRECIO MÍNIMO:
05 hs: 53,94 €

Wind Power Spain (1990-1998)

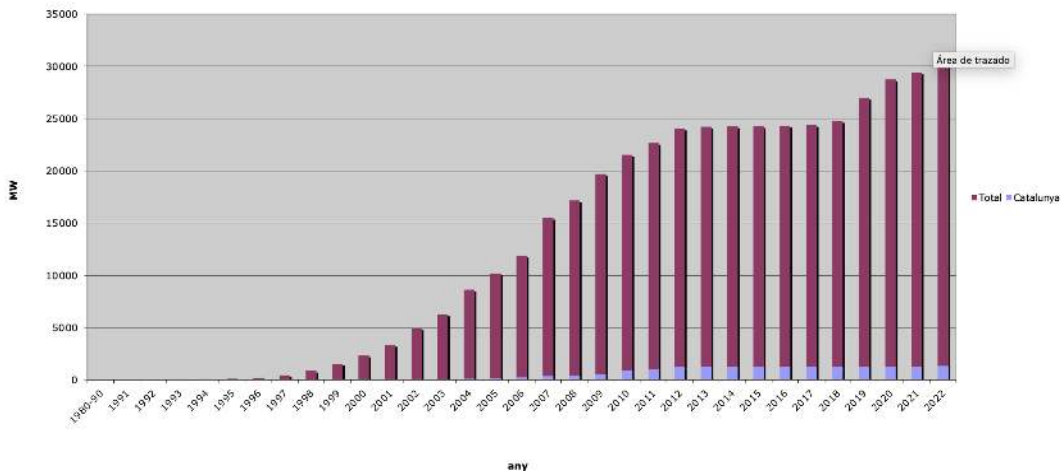




Wind Power Spain (1990-2020)



Eòlica a Catalunya vs. Espanya



En les lleis, reials decrets i decrets sobre energia que l'Estat espanyol ha anat adoptant, Catalunya solament té competències d'autorització de projectes de fins a 40 MW de potència instal·lada. Per potències superiors, qui autoritza avui és el *MITECO – Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico*.

La història de la legislació sobre renovables que el Parlament i el Govern de Catalunya ha anat adoptant, és ben poc atrevida i gens ambiciosa. Ja l'any 1981, Catalunya es va dotar d'un Llibre Blanc de l'Energia, i diferents governs han anat adoptant Plans d'Energia que, tot sigui dit, mai han assolit els objectius que s'anaven fixant.

El Pla d'Energia de Catalunya 2006-2015, aprovat pel Govern l'octubre de 2005, en l'escenari IER-Intensiu en Energies Renovables tenia els següents objectius:

Font d'energia	Objectiu any 2015
Energia solar tèrmica	1.250.000 m ²
Energia solar FV	100 MW
Energia solar termoelèctrica	50 MW
Energia eòlica	3.500 MW
Biogàs	120,2 MW

El [Pla d'Energia i Canvi Climàtic de Catalunya 2012-2020](#), aprovat pel Govern l'octubre de 2010, preveia una reducció de les emissions de gasos d'efecte hivernacle en un 20% per l'any 2020 en relació a l'any 1990. Per tal d'aconseguir aquest objectiu, també es fixaven uns objectius associats: 1) reduir en un 20% el consum d'energia l'any 2020 respecte de l'escenari tendencial, 2) assolir la participació de les energies renovables en el consum brut d'energia final en un 20% l'any 2020 i 3) augmentar la participació de les energies renovables en el consum energètic del sector transport fins al 10% l'any 2020.

El 31 de gener de 2017, el Govern presentava el document de bases per a constituir el [Pacte Nacional per a la transició energètica de Catalunya](#) i el trametia al Parlament. El pacte fixava dos horitzons. En l'Horitzó 2030 proposava: 1) assolir que l'any 2030 un 27% del consum brut d'energia final sigui renovable i que un 50% de l'energia elèctrica sigui d'origen renovable, 2) Millorar en un 30 % l'eficiència energètica a Catalunya l'any 2030 en comparació amb les projeccions de futur del consum d'energia tenint en compte els criteris de la Unió Europea vigents i 3) reduir el 40 % les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle relacionades amb el cicle energètic a Catalunya l'any 2030 en relació a les emissions de l'any 1990. En l'Horitzó 2050 proposava assolir un model basat cent per cent en les energies renovables desitjablement a l'horitzó 2050, si és possible tècnicament, mediambientalment i econòmicament.

El 27 de juliol de 2017 el Parlament de Catalunya aprovava, quasi unànimement, la [Llei 16/2017](#) de l'1 d'agost, del canvi climàtic, amb la finalitat de "Contribuir a la transició cap a una societat en que el consum de combustibles fòssils tendeixi a ésser nul, amb un sistema energètic descentralitzat i amb energies cent per cent renovables, fonamentalment de proximitat, amb l'objectiu d'aconseguir un model econòmic i energètic no dependent dels combustibles fòssils ni nuclears el 2050".

Pel que fa a l'energia, la Llei de canvi climàtic diu, en el seu Article 19: "Les mesures que s'adoptin en matèria d'energia han d'anar encaminades a la transició energètica cap a un model cent per cent renovable, desnuclearitzat i descarbonitzat, neutre en emissions de gasos amb efecte d'hivernacle, que redueixi la vulnerabilitat del sistema energètic català i garanteixi el dret a l'accés a l'energia com a bé comú" i ho concreta, dient:

a) Impulsar polítiques d'estalvi i eficiència energètics, amb l'objectiu de reduir el consum final d'energia almenys un 2% anual per a arribar com a mínim al 27% l'any 2030, excloent-ne els usos no energètics.

- b) Promoure les energies renovables, que s'han de desenvolupar, sempre que sigui possible, aprofitant espais ja alterats per l'activitat humana, i minimitzar així l'ocupació innecessària del territori.
- c) Impulsar un model energètic en què el consum de combustibles fòssils tendeixi a ésser nul, per tal que el 2030 es pugui assolir el 50% de participació de les energies renovables en el sistema elèctric català per a poder arribar al 100% de renovables el 2050.
- d) L'adopció de mesures de caràcter normatiu que afavoreixin l'autoconsum energètic a partir d'energies renovables i la participació d'actors locals en la producció i distribució d'energia renovable.
- e) El foment de la generació d'energia distribuïda i noves opcions en distribució i contractació de subministraments, i la implantació de xarxes de distribució d'energia intel·ligents i xarxes tancades

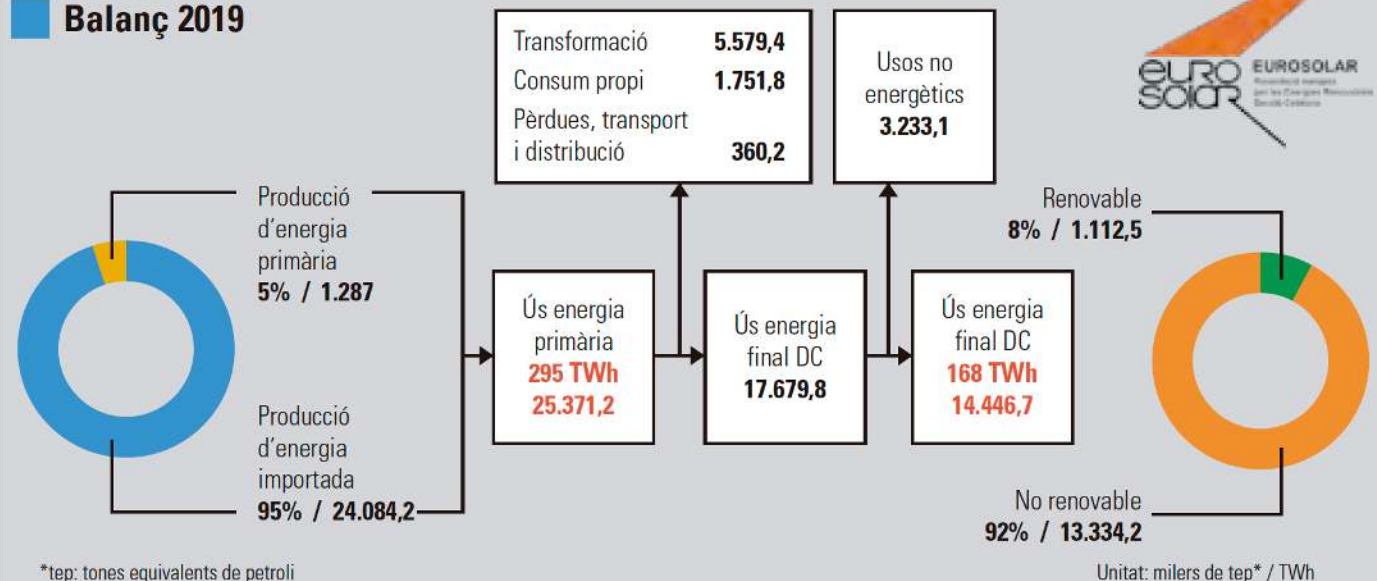
Per tant, Catalunya hauria d'actuar com un estat, donat que el Govern del MHP Quim Torra va [declarar, el 14 de maig de 2019, l'emergència climàtica](#) que sense accions concretes en Energia i pel Clima, s'ha convertit en una mera declaració d'intencions.

Malgrat els Plans, el Pacte, la Llei i els successius Decrets ([Decret 174/2002](#), d'11 de juny; [Decret 147/2009](#), de 22 de setembre) i Decrets Llei ([Decret Llei 16/2019](#), de 26 de novembre; [Decret Llei 24/2021](#), de 26 d'octubre), Catalunya continua a la cua d'Europa pel que fa a les energies renovables i en el compliment dels objectius europeus.

Tots aquests instruments, "impulsen", "promouen", "fomenten", . . . però, la realitat és que se'ns està acabant el temps i cal accelerar el camí de la transició energètica des dels combustibles fòssils i nuclears cap a les renovables. I més quan, a la recent Cimera del Clima ([COP28](#)) la [UE](#), liderant una coalició de 118 països ha proposat, i s'ha adoptat, l'acord de triplicar la potència de generació renovable (arribar als 11 TW l'any 2030) i doblar l'eficiència energètica (del 2% al 4% anualment), tal com proposava [IRENA – International Renewable Energy Agency](#) i que la [IEA – International Energy Agency](#) també ha fet seu.

L'ENERGIA A CATALUNYA

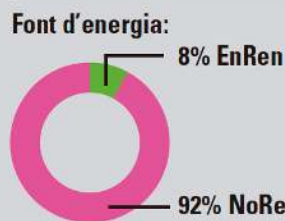
Balanç 2019



Algunes dades

Energia primària:
295 TWh

Demanda d'energia final:
168 TWh (2019)
22,5 MWh/càp



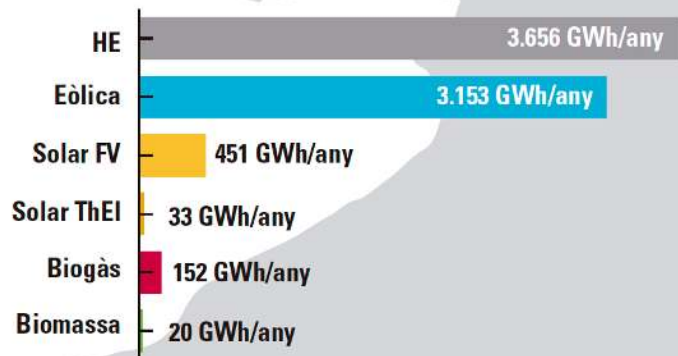
Emissions:
CO_{2e}: 44.000.000 tn
5,9 tn CO_{2e}/càp
Radioactivitat: 28* 10¹² Bq
3,7* 10⁶ Bq/càp

Bq: Unitat de mesura de l'activitat radioactiva

Electricitat:

21% de l'energia final

Generació ElectrRen a Catalunya:



Font: Balanç d'energia 2019, ICAEN; grafisme: El 9 Món, 22 de maig del 2023

La realitat avui de les energies renovables a Catalunya és ben pobre. Després de molts anys de paràlisi a causa del despropòsit legislatiu que va fer el govern tripartit, no va ser fins els governs dels MH Presidents Carles Puigdemont i Quim Torra, aprovant la [Llei 16/2017 de canvi climàtic](#) (objectiu: cobrir el 50% de la demanda d'energia elèctrica amb renovables l'any 2030 i cobrir el 100% de la demanda total d'energia l'any 2050 amb renovables) i aprovant el [Decret Llei 16/2019](#), que començà a despertar el mercat, però que s'estroncà amb la modificació de l'esmentat Decret Llei feta pel govern en minoria parlamentària d'Esquerra. El [Decret Llei 24/2021](#), demostra amb els fets, que fins ara ha entorpit molt, en comptes de facilitar, el desenvolupament de projectes renovables.

L'any 2019, les energies renovables cobriren només el 5,4% de la demanda d'energia primària i un minso 8% de la demanda d'energia final. Pel que fa a l'electricitat, l'any 2022, segons l'ICAEN, les fonts renovables solament cobriren el 13,1% de la demanda d'energia elèctrica de Catalunya.

El document de prospectiva PROENCAT-2050, estima que la demanda, l'any 2050, serà 151,2 TWh, dels quals 115,9 TWh seran d'electricitat renovable. L'any 2022 les renovables aportaven 5,9 TWh. Caldria 110 TWh de nova generació elèctrica renovable per fer realitat els compromisos de l'any 2050, incloent, per descomptat, una reducció de la demanda de l'ordre del 60% mercès a un ús més eficient de l'energia, tal com manen les Directives Europees.

L'any 2019, segons l'ICAEN, a Catalunya la demanda d'energia primària va ser de 295 TWh. Segons l'Observatori de les Energies Renovables de Catalunya, el compromís de generació renovable equival a 2,7 vegades tota l'electricitat generada a Catalunya l'any 2021 (41,6 TWh amb nuclears, cicles combinats de gas fòssil, cogeneració, renovables i residus).

Renovables: Solucions locals a un repte global.

RENOVABLES AVUI (2022)

5,9 TWh

D'energia elèctrica d'origen renovable



13,1 %

De la demanda elèctrica prevista
(d'un total de 45,36 TWh)

OBJECTIU 2030

35,1 TWh

D'energia elèctrica d'origen renovable
(segons estimacions de la PROENCAT
2050)

50 %

De la demanda elèctrica prevista
(d'un total de 69,1 TWh)

EL QUE ENS FALTA PER ASSOLIR L'OBJECTIU DEL 2030



83,1 %

De generació renovable per cobrir el
50% de la demanda elèctrica prevista
per al 2030

OBJECTIU 2050

115,9 TWh

D'energia d'origen renovable (segons
estimacions de la PROENCAT 2050)

76,4 %

Del consum energètic de Catalunya
(d'un total de 151,2 TWh)

EL QUE ENS FALTA PER ASSOLIR L'OBJECTIU DEL 2050



94,9 %

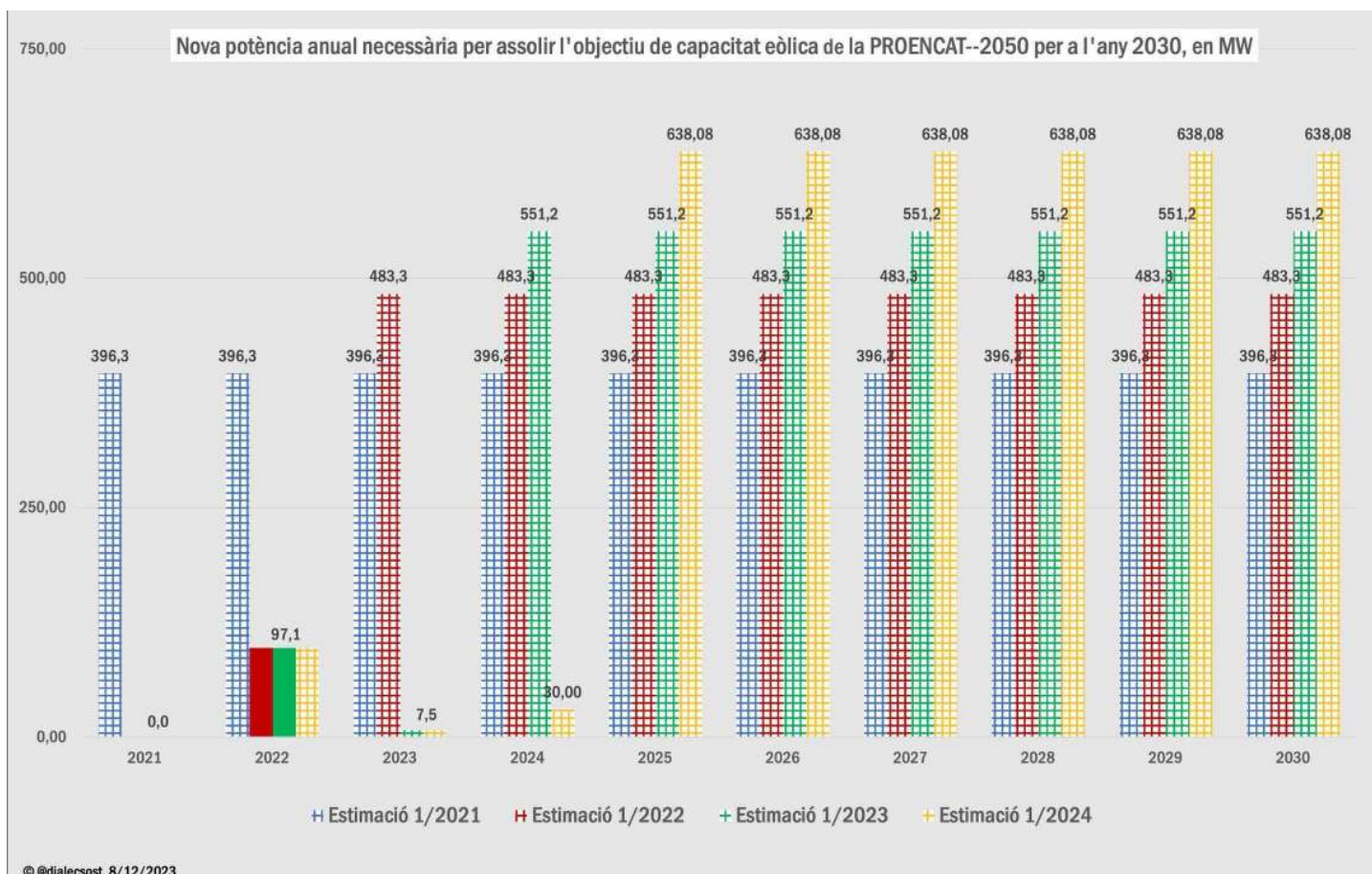
De generació renovable per cobrir el
100% de la demanda elèctrica
prevista per al 2050

Font: Observatori de les Energies Renovables de Catalunya



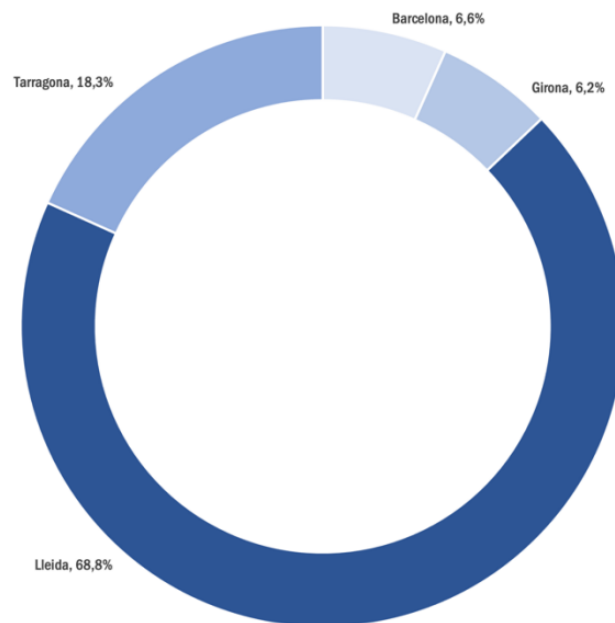
03/01/2024 Catalunya	Cartera potencial de projectes de parcs eòlics			
	Projectes	MW	Molins	MWh
Autoritzats	7	235,27	46	724.798
Amb DIA Favorable	4	182,70	31	481.942
Pendents de formulació de la DIA	8	354,66	59	1.177.890
Sol·licitada AAPiC (pendent de publicació al DOGC):	20	702,48	141	2.062.849
Pendent de sol·licitar AAPiC (amb dictamen favorable de la Ponència)	23	990,20	222	2.977.815
Pendent de sol·licitar AAPiC (sense dictamen de la Ponència)	24	1.023,01	180	3.022.317
Derivats al MITECO	10	492,60	101	1.477.800
Descartats (DIA Desfavorable)	3	142,90	26	443.915
Altres projectes denegats	3	89,45	16	268.725
Desistits pel promotor	21	703,46	139	2.110.380
No Viables i desistits pel promotor	50	1.793,80	368	5.381.400
	173	6.710,53	1.329	20.129.830

El quadre mostra l'enorme "cartera" de projectes que van aflorar quan el govern del Molt Honorable President Quim Torra i Pla va derogar el [Decret 147/2009](#), de 22 de setembre, que feia impossible desenvolupar les energies renovables a Catalunya. El gràfic mostra la nova potència per assolir els compromisos fets. Font: Jaume Morron, dialec



Les centrals hidroelèctriques foren la primera tecnologia de generació renovable l'any 2021, amb 3.378,38 GWh. Cal afegir-hi els 169,07 GWh del turbinat del bombament. Suposaren el 7,9% de la generació, comparat amb el 12,0% l'any 2020.

Generació hidràulica --incloent turbinat del bombament-- a Catalunya l'any 2021, per demarcacions, en %



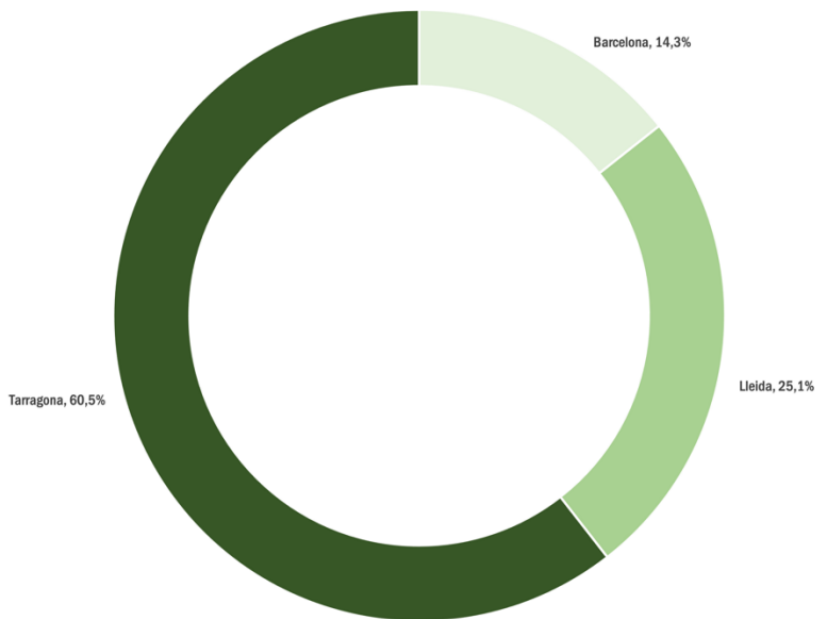
© @dialecost, a partir de dades de l'e-sios de REE



- Aprofitaments hidràulics a Catalunya (d'esquerra a dreta):
- 1a fila: La Baells (sense turbina), mini-hidràulica i micro-hidràulica fluents
 - 2a fila: Sant Pons, Susqueda

Els parcs eòlics aportaren 2.626,96 GWh a la xarxa, un 2,8% més que l'any anterior, el 6,0% de la generació. Tarragona és la primera productora, molt per davant de Lleida i Barcelona. A Girona encara no hi ha cap parc eòlic en servei.

Generació eòlica a Catalunya l'any 2021, per demarcacions, en %



© @dialecsost, a partir de dades de l'e-sios de REE



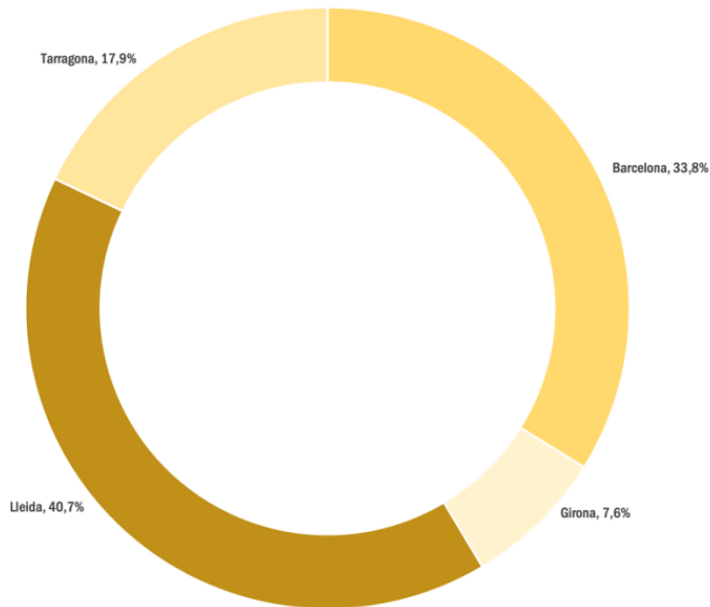
A l'esquerra: 1er aerogenerador connectat a la xarxa a Catalunya (març 1984)

Al centre: 1er parc eòlic comercial a Catalunya (Baix Ebre, 1995) i parc eòlic de Trucafort (1999)

A la dreta: aerogenerador del primer projecte eòlic comunitari a Catalunya (maig 2018)

Les instal·lacions solars fotovoltaïques aportaren 377,54 GWh a la xarxa, cobrint el 0,8% de la demanda. Lleida és la primera demarcació productora, seguida -de ben a prop- per Barcelona. Tarragona és la tercera i Girona la quarta.

Generació solar fotovoltaica a Catalunya l'any 2021, per demarcacions, en %



© @dialecost, a partir de dades de l'e-sios de REE



Instal·lacions solars FV (d'esquerra a dreta):

- 1a fila: sobre teulada casa, comunitat d'energia, sobre teulada a casa unifamiliar
- 2a fila: empresa de fabricació, hort solar, pèrgola

Crèdits: Sud Renovables

La generació amb altres renovables --biogàs i biomassa— aportà 154,88 GWh a la xarxa, un 2,1% més que l'any anterior, cobrint el 0,3% de la demanda elèctrica abans dels usos en bombament. Barcelona és la primera productora seguida de Lleida. A Tarragona i Girona la generació amb biogàs és testimonial i amb biomassa, nul·la.

Amb dades de l'Observatori de les Energies Renovables a Catalunya, l'any 2021 les energies renovables van aportar 6.934,6 GWh a la cobertura de la demanda elèctrica de Catalunya, equivalent al 15,4% de la generació, comparat amb el 19,3% l'any 2020.

Catalunya avui, està a la cua de les energies renovables a Europa. Les raons són ben clares.

- Hi ha hagut massa temps governant la Generalitat governs que no creien en les tecnologies renovables, quan a Catalunya hi havia capacitat, sobradament demostrada, per desenvolupar-les.
- Hi ha hagut governs que, que dient de paraula que hi creien, legislaven posant tota mena d'entrebancs, quants més millor.
- També hi ha hagut governs ben porucs davant queixes de petits grups, molt reduïts, que els mitjans públics de comunicació amplificaven de forma ben desproporcionada, talment com si fossin mitjans de desinformació al servei dels incendiaris del clima i dels enverinadors radiactius dels sistemes naturals.

I en una situació de clara emergència climàtica com la que estem vivint, el que cal és justament un govern de la Generalitat valent, que lideri el capgirament energètic, per fer realitat, el més aviat possible, que Catalunya pugui disposar d'un sistema d'energia 100% renovable, net i just, al servei de la persones i les comunitats, on es pugui decidir democràticament, les passes que cal anar fent, sense fer cas a sectors molt reduïts de la societat que plantegen debats ben estèrils:

- que les renovables afecten al paisatge: clar que l'afecten, però la humanitat, des que habita el planeta, ha modificat sempre el paisatge amb les activitats que desenvolupa per viure dignament, i cal continuar sense afectar irreversiblement la salut ecològica dels sistemes naturals.

- que les renovables afecten l'agricultura: clar que les afecten, però les tecnologies de les energies renovables són perfectament compatibles amb les activitats agràries, i es poden compatibilitzar, com es demostra en in comptables projectes realitzats arreu del món.
- que les renovables afecten els ecosistemes: clar que els afecten. La qüestió no és si els afecten o no. La qüestió és no afectar-los de forma irreversible, malmetent la seva salut ecològica. Tots els ecosistemes naturals i els sistemes socials tenen en comú la seva adaptabilitat en front de qualsevol canvi. I avui hi ha coneixements i tecnologia per mitigar els canvis i evitar que els efectin de forma irreversible.
- que si els projectes renovables que es fan a Catalunya són massa grans i s'han de fer petits. Una persona molt sàvia, E. F. Schumacher, autor de la reconeguda obra *Small is Beautiful: Economics as if People Mattered*, ens va dir en una entrevista: "petit, evidentment, no significa infinitament i absurdament petit, sinó que l'ordre de magnitud ha de ser aquell que la ment humana pugui abastar". També un bon amic anglès, pioner de la tecnologia alternativa dels anys 60 i 70, membre del grup de Recerca Alternativa de la *Open University*, ens deia, en un article sobre Tecnologia Comunitària: "quan gran pot lo petit arribar a ser abans de deixar de ser bonic? i, quan petit pot lo gran arribar a ser abans de deixar de ser eficient?", i ens aconsellava: "concentrar els esforços en el desenvolupament de tecnologies i productes per cobrir les necessitats humanes no tan a escala familiar o domèstica, sinó a escala comunitària". Si a Catalunya per assolir el 100% renovable s'han d'instal·lar entre 50.000 i 60.000 MW, és clar que hi hauràn d'haver projectes de tots els tamanys, des de petits a escala familiar i local, fins a grans a escala de país.

En la taula, que es dona a continuació, es pot veure el tamany dels horts solars fotovoltaics més grans del món (en potència instal·lada), que s'han fet arreu del món. Avui continuen fent-ne de nous.

Plantes solars més grans del món				
Nom de la planta	districte	provincia	País	potència (MW)
Golmud Solar Park			Xina	2.800,00
Bhadla Solar Park	Bhadla	Rajastan	India	2.245,00
Gonghe Talatan SolarPark	Gonghe	Qinghai	Xina	2.200,00
Pavagada Solar Park	Pavagada	Karnataka	India	2.050,00
Mohammed bin Rashid Al Maktoum Solar Park			Dubai	2.027,00
Al Dhafra Solar PV		Al Dhafra	UAE	2.000,00
Sudair Solar PV Project			Araia Saudita	1.500,00
Bendan Solar Park	Aswan		Egipte	1.650,00
Tengger Desert Solar Park	Zhongwei	Ningxia	Xina	1.547,00
Pavagada Solar Park	Tumkur	Karnataka	India	1.400,00
Kalyon Karapinar Solar Power Plant			Turquia	1.350,00
NO Kunta			India	1.200,00
Noor Abu Dhabi			UAE	1.177,00
Ouarzazate Solar Power Station - Noor Solar Park	Ouarzazate	Drâa-Tafilalet	Marroc	1.117,00
Jinchuan Solar Park	Gansu	Jinchuan	Xina	1.030,00
Danangouxiang Solar Park	Mori Kazakh	Xinjiang	Xina	1.020,00
DatongSolar Power Top Runner Base			Xina	1.000,00
Kurnool Ultra Mega Solar Park	Adani	Tamil Nadu	India	1.000,00
Yanchi Solar Park			Xina	1.000,00
Delingha Solar Park			Xina	1.000,00
Edwards Sanborn Solar and Energy Storage		California	EUA	875,00
Escatron-Chipiana Samper Solar Farm			Espanya	850,00
Longyangxia Dam Solar Park	Cixi, Zhejiang	Mongolia	Xina	850,00
Xuabn Thien-Ea Sup 1			Vietnam	831,00
Villanueva Solar Park			Mexico	828,00
Copper Mountain Solar Power Plant		Nevada	EUA	802,00
Al Kharsaah Solar Power Plant			Qatar	800,00
Mount Signal Solar			EUA	794,00
Charanka Solar Park			India	790,00
Rewa Ultra Mega Solat			India	750,00
Solar Star (I i II)			EUA	747,00
Kamuthi Solar Power Project	Kamuthi	Tamil Nadu	India	648,00
Trung Nam Than Nam			Vietnam	630,00
Spotsylvania Solar Power Plant		Virginia	EUA	618,00
Bikaner Solar Farm			India	600,00
Dau Tieng Solar Power Project			Vietnam	600,00
Lawan-Purohitar Solar Farm			India	600,00
Francisco Pizarro Solar Farm		Extremadura	Espanya	590,00
Solar Star Solar Power Plant		California	EUA	579,00
Hongshagang Solar Park			Xina	574,00
Desert Sunlight Solar Power Plant		California	EUA	550,00
Topaz Solar Farm			EUA	550,00
Wenzhou Taihan Sola Farm			Xina	550,00
Sao Gonçalo Solar Farm			Brasil	549,00
Ibri II Solar Park			Oman	500,00
Nuñez de Balboa PV Plant		Extremadura	Espanya	500,00
Oberon Solar Park			EUA	500,00
Wulanmulun Solar Park			Xina	500,00
Yinchajuan Xingqing Solar Farm			China	500,00
Roadrunner Solar Project			EUA	497,00
Mula PV Power Plant			Espanya	494,00
Daggett Solar			EUA	482,00
Travers Solar Project			Canada	465,00
Permian Energy Center			EUA	460,00
Agua Caliente Solar Project			EUA	410,00

En la taula, que hi ha a continuació, es pot veure el tamany dels parcs eòlics més grans del món (en potència instal·lada), que s'han fet arreu, tan a terra ferma com mar endins. Avui alguns d'ells encara s'estan engrandint (és cal del que hi ha al Desert de Gobi (Xina) que està prevista que arribi als 20,000 MW de potència. I, pel que fa a parcs eòlic mar endins, se'n continuen fent de nous i engrandint els existents, com el de Hornsea (UK) que es preveu que arribi als 6.000 MW.

Nom	País	potència (MW)
Jiuquan Wind Power Base/Gansu Wind Farm	Gobi Desert, Xina	7.960,00
Dogger Bank Wind Farm	NE coast England, UK	3.600,00
Hornsea Offshore Wind Farm	Yorkshire, UK	2.600,00
Wind Prime	Iowa, USA	2.042,00
Markbygden Wind Farm	Suecia	2.000,00
Jaisalmer Wind park	Rajastan, India	1.600,00
Alta Wind Energy Center/Mojave Wind Farm	Califòrnia, EUA	1.550,00
Forsen Vind	Noruega	1.548,00
Muppandal Wind Farm	Tamil Nadu, India	1.500,00
MacIntyre Complex	Austràlia	1.026,00
Greater Changhua 1 & 2	Taiwan	900,00
Shepherds Flat Wind Farm	Oregon, USA	845,00
Roscoe Wind Farm	Texas, USA	781,50
Horse Hollow Wind Energy Centre	Texas, USA	735,50
Capricorn Ridge Wind Farm	Texas, USA	662,50
Walney Extension Offshore Wind Farm	Cumbria, UK	659,00
London Array Offshore Wind Farm	Thames Estuary, UK	630,00



9.5.3. El camí cap endavant

A Catalunya, i arreu, es necessita, amb urgència, una acció política alternativa, que impliqui a tota la societat, a més a més de les institucions, doncs no es pot demanar a la societat allò que no facin les institucions públiques i anem constatant que a Catalunya el Govern no fa la feina que li toca fer. Cal doncs una acció política alternativa adaptada al moment que vivim que ens permeti ser proactius davant la gestió de la crisi sistèmica que es viu. Aquesta acció s'ha de basar en el pensament lateral, no centrar-nos únicament en la resolució del problema, sinó també tenir en compte noves maneres de veure les coses i idees noves de tota mena.

S'ha d'orientar l'acció molt més enllà de l'anomenada 'economia verda'. I s'hauria de fer en base al concepte d'**Economia Blava**, que proposa **Gunter Pauli** per conciliar l'economia i l'ecologia al servei del bé comú. I que es sintetitza en quatre principis: utilitzar el que es te, generar valor amb el que es te, respondre a les necessitats bàsiques de tots, incloent la Natura i construir resiliència.



Annex 1: CARTA GLOBAL DE L'ENERGIA

La Coalició Mundial de l'Energia - C.M.E.,

Considerant el paper cabdal que l'energia juga arreu del món en el desenvolupament econòmic i social

Tenint en compte la necessitat d'incrementar els serveis energètics especialment als països en desenvolupament

Desitjant mitigar i prevenir els impactes globals i locals adversos deguts a la generació d'energia, la seva transmissió i el seu ús, sobre la salut humana i sobre el medi ambient, incloent-hi tots els éssers vivents

Destacant especialment les implicacions climàtiques de l'increment de les concentracions atmosfèriques de gasos hivernacle, tal com han establert el Programa de les NNUU sobre Medi Ambient, el Panel Internacional sobre el Canvi Climàtic de l'Organització Meteorològica Mundial i l'Organització Mundial de la Salut

Destacant a més l'empenta de les deliberacions de la INC (A/AC.237/Misc 12);

Proposa que la Carta Global de l'Energia sigui adoptada per la Conferència de les Nacions Unides sobre Medi Ambient i Desenvolupament- CNUMAD, juntament amb la Carta de la Terra i l'Agenda 21

Proposa a més que les negociacions internacionals comencin amb una Convenció Internacional del Clima i l'Energia.

La carta té quatre objectius principals:

- a. actuar com a infraestructura per una estratègia energètica mundial destinada a programes concertats a nivell internacional, regional i nacional que tinguin com a finalitat un desenvolupament econòmic i social sostenible que asseguri la supervivència de les espècies vivents;
- b. instar als governs a fer un ús racional de l'energia, de l'eficiència energètica i de les energies renovables i que les tecnologies energètiques netes, segures i sostenibles tinguin la més gran prioritat en els programes de desenvolupament i implementació internacionals, regionals i nacionals, a una escala comparable a l'antic programa que va fer possible portar un home a la lluna;
- c. promoure un pla d'acció per assegurar que els serveis que l'energia pot proveir siguin assequibles de forma adequada a tots els éssers humans per a satisfer les seves necessitats de desenvolupament; i
- d. proposar l'establiment d'una organització internacional de l'energia dedicada a aconseguir els objectius de la Carta, mitjançant mesures com: investigació, desenvolupament i comercialització de tecnologies rellevants, bescanvi d'informació, formació, consultoria, monitorització de programes i mobilització dels recursos financers adequats.

La Carta Global de l'Energia per a polítiques energètiques sostenibles inclou els següents punts principals:

- 1.- L'establiment d'objectius pel que fa als límits d'emissions derivades de l'energia i de normes de rendiment dels sistemes i productes energètics
- 2.-L'establiment de guies indicadores i metodologies estandard de càlcul internacionals per a la determinació dels efectes externs i dels costos al llarg de tota la vida útil dels sistemes energètics, tenint en compte els danys al medi ambient, a la salut humana i altres danys causats per activitats relacionades amb l'energia

- 3.-L'establiment d'estratègies i plans globals, regionals, nacionals i locals per a millorar l'eficiència energètica, els controls de seguretat, la gestió dels residus i la reducció de les emissions al llarg dels processos de producció, emmagatzamatge, transport i ús de totes les formes d'energia
- 4.-L'establiment de programes per a la substitució de les fonts d'energia pol·luants i exhauribles per tecnologies energètiques sostenibles i menys perilloses pel medi ambient
- 5.-En base a les guies indicades al punt 2, la introducció d'un sistema de preus que contempli els costos totals, emparellat amb un sistema per a la compensació dels danys externs ocasionats per qualsevol activitat relacionada amb l'energia, sense oblidar la deposició dels residus i el desmantellament, per tal de reflectir els costos totals socials i ambientals
- 6.- La creació d'un fons dedicat a l'energia, que es podria anomenar Fons de l'Energia i del Clima, on s'hi assignarien contribucions provinents dels costos externs i d'altres recursos. Aquest Fons es destinaria a finançar les millores en eficiència energètica i les tecnologies energètiques ambientalment més adequades a l'abast, amb arranjaments específics pels països que no tenen altra manera d'introduir aquestes mesures
- 7.-La promoció i monitorització de les estratègies i implementació de programes sota el paraigüa de la Carta Global de l'Energia i el desenvolupament de nous mecanismes de finançament i inversió, implicant tan el sector públic com el privat en sinergia l'un amb l'altre
- 8.-La promoció del bescanvi de tecnologia, know-how, educació, programes d'instrucció, informació, estadístiques i dades sobre les tecnologies energètiques a l'abast ambientalment més adequades, comportament humà ambientalment conscient, eficiència energètica i estalvi d'energia, normes de rendiments, codis de seguretat, així com costos energètics absoluts i relatius

Annex 2: Discurs pronunciat pel Dr. Hermann Scheer, MP i President de EUROSOLAR

Conferència Mundial per una Energia Neta.
Genève, 4 - 7 de novembre de 1991

A l'última dècada nombroses conferències internacionals i informes s'han encarat al risc que afronta la humanitat, el risc d'ecocidi. Però ni a nivell internacional ni nacional ningú no ha fet res per aportar les necessàries iniciatives polítiques que hauran d'acompanyar aquest canvi.

Contrastant amb la velocitat accelerada amb que s'està maltractant el medi ambient, les institucions polítiques semblen incapaces de fer res. El nombre de conferències internacionals continua creixent però les decisions concretes que resulten d'aquestes conferències, fins ara, només són el punt de contacte per a posteriors conferències. El meu temor és que passi el mateix a la Conferència de les Nacions Unides sobre Medi Ambient i Desenvolupament del 1992.

Però si el coneixement real dels problemes no comporta l'adequada presa de decisions polítiques, la ja existent desmoralització de la societat continuarà estenent-se. Continuar el fracàs amb noves paraules i nous actes és una grollera irresponsabilitat. El resultat serà el creixement del fatalisme i més mentalitats cíniques del tipus "no hi ha futur".

Per això mateix, la conferència del 92 és un esforç ambigu. És bo que aquesta conferència tingui lloc. Contribueix a una nova conscienciació mundial pel nostre entorn i estimula noves idees. Però és una mala cosa que per més de dos anys aquesta conferència hagi estat una coartada per molts governs que han enrederit decisions necessàries tot esperant els resultats de la mateixa; resultats que mai resultaran d'una conferència internacional que no té competències executives. Pot ser perquè s'està esperant pel 92, la cimera de la Terra causarà més mal que bé, i és una qüestió pendent si hi haurà un progrés real després de la conferència.

Els anys 80 van ser una dècada de conferències. Els 90 hauran de ser una dècada per una acció nova i fonamental. Altrament serà una altra dècada perduda amb la qual cosa la contradicció entre coneixement i realitat, opcions i respostes esdevindrà més i més llarga. Per tal de superar aquesta contradicció ens hem de preguntar el perquè de la manca d'una acció adequada.

1. Hi ha centenars de propostes sobre la qüestió: què s'hauria d'haver fet. Penso que és la manca de concepcions estratègiques la que busca la clau dels problemes del medi ambient. D'aquesta manera estem mancats del focus principal d'acció.

No hi cap més dubte que les principals raons són les nostres demandes d'energies convencionals. Cremar combustibles fòssils ha sobrecarregat el medi ambient. A més a més dels perills d'accidents nuclears, la proliferació d'armes nuclears i el problema dels residus nuclears deixats a les generacions futures i als sistemes polítics, l'ús d'energia nuclear exigeix massa esforços a la capacitat humana. I cal esperar el mateix de l'energia de fusió.

Millorar l'eficiència i crear estructures d'estalvi d'energia és necessari, però no suficient. Si tenim èxit estalviant el 50 % als països industrialitzats cap a l'any 2020, la humanitat consumirà la mateixa quantitat d'energia que ara. Les raons per això són l'increment de la població i el creixement inevitable en el consum d'energia als països en vies de desenvolupament per a satisfer les seves necessitats d'energia.

L'única resposta per alliberar la humanitat d'aquest carrer sense sortida és la substitució de les energies convencionals per energies renovables. Arribar a aquesta meta a llarg termini requereix accions a curt termini. El programa d'acció és organitzar una revolució industrial, la revolució solar. L'Associació Europea per l'Energia Solar EUROSOLAR va ser fundada perquè l'energia solar és la solució principal i no solament una entre d'altres. No hi poden haver noves estratègies sense un llenguatge clar. No entenc perquè la comissió que ha fet el text sobre la Carta Global de

L'Energia d'aquesta Conferència es refereix sempre a les anomenades "eco energies". Jo no conec altres energies ecològiques que les renovables. Dic això amb claredat.

2. D'altra banda, nosaltres estem enfrontats amb el canvi polític més gran mai succeït a la història de la humanitat. I al mateix temps, les decisions polítiques i econòmiques continuen com si res no hagués passat, amb polítiques ben confuses.

En política internacional és costum aconseguir el principi de consens, de forma que els més lents són els que imposen el camí. Si això continua així durant molt més temps, no tindrem un govern efectiu al món i nosaltres no podem esperar fins l'establiment d'aquest tipus d'institució.

Com que ens trobem en una carrera contra rellotge necessitem noves estratègies que obrin camins. Inclòs les possibilitats presentades per les convencions i cartes internacionals no poden donar resultats suficients. On no hi ha autoritat política, no hi ha forma d'obligar al govern a controlar el compliment de la llei. Aquesta és l'experiència de vàries convencions que quan decidiren que els països industrialitzats haurien de gastar el 0'7 % del PNB en ajudar al desenvolupament s'han trobat amb que només Suècia ho ha complert.

Nous canvis polítics necessiten noves institucions amb funcions clares. Al camp internacional el resultat més progressista de la Conferència de Rio podria ser donar llum verda per l'establiment d'una Agència Internacional per les Energies Renovables. S'ha d'organitzar la transferència comercial de tecnologies d'energies renovables per crear una decidida necessitat global de coneixement i estructures de producció autònomes.

Es impossible que els països en desenvolupament puguin importar tota la tecnologia que necessiten per aconseguir una estratègia solar. Aquests països no poden ser mirats simplement en termes de mercat. Han de ser vistos com subjectes en compartir la salvació de l'atmosfera

terrestre. Una potent Agència Internacional per les Energies Renovables és el vehicle per aquesta nova estratègia.

Per tant parlem contra propostes que intenten implementar el canvi cap a l'energia solar només per via de les institucions existents. Si estem d'acord en que la introducció de l'energia solar és el principal motiu d'una Iniciativa Internacional pel Medi Ambient, llavors estarem també d'acord en que això s'haurà de fer a través d'una institució internacional especialitzada.

Per moltes raons semblants, tinc els meus dubtes sobre el sentit d'una Oficina de l'Energia de les Nacions Unides, com es va proposar al projecte d'aquesta conferència. L'energia nuclear ja té una agència pròpia. Els trusts del petroli no necessiten d'una agència institucional a les Nacions Unides per defensar els seus interessos. I per què hauríem d'establir una Agència Internacional o una Oficina pels Combustibles Fòssils si la nostra meta és reduir i substituir aquestes energies?. Aquesta conferència no hauria de posar en perill la meta d'una Agència Internacional per les Energies Renovables. La meta ha estat adoptada per la UNSEGED i per alguns governs com Àustria. Seria una bona ajuda si aquesta conferència ho recolzés sense entrebancs. La valentia ha d'acompanyar fites enèrgiques.

Degut a que al camp internacional no és possible establir estratègies que obrin camins, necessitem gent amb ales que no esperin als altres per actuar. Qualsevol govern ho hauria de promoure. Lideratge al nostre temps significa iniciar un programa per una IDS ecològica - Iniciativa de Desenvolupament Solar -, enlloc de nous programes d'armes i caríssims programes espaials. L'amenaça principal avui en dia és la contínua guerra contra el nostre entorn. Els problemes de la humanitat són a la terra, no a l'espai.

Les iniciatives pel desenvolupament de l'energia solar requereixen un canvi radical en els prioritats polítiques. Siguem concrets i comparem les paraules amb la realitat a tot arreu. En general:

Si és possible gastar 20 mil milions de dòlars pel programa espacial europeu en 10 anys, aleshores hauria de ser possible gastar la mateixa quantitat de diners pel Programa Europeu per l'Energia Termo solar i l'Energia Elèctrica Fotovoltaica.

Si és possible gastar 50 mil milions de dòlars en un nou avió de guerra europeu (entre Itàlia, Gran Bretanya, Espanya i Alemanya), aleshores hauria de ser possible convertir aquest dispendi en el desenvolupament i introducció d'avions civils amb hidrogen.

Si és possible pels governs francès i britànic gastar més de 100 mil milions de dòlars per nous míssils nuclears, també hauria de ser possible gastar la mateixa quantitat en un programa d'urgència solar.

Si és possible gastar els 90 bilions de dòlars anuals en despeses militars, aleshores hauria de ser possible gastar 500 mil milions anuals en defensa del medi ambient.

Penso que cada país té els seus propis exemples d'inadequades prioritats en política i economia. Només si els grups polítics dominants redrecen les seves prioritats estaran actuant de forma apropiada. Els governs no haurien d'esperar als altres per actuar al camp internacional de la lentitud. La nova competició és posar nous exemples per guanyar el futur.

Al canvi de prioritats hi pertanyen també les lleis, impostos i despeses que es refereixen a la introducció de l'energia solar, tarifes favorables i mecanismes de finançament adequats a les característiques específiques de les tecnologies solars.

No podem permetre que el destí de la terra depengui del criteri de només un sector de l'economia el de l'energia. El criteri d'aquest grup és massa unilateral i petit per ser bo. La introducció de les fonts d'energia renovables requereix una nova política de recerca; ajuda al desenvolupament; agrària; d'educació; de circulació vial; industrial; de construcció. Això s'ha de fer des de l'àmbit

local fins a l'internacional. Mentre la política de medi ambient sigui vista només de forma parcial i no integrament, els polítics fallaran.

Un graó important per superar la lentitud actual és donar un cop d'ull a les possibilitats d'un ampli mercat públic que assumeixi garanties per les tecnologies solars. L'Estat és el major consumidor d'energia i té incomptables instal·lacions i edificis que es poden equipar amb tècniques solars. Això seria un exemple per a tota la societat i estimularia la producció en massa i en conseqüència baixarien els preus. Els governs haurien de fer ho.

Un altre exemple és l'establiment d'una inversió específica en energia solar dintre del sistema bancari. Aquest hauria de connectar les consultes i inversions en sistemes solars i introduir sistemes d'amortització específics. Els estalvis en els costos operacionals del petroli, gas o carbó han de fluir cap a l'amortització. Així, hi pot haver majors costos en inversió sense repercutir en una elevació dels costos d'amortització.

Un altre pas important és garantir un preu pels autoproductors elèctrics a partir d'energia solar i demás renovables, tot i fent servir la xarxa elèctrica. A Alemanya es garanteixen 10 cèntims de dòlar per kWh, Itàlia 13. I algunes empreses elèctriques paguen 15 cèntims i més.

No hi ha dubte que la natura ens proveeix d'un potencial d'energies renovables que supera de lluny les necessitats de la creixent població mundial. I no hi ha dubte de la varietat de tecnologies per emprar les fonts d'energia renovable encara que aquestes possibilitats hagin estat menyspreades o desestimades. No té sentit preguntar quin govern ha fet més i quin ha fet menys, doncs els governs que han fet més són, malauradament, pocs. La fita de l'energia solar no té prioritat enlloc.

Els obstacles reals són al nostre cap i no pas a les possibilitats. El tema clau del nostre temps és iniciar una ofensiva civil per deturar la guerra contra l'entorn i obrir la porta a l'era solar. En comptes de continuar la nostra "economia de mort" ens hem de dirigir cap una economia de supervivència. D'ací a trenta anys els nostres fills preguntaran si nosaltres vàrem fer el que podíem. Només si fem això avui, serem capaços de mirar als ulls dels nostres fills i dir "sí, ho vàrem fer". Espero que aquesta Conferència serà un incentiu per començar l'Era Solar ara mateix.



Hermann Scheer i Pep Puig en una de les estades a Barcelona del polític alemany.

Annex 3: Tractat d'Energia (Tractats internacionals d'ONG)

I. INTRODUCCIÓ

Es fonamental per a la supervivència del planeta i les seves espècies l'existència de comunitats sostenibles on els negatius impactes econòmics, socials i sobre la salut, dels grans projectes energètics siguin descomptats de forma habitual. El paradigma de desenvolupament no democràtic dominant, en el qual s'inclouen les polítiques energètiques orientades cap al subministrament, és insostenible, crea un deute inacceptable, desequilibris en el consum d'energia i en els nivells de contaminació, destrueix les cultures, les economies locals i la natura.

Les decisions quant a l'energia tenen un profund efecte sobre el desenvolupament de tota societat i de la seva economia, sobre el repartiment de treball internacional, sobre la sobirania de les nacions i fins i tot sobre la geografia mundial.

Corporacions i interesos poderosos i àmpliament inexplicables controlen la producció i la distribució de l'energia, així com els productes i serveis relacionats amb ella, i són responsables dels greus problemes socials i ambientals. En concret, totes les formes d'energia nuclear tenen conseqüències perilloses militars, socials, ambientals i sobre la salut i són, per tant, insostenibles i inacceptables.

Cal assignar creixents recursos econòmics i humans a la conservació, l'eficiència energètica i a les energies renovables i alternatives a fi d'aconseguir la sostenibilitat ecològica per a les generacions actuals i futures. És essencial aquesta canalització dels recursos, juntament amb una educació adequada que estigui cada cop més a l'abast de tothom si ens proposem desviar el corrent actual

de destrucció ecològica com és la desforestació, l'escalfament del globus, l'esgotament de la capa d'ozó i la contaminació radioactiva. Això ha d'incloure una més àmplia provisió per a mitjans de transport ecològicament sostenibles, així com la reducció, la reutilització i el reciclatge dels residus.

II. LES DECISIONS QUANT A LA UTILITZACIÓ, PRODUCCIÓ I DISTRIBUCIÓ D'ENERGIA S'HAN DE DUR A TERME D'ACORD AMB ELS PRINCIPIS SEGÜENTS:

1. PRINCIPI ÈTIC

L'energia ha de ser sempre emprada, produïda i distribuïda amb la màxima eficiència i conservació i amb el mínim impacte sobre el benestar de les persones i de la resta de la natura. A l'hora de calcular el cost final de les opcions energètiques cal tenir en compte tots els costos ambientals i socials.

2. PRINCIPI D'EQUITAT

Es un dret de tots els pobles, comunitats i nacions tenir un accés igualitari als béns i serveis que proporciona l'energia. Això comporta l'ús, la producció i distribució equitatius d'aquests béns i serveis a tots els nivells -local, nacional i internacional- i els canvis quant a formes de vida malversadores. Totes les comunitats tenen dret a obtenir i produir la seva pròpia energia utilitzant les fonts d'energia locals.

3. PRINCIPI DE PRESA DE DECISIÓ

Les decisions pel que fa a l'energia han de ser democràtiques i s'han de dur a terme amb una participació ètnico-cultural, socio-econòmica, de color i sexe equilibrada. En concret, els grups directament afectats, hi han de jugar un paper central. Cal tenir en compte tots els efectes produïts sobre la Biosfera a partir de la transformació qualitativa i quantitativa de materials i

energia, incloent-hi la utilització de recursos i la generació de residus. S'ha de proporcionar una informació completa sobre aquests impactes i presentar-la amb tota claredat i honradesa per a la discussió pública.

III. ACTUACIONS I REALITZACIONS

- 1) Treballarem per canviar les malbaratadores pautes de consum d'energia, promovent la frugalitat energètica, l'eficiència i la conservació, incloent-hi la ràpida reducció d'emissions de gasos que contribueixen a l'efecte hivernacle i altres contaminants.
- 2) Treballarem a favor de la producció descentralitzada d'energies renovables i ens oposarem a tots els mega-projectes energètics.
- 3) Insistim en la moratòria quant al desenvolupament i la construcció d'instal·lacions nuclears i mines d'urani i la paralització de les instal·lacions existents tan aviat com sigui possible.
- 4) Treballarem per la desmilitarització a fi d'aturar l'enorme consum d'energia per part de la producció i l'activitat militars, incloent-hi la guerra.
- 5) Treballarem en solidaritat amb els qui lluiten contra els injustificables i poc equitatives tarifes energètiques amb la finalitat que puguin tenir cobertes les seves necessitats bàsiques d'energia.
- 6) Ens comprometem a la solidaritat internacional amb tots els pobles que han sofert trastorns per raó dels mega-projectes energètics.
- 7) Insistim que totes les opcions energètiques han de contemplar una comptabilitat integral ecològica, social i econòmica.
- 8) Exercirem pressió sobre els governs de cara a una completa revisió pública de totes les decisions quant a l'energia, incloent-hi les consultes i l'aprovació per part de la gent afectada.

9) Organitzarem campanyes per transformar les actuals pautes de consum, així com els models agrícola, comercial, industrial, d'habitatge i transport, a fi de satisfer les necessitats socials i reduir al mínim el consum de recursos, entre els quals s'inclou l'energia.

10) Treballarem perquè siguin obligatoris uns nivells mínims d'eficiència energètica

i perquè els productes incorporin etiquetatge amb informació energètica.

11) Treballarem per l'establiment d'una coordinació permanent a nivell internacional de les ONG's en el camp de l'energia, basant-nos en les xarxes existents, a fi de participar en el procés de la CNUMAD i facilitar l'aportació de les ONG's als organismes de les NNUU.

12) Treballarem per establir mecanismes a fi d'arribar a una representació equilibrada de les ONG's, amb veu i vot, en tots els organismes internacionals de finançament.

13) Treballarem per al desenvolupament, la promoció i el transferiment arreu del món de tecnologies per a l'aprofitament de les fonts d'energia renovable, que siguin sostenibles, eficients, descentralitzades, com ara la solar, l'eòlica, la biomassa i la hidroelèctrica a petita escala, així com dels mecanismes que assegurin l'assimilació tecnològica a nivell local.

14) Treballarem de cara a la reducció progressiva de les emissions de diòxid de carboni i metà per part de la indústria i la producció d'energia, i també dels vehicles, amb l'objectiu d'una reducció del 20% cap a l'any 2000, del 50% cap al 2025 i cap al 100% cap al 2050.

Desitgem que tots els participants del Fòrum Internacional de les ONG's facin seva la nostra proposta de creació d'un seguiment permanent internacional, i treballarem en col.laboració en el sentit més ampli possible amb els programes d'actuació i execució de tots els altres tractats.

Persones que han negociat el Tractat d'Energia:

- Judith Berlyn, Canadian Coalition for Nuclear Responsibility - Regroupement pour la Surveillance de Nucleaire, Canada.
- Paul J.C.M. van der Beek, Circle Mondial du Consensus CMDC, World Energy Coalition, Holanda.
- Eduardo Cantarell, Fundación Ecologista Universal, Argentina.
- Alberto Contreras Martinez, Corporación Konsultécnica, Colombia.
- Dorothy Goldin Rosenberg, Women, Environment, Education and Development WEED, Canada.
- Seth Kluvia, World YMCA, Togo.
- Gunnar Boye Olesen, The Danish Organization for Renewable Energy OVE, Dinamarca.
- Josep Puig i Boix, Grup de Científics i Tècnics per un Futur No Nuclear, Alternativa Verda, CMDC/World Energy Coalition, Centre UNESCO de Catalunya.
- Cassio Sigaud, MAPA, Brasil.
- Tula Tsalis, The Other Economic Summit TOES, CUNY Graduate Center New York, USA.

Persones que han contribuït:

- Dr. Rosalie Bertell, International Institute of Concern for Public Health,
- Corinne Kumar D'Sousa,
- Kathy McAlister, American Hydrogen Association.

Facilitador en el procés de negociació:

- Joseph Siry, USA.

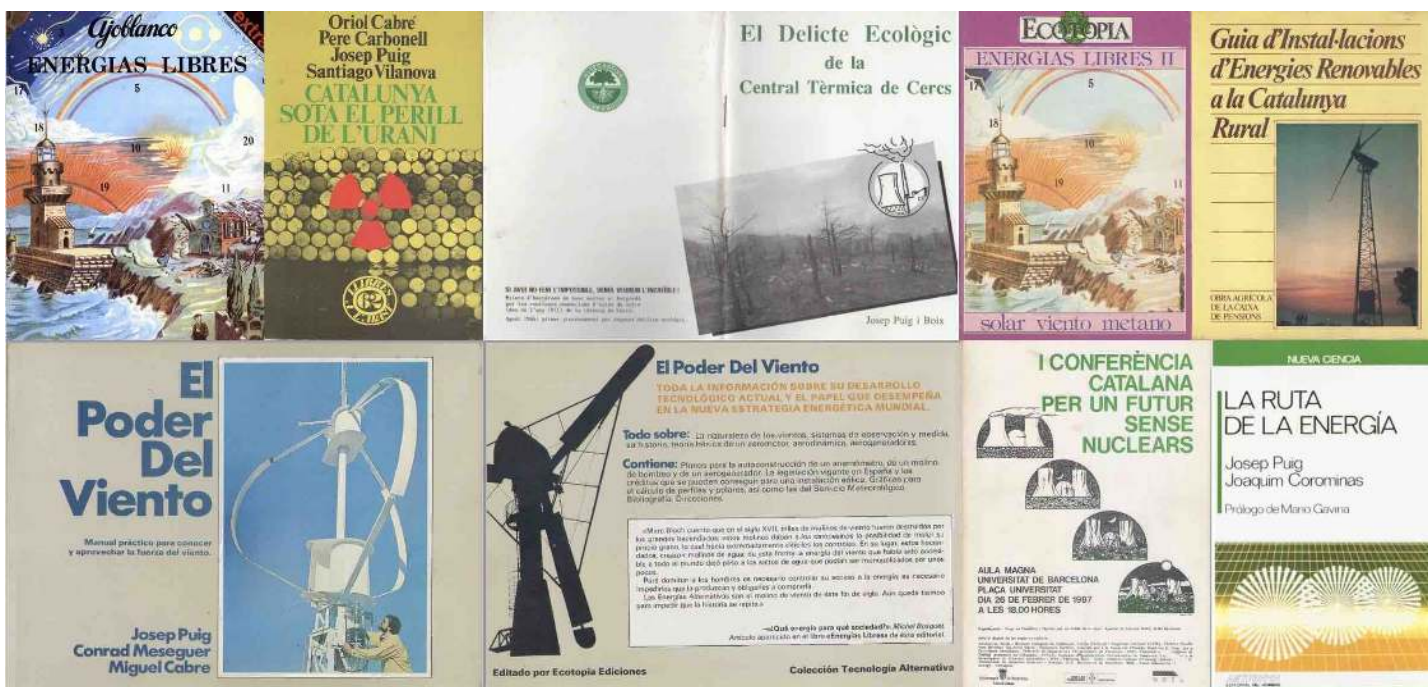
BIBLIOGRAFIA

- ALEMANY, Jordi, ! EL SOL PARA TODOS !: Todas las formas de aprovechar la energia solar, Integral extra monográfico 2, Barcelona, 1981
- BOOKCHIN, Murray, POR UNA SOCIEDAD ECOLOGICA, Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 1978
- BROWN, Lester R., et al., L'ESTAT DEL MON: Un informe del Worldwatch Institute sobre el progrés cap a una societat sostenible, Centre UNESCO de Catalunya, Barcelona, 1993
- BROWN, L.R., FLAVIN, Ch., KANE, H., SIGNOS VITALES: las tendencias que guiaran nuestro futuro, Ediciones Apostrofe, Madrid, 1992
- BROWN, L.R., FLAVIN, Ch., POSTEL, S., LA SALVACION DEL PLANETA: ¿Como luchar por un mundo nuevo?, Ediciones Apostrofe, Madrid, 1992
- CABRE, Oriol., ET AL, CATALUNYA SOTA EL PERILL DE L'URANI, Edicions 62, Barcelona 1981
- COMISSIO CATALANA DEL DIA DE LA TERRA, 101 IDEES PER SALVAR EL PLANETA, Comissió Catalana del Dia de la Terra, Barcelona, 1992
- COMMONER, Barry, ENERGIAS ALTERNATIVAS, Gedisa, Barcelona, 1980
- DA CRUZ, Humberto (coordinador), LLUVIA ACIDA: Impacto ambiental de las grandes instalaciones de combustión, Miraguano Ediciones, Madrid, 1989
- DANIELS, Farrington, EL USO DIRECTO DE LA ENERGIA SOLAR, H.Blume Ed., Madrid, 1977
- EKINS, Paul, et al., RIQUEZA SIN LIMITE: El atlas Gaia de la economia verde, Edaf, Madrid, 1992
- ELKINGTON, John., HAILES, Julia, LA GUIA DEL CONSUMIDOR VERDE, Antoni Bosch Editor, Barcelona, 1990
- FLAVIN, Christopher, LENSSEN, Nicholas, MES ENLLA DE L'ERA DEL PETROLI: Dissenyant una economia solar, Documents del Centre UNESCO de Catalunya (25), Barcelona, 1992
- GCTPFNN, CONFERENCIES CATALANES PER UN FUTUR SENSE NUCLEARS (1 a 7), Grup de Científics i Tècnics per un Futur No Nuclear, Barcelona, 1987 a 1993
- GOLDSMITH, Edward, HILDYARD, Nicholas, INFORME TIERRA: Guia de la A a la Z sobre temas medioambientales, Editorial Parthenon, Llavanes, 1992

- IDAE, BIOMASA (manuales de energias renovables, 5), 5 Dias, Madrid, 1992
- IDAE, ENEGIA EOLICA (manuales de energias renovables, 4), 5 Dias, Madrid, 1992
- IDAE, ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (manuales de energias renovables, 6), 5 Dias, Madrid, 1992
- IDAE, ENERGIA SOLAR TERMICA (manuales de energias renovables, 1), 5 Dias, Madrid, 1992
- IDAE, INCINERADORA DE RESIDUOS URBANOS (manuales de energias renovables, 2), 5 Dias, Madrid, 1992
- IDAE, MINICENTRALES HIDROELECTRICAS (manuales de energias renovables, 3), 5 Dias, Madrid, 1992
- JUNGK, Robert, EL ESTADO NUCLEAR, Editorial Critica, barcelona, 1979
- KUMAR, Satish (editor), PARA SCHUMACHER, H.Blume Ediciones, Madrid, 1981
- LOVINS, Amory, LA ALTERNATIVA ENERGETICA, Miraguano Ediciones, Madrid, 1979
- LYONS, Stephen (editor), ! SOL !: Manual para la decada solar, Miraguano Ediciones, Madrid, 1982
- MEDINA, Manuel (editor), NOVES TECNOLOGIES: Risc i alternatives, Fundació Jaume Bofill i Edicions de la Magrana, Barcelona, 1986
- MYERS, Norman (coordinador), EL ATLAS GAIA DE LA GESTION DEL PLANETA: Para quienes cuidan hoy el mundo de mañana, H.Blume Ed., Madrid, 1987
- OBRA AGRICOLA DE LA CAIXA DE PENSIONS, GUIA D'INSTALLLACIONS D'ENERGIES RENOVABLES A LA CATALUNYA RURAL, Obra Social de La Caixa de Pensions, Barcelona, 1985
- PUIG, Josep, EL DELICTE ECOLOGIC DE LA CENTRAL TERMICA DE CERCS, Alternativa Verda, Barcelona, 1989
- PUIG, Josep (coordinador), ELS TRACTATS DEL FORUM INTERNACIONAL D'ORGANITZACIONS NO GOVERNAMENTALS, Centre UNESCO de Catalunya, Barcelona, 1993
- PUIG, Josep, COROMINAS, Joaquim, GRAN DOSIER LAS OTRAS ENERGIAS, Muy Especial (6): la energia, G+J España, Madrid, 1991

- PUIG, Josep, COROMINAS, Joaquim, LA RUTA DE LA ENERGIA, Anthropos, Barcelona, 1990
- RIFKIN, Jeremy, ENTROPIA: hacia el mundo invernadero, Urano, Barcelona, 1990
- ROSZAK, Theodore, PERSONA/PLANETA: Hacia un nuevo paradigma ecológico, Kairós, Barcelona, 1984
- SCHUMACHER, E.F., LO PEQUEÑO ES HERMOSO, H.Blume Ed., Madrid 1978
- SEYMOUR, John, GIRARDET, Herbert, PROYECTO PARA UN PLANETA VERDE, H.Blume Ed., Madrid, 1987
- THE EARTHWORKS GROUP, 50 COSAS QUE LOS NIÑOS PUEDEN HACER PARA SALVAR EL PLANETA, Emecé Editores, Barcelona, 1991
- THE EARTHWORKS GROUP, 50 COSES SENZILLES QUE TU POTS FER PER A SALVAR LA TERRA, Naturart-La Caixa, Barcelona, 1992
- THOMPSON, W.I. (editor), GAIA: Implicaciones de la nueva biología, Kairós, Barcelona, 1987

Aquesta llista d'obres de referència sobre energia i ecologia, en català i en castellà, s'ha conservat tal com va ser publicada originalment l'any 1993.



Recull de publicacions pioneres a Catalunya sobre energia i energies renovables (1977-1990)

