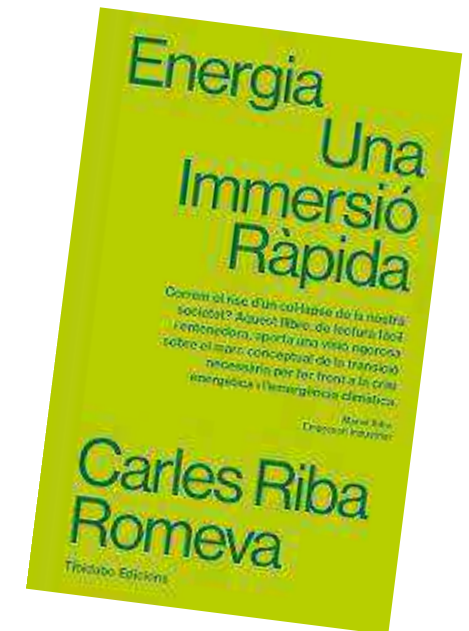




Conversem amb **CARLES RIBA ROMEVA** sobre el seu llibre

Ateneu d'Entitats PABLO PICASSO
(passatge Sant Ramon 2)
Viladecans, 18 de juny de 2024



Índex del llibre

1. Presentació. Canvi de civilització
 2. Comprendre l'energia
 3. Comptabilitzar l'energia
 4. Canvi de paradigma energètic
 5. L'energia i el territori
 6. Els usos i la percepció de l'energia
 7. Com fer la transició energètica
 8. CMES: projectes TEiT i TEAA
- Annex. La falsa solució de l'energia nuclear

1. Presentació. Canvi de civilització

LA CRISI ENERGÈTICA I CLIMÀTICA. CANVI DE CIVILITZACIÓ

Els principals elements claus de la greu crisi energètica i climàtica actual són:

- 1. Els fòssils, uns recursos finits en una Terra finita.** La civilització actual que basa el 80% de l'energia en els fòssils, presenta límits temporals en dos aspectes:
 - 1a. Font finita de recursos: Exhauriment de les reserves.** El problema dels recursos no és tant el seu exhauriment, sinó la disminució progressiva de la TRE (Taxa de Retorn Energètic; EROI en anglès) fins a no fer viable l'extracció. Si no canvien les tendències dels consums, l'extracció de fòssils esdevindrà inviable vers el 2060.
 - 1b. Embornal de residus finit: Canvi climàtic.** L'altre límit ve del fet que l'atmosfera no té la capacitat per absorbir els GEH (Gasos d'Efecte Hivernacle) sense originar un canvi climàtic de greus conseqüències per a l'actual civilització humana. Si no moderem les emissions fins a zero, el canvi climàtic esdevindrà irreversible vers el 2035.
- 2. Els materials i la manca de circularitat.** L'evolució tecnològica més recent condueix a un ús abusiu de materials (100 Pg o Gt el 2022) de caràcter no circular (sols es recicla el 7,2%) segons l'esquema lineal "extreu-usa-llença".

LA CRISI ENERGÈTICA I CLIMÀTICA. CANVI DE PARADIGMA

Les crisis energètica, climàtica i de materials (entrellaçades) comporten un

CANVI DE CIVILITZACIÓ

La civilització actual deu la seva existència als combustibles fòssils, en forma d'estocs d'elevada concentració energètica i de disponibilitat immediata. Sense ells caldrà:

1. Re-aprendre a respectar i a col·laborar amb els altres éssers vius i amb els ecosistemes
2. Moderar les velocitats dels processos i optimitzar els recursos
3. Gestionar la demanda energètica i crear grans sistemes d'emmagatzematge
4. Passar de la competició i la seguretat, a la cooperació i la resiliència
5. Incloure el territori com a factor clau de la nova civilització: captació d'energia, formes de poblament distribuïdes, moderació del transport
6. Canviar d'una economia d'inversions baixes i consums alts a una altra d'inversions altes i consums baixos. Les administracions tindran un paper clau en una transició justa
7. Per tant, cal re-formular de manera general les regulacions, les normatives i les lleis

2. Comprendre l'energia

LA LLARGA CONSTRUCCIÓ DEL CONCEPTE D'ENERGIA

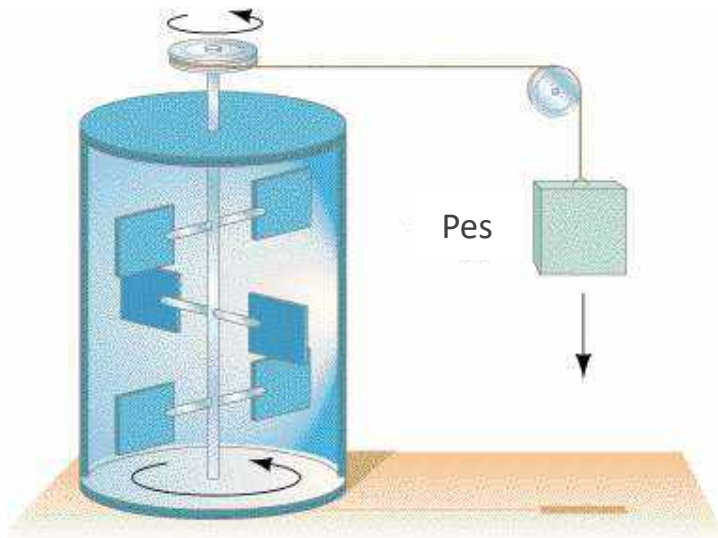
L'energia és un concepte abstracte i universal que **estableix les relacions entre els diferents fenòmens físics**.

Aquest concepte va ser establert per primera vegada en temps relativament recents (**finals del segle XIX**, abans no es parlava d'energia), molt després de la invenció de la màquina de vapor i en plena expansió de les seves aplicacions.

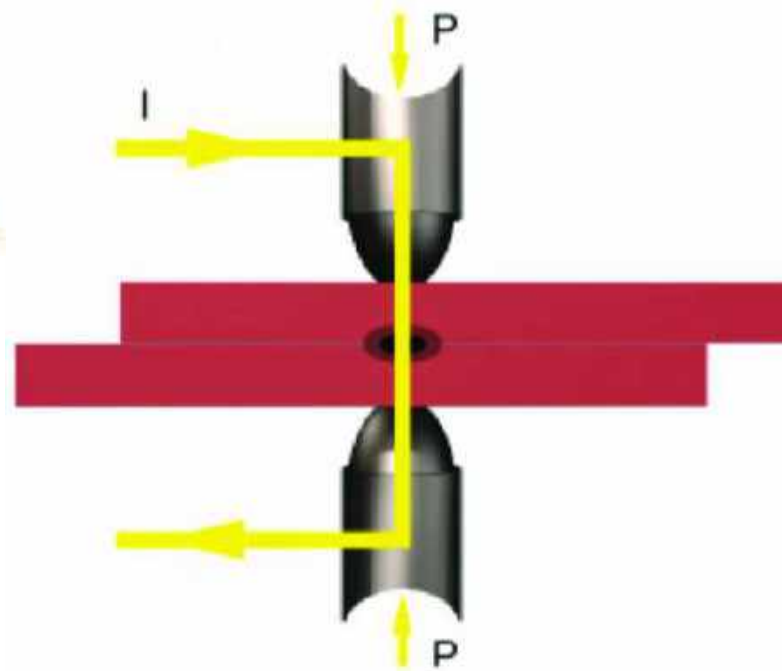
Per comprendre plenament la incidència de l'energia en el món actual, cal analitzar-la des de tres punts de vista: el **científic**, el **tecnològic** i el **geoestratègic**.

En temps preindustrials, els humans associaven cada efecte a una causa diferent: el treball humà i dels animals de tir a l'alimentació, el foc a la llenya, el creixement de les plantes a la llum del Sol, l'impuls de les veles als vents, la força dels molins hidràulics als corrents d'aigua.

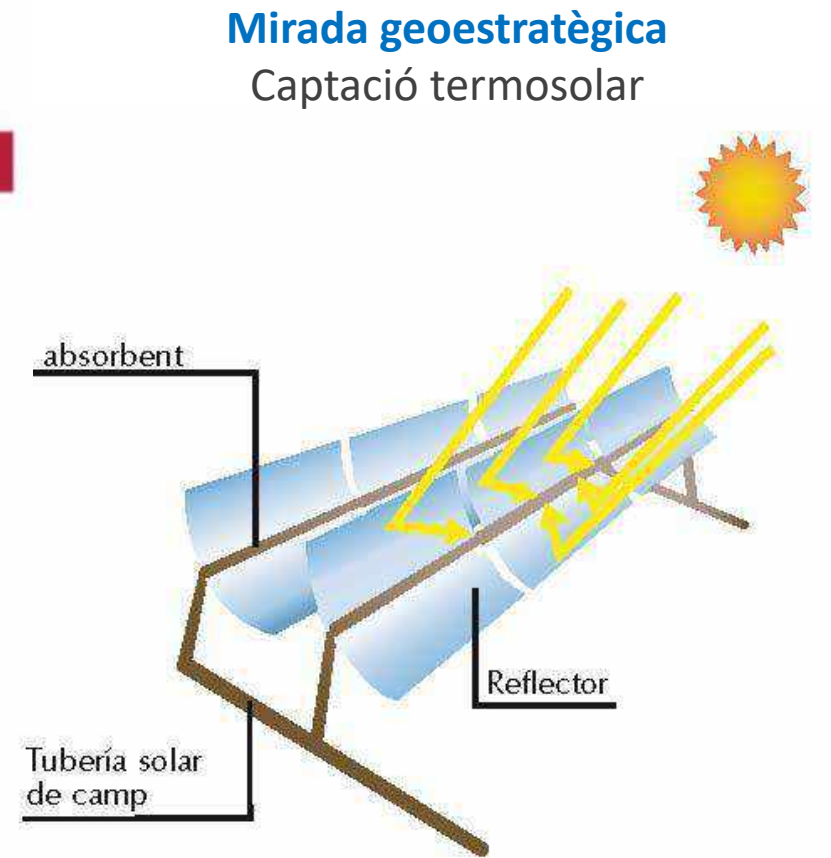
En aquell moment no es coneixia del nexa que uneix tots aquests fenòmens: **l'energia**.



Mirada científica
Experiment de Joule



Mirada tecnològica
Soldadura per punts



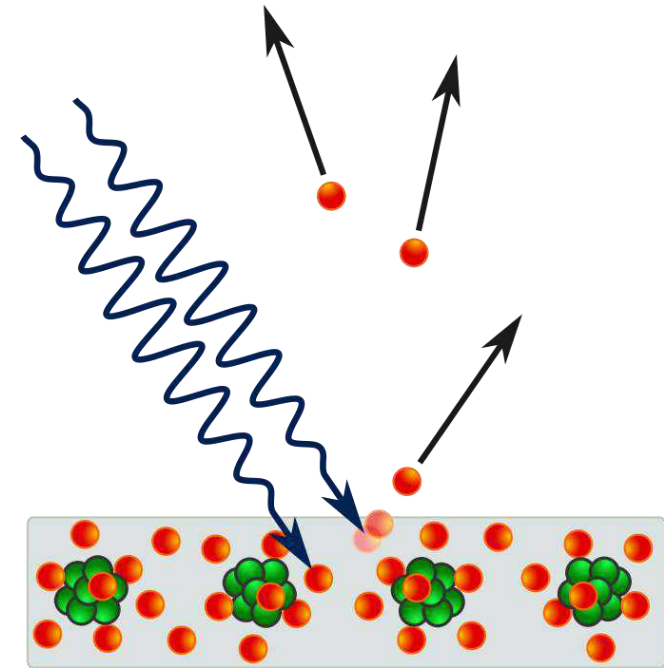
Mirada geoestratègica
Captació termosolar

MIRADA CIENTÍFICA

Principi de conservació de l'energia (o primer principi de l'energia): **estableix que l'energia no es crea ni es destrueix, tan sols es transforma.**

Principi de degradació de l'energia (o segon principi de l'energia): **estableix que, en qualsevol transformació, les energies resultants són més degradades** o sigui amb menor (o nul·la) capacitat per a impulsar les accions.

La nostra percepció és que l'energia es “consumeix”, es “gasta” però, de fet, es degrada. Els combustibles fòssils es cremen (“consumeixen”) per proporcionar energia útil, i desapareixen, però l'energia roman en forma de calor.



Efecte fotoelèctric

MIRADA TECNOLÒGICA

En general, com més ràpids són els processos, més energia es requereix per efectuar-los; i viceversa. A l'enginyer li correspon de resoldre el delicat **equilibri** entre la **rapidesa dels processos** i la **rendibilització dels recursos energètics disponibles**.

L'energia concentrada i barata dels combustibles fòssils ha decantat l'equilibri vers les potències elevades i la minimització dels temps.

En un món densament poblat i consumidor, **la transició vers les fonts energètiques renovables**, menys concentrades i més distribuïdes, demanarà **tecnologies més eficients**, encara que sigui a costa de **potències més moderades** i **d'allargar els temps**.



Turbina Planas
del Museu de la Colònia Sedó

MIRADA GEOESTRATÈGICA (1)

Establert el concepte científic d'energia, cal definir el concepte de **font d'energia**: és qualsevol **recurs natural** (matèria o flux) **capaç de produir energia neta** (ja sigui espontàniament o després d'una activació); o sigui més energia útil que la que s'usa per obtenir-lo.

Les fonts d'energia de les èpoques preindustrials eren els **aliments** (per al metabolisme humà i la força de sang), la **radiació solar**, la **llenya**, els **vents** i els **corrents d'aigua**. Amb la revolució industrial s'hi han anat afegint el **carbó mineral**, el **petroli**, el **gas natural** (fòssil) i l'**urani U-235** fissible, recursos finits que s'obtenen en el subsol en determinades localitzacions geogràfiques.

L'**electricitat** no és una font d'energia, sinó una energia derivada d'altres fonts que facilita la seva utilització; junt amb altres recursos transformats, com els derivats del petroli (gasolina, gasoil, querosè, fueloil), el gas natural canalitzat o els pèl·lets, s'anomenen **vectors energètics**.



Potencial fotovoltaic

MIRADA GEOESTRATÈGICA (2)

La **crisi energètica i ambiental dels combustibles fòssils i l'urani** (que avui dia cobreixen quasi el 85% del sistema energètic), ens aboca a una **crisi de civilització de grans dimensions** on caldrà tornar a les fonts energètiques renovables, abundants i distribuïdes, però molt menys concentrades que els combustibles fòssils i l'urani, i que requeriran unes superfícies i territoris molt importants per a la seva captació.

Aquesta transició es produirà amb uns **condicionants desfavorables**:

- Una immensa població mundial encara creixent
- Uns usos energètics insostenibles

Però també amb un **avantatge**:

- Disposem de tecnologies de captació i de gestió de l'energia molt més eficients que les de l'època preindustrial.

Els territoris de **Catalunya** (0%), **Espanya** (0%), **l'Europa del Sud** (6,5%) i **Europa** en conjunt (37,7%) disposen d'una part molt escassa dels recursos fòssils que usen

CORRESPON A LES GENERACIONS ACTUALS SABER GESTIONAR EL REPTE DE FUTUR

3. Comptabilitzar l'energia

USOS ENERGÈTICS DEL MÓN

IEA-2020-USOS

Usos energètics:

Carbó: 42.830 TWh/a

Petroli: 38.550 TWh/a

Gas: 36.030 TWh/a

Fòssils: 117.410 TWh/a

Urani: 8.110 TWh/a

No renovables: 125.520 TWh/a

Biomassa: 15.830 TWh/a

Hidroelèctrica: 4.340 TWh/a

Altres Renovable: 4.120 TWh/a

Renovables: 24.290 TWh/a
(16,21%)

Total: 149.810 TWh/a

Usos no energètics:

Plàstics, etc. 12.410 TWh/a

Balanç energètic (IEA):

Recursos energ.. 162.230 TWh/a

Font:

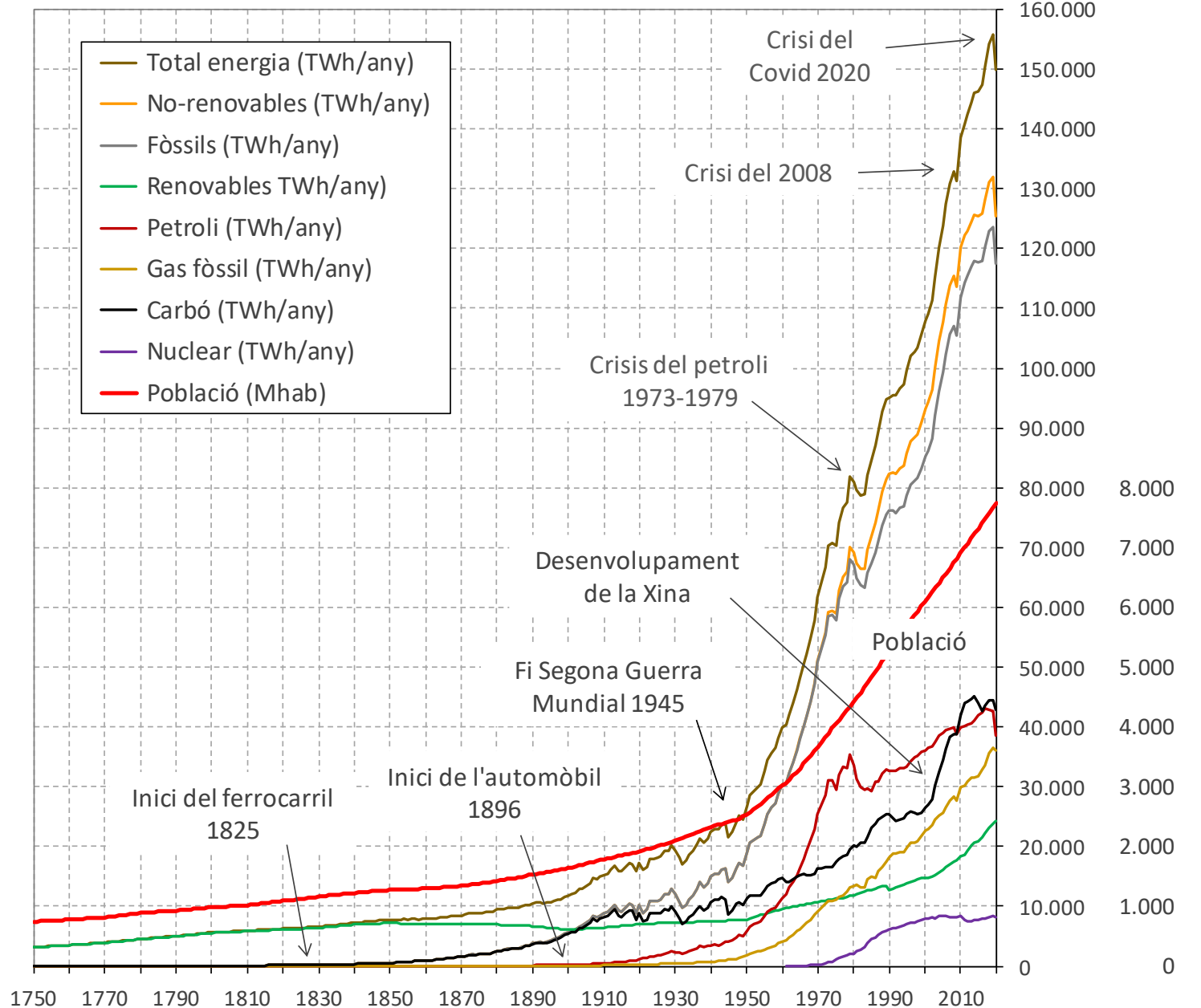
IEA (Agència Internacional de l'Energia)

Elaboració: Carles Riba Romeva

Evolució dels usos energètics en el món 1750-2020

(EXCLOU els usos no energètics dels fòssils)

Energia Població
TWh/any Mhab



EVOLUCIÓ DELS USOS MUNDIALS DE L'ENERGIA 1750-2020

- 1750** Els usos mundials d'energia són d'uns **3.200 TWh/any**, fonamentalment de biomassa, i la població mundial és d'uns **750** milions.
- 1769** James Watt inventa la màquina de vapor
- 1842** Els usos energètics són **7.400 TWh/any** i la població **1.250** milions. L'ús del carbó mineral supera el 5% del mix energètic mundial; la resta són energies renovables, fonamentalment biomassa
- 1903** Els usos energètics són **12.850 TWh/any** i la població **1.680** milions. L'ús mundial del carbó mineral (48,7%) supera el de la biomassa; els usos del petroli (2,4%) i del gas fòssil (0,6%) són tot just incipients
- 1945** Els usos energètics són **21.600 TWh/any** i la població **2.420** milions. Fins a la fi de la Segona Guerra Mundial, l'ús del carbó mineral oscil·la entre el 40% i el 50%. El petroli augmenta fins el 15% i el gas fòssil fins el 4%.

EVOLUCIÓ DELS USOS MUNDIALS DE L'ENERGIA 1750-2020

- 1973** Després d'un espectacular augment fins al 46,5% del mix mundial, té lloc la **Crisi del Petroli**: Els usos energètics es disparen fins a **70.200 TWh/any** i la població creix fins a **3.900** milions. Les participacions del carbó i el gas són de 22,4% i 14,8%, i des de 1966, els fòssils són més del 80% del mix energètic.
- 2008** Després d'un petit estancament, els usos energètics tornen a créixer fins a la Crisi de 2008, **132.800 TWh/any** i la població augmenta fins a **6.740** milions. En els anys 1980 es desenvolupa l'energia nuclear que arriba quasi al 7% però s'estanca. Amb el desenvolupament de la Xina el carbó torna a guanyar pes (27,3%) i el gas fòssil arriba quasi al 20%.
- 2020** Any de la Covid. Els usos energètics pugen a **148.800 TWh/any** i la població a **7.750** milions. Per primer cop, les renovables tornen a arribar al **15%**.

Després de 2020, els usos energètics tornen a pujar. Des del 2008, els usos energètics per càpita s'han estabilitzat a uns **21.000 kWh/hab/any**.

USOS ENERGÈTICS DE CATALUNYA

IDESCAT-2020-USOS

Usos energètics:

Carbó:	0,2 TWh/a
Petroli:	77,9 TWh/a
Gas:	57,6 TWh/a
Fòssils:	135,6 TWh/a
Nuclear:	75,4 TWh/a
No renovables:	211,1 TWh/a
Biomassa:	9,6 TWh/a
Hidroelèctrica:	5,2 TWh/a
Altres Renewable:	9,6 TWh/a
Renovables:	24,4 TWh/a (8,78%)

Total: 235,4 TWh/a

Usos no energètics:

Plàstics, etc. 42,1 TWh/a

Balànç energètic:

Recursos energ.. 277,6 TWh/a

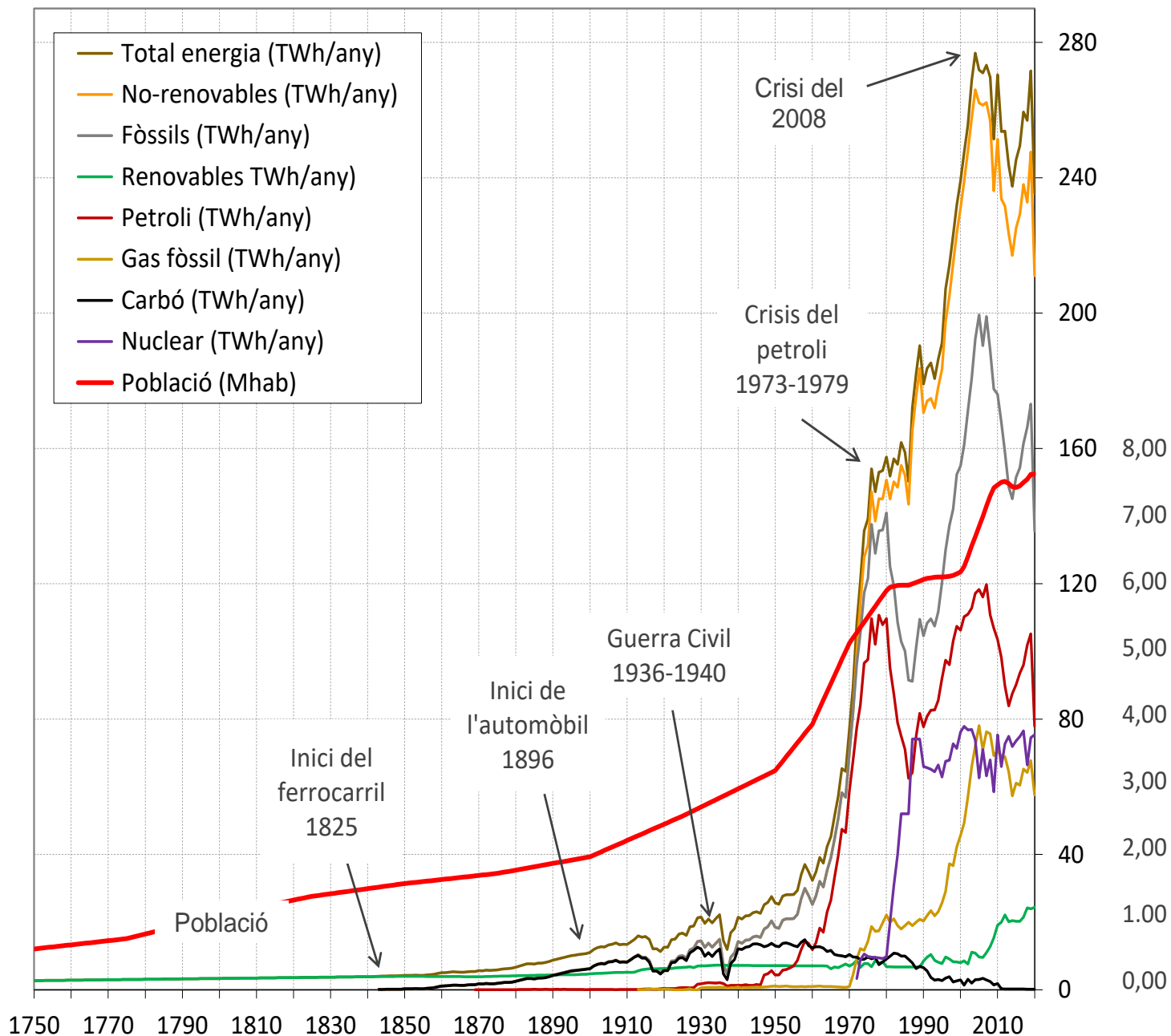
Font:

ICAEN (Institut Català de l'Energia)

Elaboració: Carles Riba Romeva

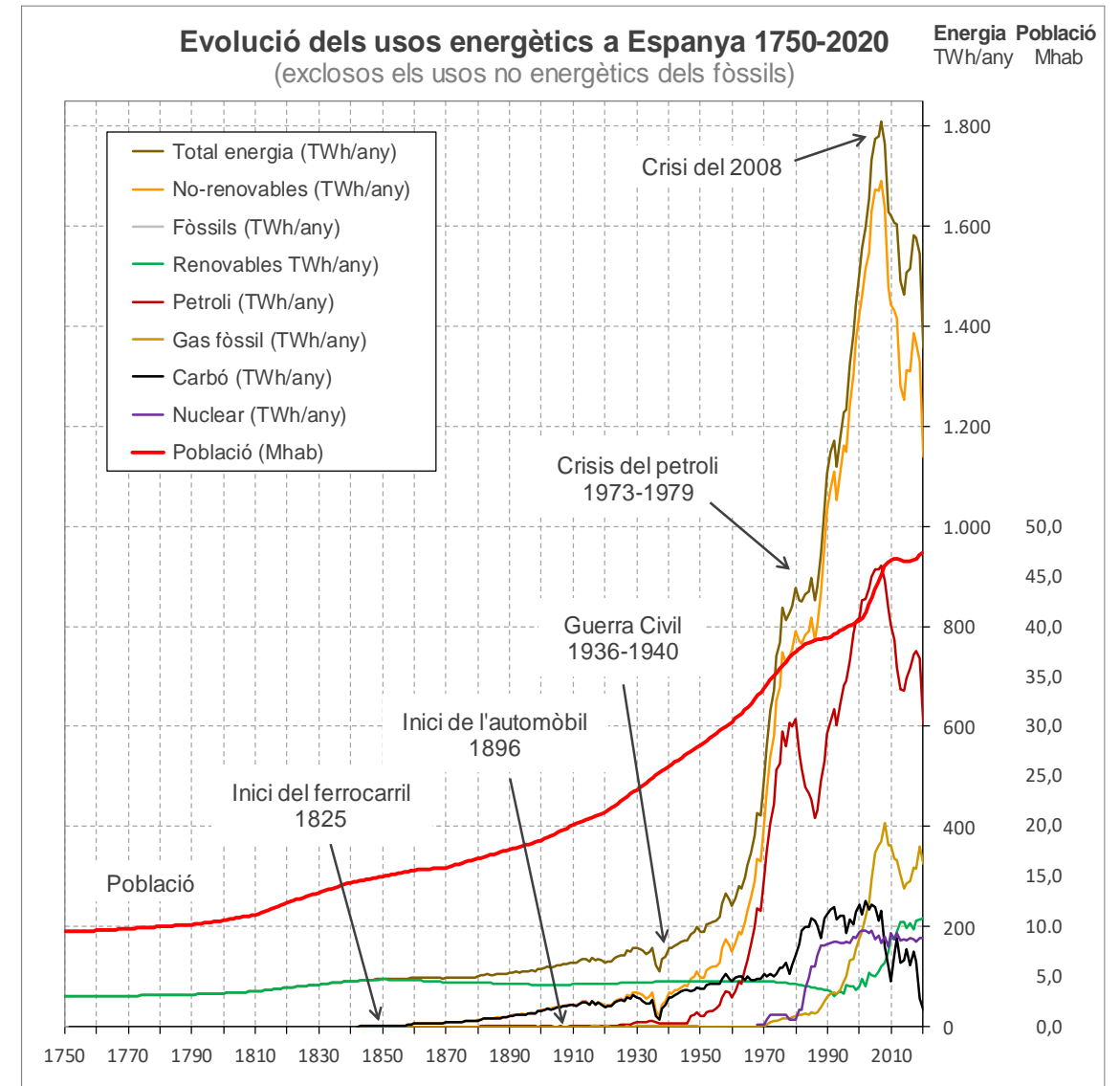
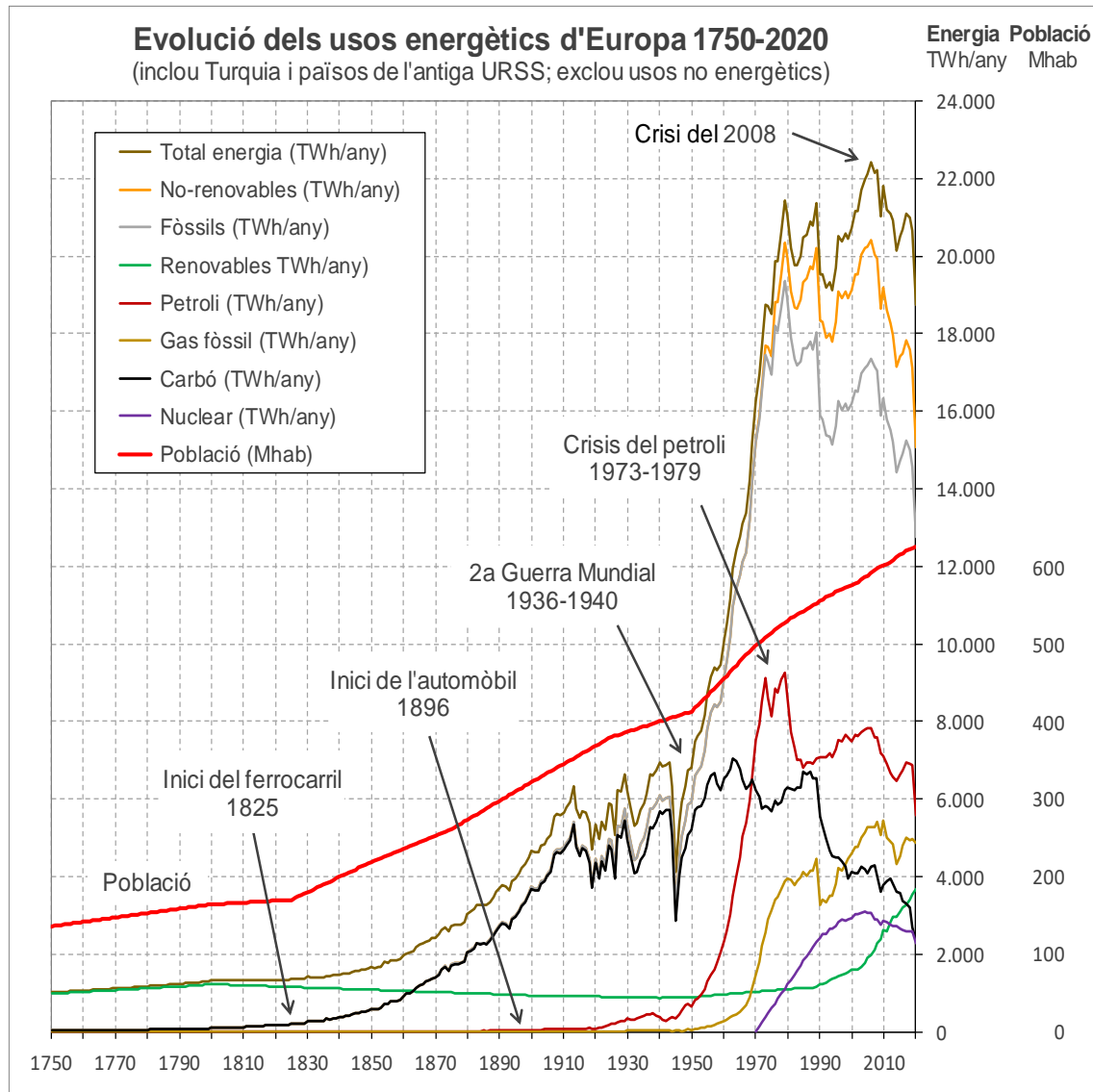
Evolució dels usos energètics a Catalunya 1750-2020
(descomptats els usos no energètics dels fòssils)

Energia Població
TWh/any Mhab

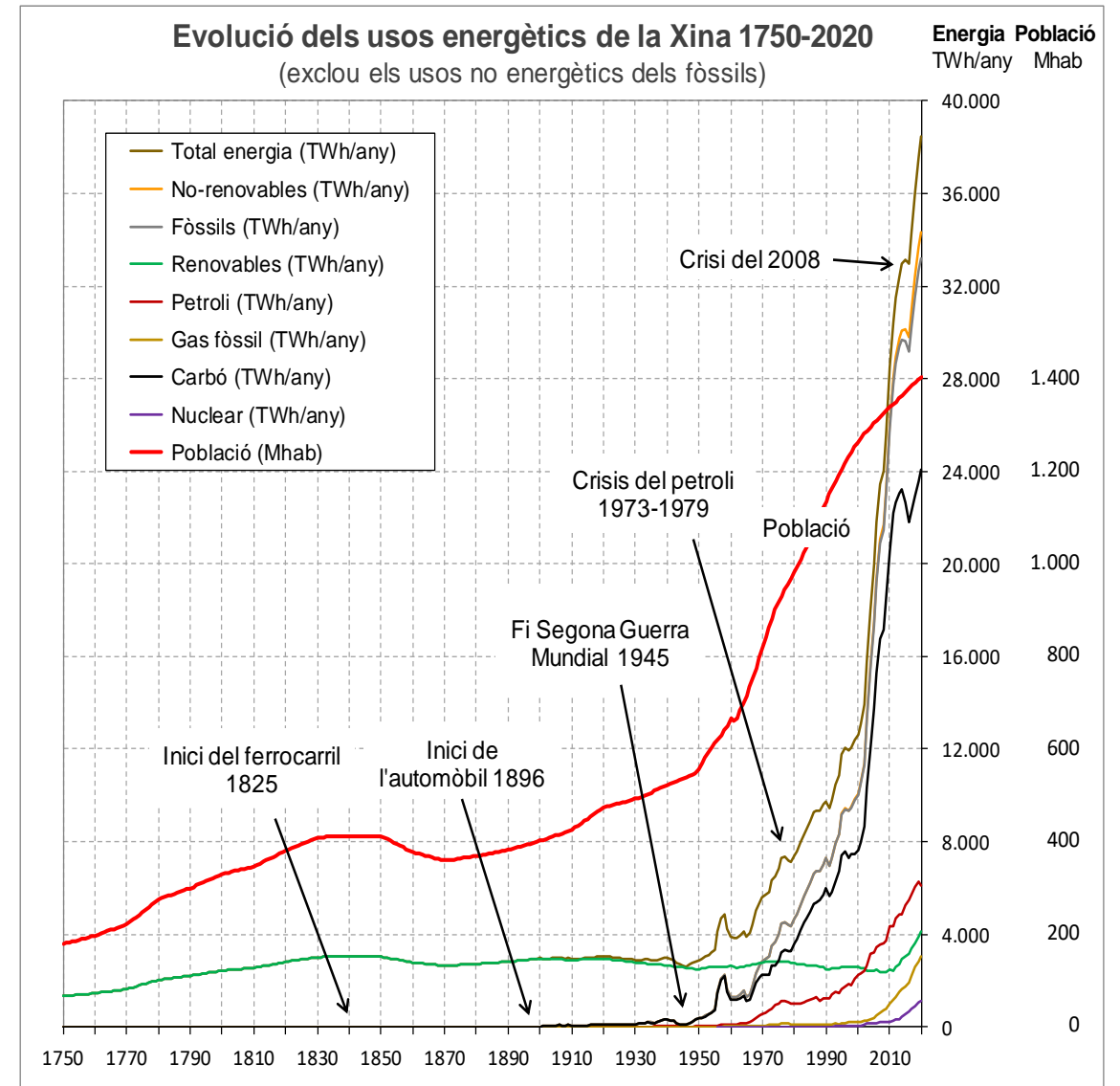
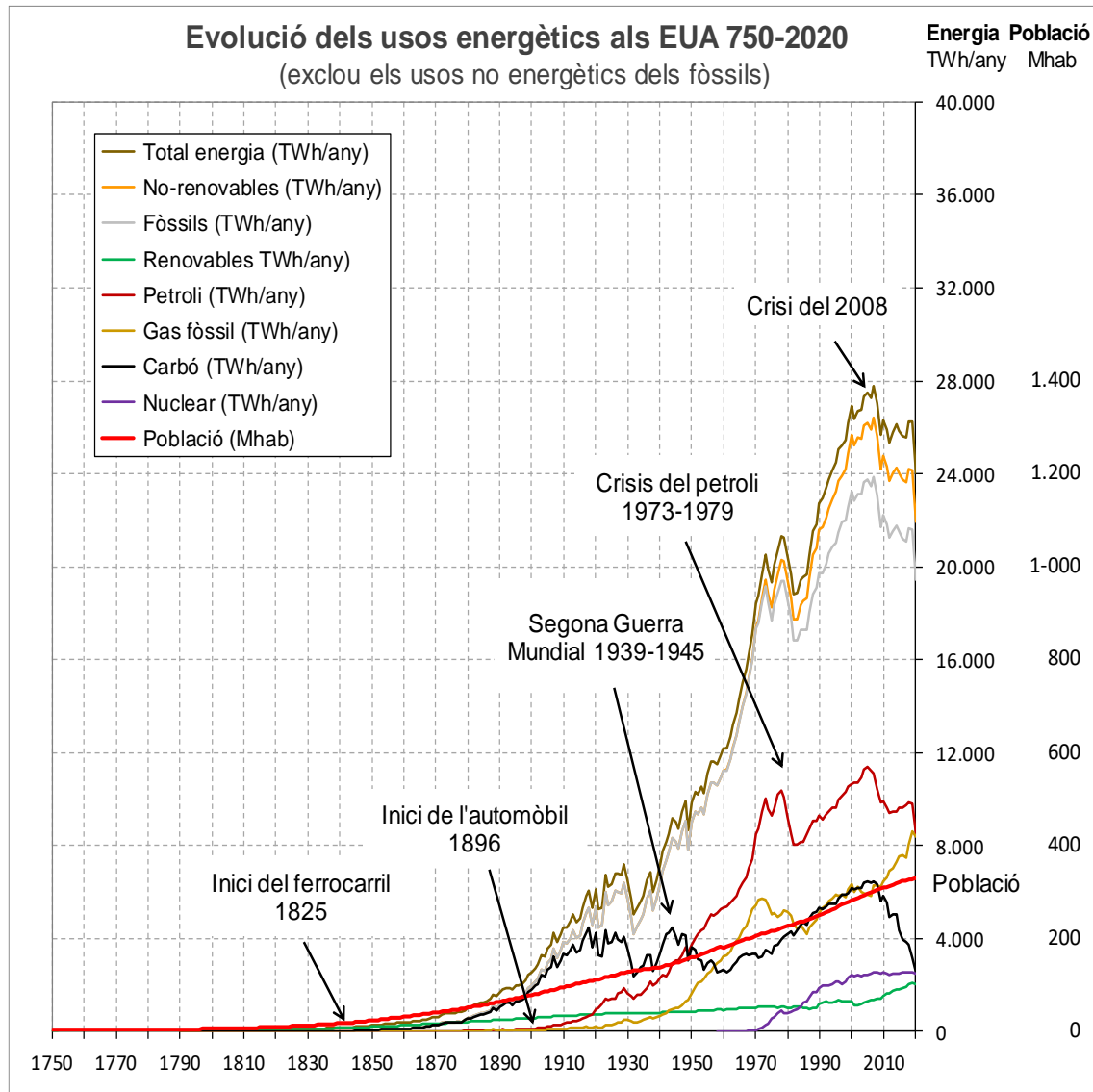


EVOLUCIÓ DELS USOS DE L'ENERGIA A CATALUNYA 1750-2020

- 1850** El sistema energètic català és de **4,3 TWh/any** dels que el 6,7% prové de carbó mineral; l'energia hidràulica està englobada en les energies renovables. La població és d'**1,57** milions d'habitants.
- 1900** Els usos energètics creixen fins a **11,1 TWh/any**, el carbó ja és el 56% i l'energia hidràulica s'acosta al 10%. La població és de **1,95** milions.
- 1970** En una societat ja electrificada, el sistema energètic de Catalunya és de **74,8 TWh/any**; el 76,2% prové del petroli mentre, el carbó ha baixat a 13,3% i l'energia hidroelèctrica a 3,8%. El gas fòssil i l'energia nuclear encara no s'han desenvolupat. La població ja és de **5,1** milions d'habitants.
- 2020** És l'any de la Covid i des del 2008 Catalunya no creix en energia. L'energia primària és **235,4 TWh/any**, el 33,1% prové del petroli, el 24,5% del gas fòssil, el 32,0% de l'urani i el 10,4% són renovables. La població ha crescut fins a **7,75** milions d'habitants.



Fonts: Població: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL>; Energia: 1750 a 1990, CDIAC, https://cdiac.ess-dive.lbl.gov/trends/emis/overview_2014.html ; 1990-2019, IEA, <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=TESbySource>; Elaboració: Carles Riba Romeva



Fonts: Població: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL>; Energia: 1750 a 1990, CDIAC, https://cdiac.ess-dive.lbl.gov/trends/emis/overview_2014.html ; 1990-2019, IEA, <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=TESbySource>; . Elaboració: Carles Riba Romeva

CRISI ENERGÈTICA I CLIMÀTICA

Recursos i reserves:

Recursos. Materials sòlids, líquids o gasosos d'origen natural, presents a l'escorça terrestre, susceptibles de ser transformats en energia.

Reserves. Quantitat coneguda d'un recurs energètic recuperable i explotable amb les condicions tècniques i econòmiques actuals (o del moment considerat).

Taxa de retorn energètic (TRE, EROI en anglès):

Quocient entre l'energia obtinguda en l'ús d'un recurs energètic i l'energia invertida en els processos d'obtenció, adequació i/o transformació. L'extracció del recurs no té sentit si la TRE és inferior a 1; a efectes pràctics ha de ser > 4.

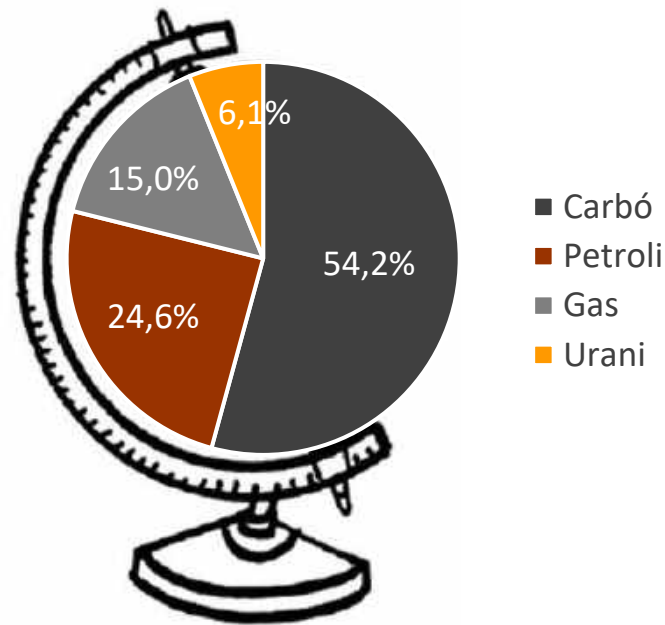
$$\text{TRE} = \frac{\text{Energia obtinguda}}{\text{energia invertida}}$$

La TRE ha baixat de 100 en els primers petrolis a entre 8 i 10 en els petrolis actuals, i la els petrolis no convencionals (extrapesants, sorres bituminoses, fracking) a < 3.

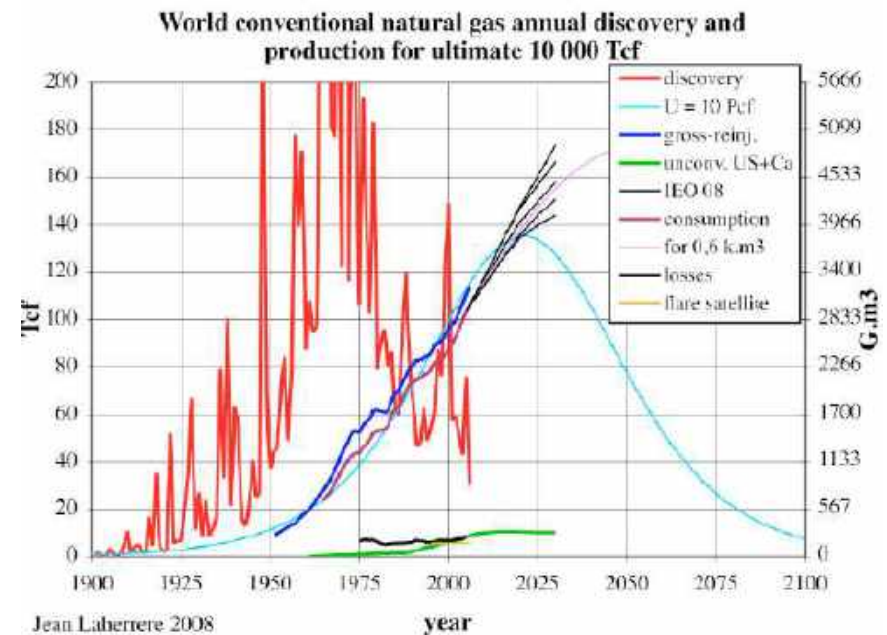
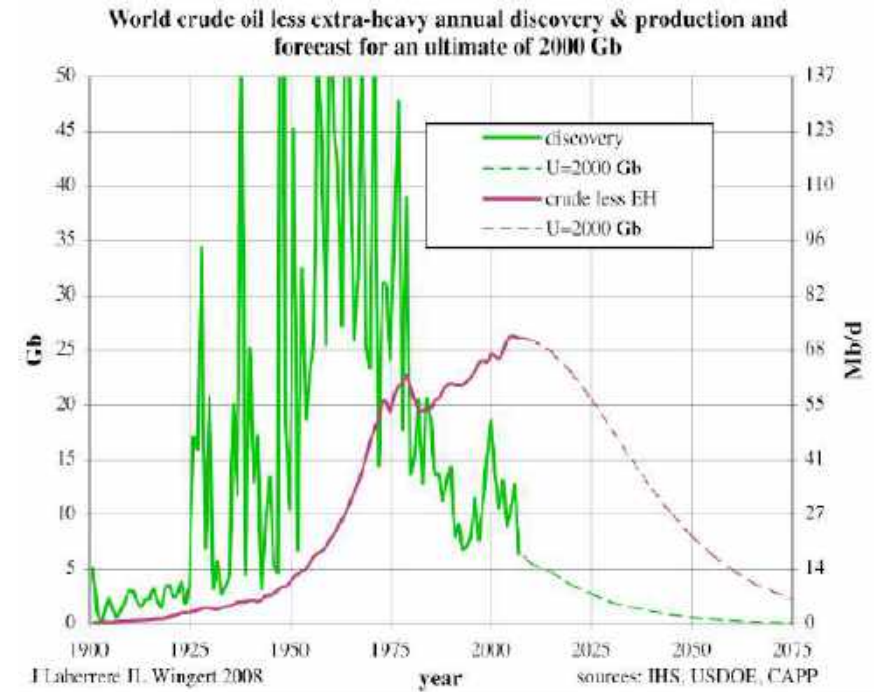
RESERVES DE FÒSSILS I URANI

Avaluades en PWh (= 10^{12} kWh) (2019):

Carbó:	6.568 PWh	54,2%
Petroli:	2.985 PWh	24,6%
Gas:	1.816 PWh	15,0%
Urani:	741 PWh	6,1%
Total:	12.109 PWh	100,0%



Fonts: Carbó, petroli i gas: BP, Statistical Review of World Energy 2021; urani, World Nuclear Associat. 2021. **Elaboració:** Carles Riba Romeva



EXHAURIMENT DE LES RESERVES

Reserves “polítiques”

El 1982, a fi de controlar els preus, l'OPEP va establir quotes de producció de petroli en funció de les reserves de cada país. En pocs anys (1985 a 1990), sense cap base científica, aquests països revisen a l'alça les seves reserves (anomenades «reserves polítiques») des d'uns 350 a 650 Gb (milers de milions de barrils); encara cal sumar uns 175 Gb de les sorres bituminoses d'Athabasca i uns 270 Gb de petrolis extrapesants d'Orinoco (d'incerta explotació), que sumen 745 Gb del total de reserves oficial de 1.735 Gb el 2019.

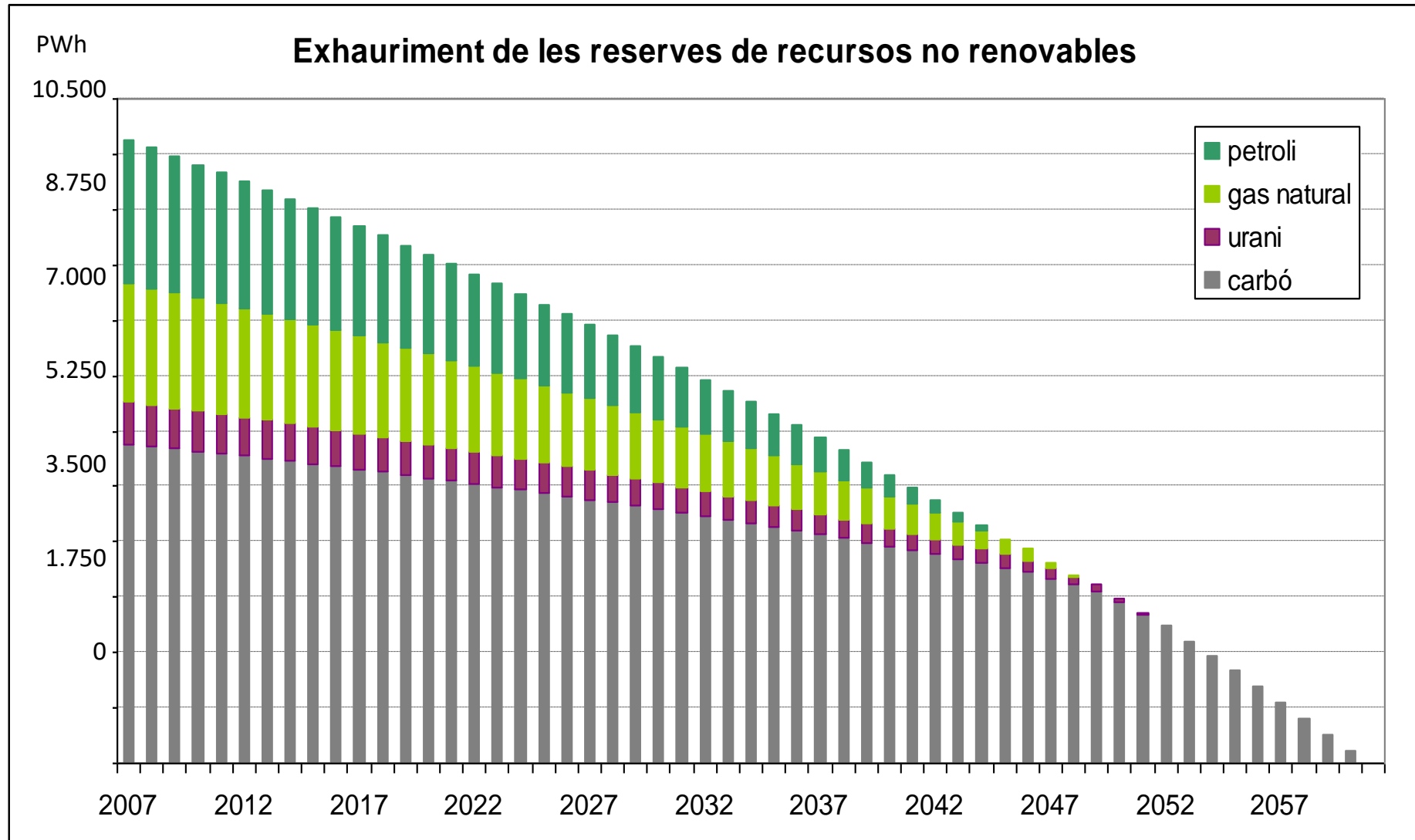
Corba d'exhauriment

Amb els ritmes de consum de 2008, el llibre *Recursos energètics i crisi. La fi de 200 anys irrepetibles* [Riba-2011] explora la corba d'exhauriment de les reserves, sabent que els nous descobriments no compensen el seu sobredimensionament actual.

El resultat és que el conjunt de les reserves de recursos no renovables s'acabaria l'any 2060, començant per l'exhauriment del petroli vers 2045. La situació serà molt més complexa ja que el simple sostre de les extraccions (on ja som ara) col·lapsarà el sistema econòmic dissenyat per funcionar només si creix.

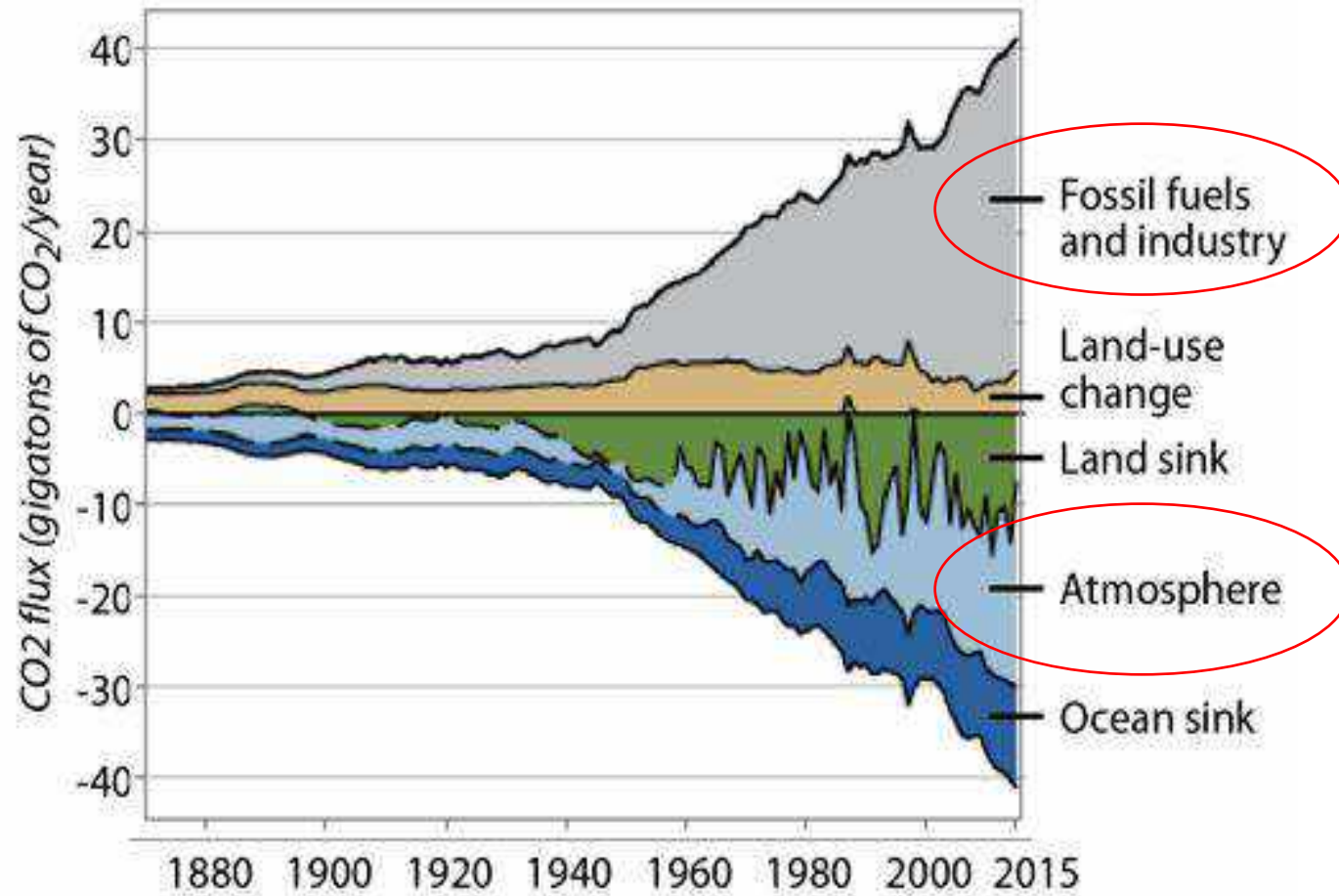
SEQÜÈNCIA D'EXHAURIMENT

(*Recursos energètics i crisi, la fi de 200 anys irrepètible*, C.Riba 2011)



EL CANVI CLIMÀTIC

La finitud dels fòssils no és l'únic problema. La seva combustió origina CO_2 i altres gasos d'efecte hivernacle causen un CANVI CLIMÀTIC i una ACIDIFICACIÓ DELS MARS de greus conseqüències.



Font: U.S. Global Change Research Program

<https://insideclimatenews.org/content/co2-sources-sinks-national-climate-assessment>

ELS ACORDS DE PARÍS DE 2015

El desembre de 2015 Les Nacions Unides (més de 190 països) van arribar a un acord històric a París per combatre el canvi climàtic i impulsar les accions i inversions necessàries per assegurar un futur sostenible amb baixes emissions de carboni.



CONSEQÜÈNCIES DELS ACORDS DE PARÍS DE 2015

Limitar l'increment de temperatura de la Terra a 2°C respecte a l'època preindustrial significa establir un límit en las emissions futures de gasos d'efecte hivernacle.

El 2015, McGlade, C., y P. Ekins publiquen l'article *The Geographical Distribution of Fossil Fuels Unused when Limiting Global Warming to 2°C* (Nature, vol. 517, p. 187), els resultats del qual indiquen que, per aconseguir l'objectiu de la limitació als 2°C, cal que entre 2010 y 2050 restin sense usar (sota terra):

- 4/5 de les reserves actuals de carbó
- 1/3 de las reserves actuals de petroli
- 1/2 de las reserves actuals de gas fòssil

I afegixen que el desenvolupament dels recursos d'hidrocarburs de l'Àrtic i l'increment de producció de petroli no convencional són incongruents amb els esforços per limitar l'increment de temperatura a 2°C.

4. Canvi de paradigma energètic



CANVIS DE PARADIGMA. FONTS ENERGÈTIQUES DE NATURALESA DIFERENT

	Fons no renovables (Combustibles fòssils i urani)	Fons renovables (hidroelèctrica, eòlica, fotovoltaica, solar tèrmica, biomassa)
1. Fonts	Les fonts principals proporcionen combustibles que generen calor	Les fonts principals proporcionen electricitat
2. Intensitat	Fonts molt concentrades en energia. Es troben en el subsòl	Fonts poc concentrades en energia. Calen grans superfícies de captació
3. Gestió	Són recursos d'estoc que faciliten la gestió de l'oferta	Són recursos de flux que aconsellen la gestió de la demanda
4. Magatzem	Són recursos emmagatzemables	Requereixen sistemes massius d'emmagatzematge d'electricitat
5. Accessibilitat	La seva extracció exigeix grans empreses, mitjans y capital	Són fonts distribuïdes y escalables, accessibles a la ciutadania
6. Rendiment	Rendiments baixos en transformar-se en electricitat i en mobilitat	Rendiments alts en totes les aplicacions

ENERGIA I RENDA: MÓN, REGIONS, EUROPA, ESPANYA I CATALUNYA

2020	Població		PIB(per càpita)		Ús fòssils (per càpita) ¹		Ús Energia (per càp.) ¹		FE(fòssils) G\$ (10 ⁶ \$)
	Mhab	%món	\$/hab/a	món=100	kWh/hab/a	%Obt/Ús	kWh/hab/a	món=100	
Món	7.753,3	100,0%	10.924	100,0	15.048	100,0%	19.246	100,0	± 800.000
OCDE	1.370,9	17,7%	38.178	349,5	30.529	82,4%	40.000	207,8	-259.251
No-OCDE	6.382,4	82,3%	5.070	46,4	11.723	112,8%	14.788	76,8	305.873
Orient Mitjà	251,0	3,2%	9.180	84,0	31.162	228,4%	31.435	163,3	335.636
Euràsia	298,2	3,8%	7.235	66,2	28.864	182,1%	32.453	168,6	204.258
Àfrica	1.338,8	17,3%	1.814	16,6	3.487	158,9%	7.103	36,9	78.307
Amèrica del Sud i C.	523,4	6,8%	6.985	63,9	8.021	119,7%	13.001	67,6	20.523
Amèrica del Nord	498,6	6,4%	47.392	433,8	43.084	114,2%	54.391	282,6	47.790
EUA	329,5	4,2%	63.414	580,5	53.068	105,6%	66.879	347,5	-4.681
Àsia i Oceania	4.217,8	54,4%	7.255	66,4	13.206	72,3%	16.035	83,3	-422.188
Xina	1.402,1	18,1%	10.500	96,1	23.660	75,9%	27.391	142,3	-177.833
Europa	625,4	8,1%	31.852	291,6	22.693	37,7%	32.909	171,0	-217.704
Europa del Nord	230,3	3,0%	48.980	448,4	23.995	62,1%	35.659	185,3	-67.968
Europa de l'Est	113,6	1,5%	14.493	132,7	19.894	44,0%	26.838	139,4	-30.347
Europa del Sud	281,4	3,6%	24.846	227,4	17.603	6,5%	26.542	137,9	-119.389
Espanya	47,4	0,6%	27.063	247,7	18.649	0,1%	26.966	140,1	-25.265
Catalunya (2019)	7,6	0,1%	32.997	302,1	24.323	0,2%	36.053	187,3	-5.263

¹ Descomptant els usos no energètics dels fòssils; %Obt/Ús, percentatge entre l'energia obtinguda de les fonts del país i l'energia usada en el país; FE(fòssils) = Factura energètica dels fòssils exportats-importats a preus internacionals.

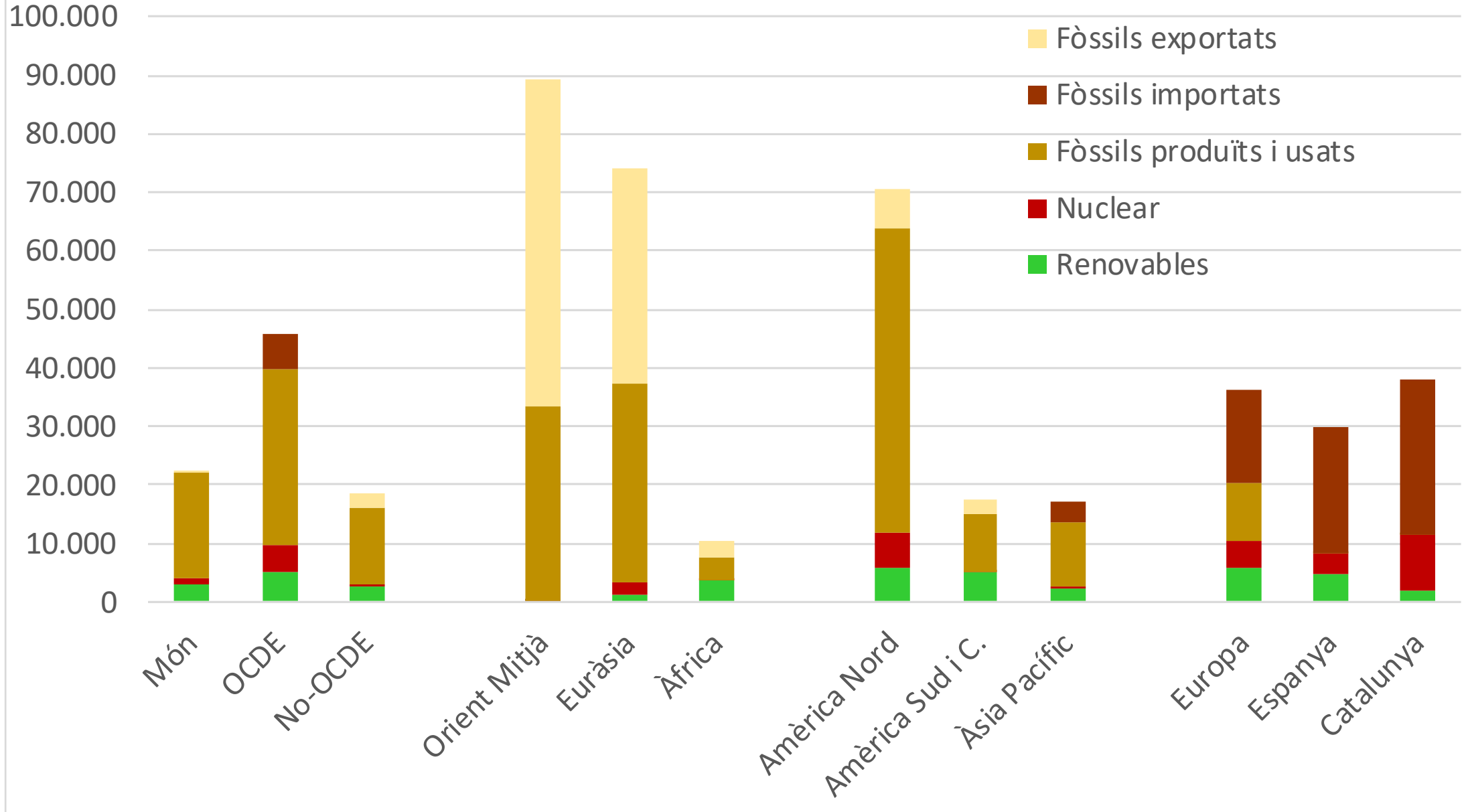
Fonts: Energia: EIA i Idescat; Rendes: Banc Mundial; Preus energia: ÍndexMundi; **Elaboració:** Carles Riba Romeva

ENERGIA I RENDA: MÓN, REGIONS, EUROPA, ESPANYA I CATALUNYA

Comentaris:

- 1) Hi ha una forta correlació PIB per càpita i usos energètics per càpita
- 2) Les relacions ús de fòssils/ús d'energia total (no indicades a la taula) són: 78,2% en el món; 49,1% a Àfrica (l'altra meitat és fonamentalment biomassa); > 60% a la resta de regions i països; a **Catalunya és 67,5% fòssil i 22,8% nuclear.**
- 3) La columna %Obt/Ús indica el percentatge de fòssils obtinguts respecte als usats en cada territori; si és superior a 100% el territori és exportador i si és inferior a 100%, és importador. El conjunt d'Europa és 37,7%, Europa del Sud, 6,5%, Espanya 0,1% i **Catalunya 0,2% (importa el 99,8% dels combustibles fòssils).**
- 4) La columna FEF (fòssils) són les factures (en G\$, milers de milions de dòlars) que els territoris exportadors cobren (+) i els importadors paguen (-) pel balanç importacions-exportacions avaluats a preus internacionals. Les principals exportadores són Orient Mitjà i Euràsia i, les principals importadores, Àsia i Oceania i Europa (FEF = -217.700 M\$ el 2000); **Catalunya: FEF = -5.260 M\$**

Usos d'energia 2019 (kWh/hab/any)



Nouvelles représentations des consommations d'énergie, cahiers N°22, octobre de 2013, IDDRI

Balanç energètic. Energia utilitzada en un territori; és la que comptabilitza la IEA

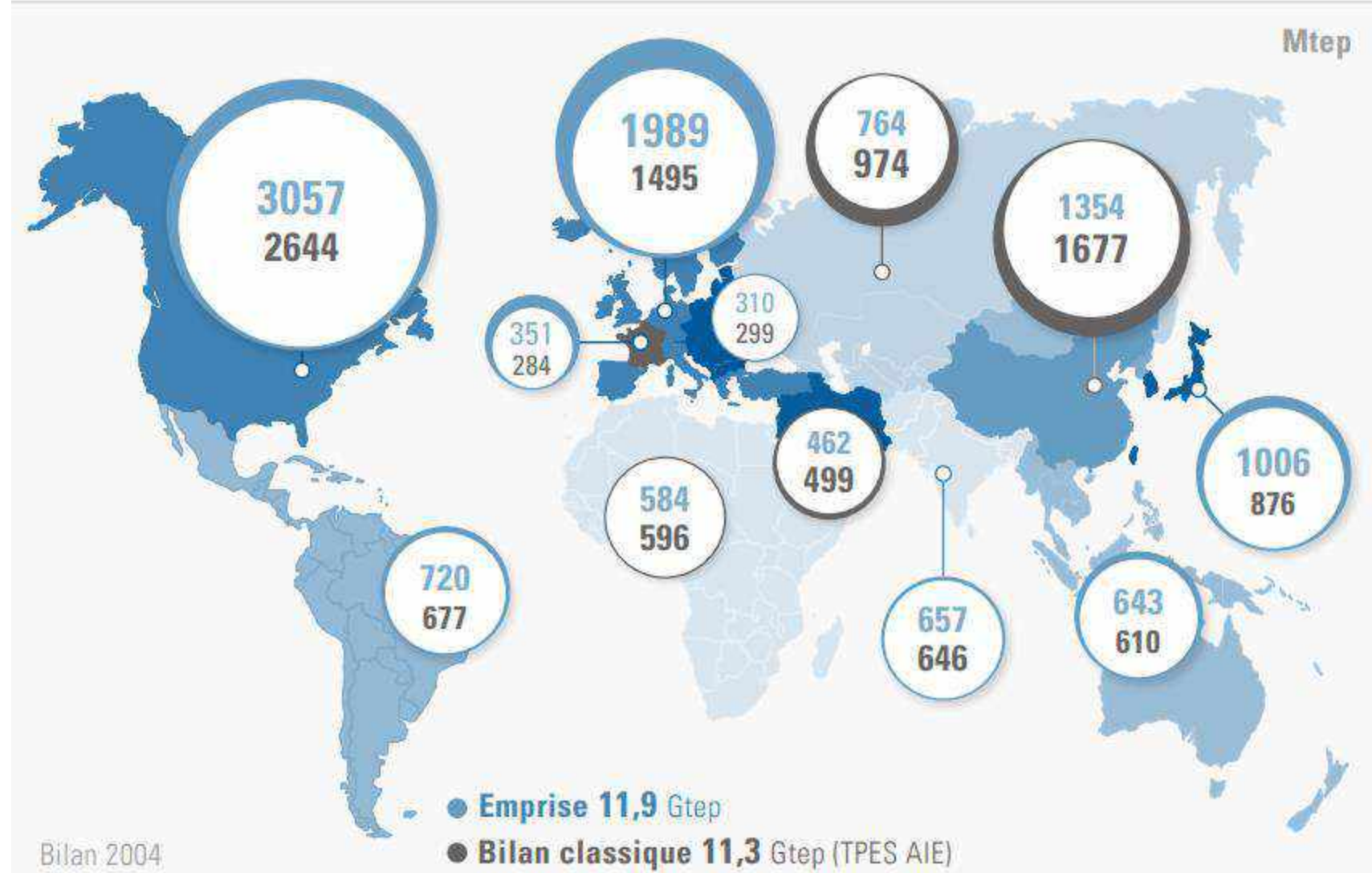
Impacte energètic. Energia que cobreix les necessitats dels habitants d'un territori, utilitzada en el propi territori o a altres llocs.

Té en compte la diferència entre l'energia grisa importada i l'exportada.

Europa A causa de l'externalització progressiva de les activitats, el 2004, l'impacte energètic d'Europa era 1,275 vegades el del seu balanç energètic.

Bilan = Balanç
Emprise = Impacte

Figure 14
Comparaison des emprises avec les bilans classiques (AIE)



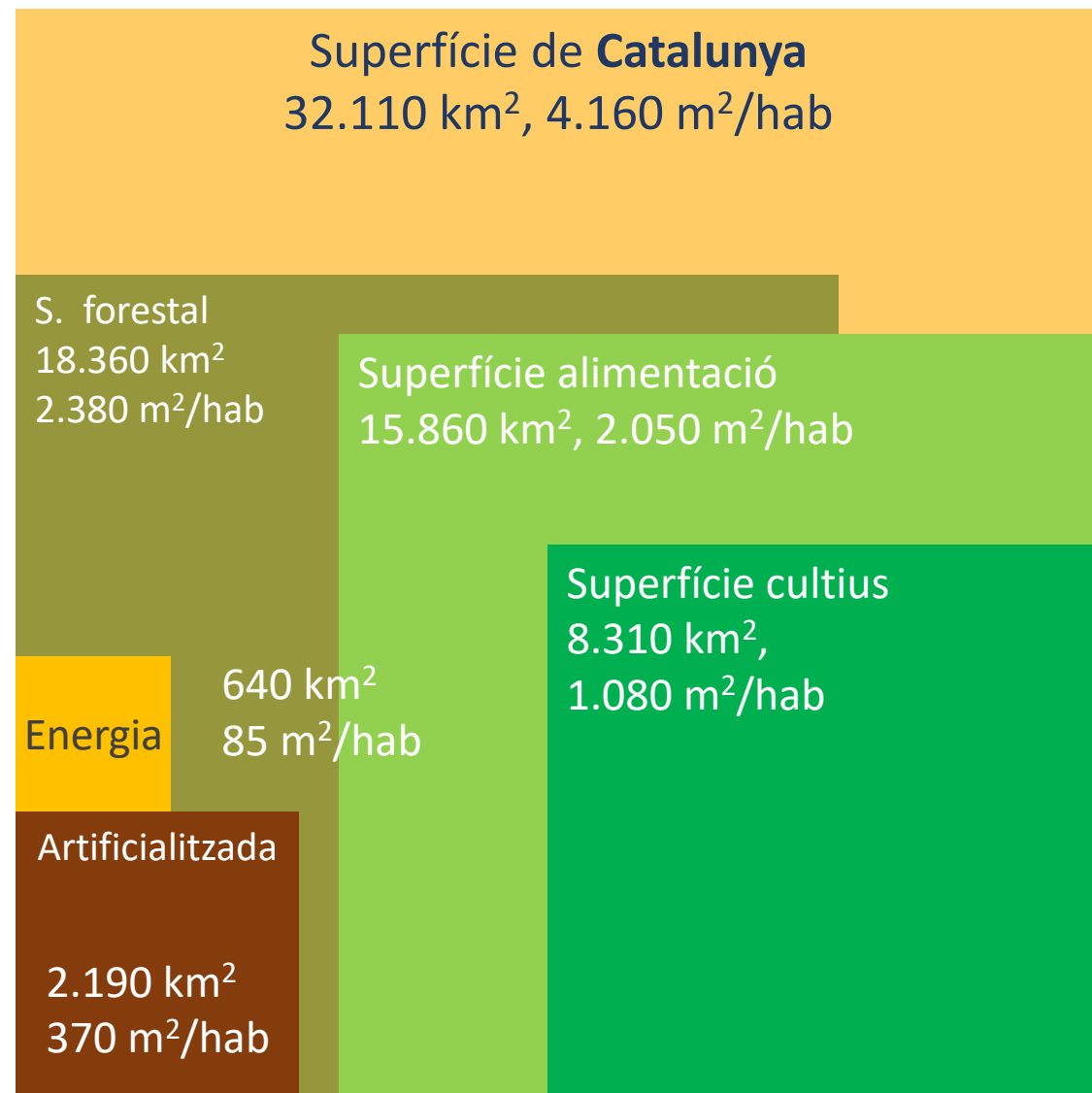
5. L'energia i el territori

ENERGIA RENOVABLE A CATALUNYA

Més enllà del territori artificialitzat, Eduard Furró¹ avalua la superfície necessària a Catalunya en sòls rústics per captar l'energia renovable en unes **64.000 ha**, el **2 %** del territori.

El repte és factible, però no fàcil. Les administracions han de posar les bases per resoldre els desequilibris territorials.

Població	7.720.000
Superfície forestal	57,2 %
Superfície de cultius	24,9 %
Superfície d'alimentació	49,4 %
Superfície artificialitzada	6,8 %
Superfície d'energia	2,0 %



¹ Eduard Furró, *Catalunya. Aproximació a un model energètic sostenible*, Editorial Octaedro, 2016.

DESEQUILIBRI TERRITORIAL A CATALUNYA

Població (Idescat 2022):

Metropolitana: **63,3%** viu en el **7,3%** del territori

Intermèdia: **28,0%** viu en el **32,2%** del territori

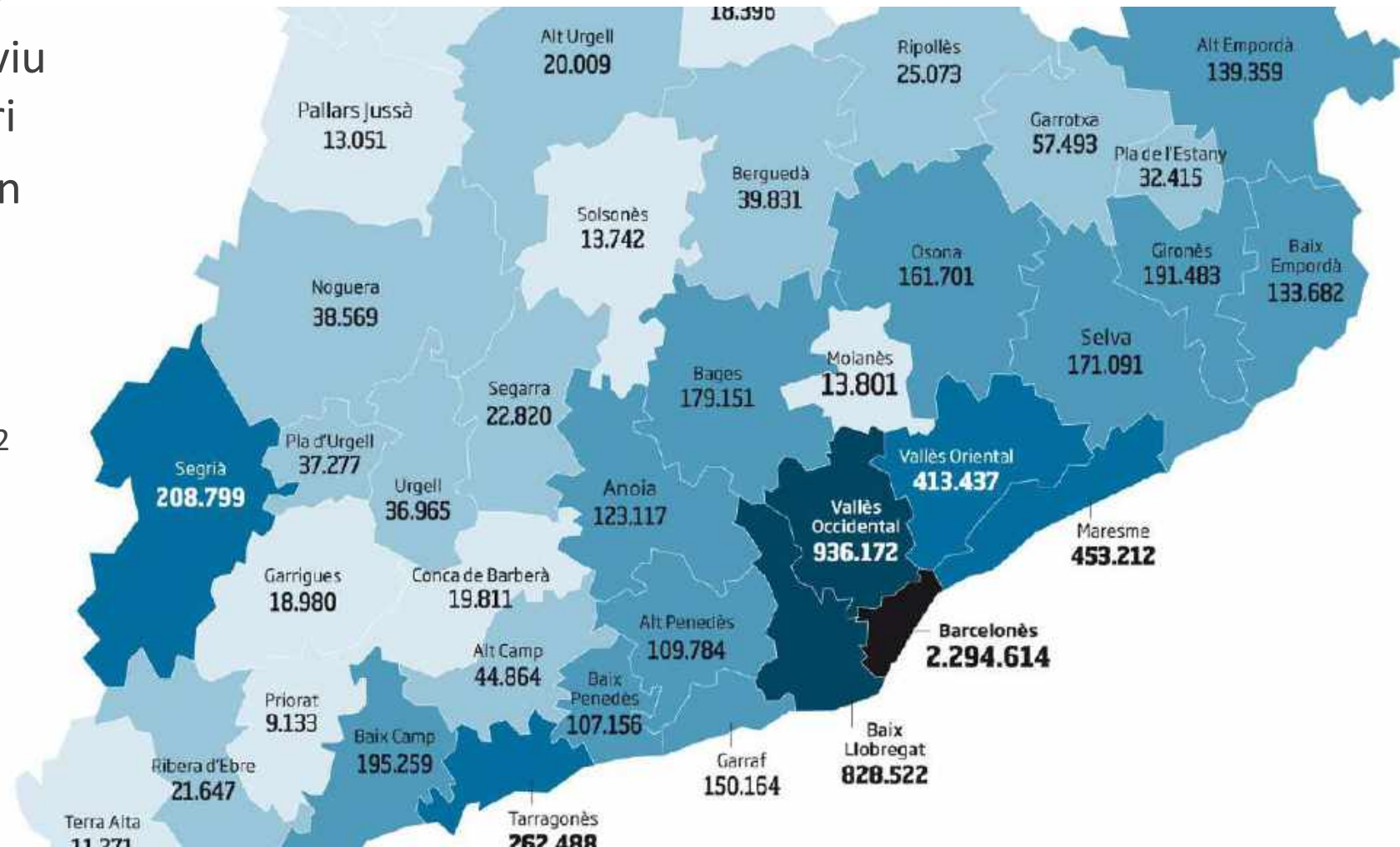
País buit: **8,7%** viu en el **60,5%** del territori.

Densitat: 241,8 hab/km²

Orografia:

Pendent de <20%: **49%** del territori

Pendent de >20%: **51%** del territori

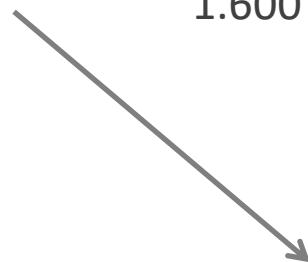


RELACIÓ DE SUPERFÍCIES PER OBTENIR LA MATEIXA ENERGIA



20 ha/(GWh/any)
Biomassa
Economia pre-fòssil

Transició energètica a fòssils (finals segle XVIII)
divideix la superfície per 1.600



0,0125 ha/(GWh/any)
Combustibles fòssils
Economía industrial



En els tres casos per generar **900 MWh/any** en electricitat o equivalent

Transició energètica a renovables (segle XXI)
multiplica la superfície per 80 (la divideix per 20 respecte a l'economia pre-fòssil)



1 ha/(GWh/any)
Energia fotovoltaica
Economia post-fòssil



EL TERRITORI, ELEMENT CLAU DEL SISTEMA ENERGÈTIC RENOVABLE

Les energies renovables provenen de la radiació directa del Sol o de derivades en forma de vent, pluja, biomassa o d'altres. Són suficientment abundants però menys intensives que els combustibles fòssils i la seva captació requereix grans superfícies. Per a les diferents tecnologies de captació, les ratio energia/superfície:

- ENERGIA SOLAR TÈRMICA	2,5 a 6,0 GWh/ha/any	Mitja	3,5 GWh/ha/any
- ENERGIA FOTOVOLTAICA	0,6 a 1,5 GWh/ha/any	Mitja	0,9 GWh/ha/any
- ENERGIA HIDRÀULICA	< 0,06 GWh/ha/any	Mitja	
- ENERGIA EÒLICA	0,5 a 1,8 GWh/ha/any	Mitja	1,1 GWh/ha/any
- BIOMASSA	0,044 a 0,052 GWh/ha/any	Mitja	0,48 GWh/ha/any

Els combustibles fòssils ens havien alliberat del condicionant territorial de l'energia. Amb la transició energètica a les fonts renovables, el territori torna a esdevenir essencial però, ara, amb uns usos energètics unes 50 vegades superiors.

Cal fer compatibles aquest nou ús del territori amb les altres funcions: ecosistemes, boscos, agricultura, ramaderia, gestió de l'aigua, ciutats i infraestructures.

ELS DIFERENTS USOS DEL TERRITORI (cal establir prioritats)

