

# TRANSICIÓ ENERGÈTICA DEL SEGLE XXI (TE21) ANÀLISIS + SOLUCIONS

CMES – març de 2015

**PART 1 ANÀLISIS:** Extracte del llibre “*Recursos energètics i crisi, la fi de 200 anys irrepetibles*” de Carles Riba Romeva (2012)

**PART 2 SOLUCIONS:** Extracte del llibre “*La transició energètica del segle XXI, el col·lapse es evitable*” de Ramon Sans Rovira (2014)

Els combustibles fòssils i l'urani, finits i no renovables, sobre els que es basa el model actual de desenvolupament, porten el camí d'exhaurir-se en les dècades properes. És el moment d'enfocar com serà l'energia del futur basada en recursos renovables i sostenibles posant en marxa tots els mecanismes necessaris que garanteixin una qualitat de vida per a les generacions actuals i properes. No perdem l'oportunitat.

## EL COL·LAPSE ÉS EVITABLE EVITEM-LO !

### **PART 1 ANÀLISIS: La crisi de la fi dels combustibles fòssils**

#### **1.1 L'ús d'energies no renovables és de fa uns 200 anys**

Ens hem acostumat a parlar d'energies renovables i d'energies no renovables com alternatives equivalents dintre del nostre mix energètic.

Les energies no renovables són acumulables, vendibles i erròniament pensem que permeten una gestió més fàcil i còmode (podem cremar el petroli, el gas natural o el carbó quan vulguem); per tant, hem tendit a prioritzar-les davant de les energies renovables (irradiació solar, vent, corrents d'aigua, marees) que son gratuïtes, però sotmeses als cicles de la naturalesa.

El desenvolupament basat en els combustibles fòssils és un fenomen relativament recent i té els seus inicis ara fa uns 200 anys, mentre que, fins aleshores, la major part de la humanitat havia viscut de les energies renovables.

A darreries del segle XVIII les primeres màquines de vapor substituïen les rodes hidràuliques, a primers del segle XIX es perfeccionaven els vaixells de vapor i, el 1825, s'establia a Anglaterra la primera línia de ferrocarril de vapor. A partir de la Revolució Industrial a finals del Segle XVIII en els països pioners i, sobretot, després de la segona meitat del segle XX i dels primers anys del segle XXI, s'ha anat generalitzant l'ús dels combustibles fòssils, no sense grans desigualtats.

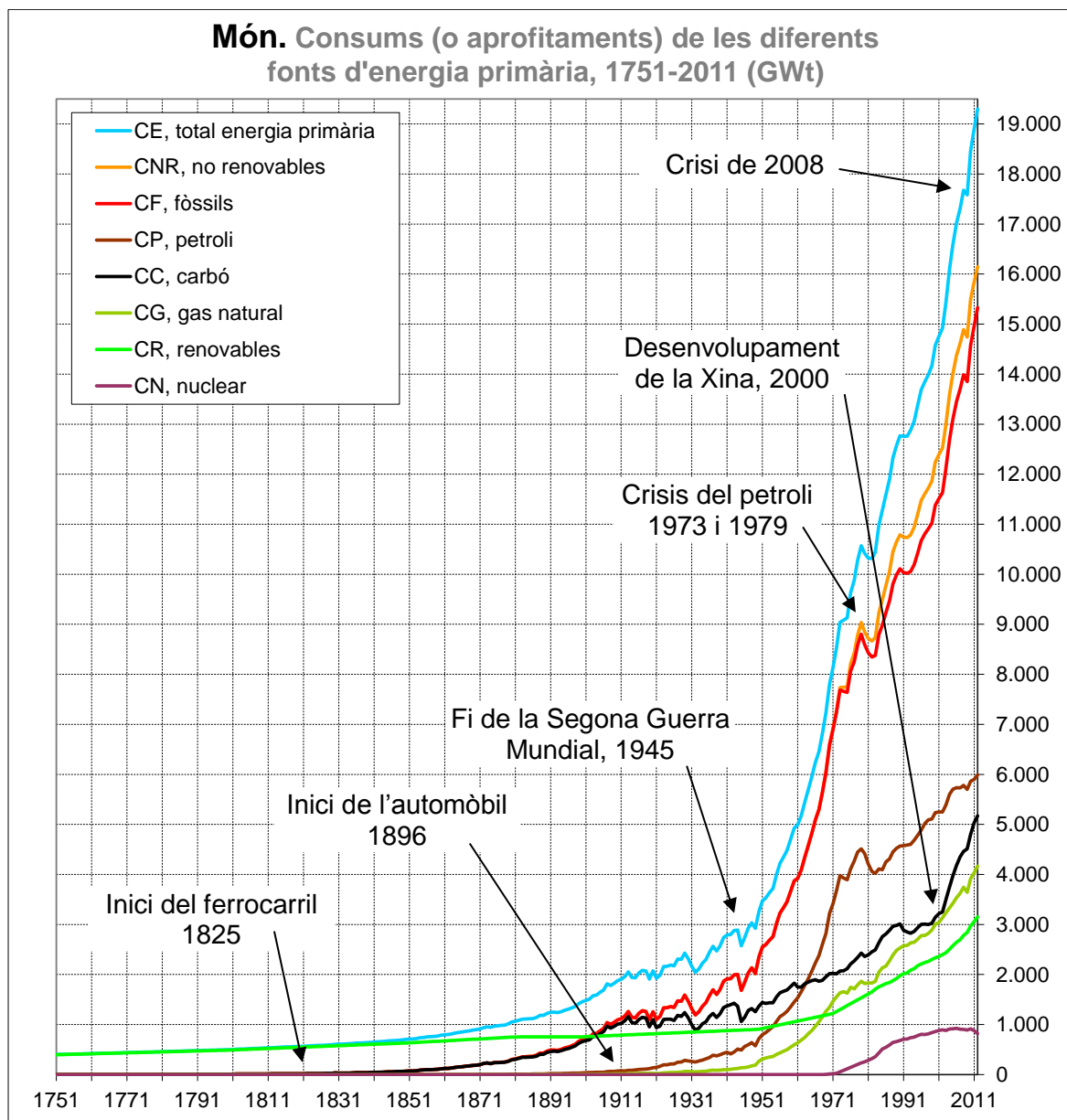
## 1.2 L'evolució mundial dels combustibles fòssils i l'urani

**Important:** en tot aquest text, quan parlem de consums mitjans usem TWh/a (terawatt any/any) o TW (energia/temps que equival a unitat de potència) o els seus derivats GW, MW o KW i quan parlem de reserves usem TWh (terawatt any; unitat d'energia) i també GWh, MWh i kWh.

Tot i que el carbó és el combustible de la Revolució Industrial, no és fins el 1850 que el seu ús comença a ser perceptible i vers 1900 sobrepassa l'ús de la biomassa i s'estanca fins pràcticament el 1945.

Entretant, el consum de petroli, que inicia la seva explotació vers el 1870, amb el desenvolupament de l'automòbil, s'expandeix fins el 1945; el gas natural, amb cert retard, el segueix.

A partir de la Segona Guerra Mundial es produeix una explosió del consum mundial del petroli que supera el carbó el 1963. El gas natural experimenta un creixement absolut menor.



**Figura 1.** Evolució del consum mundial de recursos no renovables (petroli, gas natural, carbó i urani) en el període 1751-2012. **Fonts:** EIA-govEUA, IEA-OCDE, CDIAC. **Elaboració:** Carles Riba Romeva.

Entre 1973 i 1983 es produeixen les primeres crisis del petroli, el consum mundial de petroli pràcticament s'estanca però alhora es desenvolupa l'energia nuclear.

A partir de 1983 s'inicia un nou cicle de creixement econòmic fins a la crisi de 2008. De nou es produeix un gran augment del consum dels recursos energètics no renovables.

Entre 1980 i 2008, les energies no renovables es mantenen pràcticament en el 84% de l'ús mundial d'energia. El 16% restant correspon a les energies renovables de les que, més de la meitat, és la biomassa emprada encara com a única font d'energia per 2.600 milions d'habitants de la Terra.

En els darrers anys, els països desenvolupats (i, en especial, Europa) entren en una crisi que comença com a hipotecària i que acaba essent econòmica i creditícia on l'ús de combustibles fòssils i d'urani decau. Malgrat això, el consum mundial de recursos fòssils continua creixent sota l'impuls dels països emergents fins a 16.145 GW el 2012.

Tot i això, la contribució del petroli en l'increment de l'ús mundial d'energia és cada cop més baixa i tot indica que estem arribant al zenit de la seva producció, malgrat els fracassats intents d'obtenir petroli i gas per fracking. En canvi, el consum de carbó en aquests darrers anys (el més contaminant) torna a créixer impulsat per les economies asiàtiques emergents (especialment la Xina).

### 1.3 Les reserves

Cal distingir entre recursos i reserves. Els recursos són les quantitats de matèria orgànica fòssil enterrada, fruit de milions d'anys de processos de sedimentació i de transformació de restes d'animals i de plantes. Les reserves són la part d'aquests recursos que és viable d'extreure des dels punts de vista tècnic i econòmic. Els recursos són molt més elevats que les reserves i, en confondre aquests dos conceptes, sovint s'ha volgut fer creure que encara s'està molt lluny dels zenits de producció i del declivi dels recursos no renovables.

Els recursos no renovables són finits i, encara que es descobreixen alguns nous jaciments, o bé són ja les escorrialles, o són de molt difícil o impossible explotació.

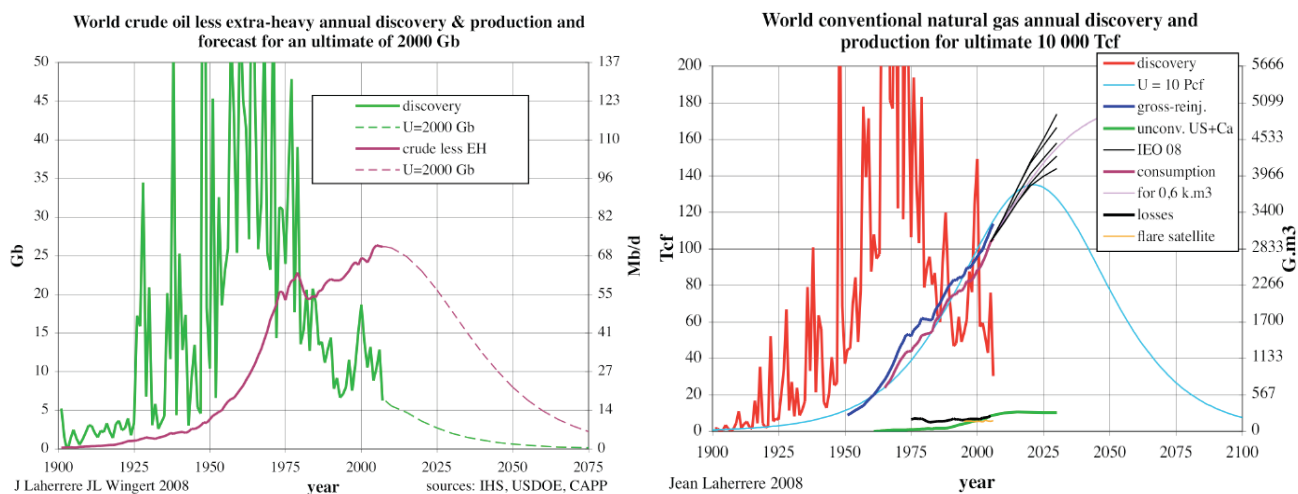
<b>Taula 1. Reserves de recursos energètics no renovables el 2007 (Gwa)</b>					
	<b>Petroli</b>	<b>Gas natural</b>	<b>Carbó</b>	<b>Urani</b>	<b>Reserves totals</b>
<b>Món</b>	<b>258.600</b>	<b>215.400</b>	<b>577.000</b>	<b>75.200</b>	<b>1.126.200</b>
%fontes	23,0%	19,1%	51,2%	6,7%	100,0%
<b>Europa</b>	<b>3.030</b>	<b>5.964</b>	<b>16.065</b>	<b>1.566</b>	<b>26.625</b>
%Món	1,17%	2,77%	2,78%	2,08%	2,36%
<b>Espanya</b>	<b>29</b>	<b>3</b>	<b>205</b>	<b>155</b>	<b>393</b>
%Món	0,01%	0,00%	0,03%	0,20%	0,035%
<b>Catalunya</b>					<b>0</b>
					0,00%
<b>Font:</b> Energy Information Administration; IAEA. <b>Elaboració:</b> Carles Riba Romeva					

Les dades d'aquesta taula posen de manifest, entre d'altres, els aspectes següents:

1. La major part de les reserves del món són de carbó (51,2%), el combustible fòssil més contaminant a escala local, regional i mundial. El gran increment del consum de carbó en els darrers anys es deu fonamentalment a la Xina que, amb el 19% de la població mundial, consumeix prop del 50% d'aquest recurs.
2. Les reserves d'urani són les més escasses entre les energies no renovables (6,7%). Més enllà del perill d'accident catastròfic no pot erigir-se de cap de les maneres en l'alternativa energètica de futur.
3. Europa és la regió del món amb les reserves de recursos no renovables (2,36%) més baixes.
4. Les reserves de recursos no renovables a Espanya són ínfimes (0,035% mundial).
5. Les reserves de Catalunya són pràcticament nul·les.

## Evució de les reserves

Jean Laherrère, enginyer petroler jubilat de l'empresa francesa Total i membre d'ASPO, estableix per al petroli i el gas natural, la comparació entre les evolucions dels increments de noves reserves i dels consums dels recursos (figura 3).



**Figura 2.** Esquerra: descobertes anuals de petroli (en verd) i de gas convencional (en vermell), consums (en lila). Font: J. Laherrère i J. L. Wingert 2008. Dreta: descobertes anuals de gas convencional en el món (en vermell); i consum (en lila); consum previst (en blau clar). Font: J. Laherrère 2008.

Vers el 1980, la descoberta de noves reserves de petroli esdevé menor que el consum, fet que enuncia el procés de declivi i d'exhauriment del recurs. Laherrère estima que el zenit del petroli convencional té lloc vers 2010 amb 70 Mb/d (milions de barrils per dia) tot i que, sumant els gasos líquats i els petrolis no convencionals, la producció de combustibles líquids arriba a 89 Mb/d el 2012.

La descoberta de noves reserves de gas natural segueix un patró semblant a la del petroli amb un decalatge d'alguns anys: el consum sobrepassa els nous descobriments vers 1990 i es preveu el zenit per al 2020. Altres estimacions fetes amb l'urani i el carbó mostren tendències semblants, tot i que més dilatades en el temps.

### 1.4 Els combustibles no convencionals

Els hidrocarburs (petroli i gas natural) convencionals són aquells que s'obtenen de pous en terra ferma o en aigües poc profundes en jaciments concentrats i accessibles que proporcionen una energia abundant i barata, base del desenvolupament de les societats avançades. La crisi dels recursos convencionals ha incentivat la cerca d'alternatives amb hidrocarburs no convencionals per perllongar aquesta situació.

L'explotació de reserves cada cop més difícils es tradueix en els preus. Entre 1998 i 2012, el petroli cru ha vist multiplicar els preus internacionals per 5,4 vegades. A molta més distància segueixen els increments dels preus del gas natural (2,9 vegades) i del carbó (2,2 vegades).

Aquest encariment és la manifestació més clara de l'aproximació dels límits dels combustibles fòssils, que tindrà conseqüències pregones en l'economia mundial del futur, especialment en els països importadors com ara els del sud d'Europa i, més greument, Espanya i Catalunya.





**Figura 3.** Combustibles no convencionals.

A dalt a l'esquerra: petroli extrapesant de la Faixa de l'Orinoco (Veneçuela)

<http://curtaquimica.blogspot.com.es/>.

A dalt a la dreta: sorres bituminoses d'Athabasca (Alberta, Canadà),

<http://blog.foreignpolicy.com/files/images/oilsand.jpg>.

Al mig: Afectació territorial i ambiental de l'explotació de sorres bituminoses a Athabasca

<http://frack-off.org.uk/extreme-energy-the-road-to-nowhere/>.

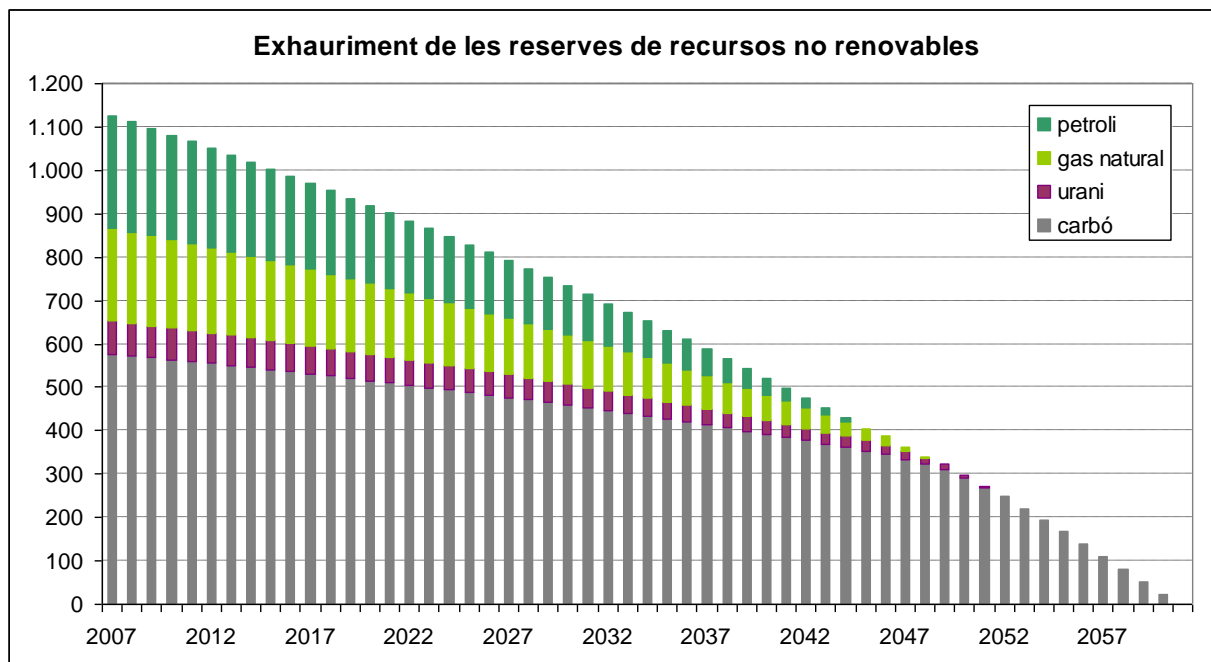
A baix a l'esquerra: accident de la plataforma Deepwater Horizon el 2010 en aigües profundes del Golf de Mèxic, [http://fr.wikipedia.org/wiki/Deepwater\\_Horizon](http://fr.wikipedia.org/wiki/Deepwater_Horizon).

A baix a la dreta: jaciment de gas d'esquist Jonah en la conca Green River (Wyoming, EUA)

<http://www.uswateralliance.org/tag/hydro-fracking/>.

### 1.5 Procés d'exhauriment dels recursos no renovables

Avui dia es crema cada any el petroli que es va formar durant 1 milió d'anys. Quan de temps tenim fins a l'exhauriment dels recursos energètics no renovables?



**Figura 4.** Exhauriment progressiu de les reserves de recursos no renovables (petroli, gas natural, urani i carbó) en el supòsit que actuen solidàriament cobrint les projeccions de consum de l'EIA. **Font:** EIA-govEUA, IAEA. **Elaboració:** Carles Riba Romeva

Partint de les xifres de reserves mundials i de l'evolució del consum mundial el petroli s'esgotaria en els propers trenta anys i, el gas i l'urani, cinc anys després. L'únic combustible fòssil que perduraria fins el 2060 és el carbó, però utilitzar-lo implicaria una contaminació difícilment compatible amb la vida humana. I a tot això caldria afegir l'ascens astronòmic dels preus dels combustibles fòssils previsibles per als propers anys, amb el consegüent decreixement del nostre model de benestar.

## 1.6 Consums a Catalunya

Com se situa Catalunya en relació al consum i a les reserves de fòssils? Doncs, de forma extremadament precària. Les dades s'han obtingut d'Idescat i corresponen al període de 1993 a 2009 (a Idescat no hi ha dades actualitzades sobre energia més enllà d'aquesta darrera data).

En primer lloc, s'observa que Catalunya pràcticament no produeix combustibles fòssils quan aquests constitueixen el 66,6% del seu consum total d'energia.

A pesar de la disminució del consum global de fòssils i del balanç importador en els darrers anys, l'augment persistent dels preus internacionals del petroli i dels altres combustibles fòssils fan que **la factura que Catalunya paga a l'exterior per la compra d'aquests recursos primaris hagi sigut de 8.000 M€ el 2012** (taula 2).

Per altre costat, l'energia nuclear a Catalunya és el 18,5% del consum total d'energia el 2009 (una relació de les més elevades del món). Les fonts renovables només cobreixen el 6,9% del consum (una de les més baixes d'Europa) i han disminuït en els darrers anys.

El conjunt de les dades anteriors indiquen que el 2009 Catalunya tan sols obté del seu territori el 7,4% dels recursos energètics primaris de consumeix.

### **Catalunya en el context d'Europa i del món**

És interessant de comparar les principals xifres de Catalunya amb les d'Europa, les restants regions del món i del seu conjunt per percebre la seva situació especialment dependent i empobridora respecte a l'energia (taula 2).

<b>Taula 2. Energia i factures exteriors de fòssils de Catalunya i les regions del Món (2012)</b>						
	<b>Població</b>	<b>PIBpc<sup>1</sup></b>	<b>CEpc<sup>2</sup></b>	<b>CFpc<sup>3</sup></b>	<b>PF/CF<sup>4</sup></b>	<b>FEF<sup>5</sup></b>
	<b>Mhab</b>	<b>€/ (hab·a)</b>	<b>W/hab</b>	<b>W/hab</b>	<b>%</b>	<b>M€/a</b>
<b>Món</b>	<b>7.017</b>	<b>7.961</b>	<b>2.735</b>	<b>2.169</b>	<b>100,0</b>	<b>±1.692.000</b>
Orient Mitjà	221	9.352	4.854	4.815	244,2	+649.900
Àfrica	1.073	1.472	891	494	220,4	+233.500
Euràsia	289	7.419	5.329	4.677	169,3	+334.400
Amèrica del Sud i C.	483	7.408	2.313	1.444	119,5	+41.100
Amèrica del Nord	464	31.397	8.423	6.782	93,3	-147.500
Àsia i Oceania	3.877	4.339	1.987	1.634	75,2	-674.200
<b>Europa</b>	<b>611</b>	<b>23.690</b>	<b>4.741</b>	<b>3.433</b>	<b>40,4</b>	<b>-413.400</b>
<i>Europa del Nord</i>	<i>218</i>	<i>35.765</i>	<i>6.282</i>	<i>4.567</i>	<i>60,7</i>	<i>-131.000</i>
<i>Europa del Sud</i>	<i>277</i>	<i>20.423</i>	<i>3.977</i>	<i>2.798</i>	<i>7,9</i>	<i>-230.200</i>
<i>Europa de l'Est</i>	<i>116</i>	<i>8.790</i>	<i>3.626</i>	<i>2.817</i>	<i>55,8</i>	<i>-52.200</i>
<b>Espanya</b>	<b>47</b>	<b>22.348</b>	<b>4.445</b>	<b>3.285</b>	<b>2,9</b>	<b>-50.500</b>
<b>Catalunya<sup>6</sup></b>	<b>7,5</b>	<b>27.237</b>	<b>4.670</b>	<b>3.494</b>	<b>0,5</b>	<b>-8.000</b>

<sup>1</sup> Producte interior brut per càpita; <sup>2</sup> Consum total d'energia per càpita; <sup>3</sup> Consum de fòssils per càpita; <sup>4</sup> Grau d'autosuficiència energètica de fòssils = producció de fòssils / consum de fòssils; <sup>5</sup> Factura exterior de fòssils (+, creditora; -, deutora); <sup>6</sup> Les dades d'energia de Catalunya s'han extrapolat a 2012.  
**Fonts:** Energia i població: Energy Information Administration (govern d'EUA), Idescat; PIB: Fons Monetari Internacional (FMI); Preus internacionals dels fòssils: FMI i Banc Mundial. **Elaboració:** Carles Riba Romeva.

**Catalunya té un elevat nivell de vida que se sustenta amb una producció insignificant dels combustibles fòssils que consumeix (0,5%) que obliga a importar el 99,5% restant i la factura exterior de fòssils va ser de 8.000 milions d'€ l'any 2012 (el pressupost de sanitat i d'ensenyament son de l'ordre de 6.000 M€ cada un d'ells).**

Alhora, Catalunya és un dels països més nuclearitzats del món amb el 45,6% de l'energia elèctrica generada en base a un urani escàs que ha d'importar en la seva totalitat. El risc d'accident és cada vegada més grans en un parc de tres centrals d'edat avançada (Ascó I, 1982; Ascó II, 1985; i Vandellós II, 1987), totes elles amb més de 25 anys i a una distància inferior a 60 km de Tarragona.

[http://ca.wikipedia.org/wiki/Llista\\_de\\_centrales\\_nuclears\\_d%27Espanya](http://ca.wikipedia.org/wiki/Llista_de_centrales_nuclears_d%27Espanya).

## 1.7 El nostre sistema de desenvolupament

Sovint oblidem la incidència de l'energia en les nostres excessivament confortables vides.

Com cultivem els productes agrícoles? Doncs amb una agricultura molt productiva des del punt de vista econòmic però que requereix el concurs de grans quantitats de fertilitzants i plaguicides artificials i d'una sofisticada maquinària, tots ells basats en el petroli i els hidrocarburs. Aquesta agricultura consumeix més energia de la que retorna quan, històricament, havia estat a la inversa.

D'on venen els nostres aliments? En la major part dels casos són conservats en càmeres frigorífiques o transformats en productes envasats, tots ells processos que consumeixen energia, fonamentalment fòssil. I, quasi sempre amb un transport a milers de quilòmetres.

On anem a treballar? Cada cop a localitzacions més allunyades, més disperses en el territori. És freqüent de fer 50, 100 o 200 quilòmetres diaris per motius laborals. I cada cop són més freqüents els viatges de negoci llargs amb automòbil, tren d'alta velocitat o avió.

Com anem a l'escola? En les zones poc concentrades, amb una munió de pares que porten els fills amb automòbil a l'escola, amb autobusos escolars, etc.

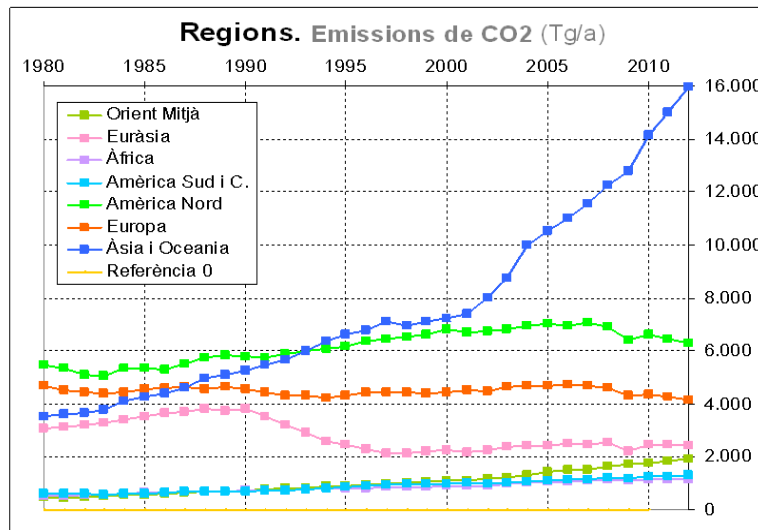
Com temperem els edificis? Tenim uns aïllaments absolutament insuficients i ens hem acostumat a calefaccions potents (amb temperatures excessives) que funcionen tot el dia i escalfen els edificis

sencers. I, en els països càlids, ens hem acostumat a l'aire condicionat a l'estiu que pot comportar consums d'energia tan grans o superiors als de les calefaccions.

I, com ens arriba l'aigua a casa? I, com funcionen les indústries? I, com s'il·luminen els carrers? I, com funcionen els ordinadors i telèfons mòbils? I un llarg etcètera.

I, sobretot, com podrem preservar l'essencial de la nostra qualitat de vida i dels que ens han de succeir si els combustibles fòssils flauegen? I si provoquem un canvi climàtic que converteixi el planeta en inhabitable? No seria l'hora de començar a preocupar-nos-en?

## Evolució de les emissions de CO<sub>2</sub> en les regions del món



**Figura 5.** Emissions anuals de CO<sub>2</sub> (milions de tones per any) segons les regions del món. **Font:** EIA-govEUA. **Elaboració:** Carles Riba Romeva

Com ja hem vist, els combustibles fòssils són finits. Tot i que no s'acabaran demà, de seguir els ritmes actuals de consum es poden exhaurir en poc més d'una generació. Però, de moment, seguim amb la bena als ulls.

## Evolució de la població humana els dos darrers segles

<b>1830</b>	<b>1.000 Mhab</b>	<b>Primera vegada aquesta xifra</b>
<b>1930</b>	<b>2.000 Mhab</b>	<b>100 anys (augment del 100%)</b>
<b>1960</b>	<b>3.000 Mhab</b>	<b>30 anys (augment del 50%)</b>
<b>1974</b>	<b>4.000 Mhab</b>	<b>14 anys (augment del 33%)</b>
<b>1987</b>	<b>5.000 Mhab</b>	<b>13 anys (augment del 25%)</b>
<b>1999</b>	<b>6.000 Mhab</b>	<b>12 anys (augment del 20%)</b>
<b>2011</b>	<b>7.000 Mhab</b>	<b>12 anys (augment del 17%)</b>

Fonts: diverses, EIA-govEUA

**Podrem sobreviure els més de 7.000 milions d'habitants del planeta?**

**Passarem com la generació més egoista i destructiva de la història!!**



## **PART 2 SOLUCIONS: La Transició Energètica del Segle XXI**

Atès que les energies no renovables són limitades i que el seu exhauriment és relativament proper, cal reaccionar i construir una alternativa al seu ús massiu i creixent en què es basa el model econòmic dominant (especialment en els països desenvolupats). **És un gran repte per al qual no disposem de massa temps.**

Abans d'afrontar aquest repte, començarem per parlar d'alguns dels molts arguments erronis o «fal·làcies» referents a l'energia que, interessadament, circulen entre la sobreabundància d'informació que ens envolta. Per desconeixement, mandra o excés de confiança, sovint acceptem aquestes fal·làcies com a veritats, alimentant la nostra desinformació sobre el món que ens envolta i impeding que fem front a la situació.

### **2.1 No caure en l'error de les fal·làcies**

#### ***La il·lusió de les cartes amagades i les solucions tecnològiques màgiques.***

Per molta confiança que es posi en la tecnologia, no hi ha solucions miraculoses, màgiques ni res amagat. L'única cosa realment oculta són els arguments dels que són part interessada i a qui segueix afavorint el fet de retardar la transició a les renovables.

#### ***El fracking i la mentida dels recursos restants***

Es ben clar que per moltes perforacions noves que facin, les reserves de petroli i de gas natural que queden per descobrir són mínimes.

#### ***Les nuclears, un mal necessari?***

Allargar la vida de les centrals nuclears existents és extremament perillós i afegeixen un risc enorme. Per altre costat, no queda suficient urani d'extracció rendible per resoldre ni tan sols una mínima part de les necessitats energètiques del futur de la humanitat.

#### ***La fusió nuclear, es podrà assolir algun dia?***

La fusió nuclear, que es dona espontàniament al sol, requereix uns 100 milions de °C per ser reproduïda en les condicions de la Terra. Els principals inconvenients d'aquesta tecnologia són que consumeix molta més energia que la que proporciona i que no existeixen materials capaços d'operar ni tan sols a una mil·lèsima part d'aquestes temperatures.

#### ***Els biocombustibles o el poder emocional de l'etiqueta "bio".***

L'agricultura mundial no permet, ni en una petita part, produir els biocombustibles per substituir el gran consum de petroli dels darrers anys. Els rendiments són molt baixos i la terra cultivable i l'aigua disponible són necessaris per a produir aliments.

#### ***Arguments per l'eterna postergació: les renovables són limitades***

Ben al contrari, tenen un potencial enormement superior al dels fòssils com s'exposa amplament en l'apartat 2.3.

#### ***Low carbon i carbon capture and storage (CCS). Les últimes fal·làcies***

El 2011, la Comissió Europea va elaborar el document Energy Roadmap 2050 on, per resoldre el problema energètic del futur, posa l'accent en la «descarbonització» (low carbon), i l'«enterrament del CO<sub>2</sub>» (tecnologia CCS) per continuar justificant l'energia nuclear i l'ús massiu del carbó enlloc d'apostar decididament per les energies renovables.

La idea de la tecnologia CCS (Carbon Capture and Storage, que a data d'avui no ha demostrat cap fiabilitat ni viabilitat), consisteix a recollir el CO<sub>2</sub> (fums de cremar combustibles fòssils) abans que s'aboqui a l'atmosfera i enterrar-lo en el subsòl, tot esperant que s'hi mantingui sense fuites al llarg dels propers milers d'anys. A tal fi es pretén aprofitar com a dipòsits, entre d'altres, antics pous abandonats de gas natural o de petroli, sovint deteriorats, que difícilment poden garantir el confinament futur del CO<sub>2</sub>.

En comptes de reduir les emissions de carboni, s'amaguen. És com guardar les escombraries al soterrani fent creure que, ja que no es veuen, no existeixen. No sembla infantil? Es tracta d'una solució que, a més d'ingènua, és cara, tècnicament complexa, imprevisible, perillosa i contradictòria amb el model d'eficiència defensat.

## 2.2 Les energies renovables són suficients?

Quina és l'alternativa energètica? La cerca de nous combustibles fòssil d'última frontera? El CCS? La potenciació de l'ús de l'urani? **Doncs no, són les energies renovables.**

Confiar que l'alternativa futura a la crisi actual són els combustibles fòssils (finitos i amb petroli a les portes del declivi) o l'urani (perillós i amb unes reserves escasses) és un contrasentit. Això no vol dir que no calgui gestionar una llarga i costosa transició on els combustibles fòssils i l'urani continuaran tenint un paper durant uns anys. Però destinar esforços a crear noves infraestructures basades en aquests recursos no renovables és un suïcidi, i més en un país no productor i amb una renda elevada, com és Catalunya.

En canvi, Catalunya gaudeix d'importants recursos renovables, com ara la irradiació solar, el vent, també els salts d'aigua, la biomassa i un important potencial marí.

Tanmateix, la pregunta que es fa molta gent és:

### ***les energies renovables poder ser una alternativa energètica?***

La resposta a aquesta pregunta és rotundament afirmativa. Però cal una profunda transformació de l'actual sistema tecnològic, econòmic i social basat en els combustibles fòssils i l'urani per fer-ne possible un de nou basat en les energies renovables, com ara el sol, el vent, la pluja i la biomassa que, a més, pot ser descentralitzat i participat pels usuaris.

## 2.3 La dimensió de les energies renovables

Les energies renovables que posen en joc els sistemes naturals (energies de flux, com la radiació solar, el vent o els corrents d'aigua, o energies acumulades de producció ràpida, com la biomassa o l'aigua de les neus i dels llacs) són enormement superiors a les que requereix la humanitat. I, en canvi, estem gastant uns recursos energètics no renovables que no podem reproduir.

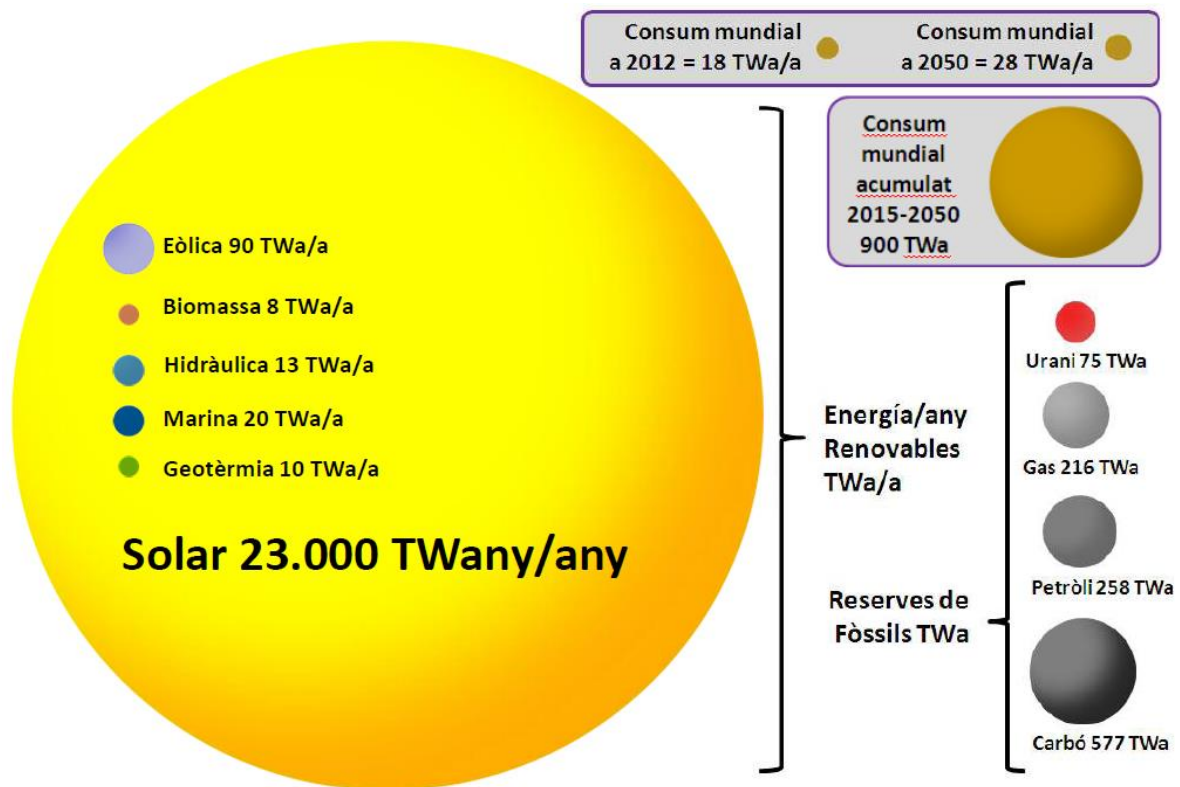
El Sol envia contínuament a la Terra uns 174.000.000 GW, prop de 10.000 vegades l'energia que utilitzen els sistemes energètics tècnics creats per l'home. La radiació solar que incideix sobre la superfície dels continents és de 23.000.000 GW (1/7 part de la total) i el potencial teòricament aprofitable de l'energia solar transformada en altres formes d'energia és d'uns 90.000 GW d'eòlica, 8.000 GW de biomassa, 13.000 GW d'hidràulica, 20.000 GW de marina. I, encara cal afegir uns 10.000 GW d'energia geotèrmica.

A la figura 6 es pot observar gràficament la situació a què ens enfrontem al món. S'hi representen, per una banda, i mitjançant cercles de diàmetres proporcionals als seus valors d'energia primària, el consum mundial del 2012, el consum previst per al 2050 i el consum acumulat entre 2015 i 2050. Aquest últim és similar a la suma de totes les reserves actuals de fòssils i urani, representades una a una (carbó, petroli, gas natural i urani) també mitjançant cercles. Per altra part, i d'igual manera, es representen els fluxos disponibles d'energies renovables en energia per any (TWany/any).

**Important: en tot aquest text, quan parlem de consums mitjans i de potencial de renovables usem TWa/a (terawatt any/any) o TW (energia/temps que equival a unitat de potència) o els seus derivats GW, MW o KW i quan parlem de reserves o de consum acumulat usem TWa (terawatt any; unitat d'energia) i també GWa, MWh i KWh.**

Aquesta figura 6 mostra el potencial dels fluxos d'energies renovables que poden ser objecte d'aprofitament humà. Com es comprova són molt superiors a l'energia del sistema energètic tècnic humà a escala mundial. Tan sols la radiació solar és més de 800 vegades superior a l'energia total (ja sigui tèrmica, motriu o de mobilitat i elèctrica) que es preveu que necessitarem l'any 2050.

Certament, cal una transformació profunda de tecnologies (noves infraestructures en base a fonts renovables) i d'hàbits de consum (estalvi i eficiència, xarxes intel·ligents). Hi podem tenir molta feina a fer, però la transició energètica és possible i veurem que molt avantatjosa.



**Figura 6.** Diagrama comparatiu del potencial de les diferents energies que són o poden ser objecte d'aprofitament humà. Els consum de 2008 i les reserves de combustibles fòssils procedeixen del llibre *Recursos energètics i crisi. La fi de 200 anys irrepitibles* [Riba 2012]. Les estimacions de consum per al 2050 i les capacitats d'aprofitament de renovables procedeixen del llibre *El col·lapse és evitable. La Transició energètica del segle XXI* [Sans 2014]. **Elaboració:** Ramon Sans Rovira.

Alguns exemples poden donar a entendre la capacitat de les fonts renovables per cobrir les nostres necessitats energètiques:

Exemple 1. Un modern panell fotovoltaic fix inclinat a sud pot proporcionar a Catalunya 225 kWh per m<sup>2</sup> i any. Atès que una llar estàndard catalana consumeix uns 3.500 kWh per any, es poden cobrir les seves necessitats d'electricitat domèstica amb un sostre fotovoltaic de 16 m<sup>2</sup>. Certament, els moments de consum no coincideixen sempre amb els de producció solar (nit i dia, diferents mesos de l'any, els dies ennuvolats). Caldrà, per tant, o bé el concurs d'altres fonts d'energia (eòlica, hidroelèctrica), o bé compartir la xarxa o bé establir sistemes d'acumulació, que disminueixen el rendiment global i fan que sigui necessària una superfície fotovoltaica de l'ordre d'un 40% major.

Exemple 2. Un automòbil elèctric estàndard pot necessitar per terme mig una energia de 0,15 kWh per km. Anàlogament al cas anterior, i tenint en compte els rendiments de càrrega i descàrrega de bateria, a Catalunya, amb uns 13 m<sup>2</sup> de sostre fotovoltaic n'hi hauria prou per recórrer 15.000 km per any. Anàlogament a l'habitatge, cal gestionar adequadament l'energia. En aquest cas, és pot acumular l'electricitat fotovoltaica en les bateries del vehicle durant les hores del dia que l'automòbil està aturat.

## 2.4 Com fer la transició energètica?

Aquesta tasca s'enfronta a problemes com, en primer lloc: els molts interessos en joc en el vell sistema energètic que maniobren per mantenir les posicions d'avantatge; i, en segon lloc, al soroll de la vida quotidiana que no facilita que la ciutadania sigui conscient d'uns canvis que s'apropen més rà-

pidament del que ens pensem i que tindran unes conseqüències devastadores per a les nostres vides si no els encarem de forma adequada.

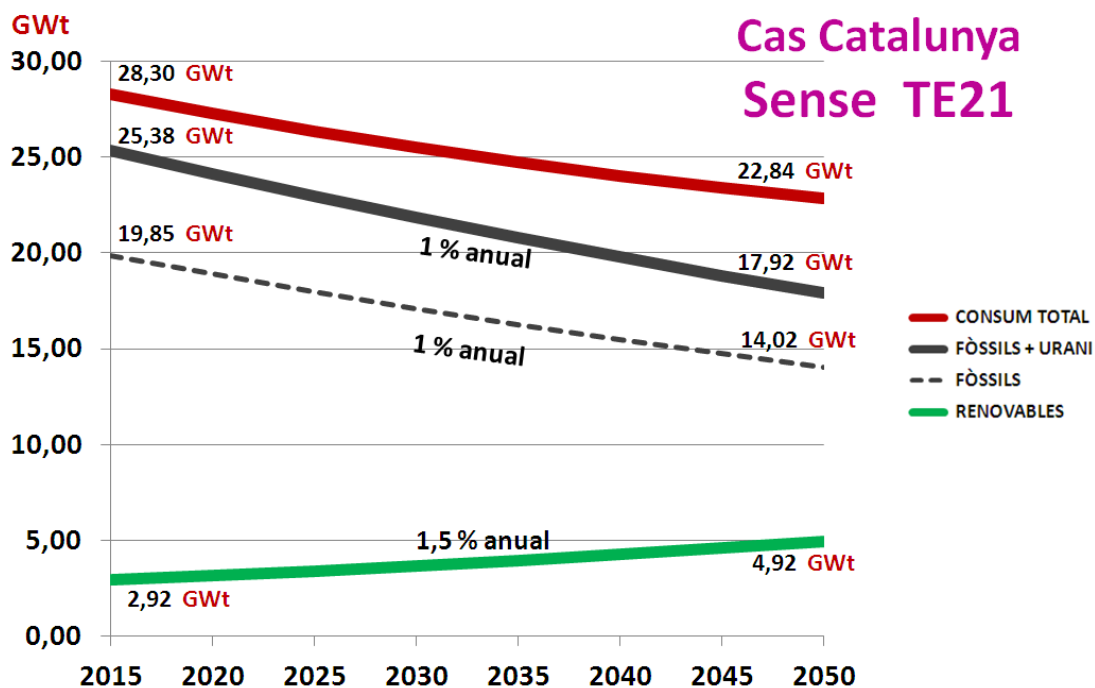
Amb els primers efectes de la crisi dels fòssils i l'elevació dels seus preus (variacions cícliques apart), les companyies energètiques (petrolieres, gasistes i elèctriques) estan obtenint beneficis cada cop més importants. Per tant, aquestes organitzacions ofereixen una resistència molt gran a fer el canvi i, en tot cas, a perdre'n el control.

En el llibre *El col·lapse és evitable. La transició energètica del segle XXI*, Ramon Sans Rovira [Sans-2014] fa una proposta molt interessant que posa en joc nous punts de vista econòmics que tothom pot entendre. La hipòtesi bàsica és fer una transició progressiva des del sistema energètic actual dominat pels combustibles fòssils i l'urani el 2015 vers un sistema totalment basat en energies renovables el 2050 (TE21) i n'avalua els costos referents a les inversions necessàries però també els consums dels combustibles fòssils diferenciant les compres amb les necessitats per als usos finals.

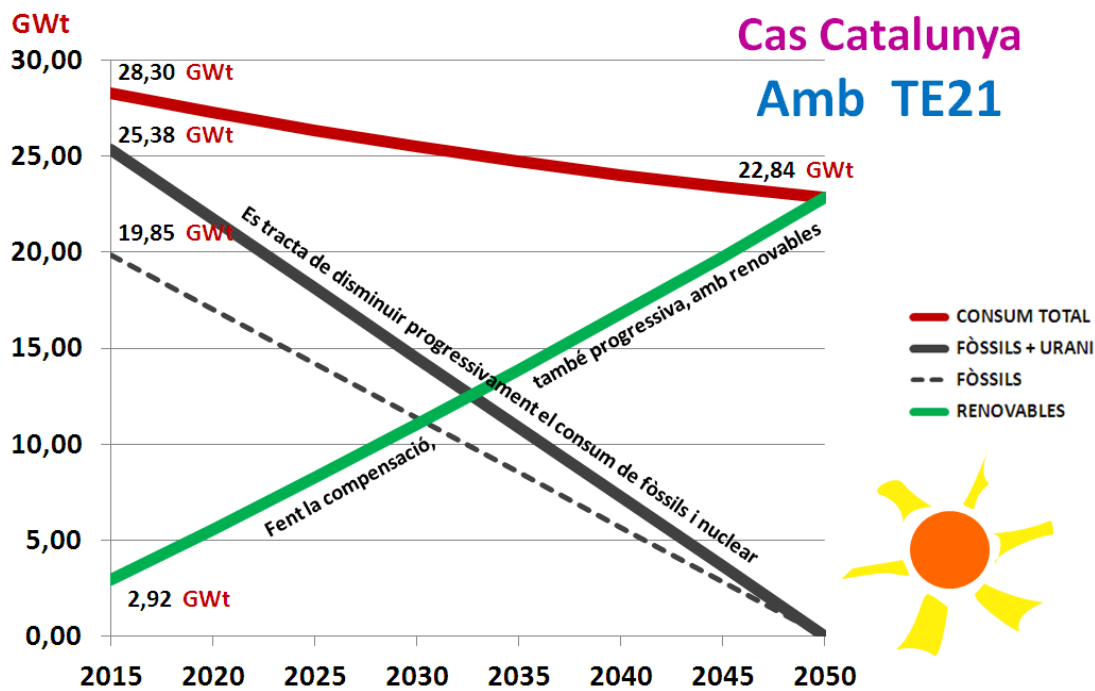
L'estudi contempla diversos escenaris i, d'entre ells, desenvolupa el més conservador que parteix de dues hipòtesis inicials: 1) Els preus dels combustibles fòssils pujaran a un ritme mitjà anual (variacions cícliques apart) del 5% (en els darrers anys, de mitja han augmentat en proporcions molt majors). 2) La producció de combustibles fòssils baixarà a un ritme mitjà del 3% anual. I a partir d'aquestes dues hipòtesis, dos camins possibles a seguir: "**Sense TE21**": continuar amb el model actual; o "**Amb TE21**": canviar progressivament fins a un 100% de renovables el 2050.

**Sense TE21**, i seguint amb les tendències actuals, l'estudi preveu un descens del consum de combustibles fòssils i urani a un ritme mitjà d'un 1% anual (hi ha marge per millorar l'eficiència i els bons usos de l'energia) i un ascens de l'aprofitament d'energia procedent de renovables d'un 1,5% anual. **Amb TE21**, l'ús d'energia procedent de fòssils i de l'urani disminueix progressivament fins a zero mentre que l'ús de les renovables creix progressivament fins a cobrir el total de les necessitats previstes. La comparació dels costos econòmics i les amortitzacions d'ambdues opcions és sorprenent.

Els esquemes d'un sistema sense *transició energètica del segle XXI* i amb la *transició energètica del segle XXI* (TE21) per al cas de Catalunya es mostra en les figures 7 i 8 :



**Figura 7.** Esquema del perfil energètic de Catalunya si no es realitza la transició energètica. Hi ha una disminució de l'ús de l'energia (iniciada ja els darrers anys), però la proporció d'energies no renovables continua essent majoritària. **Elaboració:** Ramon Sans Rovira [Sans-2014].



**Figura 8.** Esquema del perfil energètic de Catalunya si es realitza una transició energètica total vers les renovables des de 2015 a 2050. L'ús de recursos energètics no renovables disminueix progressivament fins a zero mentre que el d'energies renovables puja fins el 100% el 2050. **Elaboració:** Ramon Sans Rovira [Sans-2014].

## 2.5 Fer o no fer la transició energètica

L'avaluació dels costos del consum de combustibles fòssils sota les consideracions anteriors dona valors enormement elevats per als països que importen la majoria dels combustibles fòssils i, especialment, de petroli.

El 2012 el producte interior brut (PIB) de Catalunya era d'uns 192.000 milions d'€ i **la factura exterior per la compra de combustibles fòssils als països productors (a preus internacionals) era de 8.000 milions d'€** (el 4,2% del PIB).

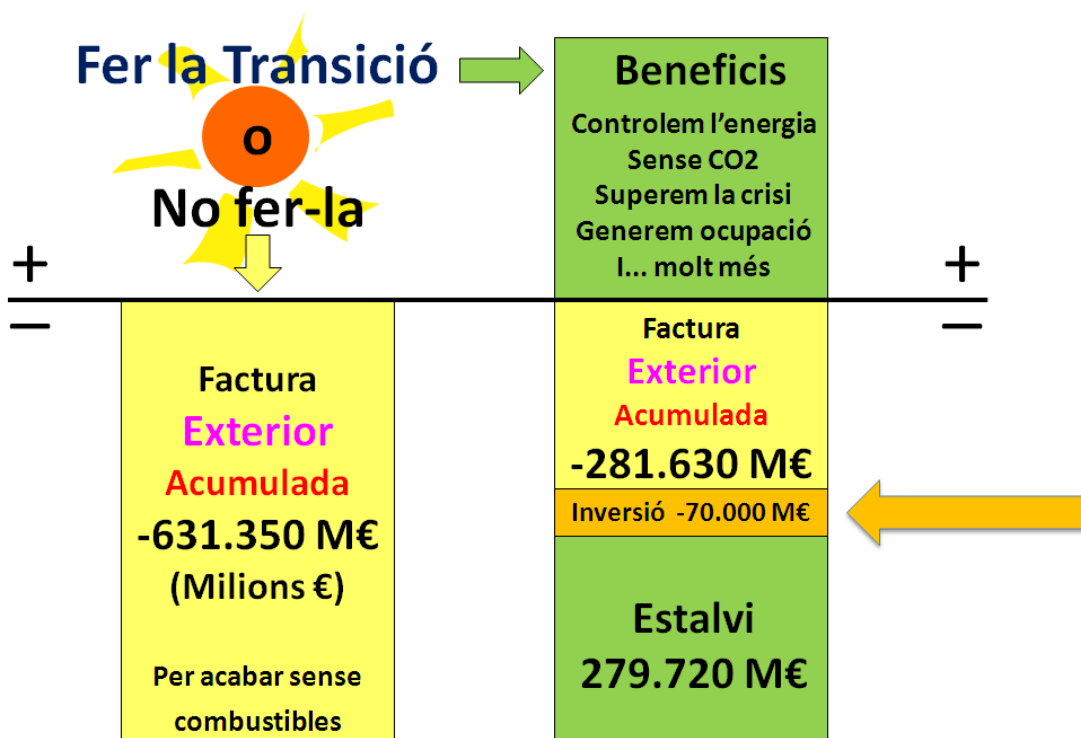
En cas que es mantinguin les tendències actuals i que NO es realitzi la transició energètica del segle XXI (sense TE21), el valor de la factura exterior acumulada de fòssils a pagar per Catalunya en aquests 35 anys (2015-2050) seria de 631.350 milions d'€ [Sans-2014]. Això representa 3,3 vegades el PIB català amb una factura per al darrer any 2050 de 32.890 milions d'€ (17% del PIB).

En canvi, si es realitza la transició energètica del segle XXI (amb TE21), el valor de la factura de fòssils acumulada de Catalunya disminueix fins a 281.630 milions d'€ amb un estalvi final acumulat de 349.720 milions d'€. Tot això sense comptar amb el cost de l'urani.

Arribats aquí, però, cal considerar la inversió necessària per a transformar un sistema basat fonamentalment amb combustibles fòssils en un altre basat en energies renovables. Per avaluar aquest cost, Ramon Sans pren com a referència instal·lacions d'energies renovables (fotovoltaica fixa i mòbil, eòlica, hidràulica) actualment operatives en les condicions ambientals mitjanes de Catalunya **duplicant les potències necessàries** per tal de garantir el subministrament i donar marge per a les pèrdues causades per l'emmagatzematge. El resultat, després d'explorar diferents mix energètics de renovables, és que aquests costos d'inversió són de l'ordre de 70.000 milions d'€ (uns 2.000 milions d'€ per any). Les modificacions en el mix no influeixen de forma determinant en aquestes xifres.



# LA TRANSICIÓ ENERGÈTICA DEL SEGLE XXI



**Figura 9.** Esquema comparatiu dels costos de NO FER (esquerra) i de FER (dreta) la transició energètica del segle XXI (TE21) a Catalunya, partint de les factures exteriors acumulades. En aquest segon cas, a més d'indicar-se l'estalvi, en la part superior s'indiquen altres beneficis de caràcter qualitatiu. **Elaboració:** Ramon Sans Rovira.

A l'hora de calcular la potència necessària a instal·lar, s'ha evitat caure en l'error de comptabilitat energètica derivat d'equiparar fonts fòssils i fonts renovables. Mentre que les primeres impliquen la crema de combustibles, és a dir, la conversió termo-mecànica per a l'obtenció de força mecànica i/o mobilitat i la conversió termo-mecànica-elèctrica per a l'obtenció d'electricitat (amb eficiències mitjanes del 20% en el primer cas i del 33% en el segon), la majoria de renovables generen de forma directa energia elèctrica i procedeixen de fluxos que es poden considerar inesgotables. Considerant aquesta diferència fonamental, l'estudi parteix de les necessitats finals d'energia: tèrmica, motriu o elèctrica, el que constitueix una de les aportacions més encertades i originals.

El resultat per Catalunya és espectacular. El gran problema econòmic del futur serà com comprar i pagar els combustibles fòssils a l'exterior (631.350 milions d'€) mentre que el cost d'inversió per implantar el nou sistema en base a fonts energètiques renovables és unes 9 vegades inferior (70.000 milions d'€). És evident que caldrà encara continuar pagant els combustibles fòssils necessaris per fer la transició energètica (281.630 milions d'€) però la seva suma continuarà essent inferior i es produirà un estalvi de 279.720 milions d'€. Això es mostra esquemàticament en la figura 9.


Un altre aspecte important de la transició energètica és la necessitat de disposar de la superfície suficient per la captació de les energies renovables. El llibre de Ramon Sans [Sans-2014] avalua aquesta superfície per a Catalunya en 38.960 hectàrees (1,22% del territori català de 3,2 milions d'hectàrees).

És sens dubte una superfície important però és factible. Per a posar-ho en context, l'àrea artificialitzada a Catalunya en el darrer boom immobiliari va ser de aproximadament un 3% del territori. De fet, altres activitats han consumit un territori molt superior al que es necessita per la transició energètica.

## 2.6 La transició energètica a l'Europa dels 28


En les taules 10 i 11 es posen en context les dades (en G€, milers de milions d'€) de la TE21 de Catalunya amb les de la Unió Europea dels 28 estats i amb els cinc països principals d'Europa: Alemanya, Espanya, França, Regne Unit i Itàlia.

### Factura exterior (FEF), Cost, Inversió i Estalvi

	<b>FEF</b>	Sense TE21 (a)	Amb TE21 (b)	Inversió (c)	Estalvi (a-b-c)
Catalunya	8 G€	631 G€	281 G€	70 G€	280 G€
Europa 28	350 G€	32.510 G€	8.577 G€	7.400 G€	16.532 G€
Alemanya	90 G€	6.862 G€	2.756 G€	1.757 G€	2.349 G€
Espanya	50 G€	4.017 G€	1.780 G€	474 G€	1.763 G€
França	67 G€	5.058 G€	2.231 G€	1.148 G€	1.678 G€
Anglaterra	30 G€	3.294 G€	- 161 G€	783 G€	2.672 G€
Itàlia	56 G€	4.580 G€	1.909 G€	715 G€	1.953 G€

**Figura 10.** Transició energètica del segle XXI (TE21). Taula comparativa de Factura exterior de fòssils (FEF), de cost sense fer la TE21 i fent la TE21, d'inversió necessària en instal·lacions i d'estalvi per Catalunya, per Europa 28 i per Alemanya, Espanya, França, Anglaterra e Itàlia. **Elaboració:** Ramon Sans Rovira [Sans-2014].

### TE21. Potències, superfícies i % territori

	Potència Productiva	Suferfície Total necessària	% Territori Ocupat
Catalunya	11 GW <sub>eP</sub>	38.960 Ha	1,22%
Europa 28	1070 GW <sub>eP</sub>	6.061.600 Ha	1,38%
Alemanya	194 GW <sub>eP</sub>	1.292.700 Ha	3,62%
Espanya	80 GW <sub>eP</sub>	309.700 Ha	0,62%
França	150 GW <sub>eP</sub>	775.400 Ha	1,42%
Anglaterra	109 GW <sub>eP</sub>	831.300 Ha	3,39%
Itàlia	116 GW <sub>eP</sub>	522.500 Ha	1,74%

**Figura 11.** Transició energètica del segle XXI (TE21). Taula comparativa de potencia productiva (com si actués permanentment), de superfície necessària i de percentatge de territori ocupat en instal·lacions per Catalunya, per a Europa 28 i per Alemanya, Espanya, França, Anglaterra e Itàlia. **Elaboració:** Ramon Sans Rovira [Sans-2014].

Les dades de les taules 10 i 11 posen de manifest que, tot i que la transició energètica TE21 és possible en els cinc països analitzats, no tots ells ofereixen les mateixes condicions. El país més favorable que requereix menys inversió i menys ocupació de sòl és Espanya i el que té les condicions menys

favorables és Alemanya. El Regne Unit, que encara és el país que produeix més combustibles fòssils dels 5, requereix una inversió proporcionalment moderada però una superfície proporcionalment gran. Catalunya i França es troben en una situació intermèdia.

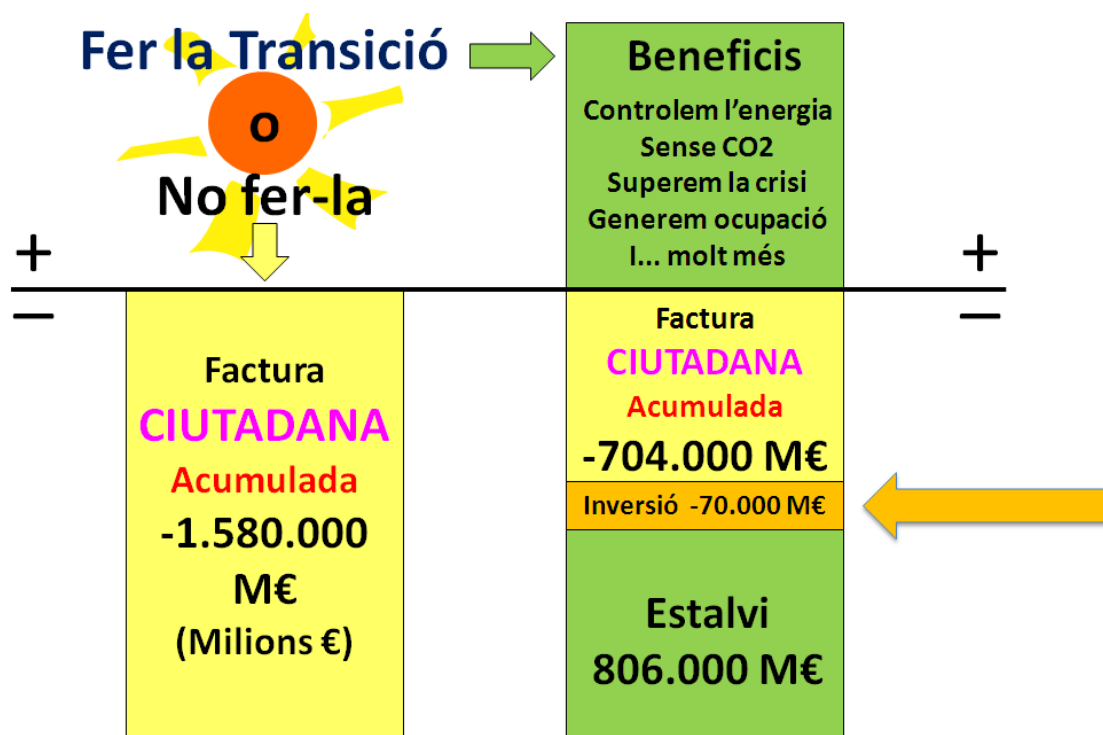
## 2.7 La factura ciutadana

Les dades que hem aplicat fins aquí corresponen a la factura exterior per la compra de combustibles fòssils als països productors (a preus internacionals) que el 2012 hem dit que era a Catalunya de 8.000 milions d'€.

**Però els ciutadans de Catalunya (com en la major part dels països desenvolupats) paguem en total una factura molt superior de l'ordre d'unes 2,5 vegades més gran a causa del transport, de la refineria, de la distribució, de diversos marges comercials i dels impostos.**

**Per tant els catalans en conjunt hem pagat el 2012 per la compra de la gasolina, el gasoil, el gas i l'electricitat una factura ciutadana d'uns 20.000 milions d'€ (el 10% del PIB, o Producte Interior Brut català), corresponent a uns 2.666 euros per habitant i any.**

Anem a veure en la gràfica 12 quins valors s'obtenen convertint la gràfica 9 a factura ciutadana acumulada en lloc de factura exterior acumulada:



**Figura 12.** Esquema comparatiu dels costos de NO FER (esquerra) i de FER (dreta) la transició energètica del segle XXI (TE21) a Catalunya, partint de les factures ciutadanes acumulades. **Elaboració:** Ramon Sans Rovira.

El resultat és ara molt més espectacular. El gran problema econòmic del futur de Catalunya serà com usar i pagar gasolina, gasoil, gas i electricitat procedent de combustibles fòssils (1.580.000 milions d'€) mentre que el cost d'inversió per implantar el nou sistema en base a fonts energètiques renovables segueix sent el que ja havíem previst (70.000 milions d'€). És evident que caldrà encara continuar pagant els combustibles per fer la transició energètica (704.000 milions d'€) però la seva suma continuarà essent inferior i **es produirà un estalvi de 806.000 milions d'€, valor més que suficient per pagar l'energia generada per la via de les renovables i l'estat del benestar.** Això es mostra esquemàticament en la figura 12.

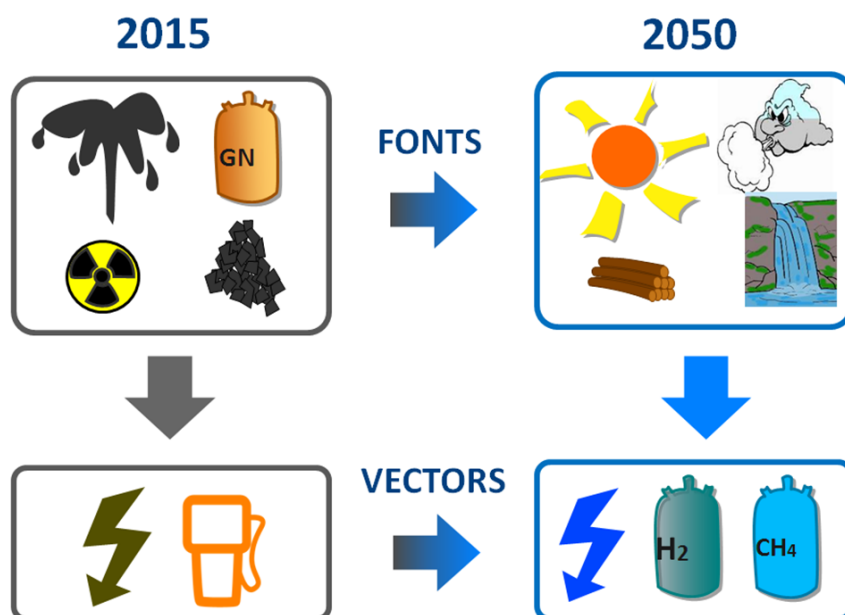
### 3. Com serà el nou paisatge energètic?

L'opció energètica vers un 100% de fonts d'energia renovable que es propugna en aquest escrit (TE21) implica la transformació de la major part de les instal·lacions de generació i de les formes d'utilització energètiques que coneixem avui dia, que esdevindran diferents de les que la humanitat ha conegut fins ara.

Això configura un nou *paisatge energètic* on, com mostren les figures 12 a 16, gran part de les necessitats es cobriran a través de l'energia elèctrica i aquesta energia serà "neta" generada de forma directa mitjançant fonts d'energia renovable en comptes de ser "bruta" produïda a partir de la crema de combustibles fòssils i d'urani.

#### 3.1 Fonts i vectors de l'energia

Actualment les principals fonts energètiques primàries que usem són el petroli, el gas natural, l'urani i el carbó, essent els principals vectors per fer arribar aquestes fonts primàries al consum la gasolina, el gasoil, el gas natural i l'electricitat "bruta".



**Figura 12.** Canvi de fonts i de vectors energètics en la perspectiva de la transició energètica del segle XXI (TE21). **Elaboració:** Ramon Sans Rovira.

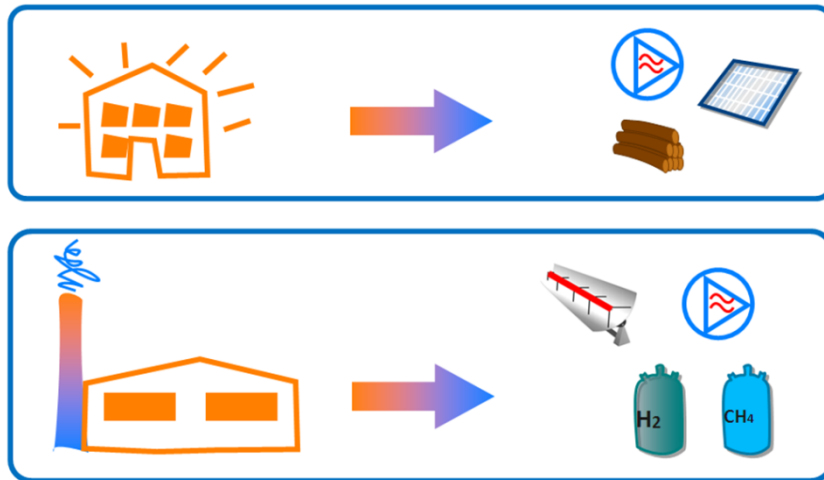
En la perspectiva de futur de la transició energètica del segle XXI vers el 100% d'energies renovables (TE21), les fonts energètiques seran renovables i els principals vectors seran l'electricitat "neta", l'hidrogen, el metà procedent de residus i altres.

#### 3.2 Usos finals: tèrmics

Les principals solucions per generar calor a baixa temperatura el 2050 seran els panells solars, els sistemes de concentració solar, la biomassa i les bombes de calor, sense descartar altres fonts com l'energia geotèrmia en aquelles àrees on les condicions geològiques siguin favorables.

Per a les indústries o altres aplicacions que requereixen temperatures especialment elevades, també seran vectors energètics importants els sistemes de concentració solar, l'hidrogen obtingut per electròlisi amb electricitat "neta" o el metà (o altres gasos) obtinguts de residus o restes de cultius.

## USOS FINALS - TÈRMICS

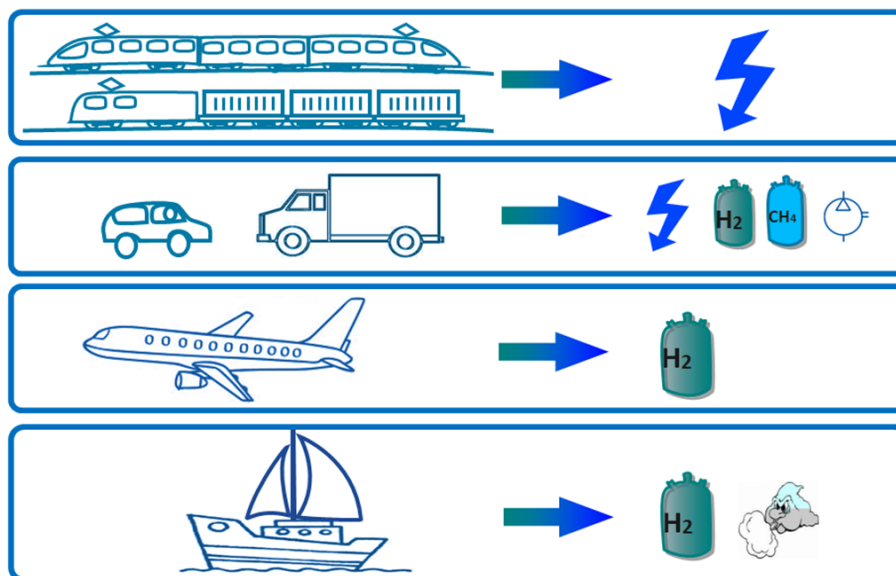


**Figura 13.** Fonts renovables i vectors energètics per generar energia tèrmica (de baixa i alta temperatura) en la perspectiva de la transició energètica del segle XXI (TE21). **Elaboració:** Ramon Sans Rovira.

### 3.3 Usos finals: mobilitat

El 2050, els sistemes de transport de passatgers i de mercaderies s'hauran d'alimentar amb energies renovables. Recordem que avui dia el 95% del transport mundial s'alimenta de derivats del petroli (gasolina, gasoil i querosè) i que aquest recurs és el primer en exaurir-se (en la dècada de 2040, si continuen les tendències actuals).

## USOS FINALS - MOBILITAT



**Figura 14.** Fonts renovables i vectors energètics en la mobilitat del futur en la perspectiva de la transició energètica del segle XXI (TE21). **Elaboració:** Ramon Sans Rovira.

Els vehicles de carretera (automòbils, motocicletes i camions) s'hauran de proveir de fonts renovables alternatives. En recorreguts curts, tot fa pensar que els automòbils, les motocicletes (i bicicletes assistides) i els petits vehicles comercials seran elèctrics alimentats per bateries. I, en recorreguts més llargs, comença a haver-hi acord que els automòbils i els camions seran elèctrics alimentats per piles d'hidrogen (més eficients que els motors d'explosió), amb hidrogen obtingut per electròlisi a partir d'electricitat "neta".



El ferrocarril tornarà a prendre protagonisme tant en transport de passatgers com en el de mercaderies, ja que és un dels mitjans menys consumidors d'energia. Seran elèctrics alimentats directament per una catenària o per piles d'hidrogen. Consultar el llibre: *Ferrocarril: el medio de transporte del siglo XXI*, de Montero Homs, Santiago [Montero-2013].

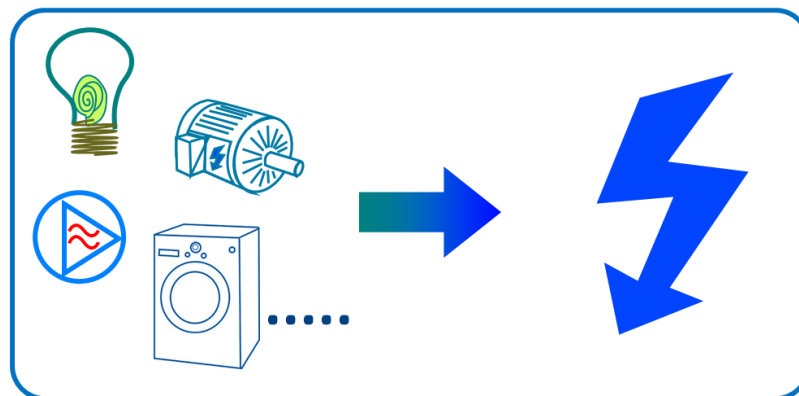
És previsible que els transports aeri i marítim disminueixin; el primer per la dificultat de substitució del querosè procedent del petroli i que, a més, actualment no paga impostos; i, el segon, ja que l'exhauriment dels combustibles fòssils eliminarà pel cap baix una tercera part (1/3) del transport marítim de mercaderies.

Les alternatives encara estan per determinar i probablement serà l'última frontera on es produeixen els canvis de la transició energètica: en tot cas, l'hidrogen podria ser un vector en els dos modes de transport; en l'aviació es podria donar un ús limitat dels biocombustibles; i en la navegació, ja comencen a aparèixer nous tipus de vela per aprofitar el vent.

### 3.4 Usos finals: electricitat

L'electricitat serà la gran protagonista del nou paisatge energètic en el nou marc de la transició energètica que propugnem per al 2050. Els combustibles fòssils i l'urani (fonts d'energia no renovable) estaran en graus avançats d'exhauriments i, en canvi, les noves fonts renovables (eòlica, fotovoltaica, junt amb la hidroelèctrica) generen directament electricitat sense haver de produir calor.

## USOS FINALS - ELÈCTRICS



**Figura 15.** Producció elèctrica i emmagatzematge energètic en la perspectiva de la transició energètica del segle XXI (TE21). **Elaboració:** Ramon Sans Rovira.

Passarem d'un paisatge energètic basat principalment en l'energia tèrmica (*l'era del foc*) a un altre paisatge energètic basat principalment en l'energia elèctrica (*l'era de l'electricitat*).

L'electricitat continuarà alimentant les nombroses aplicacions que ja té avui dia (il·luminació, comunicació i informàtica, motorització d'instal·lacions fixes, entre d'altres); però l'electricitat també ocuparà altres espais fins ara reservats als combustibles, com ara la mobilitat (vehicles elèctrics amb bateries i amb piles d'hidrogen) o la calefacció d'edificis (bombes de calor).

A més, el joc entre l'electricitat i l'hidrogen (electròlisi en un sentit i pila d'hidrogen en l'altre) pot tenir una gran transcendència per aprofitar l'electricitat sobrant (eòlica, fotovoltaica) produïda en moments que el consum no la requereix i emmagatzemada en forma d'hidrogen. Aquest es podrà utilitzar en moments en què es requereix més electricitat que la que es produeix, o derivar-lo vers altres aplicacions com ara la mobilitat.

### 3.5 Usos adequats

La reducció de les necessitats d'energia en la transició energètica dels segle XXI no implica la pèrdua de benestar sinó la necessitat de redefinir-lo atenent a criteris d'eficiència i sostenibilitat.

Sabem que més benestar no és igual a major consum, i que, un cop satisfetes les necessitats bàsiques, són altres els factors que en determinen la qualitat de vida. Per això, i perquè a més una part de la reducció té a veure amb l'eficiència dels models, els equips i els processos, els conceptes de «reduir» i de «benestar» no són, en absolut, contradictoris.

### I el més important:



**Figura 16.** Usos adequats dels recursos energètics i naturals en la perspectiva de la transició energètica del segle XXI (TE21). **Elaboració:** Ramon Sans Rovira

## 4. Conclusions

### 4.1 Canvi de model tecnològic i social

Les conclusions principals d'aquest text, on es presenten les línies principals dels dos textos encadenats (*Recursos energètics i crisi. La fi de 200 anys irrepitibles* [Riba-2012] i *El col·lapse és evitable. La transició energètica del segle XXI (TE21)* [Sans-2014]) són:

1. La crisi energètica dels fòssils i de l'urani ja és molt pròxima i de continuar les tendències actuals de consum, l'exhauriment total dels recursos no renovables es produirà en els propers 35 anys. Això tindrà uns efectes devastadors per a unes economies basades fonamentalment en les energies no renovables (87,5% a França el 2012).
2. La transició energètica progressiva vers un nou model basat en un 100% d'energies renovables en l'horitzó 2050 és possible. Fins i tot considerant la inversió econòmica i territorial necessària, en resulta un estalvi final molt important, a més de l'eliminació dels principals impactes ambientals que afecten el canvi climàtic i la recuperació del control sobre un recurs de tanta importància econòmica i social com es l'energia.

Tanmateix, la transició energètica del segle XXI (TE21) no serà possible sense una profunda transformació tècnica, econòmica, empresarial i social. L'impuls per a la implantació del nou model haurà de procedir en una doble direcció, tant des de «dalt» (governos i institucions) com des de «baix» (ciutadania), ja que tots dos són pilars imprescindibles per al canvi.

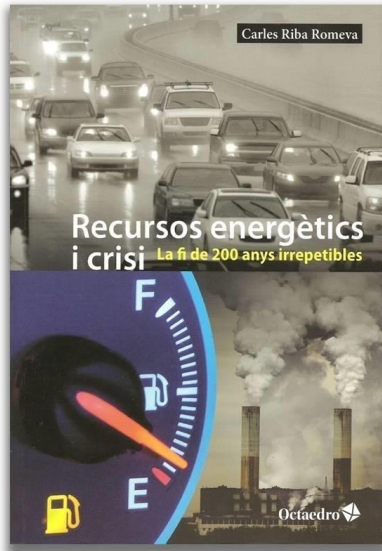
### 4.2 Mesures per a fer possible la transició

Evidentment, són moltes les mesures a prendre per evitar les conseqüències desastroses que es derivarien de mantenir el model actual, però hem recollit les que considerem més urgents i importants en forma de decàleg. Cal:

1. Fer de l'energia un bé social estratègic i recuperar-ne el control. Atès que les energies renovables són gratuïtes, distribuïdes i a l'abast de tothom, cal fomentar que les famílies, les empreses, les comunitats locals i els governs territorials produeixin, gestionin i controlin els seus propis recursos energètics.
2. Articular una gran inversió transformadora en els propers 30-35 anys, canviant una important despesa actual en una inversió molt avantatjosa. També destinar un percentatge del producte interior brut (PIB) a la recerca i desenvolupament en energia.
3. Generar un potent desenvolupament en energies renovables: en sistemes d'emmagatzematge d'energia; en nous sistemes de transport i mobilitat; en arquitectura energèticament sostenible; i en la millora dels processos domèstics, industrials i de serveis
4. Crear xarxes energètiques distribuïdes i noves formes de gestió intel·ligent de l'energia
5. Planificar el territori per destinar de forma distribuïda les superfícies més adequades a les energies renovables, tot respectant la riquesa natural, agrícola i paisatgística
6. Elaborar normes tècniques i de conducta per definir i facilitar la reducció dels usos, millorar de l'eficiència dels processos i evitar els usos inadequats de l'energia.
7. Incentivar o penalitzar exponencialment els usos excessius per família, per comunitat o unitat de convivència (UC) i per càpita ja sigui per via fiscal, tarifària o altres
8. Educar i formar individualment i col·lectivament per fer front als canvis que requereix la transició energètica del segle XXI vers les energies renovables (TE21)

9. Definir i assegurar uns bons nivells de benestar i de comoditat, sense el malbaratament actual de recursos, adaptant sempre que sigui possible l'ús de l'energia en el moment de la seva generació
10. Procurar que els recursos i l'energia vinguin bàsicament del territori, de les persones i de les organitzacions del país.

**Si en vols saber més:**



## Bibliografia

BM (BANC MUNDIAL) [BM-2014]

<<http://www.worldbank.org/>>; <<http://www.banquemondiale.org/>>.

CMES (COL·LECTIU PER A UN NOU MODEL ENERGÈTIC I SOCIAL SOSTENIBLE) [CMES-2014]. Associació creada el 2012, amb seu a Barcelona, que té per objectiu estudiar i reflexionar sobre la crisi dels recursos no renovables i impulsar mesures encaminades a la transició energètica vers un sistema sostenible basat en les energies renovables. <[www.cmescollective.org](http://www.cmescollective.org)>.

EIA (ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION) [EIA-2014], Department of Energy, govern dels EUA (Estats Units d'Amèrica). <<http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm>>

FMI (FONS MONETARI INTERNACIONAL) [FMI-2014]

< <http://www.imf.org/external/index.htm>>; < <http://www.imf.org/external/french/index.htm>>.

IDESCAT (ANUARI ESTADÍSTIC DE CATALUNYA) [IDE-2015], Generalitat de Catalunya, 2015.

<http://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=501>.

RIBA ROMEVA, CARLES [Riba-2012], *Recursos energètics i crisi. La fi de 200 anys irrepetibles*, Editorial Octaedro, Barcelona 2012 (accés lliure a [www.cmescollective.org](http://www.cmescollective.org)). Versió en espanyol: *Recursos energéticos y crisis. El fin de 200 años irrepetibles*, Octaedro 2012. <http://www.octaedro.com/OCTart.asp?libro=09036&id=es&txt=Recursos%20energ%20eticos%20y%20crisis>.

SANS ROVIRA, RAMON; PULLA ESCOBAR, ELISA [Sans-2014], *El col·lapse és evitable. La transició energètica del segle XXI*, Editorial Octaedro, Barcelona 2014. Versió en espanyol: *El colapso es evitable. Transición energética del siglo XXI*, Octaedro 2013

<http://www.octaedro.com/octart.asp?id=en&libro=80141&txt=El%20col.lapse%20%E9s%20evitable>

MONTERO HOMES, SANTIAGO [Montero-2013], *Ferrocarril: el medio de transporte del siglo XXI*, Dobleerre editorial, 2013. <<http://www.doblerre.com/coleccion/tecnica-ciencia/47-ferrocarril-el-medio-de-transporte-del-siglo-xxi>>; <[www.cmescollective.org](http://www.cmescollective.org)>.

## Notes biogràfiques

RIBA ROMEVA, CARLES

Doctor enginyer industrial i professor de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC, Barcelona <[www.upc.edu](http://www.upc.edu)>). Des de 1984 col·labora en projectes universitat-empresa en l'àmbit de l'enginyeria de màquines i, a partir de 1999 crea i esdevé director del Centre de Disseny d'Equips Industrials (CDEI-UPC, <[www.cdei.upc.edu](http://www.cdei.upc.edu)>), centre d'innovació tecnològica de la UPC reconegut pel govern català. El 2006 impulsa la creació de CEQUIP, fundació d'empreses innovadores que agrupa els fabricants de béns d'equip (<<http://www.cequip.net/CAT/index.php>>) ; . És autor de nombrosos articles i llibres relacionats amb el seu camp d'expertesa. El 2011 escriu el llibre *Recursos energètics i crisi. La fi de 200 anys irrepetibles*. El 2012 participa en la creació de CMES i n'esdevé el president (<[www.cmescollective.org](http://www.cmescollective.org)>).

SANS ROVIRA, RAMON

Enginyer industrial i màster en Tècniques de Gestió Empresarial. La seva dilatada vida professional s'ha desenvolupat a la multinacional catalana Girbau, empresa dedicada a la fabricació de béns d'equip, on ha exercit com a director tècnic i com a vicepresident (<<http://www.girbau.es/>>), dedicant gran part del seu treball a innovació i desenvolupament de projectes de R+D tant en l'àmbit mecànic com en l'energètic amb nombroses patents mundials registrades al llarg dels anys. Paral·lelament a la seva activitat a Girbau, ha estat també professor en màsters i postgraus organitzats per la Universitat Politècnica de Catalunya i per la Universitat de Vic i ha participat com a expert en Comitès de Normalització Europea. El 2013 escriu, junt amb Elisa Pulla Escobar, el llibre *El Col·lapse és evitable. La transició energètica del segle XXI*. (TE21) . El 2012 participa en la creació de CMES i n'és el vicepresident (<[www.cmescollective.org](http://www.cmescollective.org)>).