

Com podem explicar als alumnes el model energètic actual i futur?

PERCEPCIÓ QUE TENIM DE L'ENERGIA TRANSICIÓ A LES ENERGIES RENOVABLES

 Generalitat de Catalunya
Departament d'Ensenyament
**Centre de Recursos Pedagògics Específics
de Suport a la Innovació i la Recerca Educativa**
cesire*

 **CMES**
Col·lectiu per a un Nou Model Energètic i Social Sostenible

Jordi Pujol Soler

25 de maig 2020

Enginyer industrial

CMES Col·lectiu per a un nou model energètic i social sostenible

<http://cmes.cat>

Part del què s'exposarà està basat en el
Capítol 1 i 3 del Material didàctic

“**Les energies renovables.
L'alternativa al col·lapse dels
recursos fòssils**”

Podeu descarregar-lo de:

<https://agora.xtec.cat/cesire/general/les-energies-renovables-lalternativa-al-col%C2%B7lapse-de-les-energies-fossils/>
<https://cmes.cat>



Durant anys es parlava de
CANVI CLIMÀTIC...

Ara es declara
L'EMERGÈNCIA CLIMÀTICA!

En abstracte.

El problema causant de l'emergència queda en segon pla
L'ESCALFAMENT GLOBAL

I **LA CAUSA** de l'escalfament global també

COM TRACTEM L'ENERGIA

(crema de combustibles fòssils)

De l'**ENERGIA** quasi no se'n parla. És com un
FANTASMA.



Però ben present en la nostra vida diària...

EMERGÈNCIES

EMERGÈNCIA SANITÀRIA

SARS
(Síndrome Respiratori
Agut Greu)

CORONAVIRUS

EMERGÈNCIA CLIMÀTICA

~~ESCALFAMENT GLOBAL~~

~~COMBUSTIÓ FÒSSILS~~

L'emergència climàtica comportarà **nous hàbits i costums** en els usos de l'**ENERGIA**.

Un **NOU MODEL SOCIAL**, amb canvis culturals i econòmics profunds (nova concepció de la mobilitat de persones o mercaderies, taxes sobre CO2, etc)

Donarà lloc a un DEBAT SOCIAL

Es pretenen posar a l'abast unes **idees concretes i simples** sobre els usos actuals de **L'ENERGIA I EL SEU FUTUR MODEL**, que el professor pugui inserir puntualment, o com consideri, en el contingut de la seva matèria, per tal que

L'ALUMNAT

disposi d' **informació bàsica per poder seguir amb criteri propi** el futur debat social

ANEM A POSAR, doncs, CARA I ULLS A L'ENERGIA

Primer veurem:

Com estem tractant l'ENERGIA i si n'estem fent un ús racional i assumible

I a continuació veurem que:

És factible, encara que complexa, LA TRANSICIÓ de fòssils (petroli, gas i carbó) A 100%

RENOVABLES (fotovoltaica, eòlica, hidràulica...)

per a tots els usos energètics (mobilitat, tèrmics, elèctrics)

Com usem l'energia?

L'ús que n'estem fent és raonable?

La **potència** aproximada de què disposa
el **cos humà** per desenvolupar **treball** és
molt i molt reduïda...

Dels **120 W** de potència mitjana del cos humà:

- **80 W** són per al funcionament del propi cos
- Només **40 W** per desenvolupar treball



**PERÒ L'ESPÈCIE HUMANA ES PASSEJA I
TRANSPORTA MERCADERIES PER TOT EL
PLANETA A UNA VELOCITAT COM MAI**

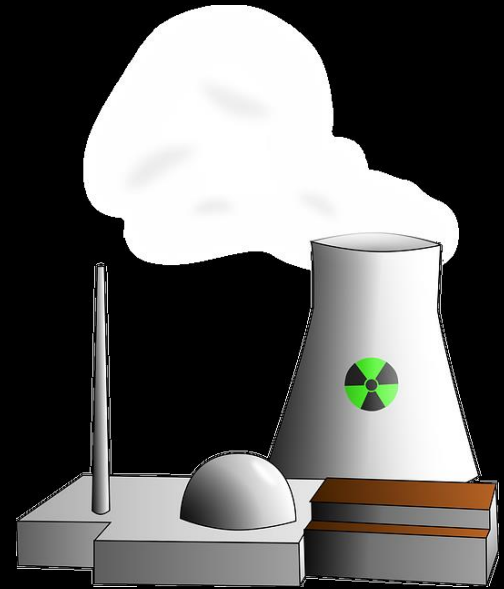
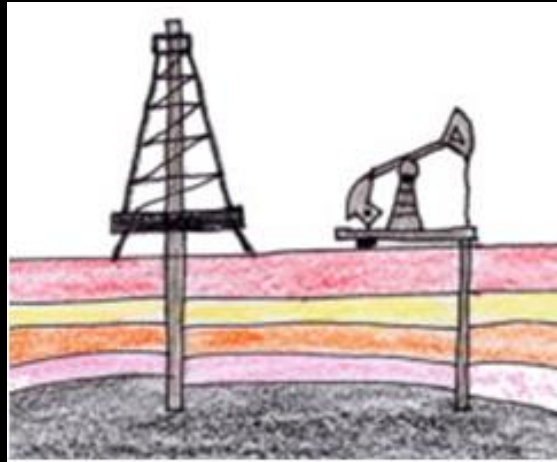


El secret...



Fins ara...

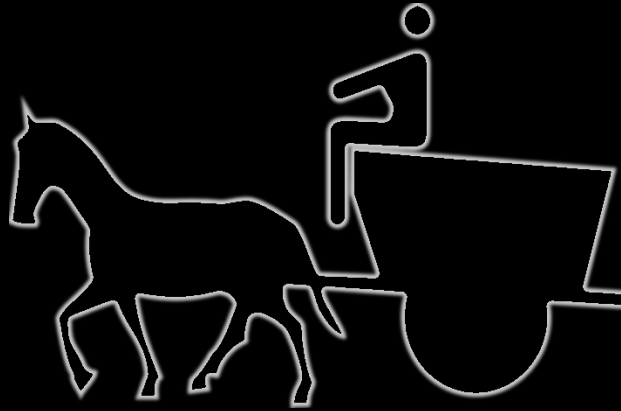
Carbó, petroli , gas, nuclear...



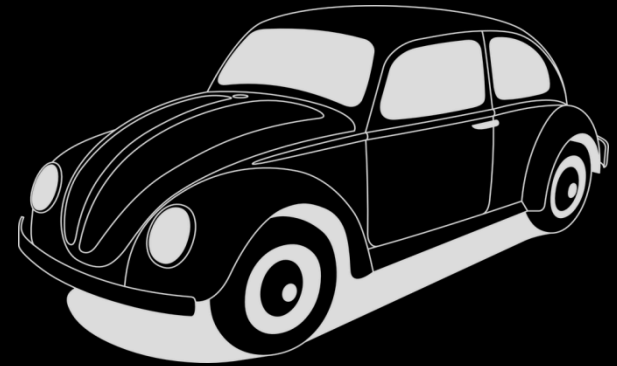
L'ajut de l'energia externa



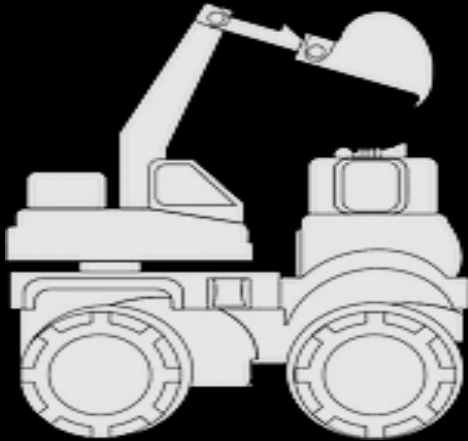
40 W



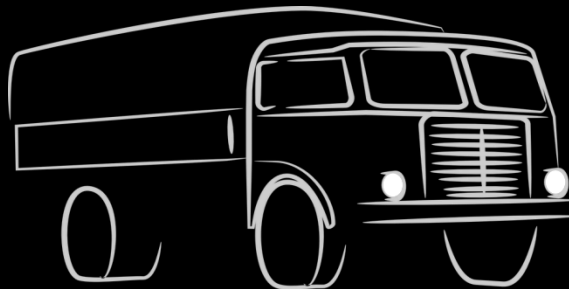
735 W



100.000 W



150.000 W



300.000 W



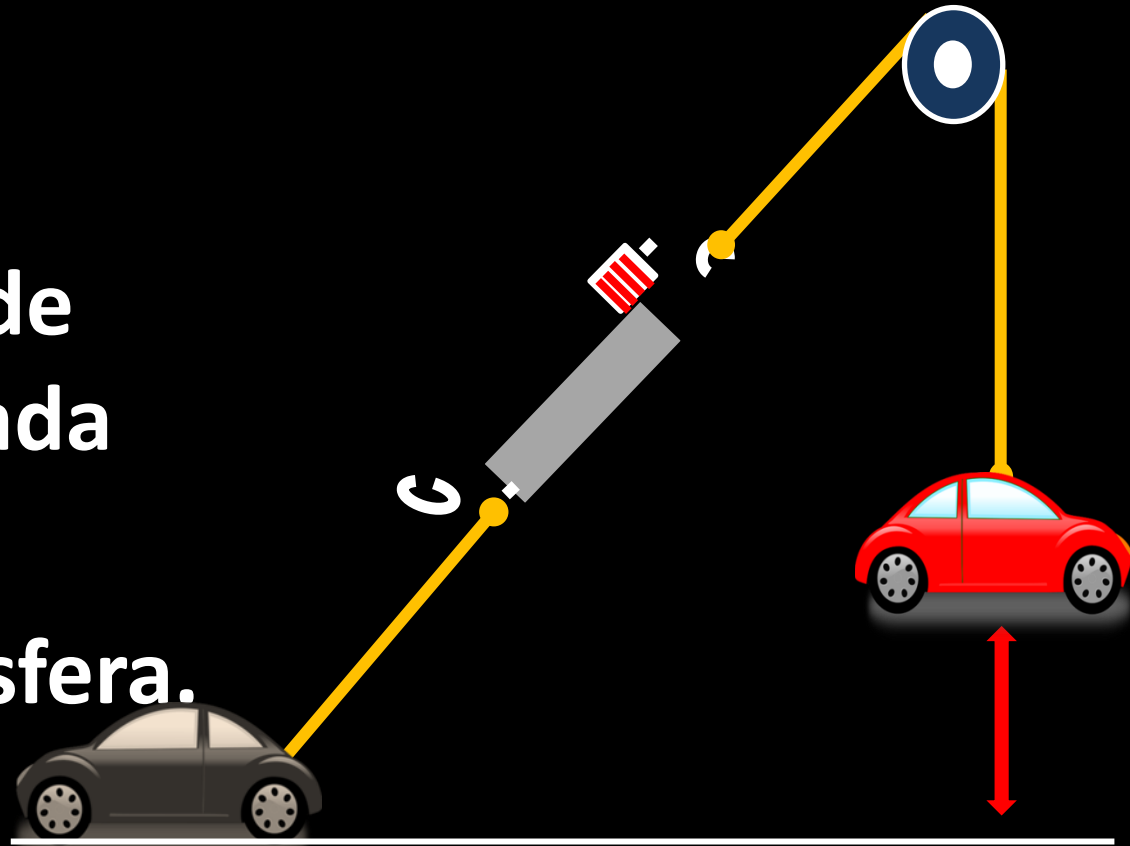
200.000.000 W

**Som conscients de l'ajut que ens aporta
L'ENERGIA EXTERNA
en la vida diària?**

En fem un ús raonable?

La gasolina té una densitat energètica molt elevada

Amb l'energia d'un dipòsit de **40 l de benzina** es podria elevar un vehicle de **1.000 kg** a una alçada de **36.000 m**, és a dir, a l'estratosfera.



**Uns exemples de com utilitzem
l'energia externa**

RENDIMENTS BAIXOS

Centrals termoelèctriques convencionals

D'energia química del petroli a energia elèctrica

Rendiment: entorn el 30%



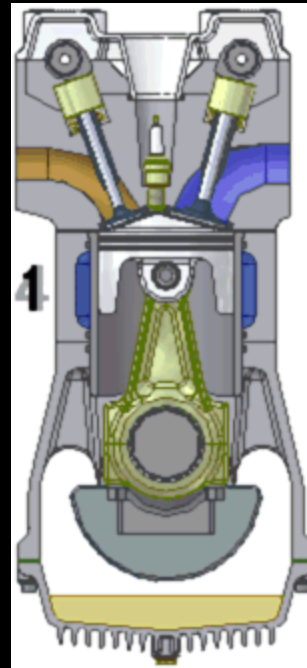
EL 70% de l'energia restant és llençada al mar, als rius o a l'aire en forma de calor, a una temperatura elevada, **encara d'una gran qualitat energètica**

Motor tèrmic convencional

El **rendiment** del motor tèrmic és d'un **20%**

El **80%** d'energia restant **es llença** en forma de calor, escalfant l'aire de l'entorn.

1. Admissió
2. Compressió
3. Explosió
4. Escapament



USOS DESAFORATS

Transport en avió d'una peça de roba de 300 g fabricada a 8.000 km (una jaqueta)



Consum d'energia primària: uns **13 kWh**,
equivalent a una **bombeta de 15 W** encesa
durant **un mes**

TRANSPORT DE PRODUCTES ALIMENTARIS DESLOCALITZATS

PRODUCTE	PROCEDÈNCIA	DISTÀNCIA TRANSPORT (km)	PES PER ÀPAT I PERSONA (kg)	MITJÀ DE TRANSPORT	ENERGIA CONSUMIDA EN EL TRANSPORT en kilocaloria	ENERGIA APORTADA PELS ALIMENTS en kilocaloria	ENERGIA CONSUMIDA EN TRANSPORT RESPECTE ENERGIA APORTADA
Alvocat (en amanida)	Kenya	6.000	0,10	Vaixell	86	173	
Tomàquet (en amanida)	Holanda	1.500	0,08	Ferrocarril	29	20	
Arròs (en amanida)	Camboya	10.000	0,08	Vaixell	115	216	
Peix	Galícia	1.000	0,20	Camió	221	320	
Mango	Mèxic	9.500	0,10	Avió	6.726	49	
					7.177	778	9 a 1

Hi ha avions transatlàntics que s'enlairen amb unes **450 tones** per a una càrrega útil màxima de **50 tones**





ENVIAR UN EMAIL:

Emissió de **4 grams de CO₂**

Si **porta arxiu** adjunt **50 grams CO₂**

**El 2012 els centres de dades
mundials van emetre el mateix
CO₂ que l'aviació**

PASSI EL CAP D'ANY A NOVA YORK

SÚPER OFERTA!!!



VOL BARCELONA NOVA YORK (anar i tornar).

12.200 km.

1.000 litres querosè/passatger

2.600 kg CO2 emesos/passatger

TAXA SOBRE CO₂
(en indústria, transport...)
(fiscalment neutre)

- **INTERNALITZAR EFECTES
MEDIAMBIERNTALS**
- **MODIFICAR HÀBITS**

EXEMPLE DE POSSIBLES FISCALITATS A APLICAR

EXEMPLE TAXA CO₂ EN AVIACIÓ

**Vol Barcelona Nova York (12.200 km)
(anada i tornada)**

TAXA: 200 €/tCO₂

Emissió: 2.600 kg CO₂/passatger

Increment preu bitllet 520 €/passatger

EXEMPLE TAXA CO₂ EN AVIACIÓ

Vol Barcelona Madrid (600 km):

TAXA: 500 €/tCO₂

Emissió: 150 kg CO₂/passatger

Increment preu bitllet 75 €/passatger

EXEMPLE TAXA CO₂ EN COTXE

1 litre benzina → 2.600 gCO₂

TAXA: 200 €/tCO₂

Increment preu litre:

0,0026 t x 200 = 0,52 €/litre

RECICLAT

- **LLAUNA DE REFRESC**

- Si fos totalment d'alumini, cal **1,51 kWh** per produir-lo (amb aquesta energia de benzina es podria desplaçar 2.250 m. un cotxe carregat).
- Reciclar-la precisa **0,20 kWh** (13% de l'inicial)



COMPTE AMB EL RECICLAT

**CAL UN DISSENY QUE EL TINGUI PRESENTTOT EL
CICLE DE VIDA DEL PRODUCTE**

**EN ALGUNS CASOS EL RECICLATGE POT SER
MOLT COMPLEX**

EXEMPLE

En els equips minituralitzats és complicada la recuperació tant física com química

Un telèfon mòbil, amb demanda exponencial, té uns 31 elements dels que 8 d'ells (itri, gal·li, indi, neodimi, antimoni...) **en risc d'escassetat** aquest segle i en disponibilitat limitada si la demanda va creixent com ara

Vehicle de passatgers convencional.

52 metalls diferents. A més d'acer, alumini i coure també tel·lur, plata, cobalt, crom, gal·li, indi, manganès, estany, zenc, disprosi, neodimi, seleni, tàntal. **No fàcils de reciclar.**

L'emergència climàtica és crucial, però els recursos naturals també són un factor limitant de la nostra civilització.

No s'ha posat de manifest amb tota cruesa el problema de les matèries primeres crítiques.

Cal visió circular dels materials. Però no és economia circular sinó espiral ja que el 2on principi de la termodinàmica és una llei física que cap Parlament pot abolir.

Els hàbits i usos s'han desplaçat cap a un

**INCREMENT MOLT
NOTABLE D'ENERGIA I DE
MATERIALS**

usats de forma desaforada
i amb baixos rendiments.



COMPTE!

A partir d'un cert nivell

**Menys consum no és
menys benestar**

PER A TENIR PRESENT...

La mitjana de consum d'energia primària d'un **ciutadà europeu** és de **5000 W**. Donat que el cos humà pot desenvolupar 40 W,



és com si tingués

$5.000/40 = 125$ **persones**

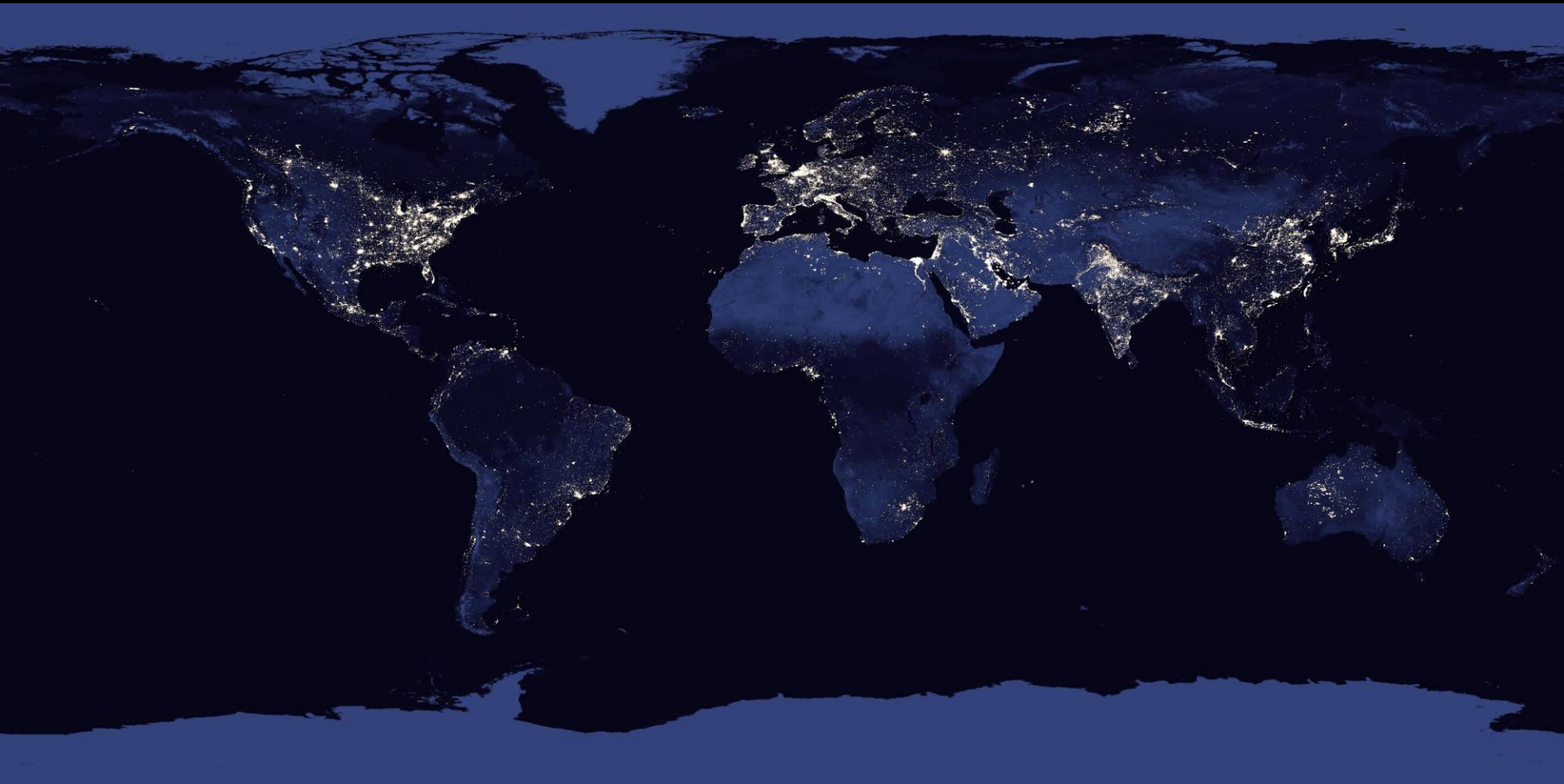
les 24 hores del dia,

que li fan la vida **molt més que còmoda**, en la seva relació amb la naturalesa.

La mitjana de **consum d'energia primària d'un ciutadà al món:**

- A Amèrica del Nord: **10.000 W**
- A Europa: **5.000 W**
- A Àsia i Oceania: **2.000 W**
- A l'Àfrica: **1.000 W**
- La mitjana mundial: **2.600 W**

**I SOM 7.500 MILIONS DE
PERSONES AL MÓN AMB ELS
MATEIXOS DRETS...**



I ara veurem amb dades que:

És factible la transició de fòssils
(petroli, gas i carbó) a 100% renovables
(fotovoltaica, eòlica, termosolar,
hidràulica...) per a tots els usos
energètics (mobilitat, tèrmics,
elèctrics)

**Quanta energia caldria captar a
Catalunya amb renovables?**

Qüestió bàsica de partida

L'energia final que cal generar amb
renovables

És molt inferior a l'energia primària
consumida amb combustibles fòssils

Per què?

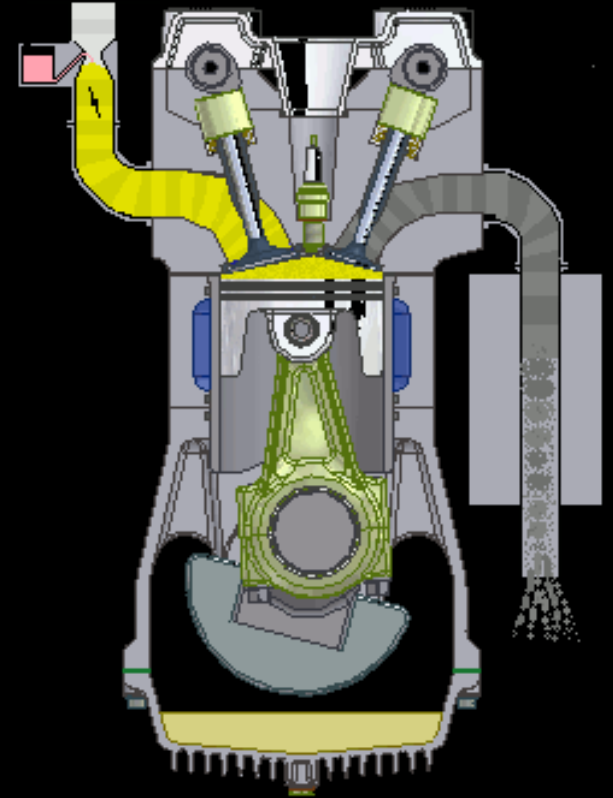
De l'energia **fòssil** (cremant) **se n'aprofita una part molt petita** (una quarta part en mitjana), **que és la que caldria generar amb renovables**

Amb les renovables (eòlica, fotovoltaica...), **es genera de forma molt més directa** energia tèrmica i elèctrica, que es pot transformar, amb un rendiment alt, en útil

Exemple 1

Gastem **100 Jt** (Joule tèrmics)
d'energia química de petroli per a
un cotxe amb motor de benzina
→ Obtenim **20 J mecànics a eix de vehicle** (rendiment 20%)

Amb fonts **renovables elèctriques**
caldria **produir poc més d'aquests**
20 Je elèctrics (al marge de
pèrdues per emmagatzematge,
com veurem)



Font: <https://goo.gl/s7Wsk0>

Exemple 2

Gastem **100 Jt** d'energia química de petroli per produir electricitat en una central convencional de vapor → Obtenim **33 J** elèctrics (rendiment 33%).

Amb **renovables elèctriques** en tindríem prou amb generar directament a l'entorn d'aquests **33 J** (al marge de pèrdues per emmagatzematge, com veurem)



Font: <https://goo.gl/mWVmHW>

**Quantificació de l'energia útil que caldria
generar a Catalunya amb renovables
(mobilitat, tèrmica i elèctrica)**

Valor d'energia total útil

ENERGIA ÚTIL A PRODUIR AMB RENOVABLES

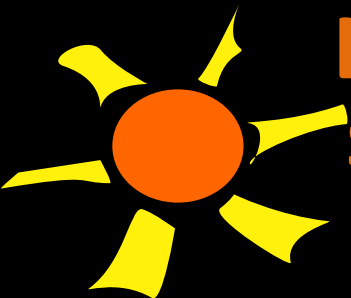
A) Consum anual total d'energies fòssils i urani a Catalunya, sense transport aeri i marítim	222 TWh
---	----------------

Energia útil estimada que produeixen aquests 222 TWh	78 TWh
---	---------------

D'aquests 78 TWh útils:

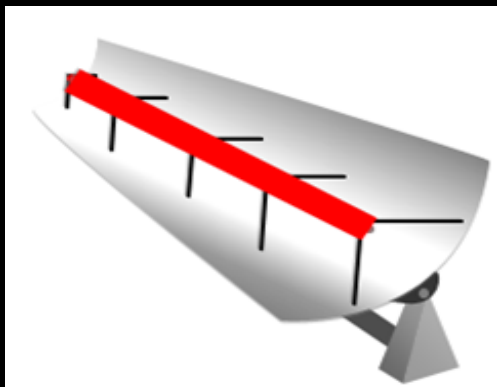
- Una part s'obtidran via electricitat amb fotovoltaica, eòlica, termoelèctrica, hidràulica...
- Una altra part, tèrmics, amb termosolar, biomassa ...

**L'electricitat serà la gran protagonista
del nou paisatge energètic en el nou
marc de la transició energètica.**

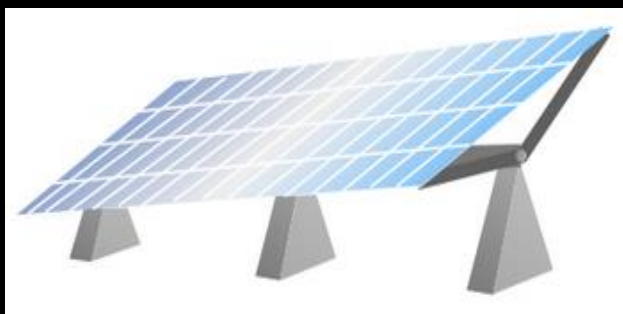


La transició energètica del segle XXI

Solucions renovables per produir electricitat



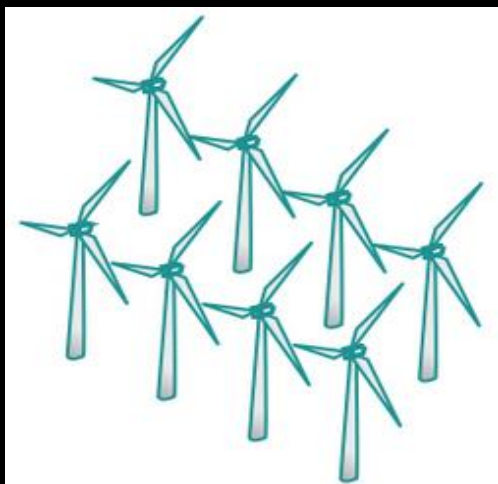
TERMOSOLAR



SOLAR PV (1 eix)



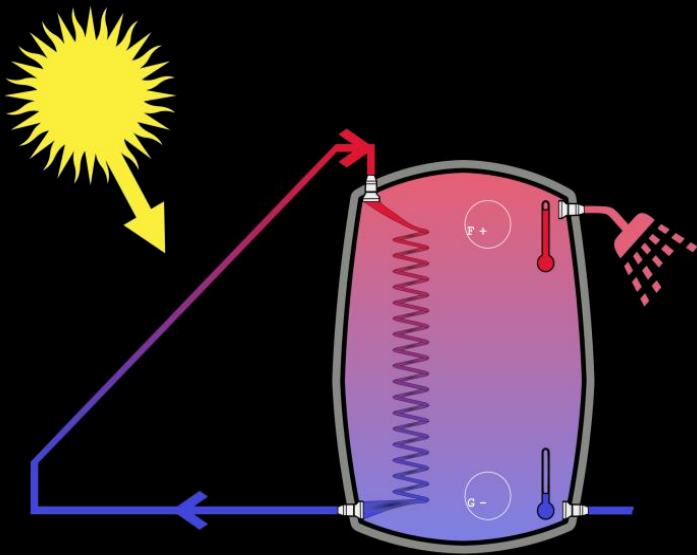
SOLAR PV (fixa)



EÒLICA

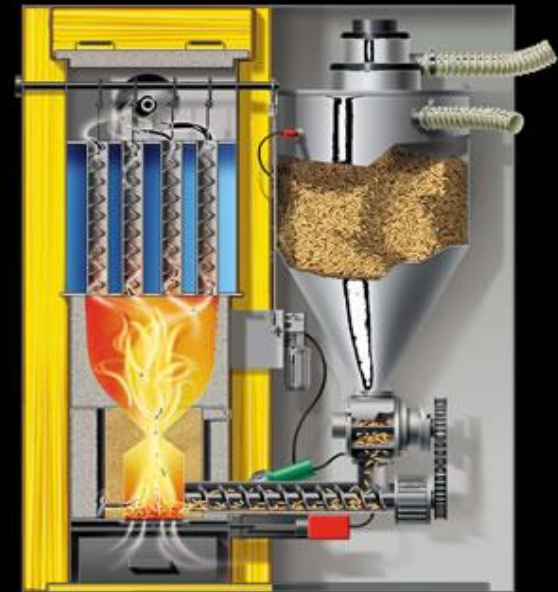


HIDROELÈCTRICA



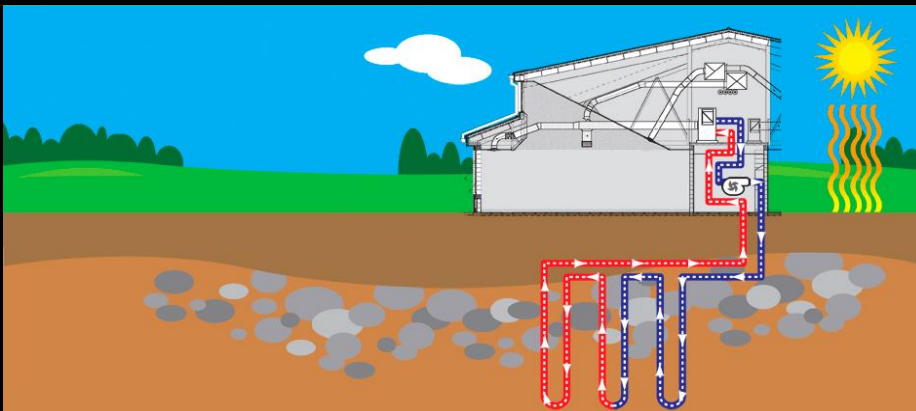
Font: <https://goo.gl/OIjPLo>

Plaques solars tèrmiques



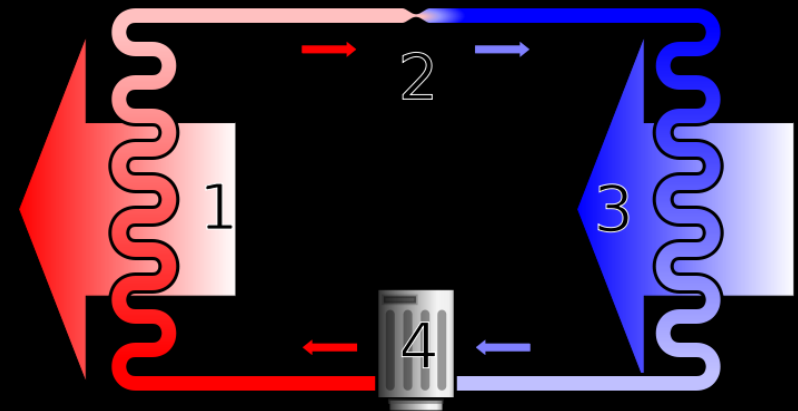
Font: <https://goo.gl/4alwjw>

Calderes de biomassa



Font: <https://goo.gl/DIRHYK>

Geotèrmia



Font: <https://goo.gl/MeL2gZ>

Bomba de calor

Què passa quan hi ha demanda i no hi ha producció perquè no fa vent, sol, etc?

Calen generadors amb una potència superior a la de consum directe per poder disposar d'energia elèctrica excedent, a fi d'emmagatzemar-la

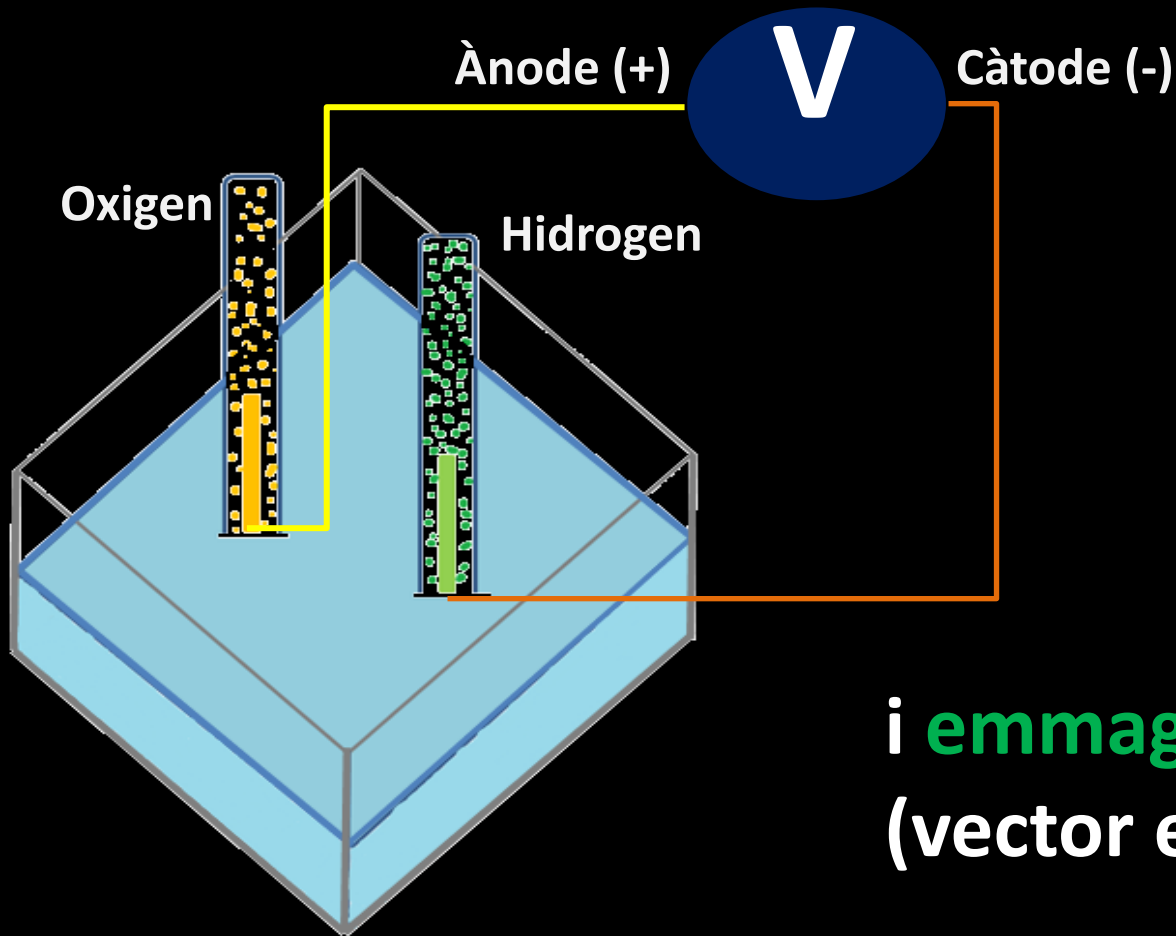
Com emmagatzemar l'electricitat?

- bateries
- hidrogen
- centrals hidroelèctriques reversibles
- sals foses
- ...

L'HIDROGEN

- **TRANSPORT PESAT**
- **COTXES LLARGUES DISTÀNCIES**
- **FERROCARRIL**
- **VAIXELLS**
- **INDÚSTRIA FORNS ALTA
TEMPERATURA**

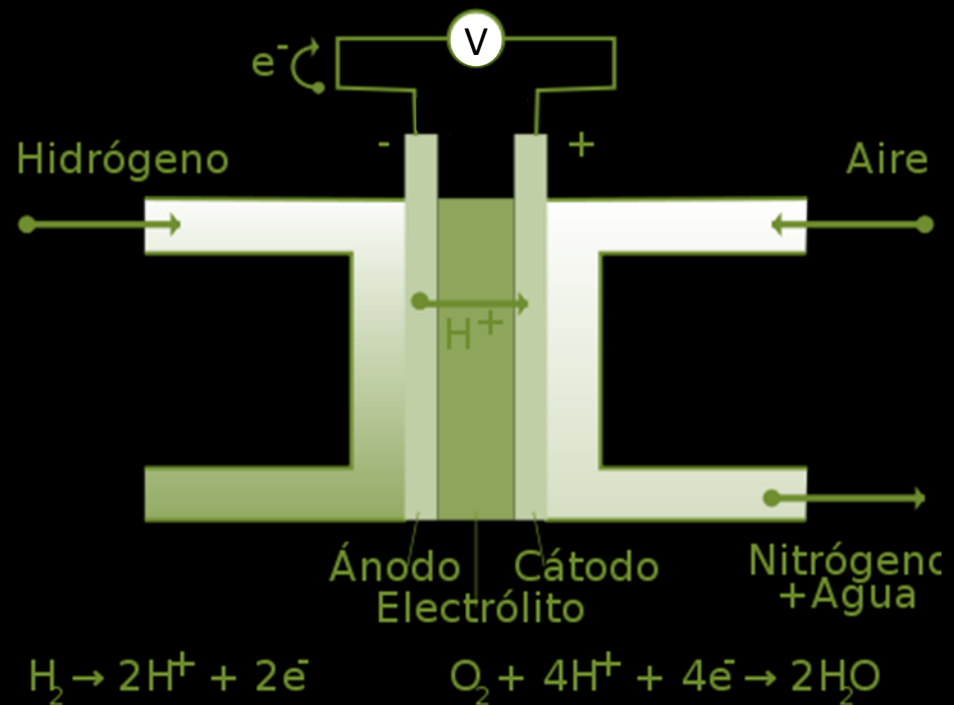
Descomposant H_2O (electròlisi) en H_2 i O_2



i emmagatzemant H_2
(vector energètic)

Quan l'H₂ reacciona amb l'O₂ produeix H₂O i desprèn **gran quantitat de calor** que pot accionar un motor tèrmic o altres màquines

En una pila de combustible, quan l'H₂ reacciona amb O₂ **produeix electricitat**



La potència de la instal·lació dependrà de l'apropament i coincidència dels usos energètics amb els de producció, ja que amb l'emmagatzematge hi ha una pèrdua d'energia

Ara usem l'energia tant com volem i quan volem mentre paguem. És imprescindible un canvi de mentalitat i de valors sobre quan usem l'energia i en com la usem

Quina superfície ocuparien les instal·lacions de renovables en el territori?

La **superfície total a ocupar** a Catalunya amb instal·lacions renovables per produir els 78 TWh útils es pot estimar en (Eduard Furró):

64.000 ha (2% de tot el territori)

COMPARATIVA DE SUPERFÍCIES A CATALUNYA	Superfície (ha)	% (sobre tot el territori)
Superfície total de Catalunya	3 211 400	100%
Superfície a ocupar amb instal·lacions de renovables a Catalunya (E.Furró)	64 000	2%
Superfície urbanitzada a Catalunya entre 1993 i 2005 (12 anys) (Font: CREAF)	32 414	1,01 %
Conreus abandonats a Catalunya entre 1993 i 2015 (Centelles, 2016)	134 000	4,17%
Superfície total urbanitzada a Catalunya (Font: IDESCAT)	211 000	6,57%



**Les ciutats i les grans aglomeracions urbanes
no són autosuficients energèticament**

Exemple: el Barcelonès, el Baix Llobregat i els
Vallès ocupen a l'entorn del **6% del territori**
de Catalunya i les seves **necessitats**
energètiques superen el **50%**

ASPECTE BÀSIC

Cal un **pacte social** entre el **mon rural i urbà** que, amb criteris de respecte paisatgístic i mediambiental, compensi les aportacions entre territoris.

Aproximadament un **50% del total de**
l'energia es podria captar en forma
d'autoconsum compartit i en
instal.lacions locals

L'altre 50% hauria de ser en
instal.lacions importants per a les
ciutats i grans infraestructures

Utilitzar:

- Els **espais públics** per a disposar instal·lacions renovables (cobrir canals de reg, pantans, servituds d'autopistes i carreteres, ferrocarril ...)
- També les **superfícies de grans zones industrials i comercials**

Cost de les instal·lacions

Estalvi estimat en la transició a 100% renovables (R.Sans)

Durant 35 anys

- **Inversió** 267 €/any i habitant
- **Estalvi** per compra de combustibles fòssils 1.332 €/any i habitant
- **ESTALVI FINAL:** $(1\ 332 - 267) =$
1 065 €/any i habitant

**Efectuar la transició a renovables en 35 anys
suposaria un estalvi estimat de**

1.065 €/habitant·any

A més, comportaria:

- Reducció de **l'impacte en el medi** (catàstrofe climàtica)
- Creació de **llocs de treball**
- Assoliment de la **sobirania energètica**
- **Assegurar el subministrament energètic a l'actual i a les futures generacions**

**Una qüestió bàsica és com gestionar
la transferència d'estalvis a inversions**

CAL TENIR PRESENT

**LES CENTRALS NUCLEARS NO EMETEN
CO₂ EN EL SEU EMPLAÇAMENT**



**PERÒ EN LA MINERIA I REFINAMENT
DE L'URANI PRODUEIXEN
UNS 100 gCO₂/kWh**

**AL MARGE DELS RESIDUS RADIACTIUS I
PERILLOSITAT**

**De moment les grans companyies i Fons
d'Inversió **no estan parats...****

**Estan signant contractes de lloguer en
terrenys rústics (1.000 €/ha) per a futurs
parcs fotovoltaics de gran potència**

Alguns PARCS FOTOVOLTAICS previstos:

- **A Mula (Múrcia) (Northleaf) 494 MW**
- **Don Rodrigo (Sevilla) (Bay Wa) 175 MW**
- **Badajoz (Iberdrola) 500 MW**
- **Càceres (Iberdrola) 590 MW prop Almaraz**
- **Cuenca (Iberdrola) 800 MW**
- **Aragó (ACS 750) MW**

Si no es fa la transició a renovables, al cap d'aquests 35 anys haurem **contribuït a la catàstrofe climàtica** i ens podríem trobar, també, **sense combustibles fòssils**

A la vista d'aquestes dades, **quin és el camí a seguir?**

ASPECTES SOCIALS

Redefinir el **concepte de benestar i confort
atenent a criteris d'eficiència i
sostenibilitat.**

**Acceptar que, a partir de certs nivells,
«reduir» i «benestar» no són
contradictoris.**

Una oportunitat per a un **nou tipus de desenvolupament** amb més **solidaritat intergeneracional**

LES ÚLTIMES 9 GENERACIONS HAN CONSUMIT EL 33% DE LES RESERVES NO RENOVABLES I DE LA RESTA LA MEITAT HARÀ DE QUEDAR SOTA TERRA PER CO2

**La Transició a les renovables és un
procés de canvi tant o més cultural que
tecnològic.**

**El planejament urbanístic hauria de
contemplar la implantació
d'instal·lacions d'energies renovables.**

REFLEXIÓ

La generació del jovent actual és la qui pot patir les greus conseqüències de no fer aquest canvi disruptiu en els usos i tractament de l'energia

REFLEXIÓ

És bàsic disposar de dades per saber **on som i cap on ha d'anar el model** actual de societat

EMBASSAMENTS DE CAMARASA I ST.ANTONI EN EL NOGUERA-PALLARESA PER ELECTRIFICAR BARCELONA

L'any 1.911 es pren la decició de
construir les 2 preses.

L'any 1.913 s'inicien les obres, amb
carreteres d'accés incloses.

El 1.916 s'inaugura el de St.Antoni i
el 1.920 el de Camarasa



EMBASSAMENTS DE CAMARASA I ST.ANTONI EN EL NOGUERA-PALLARESA PER ELECTRIFICAR BARCELONA

Lamentablement en aquests casos
les **condicions de treball** van ser
terribles i les **expropiacions** sovint
abusives

Per a la transició a renovable és un
exemple quant a **convicció** i
decisió



**Per a més informació poden consultar-se
els llibres i informes continguts en el web
de**

**CMES (Col.lectiu per a un Nou Model
Energètic i Social Sostenible)**

<http://cmes.cat>

Moltes gràcies per la vostra atenció