



Libro de la Exposición temática itinerante

CO₂ y cambio climático



Instituto Nacional del Carbón

INCAR

Consejo Superior de Investigaciones Científicas



Instituto Nacional del Carbón

INCAR

Consejo Superior de Investigaciones Científicas



Instituto Nacional
del Carbón (CSIC)

c/Francisco Pintado Fe, 26
La Corredoria
33011 - Oviedo - Asturias
Apdo. 73, 33080 - Oviedo

Tel. +34 985 119090
Fax. +34 985 297662
<http://www.incar.csic.es>



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN



CONSEJO SUPERIOR
DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS

INSTITUTO NACIONAL DEL CARBÓN



GOBIERNO DEL
PRINCIPADO DE ASTURIAS

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE
Y DESARROLLO RURAL



OSCCP

Oficina para
la Sostenibilidad,
el Cambio Climático
y la Participación



PCTI
ASTURIAS



ÍNDICE



Preámbulo

Agradecimientos

Introducción

CO₂ y cambio climático Paneles P_a y P_b

Cambio Climático

¿Por qué cambia el clima? Panel P₁

Cambio climático en la historia de la Tierra..... Panel P₂

Evolución del clima en los últimos miles de años..... Panel P₃

¿Cómo conocemos el clima del pasado?..... Panel P₄

La maquinaria de la Biosfera Panel P₅

El efecto invernadero Panel P₆

¿Cómo afectaría el cambio climático incontrolado
a la evolución de los ecosistemas terrestres?..... Panel P₇

¿Cómo afectarían las emisiones incontroladas de CO₂
a la evolución de los ecosistemas marinos? Panel P₈

¿Cómo afectaría el cambio climático incontrolado
a la Península Ibérica?..... Panel P₉

El impacto social del cambio climático incontrolado..... Panel P₁₀

El protocolo de Kioto Panel P₁₁

Los políticos frente al cambio climático..... Panel P₁₂

Ciudadano

Nosotros y el CO₂..... Panel P₁₃

Nuestros hogares y el medio ambiente Panel P₁₄

Hogares del futuro ...y más allá..... Panel P₁₅

El reciclaje y el medio ambiente Panel P₁₆

Energía

El negro panorama energético actual	Panel P ₁₇
¿Qué podemos hacer ya?	Panel P ₁₈
La combustión del carbón	Panel P ₁₉
Captación y almacenamiento de CO ₂	Panel P ₂₀
¿Cómo separamos el CO ₂ ?	Panel P ₂₁
La aportación del INCAR	Panel P ₂₂
Ya tenemos el CO ₂ puro. ¿Qué hacemos ahora con él?	Panel P ₂₃
¿Y si no generamos CO ₂ ? Energía hidroeléctrica.....	Panel P ₂₄
¿Y si no generamos CO ₂ ? La energía del viento	Panel P ₂₅
¿Y si no generamos CO ₂ ? La energía del sol	Panel P ₂₆
¿Y si no generamos CO ₂ ? Energía del mar y de la tierra.....	Panel P ₂₇
¿Y si no generamos CO ₂ ? Energía nuclear	Panel P ₂₈

Transporte

Nuestro coche y el medio ambiente	Panel P ₂₉
Transporte. Primera fase.	
Coches híbridos de bajo consumo	Panel P ₃₀
La biomasa, ¿el futuro energético de la humanidad?	Panel P ₃₁
Transporte. Segunda fase.	
Biocombustibles convencionales	Panel P ₃₂
El conflicto alimentos - bioenergía.....	Panel P ₃₃
Transporte. Tercera fase.	
Biocombustibles de futuro	Panel P ₃₄
Transporte. Cuarta fase.	
Hidrógeno y pilas de combustible	Panel P ₃₅
La "Economía del Hidrógeno".	
¿Una meta a nuestro alcance?	Panel P ₃₆

Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Panel P_c

Instituto Nacional del Carbón.....

Panel P_d

Autores



Es más fácil negar las cosas
que enterarse de ellas

Mariano José de Larra
(1809-1837)

PREÁMBULO

Las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero (GEI) no han dejado de aumentar desde la época preindustrial debido a las actividades humanas. La unanimidad de los científicos a la hora de interpretar las observaciones y evidencias que se están produciendo en la Tierra por este efecto es cada vez mayor, los estudios climáticos ponen de manifiesto la relación entre el cambio climático y el aumento de concentraciones de GEI.

La labor de los científicos en facilitar el acceso a información relevante en materia de cambio climático contribuye notablemente a incrementar la sensibilización y la concienciación de la sociedad frente a los problemas ambientales.

Un grupo de científicos del INCAR ha puesto en marcha una interesante iniciativa para acercar el conocimiento sobre el cambio climático al público, a través de una exposición itinerante que está recorriendo diversos espacios de uso público cotidiano, como son las grandes superficies comerciales. Los contenidos de esta muestra gráfica se presentan ahora en este libro acompañados de explicaciones que ayudan a la comprensión del riesgo que el calentamiento global representa para los sistemas naturales y socioeconómicos y de la importancia de las actuaciones de mitigación y adaptación frente al cambio climático.

Se trata de un intento de llegar al ciudadano con un mensaje claro sobre las causas y efectos que producen los comportamientos poco sostenibles de nuestra sociedad sobre el medio ambiente y la importancia de dar una respuesta desde lo individual con un cambio en nuestros patrones de consumo, fomentando hábitos responsables, como el ahorro de energía, la utilización del transporte público, el uso responsable de recursos como el agua o la gestión adecuada de los residuos en nuestras viviendas.

El papel que la educación y la sensibilización tienen para moldear actitudes, valores y conductas, facilita que las personas y los colectivos advirtamos la necesidad de cambiar nuestro estilo de vida para que éste sea compatible con la renovación natural de los recursos y con la conservación de los ecosistemas naturales y, en definitiva, con el desarrollo sostenible.

Nieves Roqueñí Gutiérrez
Directora de la Oficina para la Sostenibilidad,
el Cambio Climático y la Participación
del Principado de Asturias

CO₂ Y CAMBIO CLIMÁTICO

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a los organismos regionales del Principado de Asturias, la Oficina para la Sostenibilidad, el Cambio Climático y la Participación (OSCCP) y la Fundación para el Fomento en Asturias de la Investigación Científica Aplicada y la Tecnología (FICYT), así como a la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) por su apoyo económico en la edición de este libro. Asimismo, agradecemos a Cajastur la financiación de los paneles de la exposición "CO₂ y Cambio Climático".

Este libro es fruto de las colaboraciones de investigadores del Instituto Nacional del Carbón de Oviedo (INCAR-CSIC), del Institut Mediterrani d'Estudis Avançats de Esporles - Mallorca (IMEDEA, CSIC-UIB), del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) y del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN). Los textos que acompañan a los paneles ilustrativos han sido cuidadosamente corregidos por los Doctores Carlos Abanades, Ángeles Gómez y Ana Arenillas, todos ellos del Instituto Nacional del Carbón (INCAR-CSIC). El listado completo de autores y participantes se encuentra al final del libro. Determinados textos que aparecen en el libro han sido adaptados de otros que se encuentran diseminados en Internet, tras ser contrastados para verificar su idoneidad. Algunas imágenes también han sido obtenidas del ciberespacio. Estamos agradecidos a todas las personas anónimas que desinteresadamente ofrecen tan soberbia información con sensibilidad y solidaridad. Es obligado agradecer a Concha Prieto (INCAR-CSIC) su esmerada labor organizativa como responsable de divulgación del INCAR, fruto de la cuál ha sido el éxito de la exposición itinerante "CO₂ y cambio climático", origen de este pequeño libro y que a fecha de noviembre de 2008 ya ha sido exhibida en varios centros comerciales e instituciones educativas de Asturias y Cantabria (www.incar.csic.es/ExpoCO2/).



Gregorio Marbán
Instituto Nacional del Carbón
Oviedo, Noviembre de 2008

INTRODUCCIÓN

El Cambio Climático ya no es una cuestión a debatir; es un problema global de cuya solución depende en gran medida el futuro de la Humanidad. El acuerdo científico, prácticamente unánime, sobre el efecto negativo en el calentamiento global de las emisiones de CO₂ debidas a la actividad humana, no tiene un reflejo paralelo en los medios de comunicación, algunos de ellos viciados por argumentos no contrastados de comunicadores que generan una opinión con más fuerza mediática en la sociedad que la de los verdaderos científicos. Esta pequeña guía de la exposición itinerante "CO₂ y Cambio Climático" (www.incar.csic.es/ExpoCO2/) pretende mostrar de forma sencilla el conocimiento científico actual sobre la influencia humana en el calentamiento global, y, concretamente, el papel de las emisiones de CO₂ en el clima terrestre. Se expondrán pruebas sobre la realidad del cambio climático, predicciones, la problemática del sector energético y del transporte, así como el tipo de actuaciones que se deberían llevar a cabo de modo sostenible para mitigar este problema que nos afecta a todos. La exposición se divide en cuatro zonas con paneles explicativos sobre el cambio climático y su efecto sobre los distintos ecosistemas, el papel del ciudadano ante el cambio climático, nuestros hábitos y la necesidad de un uso racional de la energía, el problema del sector energético actual y las posibles alternativas limpias y, finalmente, el reto del sector transporte ante el cambio climático.

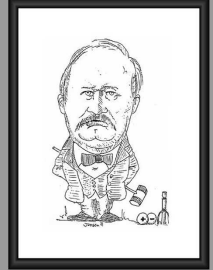


CO₂ y cambio climático





En el siglo transcurrido desde las hipótesis de Arrhenius, la comunidad científica internacional ha alcanzado un consenso sin precedentes sobre el efecto en el clima terrestre de las emisiones de CO_2 debidas a la actividad humana (tala y quema de bosques, uso de combustibles fósiles, etc.). Sin embargo, desde medios políticos y de comunicación aún se filtran reticencias con el objetivo de reabrir un debate ya cerrado por los científicos, basadas en el desconocimiento de la realidad científica, en intereses económicos, en que es más fácil la inacción que la toma valiente de decisiones y en confusiones debidas a la falta de tradición científica de la sociedad ("¡Tanto calentamiento global y en mi pueblo se ha helado toda la remolacha!").



Svante Arrhenius (1859-1927) determinó que la temperatura superficial media de la tierra es de 15°C debido a la capacidad de absorción de la radiación infrarroja por parte del vapor de agua y del CO_2 ("efecto invernadero natural"). Arrhenius sugirió que una concentración doble de estos gases de invernadero provocaría un aumento de temperatura de 5°C

En esta exposición se pretende mostrar de forma sencilla el conocimiento científico sobre el papel

del CO_2 en el clima terrestre, así como el tipo de actuaciones que se deberían llevar acabo de modo sostenible para mitigar las emisiones de CO_2 de nuestros hogares, automóviles y sistemas de producción de energía

1. El sol emite radiación visible y ultravioleta. Parte de dicha radiación llega a la superficie terrestre

2. La tierra y las nubes reflejan el 30% de la radiación solar, que se pierde en el espacio (albedo). El resto de la radiación es absorbido por la tierra, que se calienta. Finalmente la tierra libera el calor hacia la atmósfera en forma de radiación infrarroja

3. Los gases de invernadero de la atmósfera (vapor de agua, metano, CO_2 , etc.) absorben la radiación infrarroja y la re-emiten en todas direcciones. Gran parte de la emisión vuelve a la superficie terrestre, provocando su calentamiento

Efecto invernadero

(sin él, la temperatura de la superficie terrestre sería de -18°C)

CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático. Evolución a lo largo de la historia terrestre. Pruebas de la influencia humana. Predicciones. Situación en España. Actuaciones políticas (Kioto, etc.).



CAMBIO CLIMÁTICO

Clima y tiempo atmosférico no son lo mismo

Uno de los errores más comunes a la hora de discutir el fenómeno del cambio climático consiste en considerar que el tiempo atmosférico y el clima de un lugar son la misma cosa. El tiempo atmosférico a una hora determinada viene determinado por la temperatura, presión atmosférica, dirección y fuerza del viento, cantidad de nubes, humedad, etc., registrados en el instante que se considera. Se comprende que el tiempo atmosférico cambia rápidamente por la alteración de cualquiera de estas variables. No hace la misma temperatura a las 12 del mediodía que a las 6 de la mañana.



Por otro lado también puede decirse que Madrid, París y Caracas tienen el mismo tiempo en un momento dado si, por ejemplo, las tres capitales están siendo bañadas simultáneamente por una fina lluvia y experimentan la misma temperatura. Sin embargo, es evidente que estas tres ciudades no tienen el mismo clima, ni siquiera parecido. Prueba de ello es la diferente vegetación que rodea a cada una de ellas: exuberantemente tropical en Caracas, abundante en bosques y praderas en París y más bien esteparia y reseca en Madrid.

Así pues, el tiempo traduce algo que es instantáneo, cambiante y en cierto modo irrepetible; el clima, en cambio, aunque se refiere a los mismos fenómenos, los traduce a una dimensión más permanente, duradera y estable.

De esta manera podemos definir el tiempo como "el estado de la atmósfera en un lugar y un momento determinados"; y el clima como "el conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan el lugar promediadas en un largo intervalo de tiempo".

La confusión entre tiempo y clima puede llevar a una persona que contemple un descenso temporal de las temperaturas de su pueblo o ciudad al error de interpretar que el calentamiento global es un invento de los científicos. El clima es un sistema complejo, por lo que su comportamiento es muy difícil de predecir, y se ve afectado por multitud de factores. De entre todos ellos, la actividad humana lleva décadas presentándose como uno de los más decisivos.



¿Por qué cambia el Clima?

El clima es el conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan una región. No debe confundirse con el tiempo meteorológico en un momento dado

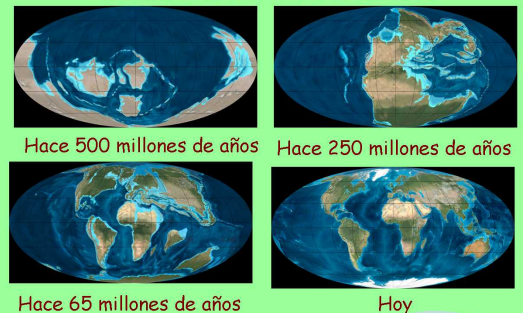
Factores Astronómicos



Están determinados por los movimientos orbitales de la Tierra alrededor del Sol y por la actividad Solar. Condicionan la energía del Sol que reciben las distintas partes del planeta. Son de carácter periódico

Factores Geológicos

Distribución de zonas climáticas en diferentes momentos de la Historia de la Tierra



La posición de los continentes varía a lo largo del tiempo geológico. Esto afecta a la ubicación y extensión de las zonas climáticas y también a la circulación oceánica. La actividad volcánica también influye en el clima de la Tierra

Factores Externos



El impacto de meteoritos o cometas de gran tamaño puede modificar el clima de la Tierra al generarse nubes de polvo que reducen la radiación solar.

Ésta parece haber sido la causa de la extinción de los dinosaurios hace 65 millones de años



Interacción con los Seres Vivos

Los seres vivos que habitan la Tierra pueden modificar el clima del Planeta. Así ocurrió con los productores de metano, con los organismos fotosintéticos que generaron una atmósfera rica en oxígeno y **últimamente con la producción humana de gases de efecto invernadero**



CAMBIO CLIMÁTICO

Los cambios climáticos son más negativos cuanto más bruscamente tienen lugar

En sus 4.600 millones de años de edad la Tierra ha pasado por numerosas etapas de frío y calor, mientras la composición de la atmósfera evolucionaba y la configuración de los continentes sufría constantes variaciones debidas a la tectónica de placas. En esas condiciones la vida que surgió del mar tuvo que sufrir continuas adaptaciones. La Historia de la Tierra nos enseña que la adaptación es posible cuando los cambios son paulatinos. Con cambios bruscos la vida se ve más limitada para reaccionar, llegando a la práctica desaparición si las variaciones son especialmente catastróficas. Sin embargo, la vida siempre vuelve a surgir esplendorosa tras los periodos de decaimiento. El hombre está provocando un cambio climático con sus emisiones de CO_2 y su tendencia al consumo insostenible. La brusquedad del cambio es tal que podría provocar la desaparición de un gran número de especies sobre la Tierra, poniendo en peligro el desarrollo del propio ser humano. Sabemos que pase lo que pase la vida volverá a poner las cosas en su lugar, pero si el hombre no asume ya su responsabilidad en la conservación de los ecosistemas se verá abocado a adaptarse a nuevas e insospechadas formas de subsistencia, que pueden hacer de su existencia en la Tierra un camino lleno de obstáculos.





Cambio climático en la Historia de la Tierra

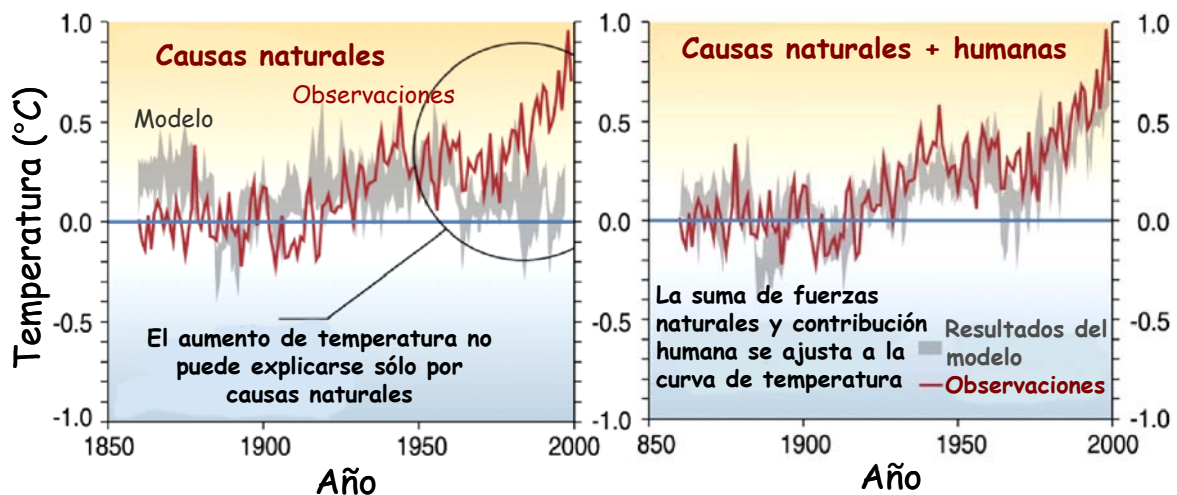
La Tierra ha pasado por épocas cálidas y frías varias veces a lo largo de su historia. Los grandes cambios permiten la evolución de nuevas especies



CAMBIO CLIMÁTICO

El aumento de la concentración atmosférica de CO_2 y de la temperatura global en las últimas décadas no encuentra precedente en los 800.000 años anteriores

A pesar de la gran variabilidad del clima en los últimos ochocientos mil años, con constantes glaciaciones seguidas de periodos cálidos interglaciares, nunca se había observado un aumento de la temperatura global como el acontecido en las últimas décadas. A pesar de la persistencia en los medios de comunicación de teorías polémicas ya superadas por los científicos, éstos han alcanzado un acuerdo prácticamente unánime: la causa de esta subida de la temperatura global se halla en el aumento paralelo de la concentración de CO_2 en la atmósfera, que es también la más elevada de los últimos ochocientos mil años. En la actualidad, los niveles de CO_2 alcanzan las 387 partes por millón, un 40% más que en el inicio de la revolución industrial.



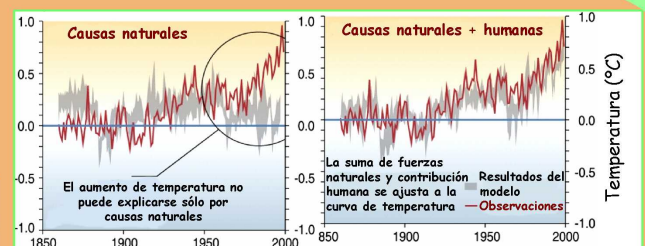
La inmensa mayoría de los científicos están de acuerdo; el aumento de la temperatura global registrado en las últimas décadas se debe a la actividad humana con una certidumbre superior al 90%. EL DEBATE QUE EXISTE EN ALGUNOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN, PROMOVIDO POR SECTORES NO CIENTÍFICOS, NO TIENE PARALELISMO EN EL SENO DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA.



Evolución del Clima en los Últimos Miles de Años

A medida que nos acercamos al momento presente aumenta la precisión con la que podemos medir la evolución de la temperatura de la Tierra

Desde la Revolución Industrial se ha disparado la emisión a la atmósfera de gases de efecto invernadero derivados de la actividad humana

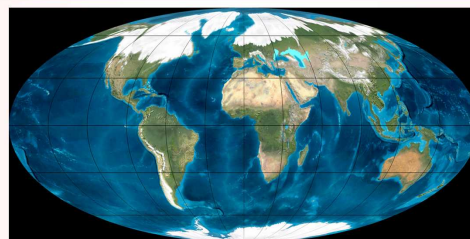


El informe del Panel

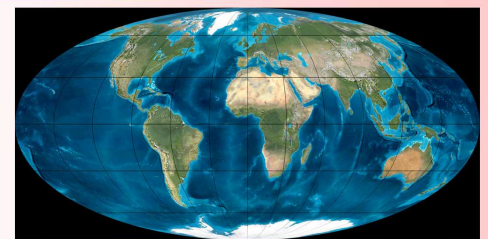
Intergubernamental para el Cambio Climático señala que las variaciones de la temperatura de la Tierra registradas recientemente sólo se explican por la contribución humana a las emisiones de gases de efecto invernadero

Los vikingos se extendieron por Groenlandia durante el periodo cálido medieval

El periodo cálido del Holoceno se asocia al inicio de los primeros asentamientos agrícolas



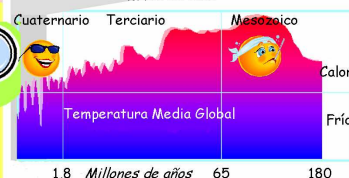
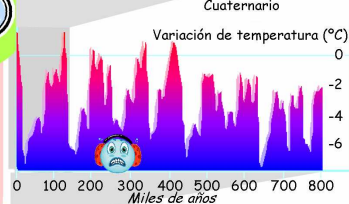
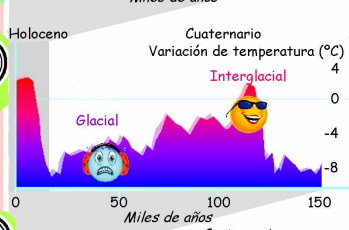
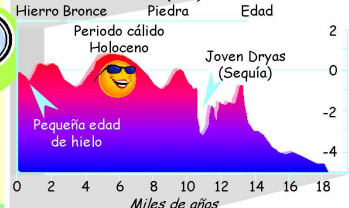
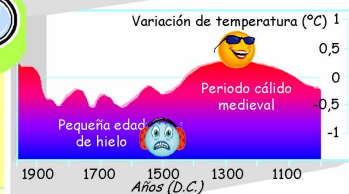
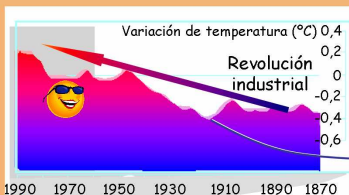
Extensión de hielo en la etapa glacial



Extensión de hielo en la actualidad

Los periodos glaciares e interglaciares del Cuaternario se explican por las variaciones en los movimientos orbitales de la Tierra

La extinción de los dinosaurios se produjo en una época cálida de la Tierra y favoreció la proliferación y diversificación de los mamíferos



CAMBIO CLIMÁTICO

¿Qué es la paleoclimatología?

La palabra paleoclimatología se deriva de la raíz griega "paleo", que significa "antiguo", y del término clima. Por tanto es el estudio del clima pasado. Así mismo, el paleoclima es el clima que existió antes de que los seres humanos empezaran a hacer mediciones instrumentales de temperatura, precipitación, presión, velocidad y dirección del viento, etc.

En estos términos, los paleoclimatólogos no poseen ni trabajan con datos medidos instrumentalmente, sino que se basan en determinados indicadores indirectos, para inferir cómo fueron las condiciones climáticas en el pasado y los procesos de cambio de las mismas.



Los cambios climáticos provocaron modificaciones importantes en los sedimentos, en la flora y en la fauna, que ahora se encuentran fosilizados. Estos fósiles han quedado como documentos que atestiguan los cambios climáticos del pasado.

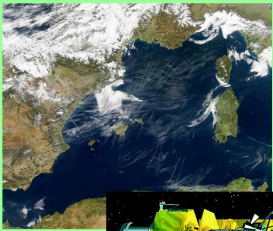
Los indicadores son registros más o menos continuos de un solo parámetro, como por ejemplo la tasa de acumulación de sedimentos, la pluviosidad, la temperatura del agua, distintas asociaciones de plantas, etc. Estos indicadores han de ser analizados en su conjunto, e integrados para reconstruir las condiciones climáticas en un determinado periodo. Además deben ir acompañados de dataciones absolutas para conocer la edad del material en el que se ha determinado el indicador. Por ejemplo, para sedimentos de miles de años de antigüedad se usan las dataciones de carbono 14 (^{14}C).





¿Cómo conocemos el clima del pasado?

Registros Instrumentales



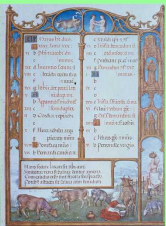
Desde los primeros registros instrumentales de mediados del siglo XVIII hasta las modernas mediciones de los satélites se ha podido tener información directa de los elementos del clima:

humedad, temperatura, presión



De etapas anteriores sólo tenemos indicadores indirectos

Registros Históricos



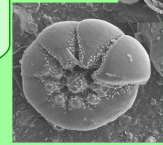
Documentos históricos (relatos de hambrunas, sequías, etc.) y obras artísticas dan testimonio de la **Pequeña Edad del Hielo (1350-1850 DC)**. También son abundantes los indicadores de una época cálida en el Medioevo

Registros Biológicos Recientes y Fósiles



Sondeos de hielo

Los hielos formados en épocas remotas conservan en su seno información sobre la temperatura y niveles de CO_2 atmosférico en aquellas fechas



En los anillos de crecimiento de los corales y en las conchas de organismos marinos está contenida información sobre la temperatura de los mares que habitaban



Anillos de crecimiento de los árboles

La frecuencia y grosor de los anillos de crecimiento de los árboles nos hablan del clima

CAMBIO CLIMÁTICO

La Biosfera, el ser vivo global

La Biosfera es el sistema material formado por el conjunto de los seres vivos propios del planeta Tierra, junto con el medio físico que les rodea y que ellos contribuyen a conformar. Este significado de "envoltura viva" de la Tierra, es el de uso más extendido, pero también se habla de Biosfera a veces para referirse al espacio dentro del cual se desarrolla la vida, formado por la combinación de la Litosfera (capa más superficial de la Tierra sólida), la Hidrosfera (mares, ríos, lagos y aguas subterráneas) y la Atmósfera (capa de gas que rodea al planeta).



La Biosfera tiene propiedades que permiten hablar de ella como un gran ser vivo, con capacidad para controlar, dentro de unos límites, su propio estado y evolución.





La Maquinaria de la Biosfera

El reciclaje no es una idea nueva. Desde el principio de los tiempos, el agua y los principales constituyentes de los seres vivos (carbono, nitrógeno, fósforo, etc.) se vienen utilizando una y otra vez



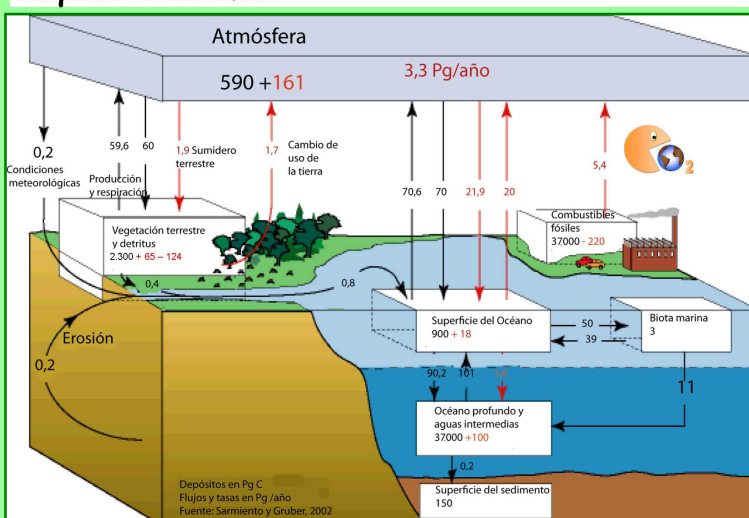
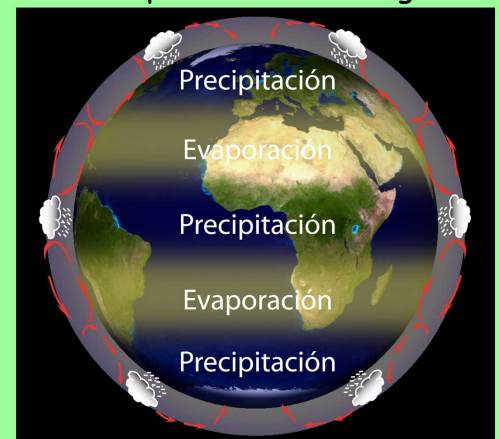
EL CICLO DEL AGUA

Los océanos contienen el 97% del agua de la tierra. Aproximadamente un tres por ciento se encuentra sobre tierra firme y sólo un 0,001% en la atmósfera. Sin embargo se estima que la precipitación global anual es más de 30 veces la cantidad total de agua contenida en la atmósfera. Esto nos da idea de la rapidez con la que se recicla el agua entre la superficie terrestre y la atmósfera

EL CICLO DEL AGUA Y EL CLIMA

La evaporación y la precipitación no se distribuyen por igual en todo el planeta. La circulación atmosférica arrastra la humedad desde latitudes intermedias hacia latitudes bajas y altas en los dos hemisferios de forma que en estas latitudes altas y bajas la precipitación predomina sobre la evaporación

El calentamiento global puede acelerar el ciclo del agua aumentando las diferencias entre zonas de evaporación y precipitación y aumentando la frecuencia de lluvias y sequías extremas



EL CICLO DEL CARBONO

Después del agua, el componente más importante de los seres vivos es el carbono. Al igual que el agua, el carbono también se recicla entre la atmósfera, la superficie terrestre y el océano. El carbono también puede permanecer almacenado durante siglos en las aguas profundas del océano o durante millones de años por debajo de la superficie terrestre, como en el caso del petróleo

Cada año se mueven enormes cantidades de carbono a través de este ciclo de forma natural. En los últimos tiempos, la presión de la humanidad sobre estos recursos es tan grande que ha llegado a alterar de manera notable el delicado balance natural del ciclo del carbono

Los flujos representados por las flechas están en Pg por año (Pg = petagramo = 1.000 millones de toneladas). Las cajas representan la cantidad de carbono presente en los diferentes compartimentos, y las flechas negras los flujos de carbono naturales. Las flechas rojas representan las alteraciones de los flujos naturales producidas por la actividad humana

CAMBIO CLIMÁTICO

El efecto invernadero

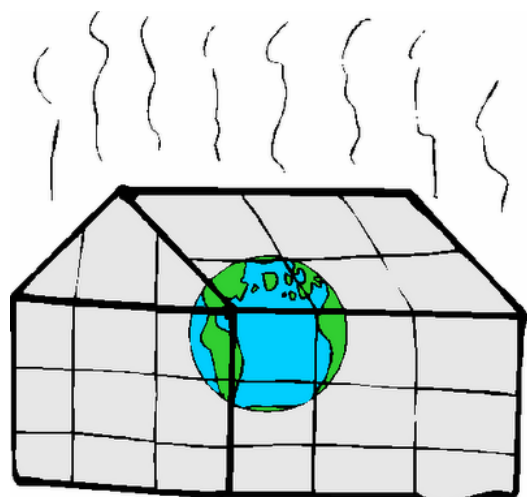
Se denomina efecto invernadero al fenómeno por el cual determinados gases, que son componentes de una atmósfera planetaria, retienen parte de la energía que el suelo emite por haber sido calentado por la radiación solar. Afecta a todos los cuerpos planetarios dotados de atmósfera.

Gracias al efecto invernadero la temperatura sobre la faz de la Tierra es tan agradable, permitiendo nada menos que el desarrollo de la vida. Sin embargo, de acuerdo con el actual consenso científico, el efecto invernadero se está viendo acentuado en la Tierra por la emisión de ciertos gases, como el dióxido de carbono y el metano, debida a la actividad económica humana. Esta es la causa admitida por la ciencia del calentamiento global y, por lo tanto, el principal reto de futuro de todos los gobiernos y ciudadanos del mundo.

Las más extensas compilaciones de datos científicos sobre cambio climático son llevadas a cabo por una organización internacional fundada por la ONU en 1988 y denominada "Panel Intergubernamental del Cambio Climático" (IPCC). Esta institución fue galardonada con el premio Nóbel de la Paz en el año 2007.

Los científicos del IPCC comparan las variaciones de temperatura global en el futuro predichas por medio de modelos. Los modelos climáticos desarrollados por climatólogos predicen distintos niveles de aumento de temperatura en función del escenario considerado de emisiones de gases de invernadero. Puesto que estos modelos ya llevan siendo aplicados desde hace varios años, existen predicciones de los últimos años que pueden compararse con los datos

reales de temperatura global. Considerando sólo los escenarios incluidos en los informes del IPCC, **la temperatura global de los últimos años ha sido superior a la estimada para los escenarios más pesimistas.**

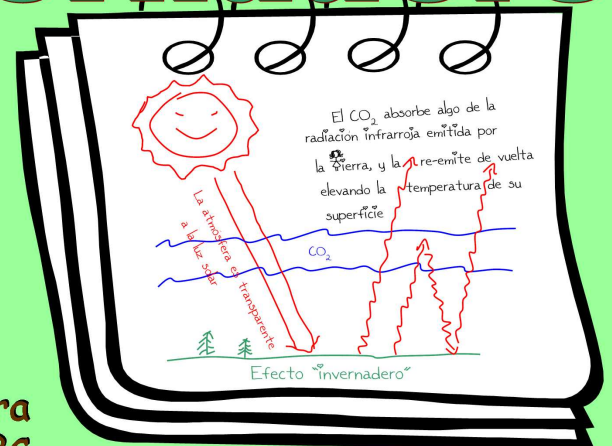




El Efecto Invernadero

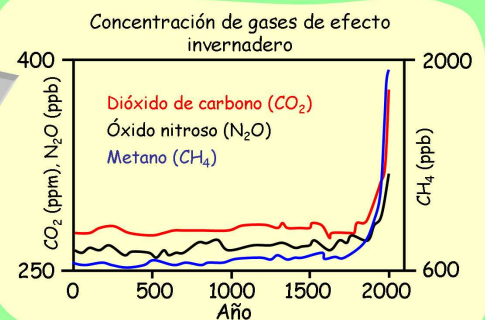
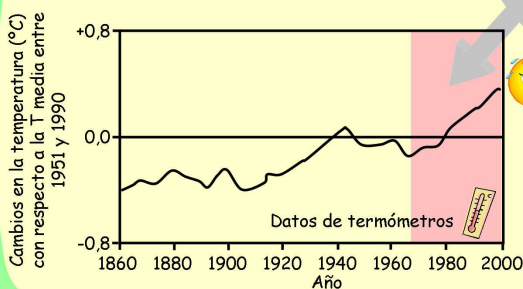
¿Qué es? Es un fenómeno natural; parte del calor del Sol que llega a la Tierra y es irradiado por ésta no se pierde hacia el espacio. Algunos gases de la atmósfera lo devuelven hacia el suelo

Sin el efecto invernadero la temperatura del planeta sería -18°C



PERO actualmente existe un exceso de gases de efecto invernadero (CO_2 y otros)

Este exceso de CO_2 es la causa del calentamiento global



¿Qué puede ocurrir si no paramos de emitir gases de efecto invernadero?

Un escenario es una proyección del comportamiento y evolución económica, social y tecnológica de la sociedad. Así se calculan las emisiones y los cambios

ESCENARIO A1

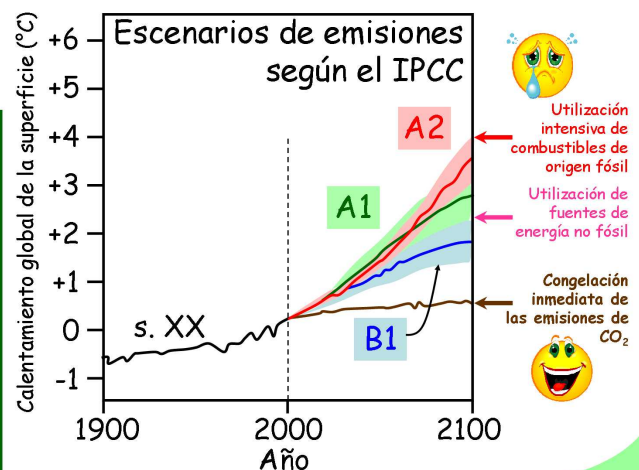
Mundo futuro con un rápido crecimiento económico, una población mundial que alcanza su valor máximo hacia mediados del siglo y disminuye posteriormente, y una rápida introducción de tecnologías nuevas y más eficientes. Notable reducción de las diferencias regionales en cuanto a ingresos por habitante

ESCENARIO B1

La población mundial, que alcanza su valor máximo hacia mediados del siglo y desciende posteriormente, vive rápidos cambios en las estructuras económicas orientados a una economía de servicios y de información, acompañados de una utilización menos intensiva de los materiales y la introducción de tecnologías limpias con un aprovechamiento eficaz de los recursos. En ella se da preponderancia a las soluciones de orden mundial encaminadas a la sostenibilidad económica, social y ambiental, así como a una mayor igualdad, pero en ausencia de iniciativas adicionales en relación con el clima

ESCENARIO A2

Mundo muy heterogéneo caracterizado por la autosuficiencia y la conservación de las identidades locales. Los índices de natalidad en el conjunto de las regiones convergen muy lentamente, con lo que se obtiene una población en continuo crecimiento. El desarrollo económico está orientado básicamente a las regiones, y el crecimiento económico por habitante así como el cambio tecnológico están más fragmentados y son más lentos que en otras líneas evolutivas



CAMBIO CLIMÁTICO

La vida se sube al monte



Los efectos del cambio climático sobre los ecosistemas terrestres varían de unas regiones a otras. Así, los bosques subtropicales secos en Zimbabwe podrían disminuir cerca de un 45%. En México se espera que los bosques secos se expandan, mientras la cobertura de los bosques tropicales montanos húmedos probablemente se

vea reducida. En las regiones tropicales también se prevén cambios en la estructura y composición de sus masas forestales, debido a su sensibilidad a las variaciones en la disponibilidad de agua y humedad del suelo. En los bosques boreales y templados el aumento de temperatura podría ampliar la época de crecimiento y reproducción, favoreciendo su expansión hacia los polos, pero incrementando a su vez la frecuencia de fuegos y brotes de plagas.

La distribución de las especies está cambiando en latitud hacia los polos y también a mayores altitudes. Un incremento de apenas 1°C puede causar cambios significativos en la composición y distribución de ciertas poblaciones vegetales. Se espera un reemplazo de los árboles que asociamos a bosques maduros (especies de lento crecimiento) por árboles y arbustos de rápido crecimiento. Asimismo, se prevé que la distribución de la vegetación se desplace a mayor altitud a un ritmo de 8-10 m por década, por lo que algunas especies limitadas a las cumbres montañosas podrían extinguirse. Las especies tendrían que migrar algo más de 3 km al año para adaptarse al cambio climático, lo cual no parece viable para árboles cuyas semillas sean dispersadas por el viento o árboles con frutos pesados (bellota o nuez), resultando en una reconfiguración hacia bosques menos diversos.

Otros estudios muestran que algunas especies de aves y mariposas también se han desplazado más al Norte y a mayor altitud. Las respuestas individuales de las especies al cambio climático pueden afectar sus interacciones con otras que constituyen su dieta habitual, hasta extremos que puedan alterar la composición y estructura de las comunidades.

Lorente, I. y col. 2004. "Los efectos biológicos del cambio climático". Ecosistemas 2004/1

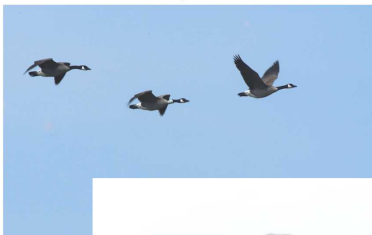


¿Cómo afectaría el Cambio Climático incontrolado a la evolución de los ecosistemas terrestres?

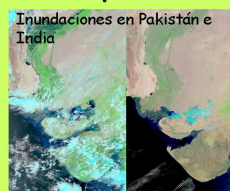


Las emisiones de CO_2 favorecen el calentamiento global de la Tierra y de sus ecosistemas

Migraciones de las especies



Aumento de temperatura o precipitaciones



Pérdida de la biodiversidad
Extinción de las especies



Aumento de los incendios forestales

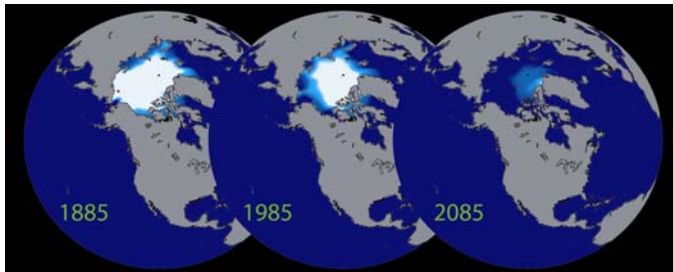


Las emisiones de CO_2 (coches, industria,...) favorecen el efecto invernadero (calentamiento global). El calentamiento de la Tierra traerá aparejada una menor disponibilidad de agua en ciertas regiones, mientras que provocará inundaciones en otras. El calentamiento global llevará a muchas especies a migrar tanto en altitud como en latitud. El cambio climático se convertirá en el principal motor de la pérdida de biodiversidad y alteración del funcionamiento y de los servicios de los ecosistemas terrestres a escala mundial. Un aspecto importante del calentamiento global en nuestras latitudes será la creciente importancia de los incendios, debido a condiciones más áridas y cálidas

CAMBIO CLIMÁTICO

La Corriente Termohalina de los océanos

En Oceanografía Física, se llama circulación termohalina a la circulación convectiva que afecta de modo global al conjunto de las masas de agua oceánicas. Es muy importante por su significativa participación en el flujo neto de calor desde las regiones tropicales hacia las polares. Por lo tanto, sin la corriente termohalina no se comprendería el clima terrestre.



El aumento de temperaturas aumentará el flujo de agua dulce en los océanos en latitudes altas. Los modelos sugieren que esto se debe al aumento de lluvias en latitudes medias y altas y al **deshielo de**

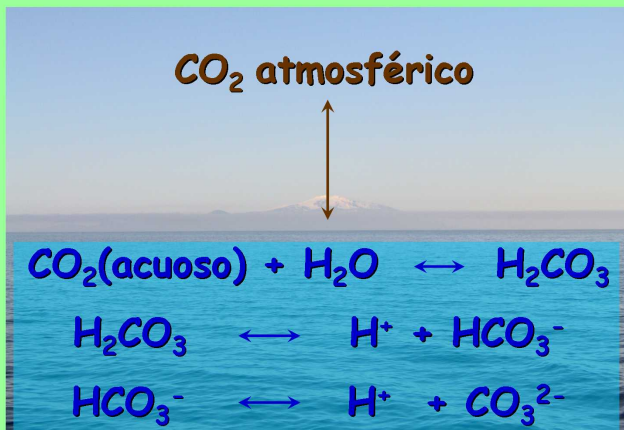
los casquetes polares. La circulación del océano (corriente termohalina) es muy sensible a la cantidad de agua dulce que entra en el sistema. El agua dulce controla la densidad del agua salada y por lo tanto la capacidad del agua de hundirse al enfriarse. Si el agua es demasiado dulce, el enfriamiento no la hará lo suficientemente densa como para que se hunda hasta el fondo oceánico. Si el agua no se hunde en las altas latitudes, el viento será la única fuerza de movimiento de la corriente del Golfo y la circulación global se verá frenada.

Esto, que puede sonar a ciencia ficción, parece ser que ha ocurrido en otras ocasiones en épocas relativamente recientes. Durante el último período glacial hace unos 15.000 años, la mayor parte de Europa y América del Norte quedó cubierta por extensas capas de hielo. Cuando el período glacial empezó a desaparecer, los hielos comenzaron a retirarse, provocando que en muchas zonas se crearan grandes lagos de agua dulce. Uno de estos lagos fue el lago Agassiz en Canadá. Un lago que sería el más grande del mundo en la actualidad, con una superficie aproximada de 440.000 km². Este lago quedaba aislado del mar por una especie de muro de hielo de unos 3 kilómetros de grosor, pero hace unos 9.000 años la masa de hielo se deshizo rápidamente provocando que una gran cantidad de agua dulce saliera de pronto hacia el Atlántico Norte. Tal cantidad de agua fue capaz de bloquear la circulación termohalina de la corriente del Golfo provocando de nuevo un pequeño período glacial en Europa.

Las observaciones realizadas en los últimos 40 años muestran que está disminuyendo de forma constante la salinidad del Atlántico Norte, provocando la deceleración de la corriente termohalina.



¿Cómo afectarían las emisiones incontroladas de CO₂ a la evolución de los ecosistemas marinos?

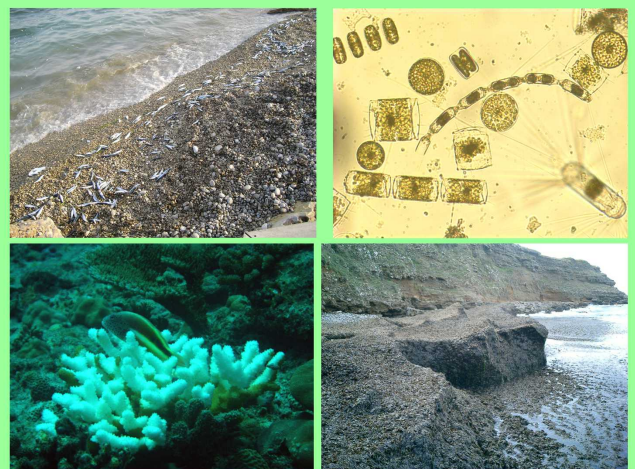


El CO₂ atmosférico se encuentra en equilibrio con el CO₂ disuelto en los océanos; así, un aumento en la concentración de este gas en la atmósfera conlleva un incremento de su presencia en las aguas. El CO₂ reacciona químicamente con el agua dando lugar a iones carbonato y bicarbonato y H⁺, lo que provoca que el agua del mar se acidifique. Se estima que la acidez actual del océano podría ser la más alta registrada de los últimos 5 millones de años

Este **incremento en la acidez** afecta a la capacidad de los organismos para utilizar el carbonato cálcico presente en el agua. Bajo estas condiciones, disminuye la abundancia de especies que, o bien dependen del carbonato cálcico durante fases críticas de su desarrollo, o bien presentan estructuras formadas por este material (p.ej. corales, caracoles y erizos de mar)

Las emisiones de CO₂ contribuyen a **incrementar la temperatura** del océano. Las temperaturas altas del océano:

- ♦ modifican el rango de distribución de especies
- ♦ aumentan la tasa metabólica de los organismos
- ♦ contribuyen a generar hipoxia en el sistema como consecuencia del incremento de la respiración y la disminución de la solubilidad de O₂. La hipoxia aumenta la mortalidad, sobre todo de peces y crustáceos
- ♦ aumentan la mortalidad de fitoplancton y especies como corales y praderas submarinas que crean hábitat
- ♦ reducen la extensión del hielo marino y, en consecuencia, disminuyen la abundancia de muchas especies que dependen de él (p.ej. krill, focas, osos polares, etc.)



CAMBIO CLIMÁTICO

Veranos más largos en España



En España ya se pueden apreciar los efectos biológicos del cambio climático. La primavera biológica se ha adelantado y la llegada del invierno se ha retrasado, de forma que el período en que tiene lugar el crecimiento y reproducción de las plantas se ha prolongado unos cinco días por década durante los últimos cincuenta años. En las

montañas, la vegetación mediterránea parece desplazarse hacia mayores altitudes. Se han observado muchos otros cambios en las últimas décadas en respuesta a este cambio climático: sequías más frecuentes y severas, mayores riesgos de incendio, mayores emisiones de compuestos orgánicos volátiles biogénicos de nuestros ecosistemas, etc.

Se ha comprobado que unas especies están más afectadas que otras, con lo cual se altera su habilidad competitiva y se acaba modificando la composición de la comunidad. Se ha visto, por ejemplo, como disminuía la diversidad de nuestros matorrales. El papel de muchos de nuestros ecosistemas terrestres como sumideros de carbono puede verse seriamente comprometido durante las próximas décadas. En los próximos años, las políticas de "aforestación" de espacios agrícolas abandonados y de "reforestación" de zonas perturbadas tendrían que tener en cuenta las condiciones que se están proyectando para el futuro inmediato. Entre éstas, destaca la de una menor disponibilidad de agua como consecuencia tanto de la disminución de las precipitaciones y del aumento de la evaporación, como de la mayor demanda de unos ecosistemas más activos por el aumento del CO₂ y de la temperatura.

*"Informe sobre el Canvi Climàtic a Catalunya",
Institut d'Estudis Catalans - Departament de
Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya,
26-09-2003*

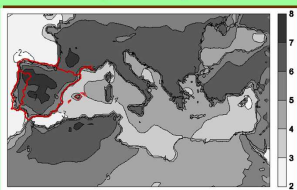


¿Cómo afectaría el Cambio Climático incontrolado a la Península Ibérica?

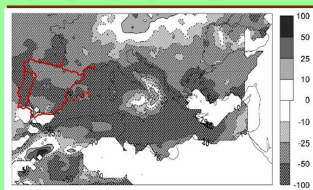
Los efectos de un cambio climático incontrolado se traducirían en un aumento de las temperaturas en la zona mediterránea y de la Península Ibérica de algo más de 4°C en los próximos 80 años

Variaciones previstas para el periodo 2070-2100 con respecto al periodo 1960-1990

[E. Sánchez y col., Global and Planetary Change 44 (2004) 163-180]



Variación de temperatura máxima (°C) en verano



Variación de precipitaciones (%) en verano

En este escenario se pronostica:

1. Tendencia al aumento de la variabilidad hidrológica (sequías y crecidas). En el futuro, los datos existentes apuntan a que el calentamiento global puede generar un aumento en la irregularidad del régimen de lluvias y promover la generación de crecidas relámpago en las cuencas mediterráneas y del interior de la Península Ibérica



2. Aumento de la desertificación



3. Aumento de la frecuencia e intensidad de los incendios forestales



4. Cambios en la biodiversidad

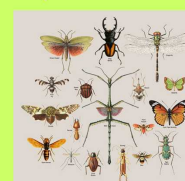
En el sur de Europa, se espera que las zonas con matorral improductivo se expandan en el futuro

El cambio climático ha generado una disminución del éxito reproductor de aves como el papamoscas cerrojillo, debido al desacoplamiento del calendario de llegadas con los ritmos de la vegetación y de los invertebrados que le sirven de sustento en los ecosistemas receptores españoles



En el futuro muchas otras especies de aves y mamíferos pueden verse negativamente afectadas por desacoplamientos entre sus épocas reproductoras y los ciclos vitales de otras especies que les sirven como alimento

Los ciclos de vida de organismos que no controlan su temperatura corporal, como los invertebrados, los anfibios (por ejemplo el endémico Ferreret balear) y los reptiles, se ven directamente afectados por el calentamiento global. Numerosos estudios indican fracasos en la reproducción de anfibios y reptiles asociados con el calentamiento y los cambios en el régimen de precipitaciones



CAMBIO CLIMÁTICO

Las previsiones del IPCC

Impactos proyectados por cambios en la temperatura media global sobre el nivel de 1990 (4º Informe de Evaluación del IPCC)

Hasta 2°C

- Se reforzarán los impactos observados en la actualidad
- Reducción de la seguridad alimentaria en muchas naciones de bajas latitudes
- Decoloración o blanqueamiento generalizado de los arrecifes de coral
- Incremento de la productividad agrícola en altas latitudes

De 2°C a 4°C

- Hasta 2.000 millones de habitantes afectados por escasez de agua
- Mortalidad generalizada de los arrecifes de coral
- Generalización de pérdida de biodiversidad, 20-30% de especies en peligro de extinción
- La biosfera terrestre se convierte en una fuente neta de carbono
- 90% del bosque boreal en riesgo
- Decrecimiento global de la productividad agrícola
- 30% de pérdida de humedales costeros
- Aumento sustancial de mortalidad y morbilidad debidas a olas de calor, inundaciones y sequías
- Aumento sostenido a largo plazo del nivel medio del mar por la deglaciación de Groenlandia y el escudo antártico oeste
- Debilitamiento de la corriente termohalina

Más de 4°C

- Se sobrepasará la capacidad de adaptación de casi todos los sistemas, físicos, biológicos y sociales, sobre todo considerando que regionalmente el cambio térmico será en muchas ocasiones mayor
- Hasta 3.200 millones de habitantes afectados por escasez de agua
- Incremento de hasta 8 veces en las olas de calor en determinadas ciudades norteamericanas
- Grandes extinciones de especies e impactos en ecosistemas: hasta el 45% de las especies arbóreas amazónicas, hasta el 50% de la tundra ártica reemplazada por bosque, hasta el 25% del desierto polar reemplazado por la tundra
- Decrecimiento del 20-35% del mar de hielo ártico
- Aumento sostenido a largo plazo del nivel medio del mar, inundaciones de zonas bajas y reconfiguración de la línea de costa
- Debilitamiento de la corriente termohalina, con impactos muy severos en Europa, especialmente en la costa





El impacto social del Cambio Climático incontrolado

El cambio climático tiene una incidencia negativa sobre las poblaciones, que se puede resumir en cambios en:

1. Mortalidad debida al incremento de la temperatura y cambios en la producción de alimentos



En España, el número de muertes atribuibles a la ola de calor de 2003 asciende a 6.500 y en Europa entre 27.000 y 40.000

Más de 850 millones de habitantes (la mayoría niños) padecen hambrunas en el mundo



2. Mortalidad debida a acontecimientos extremos (tormentas, tornados, huracanes y precipitaciones extremas)



3. Enfermedades transmitidas por los alimentos, el agua y por vectores infecciosos. En España es probable el aumento de la incidencia de enfermedades transmitidas por mosquitos o garrapatas.

Muertes en las que habrían podido influir causas medioambientales

Número de personas al año	1980	2000
Enfermedades de la piel (no tumores)	183	944
Tumor maligno del aparato respiratorio	8.771	17.363
Melanoma maligno de la piel	181	701
Otro tumor maligno de la piel	350	549
Leucemia	1.776	2.881
Cáncer del tejido conjuntivo	187	404
Melanoma cutáneo	166	645
Tumor de ovario	625	1.605
Linfoma NO Hodking	368	1.891
Mieloma múltiple	481	1.511

Unos 150 millones de personas serán "refugiados ambientales" en 2050, según la Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y la Media Luna Roja (FICR), que advierte que la degradación ambiental se ha convertido en la mayor causa de migraciones

CAMBIO CLIMÁTICO

El Protocolo de Kioto

Artículo 3

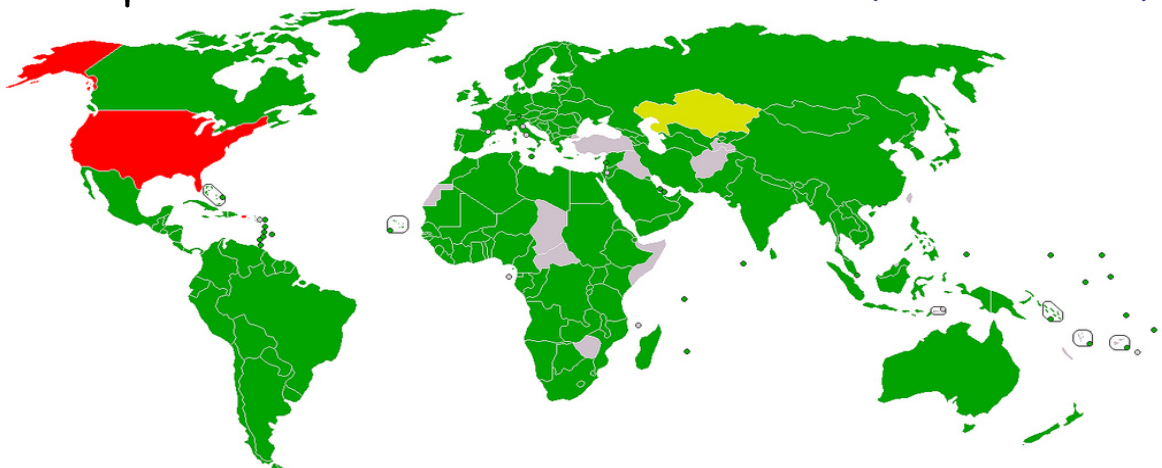
1. Las Partes incluidas en el anexo I se asegurarán, individual o conjuntamente, de que sus emisiones antropógenas agregadas, expresadas en dióxido de carbono equivalente, de los gases de efecto invernadero enumerados en el anexo A no excedan de las cantidades atribuidas a ellas, calculadas en función de los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones consignados para ellas en el anexo B y de conformidad con lo dispuesto en el presente artículo, con miras a reducir el total de sus emisiones de esos gases a un nivel inferior en no menos de 5% al de 1990 en el período de compromiso comprendido entre el año 2008 y el 2012.
2. Cada una de las Partes incluidas en el anexo I deberá poder demostrar para el año 2005 un avance concreto en el cumplimiento de sus compromisos contraídos en virtud del presente Protocolo.

HECHO en Kioto el día once de diciembre de mil novecientos noventa y siete.

EN TESTIMONIO DE LO CUAL los infrascritos, debidamente autorizados a esos efectos, han firmado el presente Protocolo en las fechas indicadas.

-  Firmado y ratificado
-  Firmado y pendiente de ratificación
-  Firmado y no ratificado
-  No posicionados

Protocolo de Kioto (diciembre 2007)





El Protocolo de Kioto

¿QUÉ ES EL PROTOCOLO DE KIOTO?

Los gobiernos acordaron en 1997 el Protocolo de Kioto del Convenio Marco sobre Cambio Climático de la ONU. El acuerdo entró en vigor el pasado 16 de febrero de 2005, sólo después de que 55 naciones que suman el 55% de las emisiones de gases de efecto invernadero lo hubieran ratificado. En la actualidad son ya 166 países. El objetivo del Protocolo de Kioto es conseguir reducir un 5,2% las emisiones de gases de efecto invernadero globales, sobre los niveles de 1990, para el periodo 2008-2012. Este es el único mecanismo internacional para empezar a hacer frente al cambio climático y minimizar sus impactos. Para ello contiene objetivos legalmente obligatorios para que los países industrializados reduzcan las emisiones, debidas a la actividad humana, de 6 gases de efecto invernadero: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarbonos (HFC), per-fluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6).

BREVE HISTORIA DEL PROTOCOLO DE KIOTO

1988: Toronto, Canadá: Se celebró la Conferencia de Toronto sobre Cambios en la Atmósfera. Esta fue la primera reunión de alto nivel donde científicos y políticos discutieron sobre las medidas a tomar para combatir el cambio climático.

1990: Sundsvall, Suecia: Se hace público el Primer Informe de Evaluación del IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático). En este informe se ve la necesidad de reducir las emisiones de CO_2 en un 60-80% sobre los niveles de 1990, para conseguir estabilizar la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

1997: Japón: Las negociaciones en torno al Protocolo concluyen con la adopción de un compromiso legalmente vinculante de reducción para todos los países industrializados.

2004: Rusia ratifica el protocolo de Kioto en septiembre.

2005: EL 16 de febrero entra en vigor dicho protocolo.

¿QUÉ OCURRE EN ESPAÑA?

EN 2007 EMITIMOS UN 52% MÁS DE GASES INVERNADERO QUE EN 1990

El consumo de energía primaria en España ha pasado de 91,8 millones de toneladas equivalentes de petróleo (91,8 Mtep) en 1990 a 147,2 Mtep en el año 2007 (de las cuales sólo el 7% fueron de fuentes renovables), un 60% de aumento. Lamentablemente, de forma paralela nuestras emisiones de gases de efecto invernadero han crecido desmesuradamente, llegándose en el año 2007 hasta un aumento del 52% sobre los niveles de 1990, lo cual supone que **hemos superado en 37 puntos nuestro límite máximo de emisiones**. Esta situación hace que sea necesario cambiar la política energética y de control de emisiones pues, mientras que nuestro compromiso nos permitía aumentar las emisiones, nos encontramos en una situación en la que **DEBEMOS reducirlas**.

SITUACIÓN ACTUAL DEL PROTOCOLO DE KIOTO

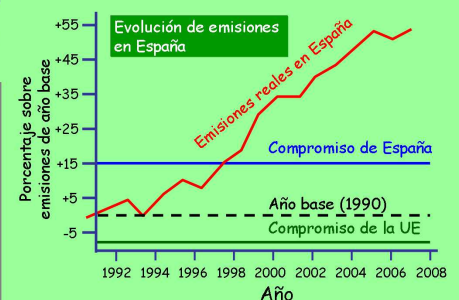
La UE aceptó el objetivo de un 8% de reducción; EE.UU. el 7% y Japón el 6%. Sin embargo, otros países tenían el compromiso de estabilizar sus emisiones, como Nueva Zelanda, Rusia o Ucrania, o la posibilidad de incrementarlas como Noruega, un 1%, y Australia, un 8%. Lo mismo sucedió con el reparto que los países europeos hicieron de su 8% conjunto, permitiendo a España aumentar las emisiones en un 15%. Como las emisiones reales de Rusia cayeron con el colapso económico de principios de los 90, la concesión creó un significativo excedente de "derechos" de contaminación (conocido como "aire caliente") que podría ser vendido al mejor postor.

EE.UU. decide no ratificar el acuerdo en el año 2001. En 2002 la UE ratifica el protocolo y se logra vencer las reticencias de Canadá, Japón y Nueva Zelanda. Rusia ratifica el acuerdo en el año 2004.

La cumbre de Bali (diciembre 2007) relanza los acuerdos internacionales y logra sumar a E.U.U. a un compromiso de trabajar para conseguir un nuevo acuerdo en el año 2009.

Protocolo de Kioto (diciembre 2007)

■ Firmado y ratificado
■ Firmado y pendiente de ratificación
■ Firmado y no ratificado
■ No posicionados



CAMBIO CLIMÁTICO

Los políticos frente al cambio climático



"Los países industrializados tienen que seguir al frente de la lucha contra el cambio climático, pero no podemos ignorar que solo se frenará si participan también los países en desarrollo. Los acuerdos futuros deben incluir incentivos para que los países en desarrollo, que serán los más afectados, tengan medios financieros y tecnológicos para hacer frente al problema. [...] Ya no

hay lugar para las dudas. Hay una advertencia sobre el cambio climático vinculado directamente a la actividad humana. [...] Sabemos suficiente para actuar, y tenemos tecnologías para tratar el problema. Lo que no tenemos es tiempo"

Ban Ki-moon, Secretario General de la ONU

"El mundo, señorías, necesita cambiar aceleradamente el modelo de desarrollo con el que hemos venido operando. El cambio climático constituye una amenaza cierta para nuestra forma de vida y para los recursos naturales, pero también es una gran oportunidad para poner en marcha una nueva fuente de recursos naturales a favor de un cambio de modelo de desarrollo. Podemos y debemos convertirnos en aliados del cambio necesario, abrir oportunidades a una economía que se aleje del carbono, de la dependencia del petróleo, e incorpore más fuentes alternativas y renovables. Tenemos que actuar con decisión, y vamos a hacerlo. Habrá incentivos a las empresas que hagan público su compromiso de reducción de emisiones de CO₂. Habrá apoyos a la movilidad sostenible. Se dispondrán ayudas para aplicar los requisitos establecidos para nuevos edificios por el código técnico integral de edificios ya construidos, que alcanzará hasta 2012 a un total de 500.000 viviendas y a edificios públicos y escuelas públicas, en las ciudades de más de 50.000 habitantes. Presentaremos pronto un proyecto de ley sobre eficiencia energética y energías renovables. Habrá, por tanto, fomento de la eficiencia y apoyo a la investigación y uso de tales energías, campo tecnológico en el que estamos en la vanguardia mundial. Se intensificará la investigación en captura y almacenamiento de CO₂. El desarrollo de las nuevas tecnologías, la evolución del mercado de combustibles fósiles, la cooperación transfronteriza y la disponibilidad de recursos hidráulicos serán los referentes a los que acudirá el Gobierno para resolver los problemas de provisión de energía exigida por nuestra voluntad de crecimiento. También lo serán, junto con las decisiones que adopte la Unión Europea, para determinar la posición española sobre la energía nuclear [...]"

*José Luis Rodríguez Zapatero, Presidente del Gobierno de España
(Discurso de Investidura, 8 de Abril de 2008)*



Los políticos frente al Cambio Climático



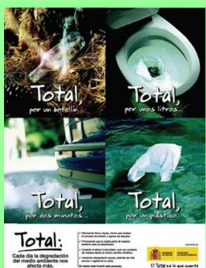
El cambio climático supone uno de los mayores retos al que han de enfrentarse los políticos del presente

Los importantes cambios sociales necesarios para abordar la mitigación y adaptación al cambio global hacen aún más relevante el papel de la política, y particularmente de las políticas públicas

Ya no hay tiempo para seguir obviando el problema: es necesario actuar. Los gobiernos modernos deben tener políticas de mitigación y de adaptación para luchar contra el cambio climático y reducir sus impactos



* Seguro que el planeta se calentará un poco
** Pero no se estará tan mal porque nos llegará el agua hasta los tobillos



Medidas como la reciente legislación española que obliga a la instalación de placas solares en nuevas viviendas son un paso adelante en la regulación normativa de medidas encaminadas a mitigar el problema del cambio global

Paralelas a estas medidas normativas, son imprescindibles las políticas encaminadas a educar y concienciar a la sociedad para la implicación y aceptación social de las nuevas medidas

El carácter **GLOBAL** del problema requiere de convenios internacionales y cooperación multinacional. Los tres convenios más importantes para afrontar el problema son:

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Conocida popularmente como el Protocolo de Kioto, fija el objetivo último de estabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero "a un nivel que impida interferencias antrópicas peligrosas en el sistema climático"

El Convenio sobre la Diversidad Biológica

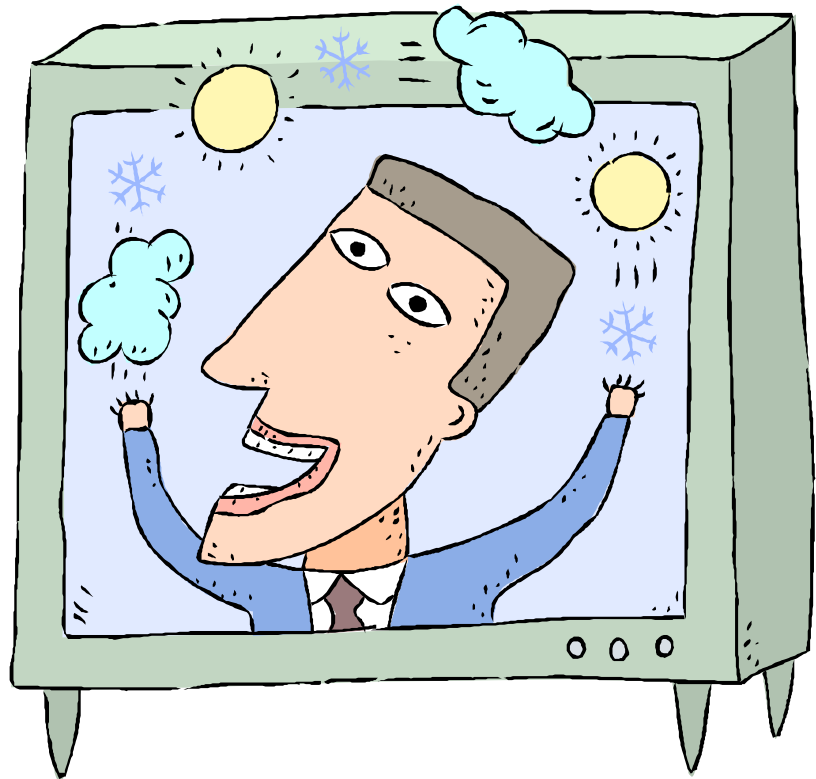
Persigue la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos

Convención de las Naciones Unidas para Combatir la Desertificación

Persigue combatir la desertificación y mitigar los efectos de las sequías en países que sufren sequías severas y/o desertificación, particularmente en África

CIUDADANO

El ciudadano ante el cambio climático (ahorro energético en hogares, cambios de hábitos, concienciación, etc.).



CIUDADANO

20 consejos para ayudar a reducir las emisiones de CO₂

<http://www.igooh.com/notas/20-tips-para-disminuir-el-co2-ambiental/>

1- Utiliza las escaleras

Un recorrido de 15 segundos en ascensor equivale a mantener encendida una bombilla de 60 vatios durante 1 hora. Sube andando en lugar de tomar el ascensor, es bueno para el medio ambiente y para ponerte en forma.

2- No malgastes la luz

Apaga la luz cuando no sea necesaria. Aprovecha la luz natural, pinta de colores claros las paredes y los techos, reduce al mínimo la iluminación ornamental y limpia el polvo de las pantallas de las lámparas para aprovechar al máximo la luz.

3- Cambia tus bombillas

Una bombilla de bajo consumo comparada con una normal (emitiendo la misma luz) ahorra en un año casi 60 euros. Si sustituyéramos cinco bombillas normales (con un uso de unas cinco horas diarias) por otras de bajo consumo evitaríamos unos 250 kg de CO₂ al año. Basta con comprar lámparas y bombillas clase energética "A" para lograr una mayor eficiencia y un ahorro a medio-largo plazo. Cambia primero las bombillas que están más tiempo encendidas en casa por LED, ésta es una tecnología aún algo cara, pero con claras ventajas, como su larga vida útil, su menor fragilidad y su menor disipación de energía (el 90% de la corriente que les llega se transforma en luz). Campañas como "Hoy cambio mi bombilla" te dan más consejos.



4- Lava con agua fría y a carga completa

Llenar la lavadora y el lavavajillas disminuye el consumo de energía: lavas más cosas de una sola vez. La temperatura de 30°C puede ser suficiente para la ropa muy sucia y permite ahorrar tres cuartas partes del consumo del ciclo más caliente. Si lavas con agua fría, el ahorro es del 80% de la energía.

5- No dejes los aparatos en "stand by"

Los aparatos como televisores, ordenadores o vídeos en estado de espera consumen el 15% de su consumo total. En algunas viviendas, el consumo de estos aparatos en "stand-by" puede llegar a sumar el 10% del consumo del hogar. Si colocamos una regleta con interruptor para cortar totalmente la corriente que les llega podemos reducir 39 kg de CO₂ al año.

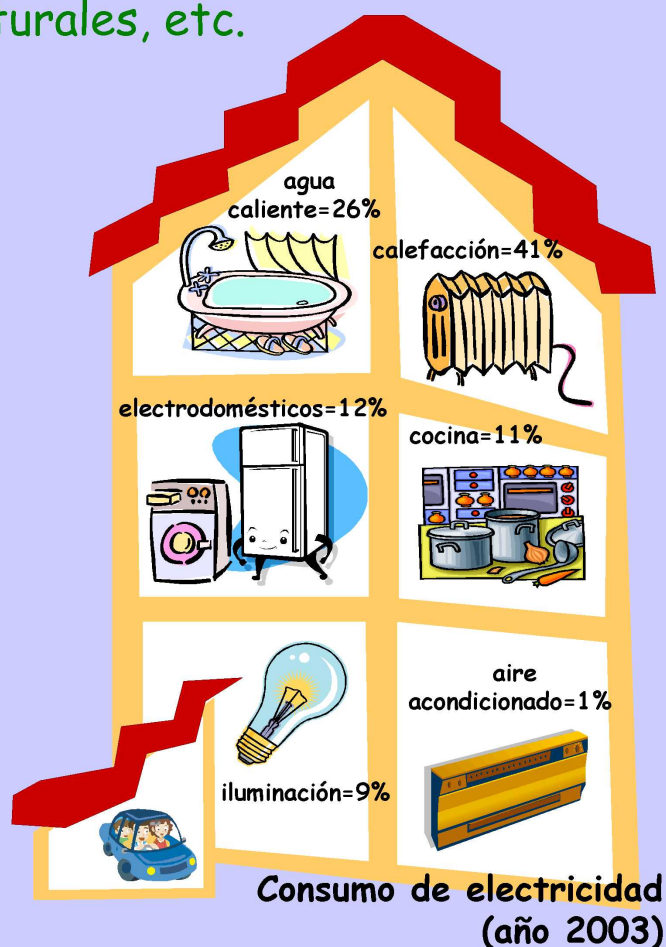


Nosotros y el CO₂

Cada persona en su vida diaria es usuario de más de un edificio. Desde nuestra propia residencia y el lugar de trabajo, hasta los servicios docentes, sanitarios, culturales, etc.

En cada uno de ellos somos responsables de un consumo energético para atender distintas necesidades (calefacción, refrigeración, disponibilidad de agua caliente sanitaria, ventilación, iluminación, lavado, conservación de los alimentos, ofimática, etc.)

Los sectores de la vivienda y el transporte han sido los que más han incrementado su consumo en los últimos años



Cada hogar produce hasta 5 toneladas de CO₂ anuales

El consumo de energía por las familias españolas es ya un 30% del consumo total de energía del país, y va en aumento...

CIUDADANO

20 consejos para ayudar a reducir las emisiones de CO₂

6- Desenchufa todos los cargadores

El cargador consume aunque no esté conectado al teléfono. Desenchufa el cargador del móvil cuando no lo uses. Si dejamos el cargador siempre enchufado estaremos desperdiciando el 95% de la energía necesaria para cargar el teléfono.

7- Busca electrodomésticos eficientes

Escoger un electrodoméstico eficiente es sinónimo de ahorro. Después de diez años, periodo que equivale al tiempo de vida de cualquier electrodoméstico, habremos ahorrado un 74,7% del consumo eléctrico total con respecto al consumo de un electrodoméstico no eficiente, lo que puede suponer más de 800 euros en algunos casos.

8- Haz un uso inteligente de tus electrodomésticos

Podemos mejorar la eficiencia de nuestros electrodomésticos con un uso que aumente su rendimiento. Por ejemplo, si colocamos el frigorífico en un lugar fresco se ahorra hasta 150 kg CO₂ al año. No abrir la nevera más de lo necesario o no introducir alimentos calientes son otros consejos para reducir el consumo eléctrico.

9- Prescinde de la secadora

Tender la ropa al aire libre en lugar de usar una secadora eléctrica permite ahorrar unos 50 kg de CO₂ cada año, además de evitar los 318 kg de CO₂ emitidos en su fabricación.

10- Baja la calefacción

Reducir la temperatura sólo un grado basta para recortar un 5-10% la factura de energía del hogar y evitar 300 kg de CO₂ por casa y año. Ajustar el termostato a 20°C o bajarlo varios grados por la noche son medidas fáciles que sumadas a un correcto aislamiento con doble acristalamiento, burletes en puertas y ventanas, cortinas o aislando las cajas donde se enrollan las persianas (por donde se escapa calor y penetra el frío) nos ahorrarán hasta un 40% en el consumo de la calefacción.





Nuestros hogares y el medio ambiente

Un buen mantenimiento y un buen sistema de regulación en los servicios comunes permite ahorros totales superiores al 20%

Un buen aislamiento es la base del ahorro en la climatización

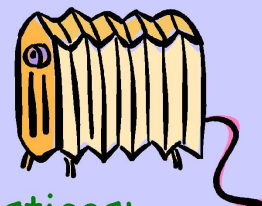


A través de un cristal simple se pierde por cada m² de superficie, durante el invierno, la energía contenida en 12 kg de gasóleo

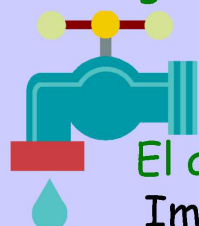
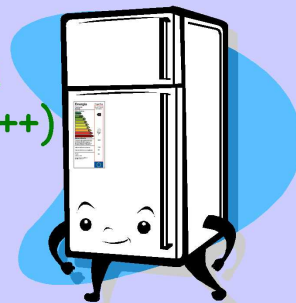


La calefacción y el agua caliente suponen el 67% del consumo energético en los hogares españoles.

Importante: tipo de caldera, sistema de regulación y control, sistema de distribución y emisión de calor...uso responsable



Electrodomésticos: comprar un equipo eficiente es importante. Puedes conocer el nivel de eficiencia gracias a la etiqueta energética (...A, A+, A++)



El agua, un bien escaso y apreciado
Importante: Consumo responsable

Un grifo abierto = 6 litros por minuto

Ducha abierta = 10 litros por minuto

El ahorro de agua, aunque no sea caliente, conlleva un ahorro energético



Aprovechar la iluminación natural.

Utilizar lámparas de bajo consumo... y un uso responsable

Todos nosotros, con nuestras pautas de comportamiento, somos decisivos para conseguir que los recursos energéticos se utilicen eficientemente

CIUDADANO

20 consejos para ayudar a reducir las emisiones de CO₂

11- Ajusta la refrigeración

Existen otras opciones al aire acondicionado. Utiliza sistemas pasivos para refrigerar tu casa, como aprovechar las corrientes. También puedes instalar ventiladores de techo. Si no puedes pasarte sin aire acondicionado, proteger del sol directo la unidad exterior del aparato permite ahorrar hasta un 10% en el consumo ... y en la factura de electricidad. En verano, si ajustas el acondicionador a 25°C o más, reducirás el gasto de energía entre un 10% y un 20%.

12- Aísla tu casa con ventanas dobles

Los cristales dobles evitan hasta 350 kg de CO₂ al año. Las ventanas más eficientes reducen los gastos de calefacción y refrigeración hasta un 15%. Esta medida exige una inversión inicial, pero a la larga se recupera. Si utilizas materiales de mayor calidad, como ventanas de madera con doble acristalamiento de baja emisividad, con relleno de gas argón, puedes evitar hasta un 70% de pérdida energética por las ventanas.

13- Vístete según la ocasión

Si procuras vestirti en casa según la temperatura, evitarás tener que encender el aire acondicionado o la calefacción cuando no es realmente necesario. Ponte ropa de abrigo en invierno en lugar de subir la calefacción.

14- Recupera los botijos en verano

El botijo cuanto más calor hace más refresca el agua que contiene. Mucho mejor que enfriar el agua en la nevera. La campaña "Botijos contra el cambio climático" te habla de este sencillo consejo.

15- No te bañes, dúchate

Ducharse en lugar de bañarse divide el consumo de energía por cuatro. También puedes instalar una alcachofa de ducha y grifos de bajo caudal para ahorrar unos 230 kg de CO₂ al año y reducir los costes de calentamiento de agua en un 10-16%. Bajar el termostato del agua caliente también ahorra. Si te bañas, deja que se enfríe el agua antes de vaciar la bañera.

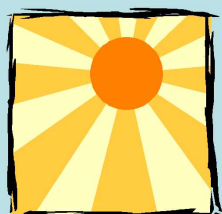




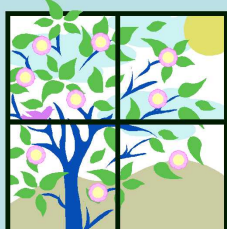
Hogares del futuro



Una casa con cerramientos o acristalamientos inadecuados, aislamiento insuficiente e instalaciones de calefacción, agua caliente y refrigeración de mala calidad, además de no ser confortable, nos puede pasar factura debido a su alto consumo energético y alto impacto medioambiental



Un buen diseño bioclimático (forma y orientación, iluminación natural, cerramientos, color y paisajismo) puede conseguir ahorros de hasta el 70% para la climatización e iluminación del hogar



El consumo de energía de una vivienda tiene un gran impacto en nuestra calidad de vida y en el presupuesto familiar. Por ello, es muy importante la calidad energética de la vivienda

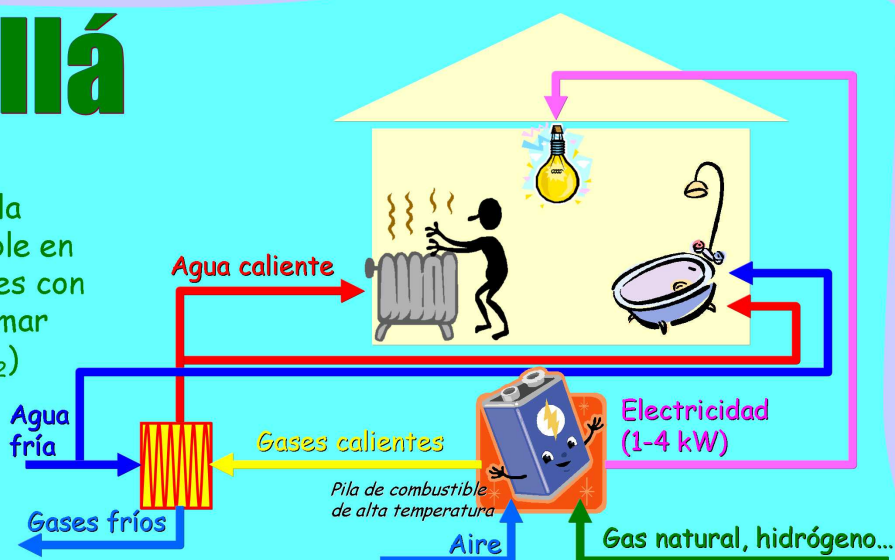
Se pueden utilizar las energías renovables* en el suministro de energía a nuestras casas incorporando equipos que aprovechen la energía proveniente del sol, el aire y la biomasa



*existen ayudas oficiales para las instalaciones

... y más allá

Las pilas de combustible de alta temperatura permitirán convertir la energía de cualquier gas combustible en electricidad y calor para los hogares con una máxima eficacia. Permiten quemar tanto gas natural (que produce CO_2) como hidrógeno (que no produce CO_2) por lo que son el sistema perfecto para la transición hacia un hogar sin emisiones de CO_2



CIUDADANO

20 consejos para ayudar a reducir las emisiones de CO₂

16- Cocina ahorrando

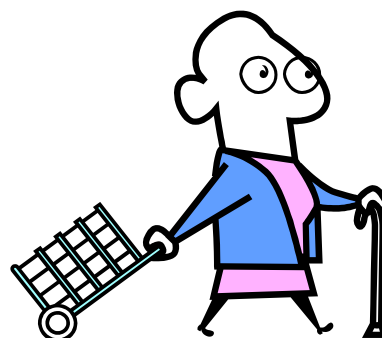
Con un gesto tan sencillo como hervir sólo el agua que necesitamos al cocinar se contribuye a ahorrar unos 25 kg de CO₂ al año. Si usas un hervidor eléctrico, cubre por completo las resistencias. También puedes utilizar una olla exprés: disminuirás los tiempos de cocción y, por tanto, ahorrarás energía.

17- No dejes la plancha encendida

Una hora de plancha equivale a 20 horas de televisión o a 7 de ordenador. Intenta planchar grandes cantidades de ropa y apaga la plancha si no la estás utilizando.

18- En la compra...

Hacer la compra en el barrio tiene sus ventajas: evita coger el coche para desplazarte a las grandes superficies. Puedes sustituir fácilmente las bolsas de plástico por el carro o una mochila. Consumir productos locales de temporada y apostar por las verduras también ayuda: el transporte de productos en avión de un lado a otro del mundo genera unas 1.700 veces más emisiones de CO₂ que si son transportados en camión a 50 km. Además, la producción de carne genera abundantes emisiones de CO₂ y metano y consume grandes cantidades de agua. Las frutas y verduras son sanas y más ecológicas.



19- Usa el transporte público

Un autobús lleva tanta gente como diez coches completamente llenos, ocupa tres veces menos espacio en la carretera y emite la mitad de CO₂ por kilómetro y pasajero. Una persona que viaja sola en coche produce tres veces más emisiones de CO₂ por kilómetro que si va en tren.

20- Haz un uso eficiente de tu vehículo

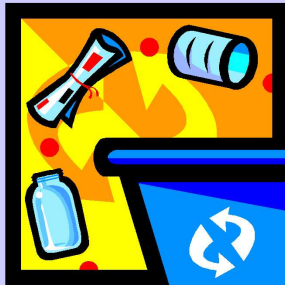
No uses el coche en pequeños trayectos en los que puedes ir caminando. Con la bicicleta ahorras hasta 240 kg de CO₂ al año. Si no puedes pasarte sin el automóvil, intenta al menos que vayan ocupados el mayor número de asientos en los desplazamientos. También resulta importante el modo de conducir y el mantenimiento del vehículo: por cada 0,5 bar (7 psi) de presión de los neumáticos por debajo del valor correcto, el consumo puede aumentar un 5%.



El reciclaje y el medio ambiente

La regla de las tres R: Reducir, Reutilizar, Reciclar

Para fabricar una tonelada de papel se necesitan 14 árboles de tamaño mediano, 50.000 litros de agua y más de 300 kilos de petróleo.



PAPEL



VIDRIO

ENVASES
Y LATAS



Por cada botella que se recicla se ahorra la energía que necesitan 5 lámparas de bajo consumo de 20 W durante 4 horas



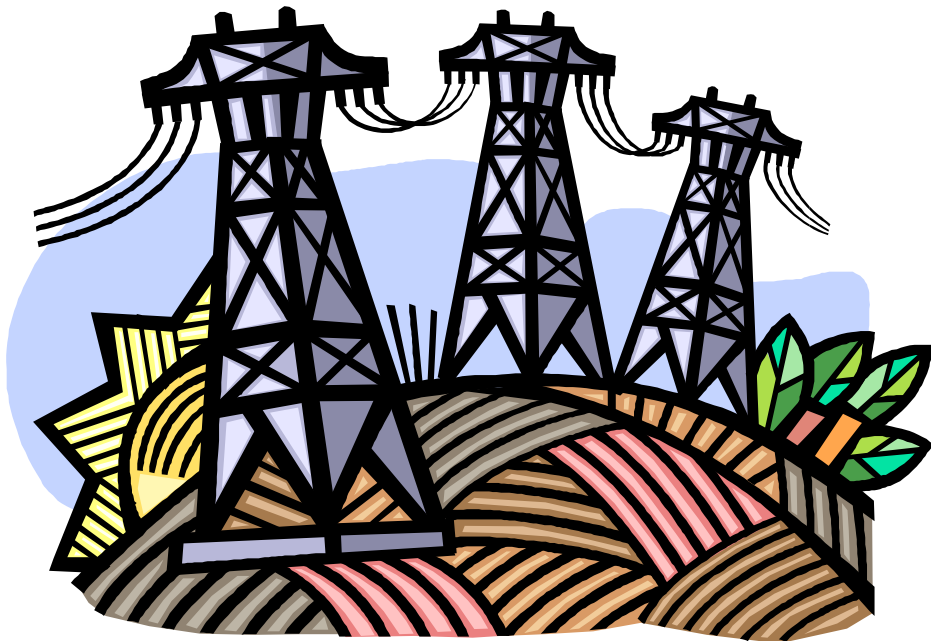
Cada uno de los habitantes de nuestro país produce una media de 1,7 kg de basura al día, lo cual supone una producción anual total de unas 25 millones de toneladas. El 65% de esta basura es susceptible de ser reciclado, en lugar de ser enviado a un vertedero

Con la energía necesaria para fabricar una lata de refresco de aluminio se podría tener funcionando un televisor durante dos horas

Minimizar los problemas originados por las basuras domésticas depende en gran medida de la actitud de los consumidores

ENERGÍA

El sector de producción de energía eléctrica ante el cambio climático. Problemática de las fuentes convencionales de energía (combustibles fósiles). Dependencia energética. Posibles actuaciones. Captación y almacenamiento de CO₂. Fuentes alternativas de energía.

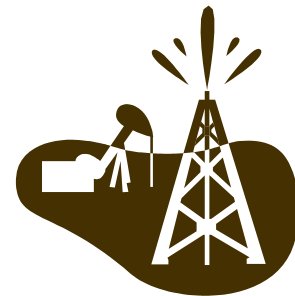


ENERGÍA

Hoy: energía sucia y dependencia energética

Es innegable que partimos de un panorama energético oscuro. En el año 2004 el consumo de energía primaria en el mundo fue de 12.000 millones de toneladas de petróleo equivalente. El 77% de dicha energía se transformó en calor, electricidad o movimiento por medio de procesos de combustión de combustibles fósiles, lo que originó unas emisiones de 27.000 millones de toneladas de CO_2 a la atmósfera. En un escenario sin cambios las emisiones de CO_2 en el año 2050 serán el doble de las actuales. La concentración de CO_2 en la atmósfera es ya un 40% superior a la de la época preindustrial. Los potenciales efectos medioambientales derivados de este aumento imparable de la concentración atmosférica de CO_2 , tasados en un rango de magnitud variable según el modelo predictivo utilizado, han llevado a la comunidad internacional a tomar cartas en el asunto. Así han surgido acuerdos como el de Kioto y sus sucesores que buscan el compromiso internacional en una reducción severa de las emisiones de CO_2 . **Por lo tanto existe una obligación legal derivada de una necesidad medioambiental para reducir las emisiones de CO_2 .**

Unido a esto, existe un claro **problema de dependencia energética** en el mundo. El petróleo, que constituye el 33% de la energía primaria mundial, se produce en un número reducido de países organizados en torno a la OPEP, que se caracterizan por un alto grado de inestabilidad política en sus relaciones internacionales, por lo menos desde el punto de vista occidental. Debido a esto, las fuertes fluctuaciones a las que se ve sometido el precio del petróleo tienen, en muchas ocasiones, un origen de tipo más geoestratégico que económico. En los últimos años, dominados por las secuelas de la guerra de Irak y la incertidumbre de las relaciones EEUU-Irán, el precio del petróleo ha subido hasta superar los 150 dólares por barril (julio 2008), precio sin precedente que agobia a las sociedades desarrolladas y maniatada a aquéllas en vías de desarrollo que dependen del petróleo para su abastecimiento energético.



Como guinda de este panorama energético hay que dar una consideración muy importante a la **incorporación de países en desarrollo**, muchos de enorme población en constante crecimiento, al selecto grupo de socios derrochadores de energía en el mundo. Puesto que estos países parten de un consumo per cápita muy inferior al de los países desarrollados, es de esperar que su ritmo de aumento de consumo sea muy superior. A ello hay que unir el hecho de que el mayor crecimiento de la población mundial en las próximas décadas va a tener lugar en dichos países. Por poner sólo un ejemplo, del año 2000 al 2004 China ha aumentado su participación en la tarta mundial de carbón desde el 22% hasta cerca del 35%. Además, en dicho país se espera que el parque automovilístico en 2010 se haya multiplicado por 90 con respecto al nivel de 1990. Sin embargo, hay que huir de demonizaciones; las emisiones per cápita de CO_2 en China siguen estando a niveles comparables a los de África, con alrededor de 5 toneladas de CO_2 por persona y año por las más de 25 de un americano medio o por las alrededor de 10 de un español.



El negro panorama energético actual

La "Economía del Hidrógeno" es por ahora sólo un sueño de futuro sostenible. La realidad actual es muy distinta

Incluye toda la energía sin transformar (fuentes de origen: carbón, petróleo, uranio, viento, biomasa, etc.) para todo tipo de uso (electricidad, transporte, calor en los hogares e industria, etc.)

En el año 2004 el consumo total de Energía Primaria en el mundo fue de **12.000 millones de toneladas Tep***

El consumo del 77% de dicha energía produjo unas emisiones totales de **27.000 millones de toneladas de CO₂**

La distribución de producción y consumo de Energía Primaria Mundial se llevó a cabo como se indica en la figura

Fuentes de Energía Primaria

NO emiten CO₂ (23%)

Eólica, solar, geotérmica

Hidroeléctrica

Nuclear

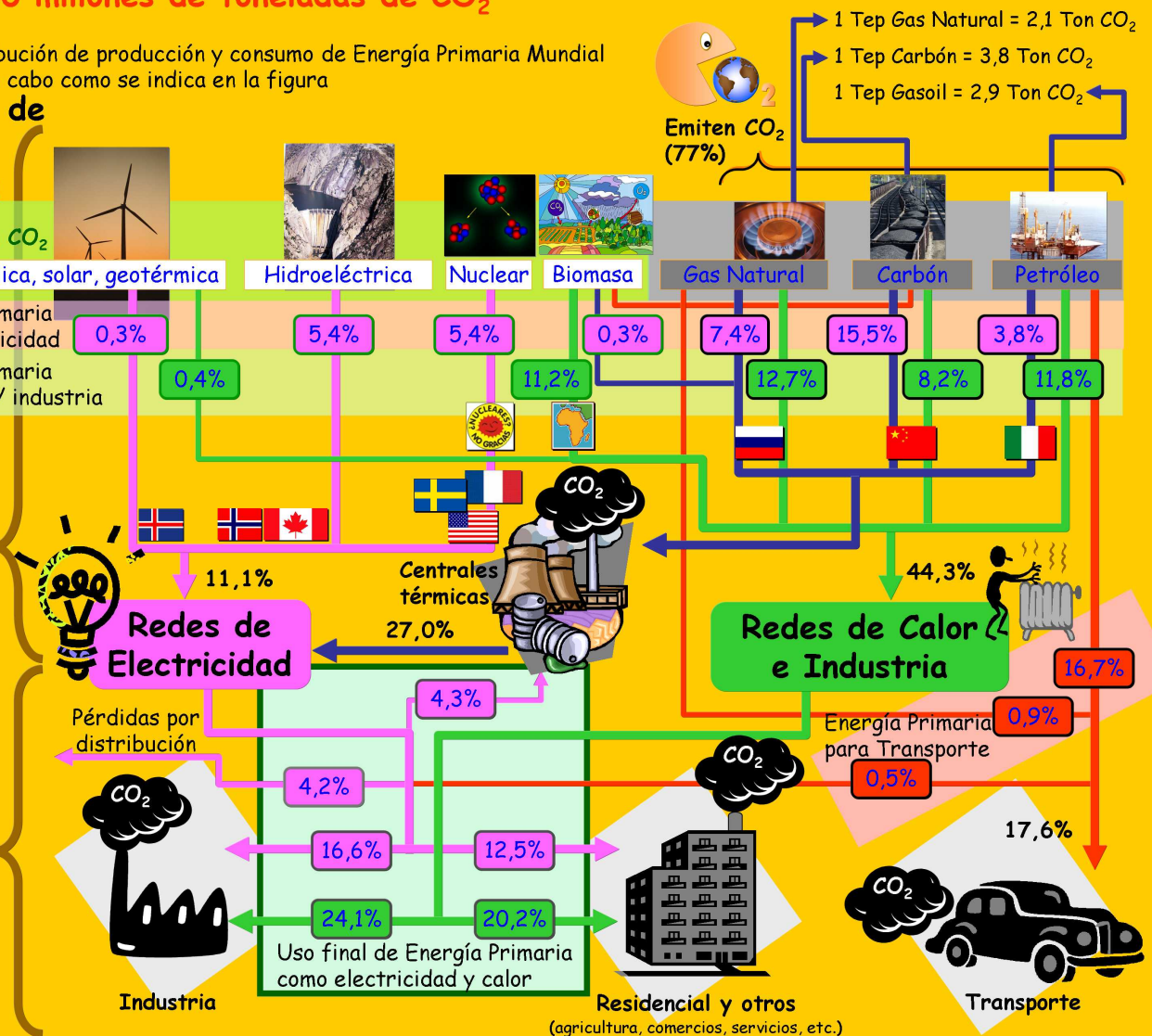
Biomasa

Energía Primaria para Electricidad

Energía Primaria para Calor / industria

PRODUCCIÓN

CONSUMO



* La energía extraída DE CUALQUIER FUENTE se puede expresar con distintas unidades (kilocalorías, kilovatios-hora, Tep, etc.). Una Tep (Tonelada equivalente de petróleo) es la energía que equivale a la que produce la combustión de una tonelada de petróleo estándar (=10 millones de kilocalorías)

ENERGÍA

ACCIONES que pueden llevarse a cabo con la tecnología actual (la combinación de siete acciones estabilizaría las emisiones globales de CO₂)

En la producción de electricidad

- 1- Mejorar la eficacia de las centrales térmicas de combustión de carbón para producir electricidad (actualmente se encuentra en torno al 40%)
- 2- Sustituir carbón por gas natural en las centrales térmicas (multiplicar por cuatro el consumo actual de gas natural)
- 3- Captar y almacenar en tierra el CO₂ emitido en 1.000 centrales térmicas de 1.000 MW_e
- 4- Doblar la capacidad actual de energía nuclear (d.q.c.e. = dejando de quemar el carbón equivalente)
- 5- Multiplicar por 50 la capacidad actual de energía eólica (d.q.c.e.)
- 6- Multiplicar por 700 la capacidad actual de energía solar fotovoltaica (d.q.c.e.)



En el transporte

- 7- Disminuir el consumo de los coches (de 7,2 a 3,6 litros a los 100 km)
- 8- Disminuir la distancia recorrida a la mitad (de 16.000 a 8.000 km anuales por coche)
- 9- Captar y almacenar en tierra el CO₂ emitido en la producción de 250 millones de toneladas de hidrógeno (combustible del futuro en los coches propulsados por pilas de combustible) a partir de carbón
- 10- Captar y almacenar en tierra el CO₂ emitido en la producción de 30 millones diarios de barriles de gasolina a partir de carbón (multiplicar el proceso SASOL por 200)
- 11- Multiplicar por 100 la capacidad actual de energía eólica para producir hidrógeno para el transporte
- 12- Multiplicar por 100 la producción actual de bio-etanol (usando un sexto de la tierra total cultivable)

En nuestros hogares

- 13- Promover el ahorro energético en los hogares tanto en el consumo de electricidad como de calor

En la naturaleza

- 14- Evitar la deforestación y doblar el número de árboles plantados anualmente
- 15- Evitar la pérdida de carbono de los campos de cultivo (p.ej. insertar las semillas en lugar de arar). Multiplicar por 10 el nivel actual de conservación

S. Pacala, R. Socolow, Science, 305 (2004) 968

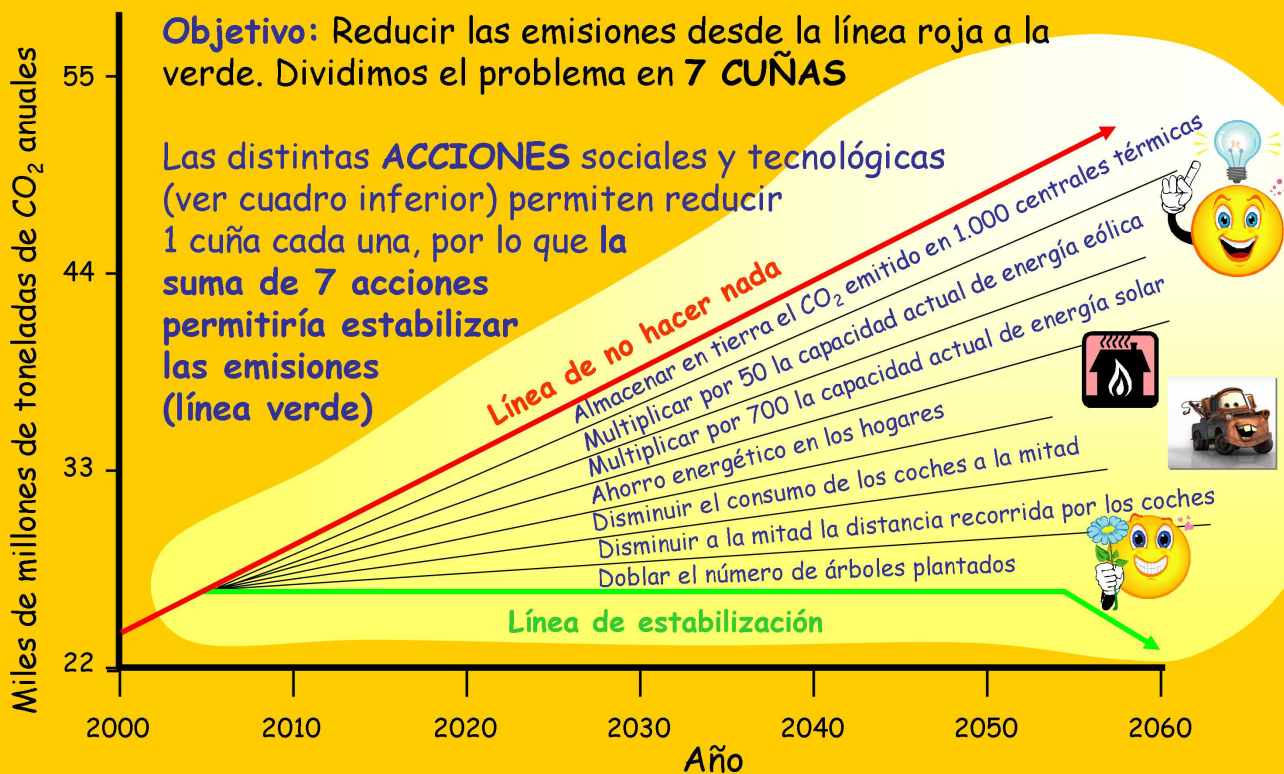


¿Qué podemos hacer ya?

Las emisiones anuales de CO_2 en el año 2004 eran de 27.000 millones de toneladas. Si no hacemos nada (línea roja) en 50 años las emisiones anuales SE DOBLARÁN... y las consecuencias para el clima serán catastróficas. Para resolver el problema se necesita antes estabilizar las emisiones (línea verde). Algunos científicos (1) consideran que esto puede hacerse YA con la tecnología actual



(1) Stabilization wedges: Solving the climate problem for the next 50 years with current technologies (Pacala, S.; Socolow, R.; SCIENCE, 305 (2004) 968-972)



Algunas ACCIONES

Doblar la capacidad actual de energía nuclear (d.q.c.e. = dejando de quemar el carbón equivalente)

Multiplicar por 50 la capacidad actual de energía eólica (d.q.c.e.)

Multiplicar por 700 la capacidad actual de energía solar fotovoltaica (d.q.c.e.)

Disminuir el consumo de los coches (de 7,2 a 3,6 litros a los 100)

Disminuir la distancia recorrida a la mitad (de 16.000 a 8.000 km anuales por coche)

Multiplicar por 100 la producción actual de bio-etanol (usando un sexto de la tierra total cultivable)

Algunos peligros asociados a las ACCIONES

La gestión de los residuos nucleares y el peligro de accidentes en las centrales nucleares dificultan la aceptación de esta tecnología entre el gran público

Si no se controla la oferta de carbón, la disminución de su demanda en países "verdes" puede llevar a una disminución global del precio que haga aumentar su consumo de forma incontrolada en países menos comprometidos con el medio ambiente

En relación al año 1990, en el 2010 el número de coches en China se habrá multiplicado por 90 (por 35 en la India). Para el 2020 el número de coches en el mundo será el doble del que había en el año 2000

Tala de bosques (p.ej. Brasil) para cultivo de precursores subvencionados (maíz, soja, etc.)

Aumento de precios de productos como el maíz y el trigo, fuertemente subvencionados en Europa y EEUU (p.ej. Crisis de la "tortilla" en México como consecuencia del aumento de precios del maíz exportado de EEUU, hambrunas en países pobres importadores como Egipto o Haití)

El cambio de hábitos alimenticios en China es un elemento nuevo que contribuye al aumento global de los precios de los alimentos

ENERGÍA

El carbón



Carbonito

(Adaptado de Wikipedia)

Las reservas de carbón se encuentran muy repartidas, con 70 países con yacimientos aprovechables. Al ritmo actual de consumo se calcula que existen reservas seguras para 250 años, por 40 y 70-100 años del petróleo y el gas natural, respectivamente. Además, alrededor del 70% de las reservas de petróleo y gas natural se encuentran en Oriente Medio y Rusia.

El carbón suministra aproximadamente el 25% de la energía primaria consumida en el mundo, sólo por detrás del petróleo (32%), siendo la primera fuente de energía eléctrica, con el 40% de la producción mundial (datos de 2006). Las aplicaciones principales del carbón son:

Generación de energía eléctrica. Las centrales térmicas de carbón pulverizado son la principal fuente mundial de energía eléctrica. En los últimos años se han desarrollado otros tipos de centrales (p.ej. de lecho fluidizado) que tratan de aumentar el rendimiento con carbones de baja calidad, además de reducir las emisiones de NO_x y SO_2 . Otra tecnología en auge es la de "ciclos combinados", que usa como combustible el gas de síntesis obtenido por gasificación del carbón.

Coque. El coque es el producto de la pirólisis del carbón en ausencia de aire. Es utilizado como combustible y reductor en distintas industrias, principalmente en los altos hornos (coque siderúrgico). Dos tercios del acero mundial se producen utilizando coque de carbón, consumiendo en ello el 12% de la producción mundial de carbón (cifras de 2003).

Siderurgia. Mezclando minerales de hierro con carbón se obtiene una aleación en la que el hierro se enriquece en carbono (acero), obteniendo mayor resistencia y elasticidad.

Industrias varias. Se utiliza en las fábricas que necesitan mucha energía en sus procesos, como las fábricas de cemento y de ladrillos. También se usa como precursor de gas de síntesis (monóxido de carbono e hidrógeno), que se emplea en la producción de amoníaco, metanol y gasolina sintética (proceso SASOL).

Uso doméstico. Históricamente, el primer uso del carbón fue como combustible doméstico. Aun hoy sigue siendo usado para calefacción, principalmente en los países en vías de desarrollo, mientras que en los países desarrollados ha sido desplazado por otras fuentes más limpias de calor (gas natural, propano, butano, energía eléctrica, etc.) para rebajar el índice de contaminación local.



La combustión de carbón

El carbón se ha utilizado desde los tiempos más remotos como fuente de calor, y aún hoy continúa siendo una fuente de energía de gran importancia, ya que el 39% de la electricidad generada en el mundo procede de la combustión del carbón

En España el 28% de la energía eléctrica procede del carbón



¿Qué es la combustión del carbón?

Es una reacción química entre el combustible (carbón) y comburente (oxígeno) que da como resultado calor y distintos gases

Distribución de las reservas de carbón



El carbón durará al menos 150 años



calor
electricidad

emisiones
gaseosas
(CO₂)

El **CARBÓN** es un combustible abundante y bien distribuido en el mundo, lo que garantiza la seguridad de suministro. Es la fuente energética básica para la generación de electricidad en muchos países, por lo que su sustitución no es fácil ni inmediata



Por cada tonelada de carbón utilizada en una central térmica emitimos 3,8 de CO₂

El problema de las emisiones puede ser sustancialmente mitigado con nuevas tecnologías más eficientes (menor consumo de carbón = menos emisiones) y sistemas de captación de CO₂

ENERGÍA

Carbón sí, pero limpio

La sustitución del carbón por fuentes limpias de energía renovable ha de llevarse a cabo de forma paulatina (décadas) y no de modo radical. Se ha de procurar que en ningún caso el consumo de carbón se haga más atractivo de lo que ya es hoy en día a los ojos de los países en vías de desarrollo, puesto que una disminución brusca de la demanda de carbón en los países desarrollados llevaría a una bajada global de su precio. Se podría dar la paradoja de que los países "verdes" finalmente fueran los causantes de un mayor consumo de carbón en el mundo. Pero si vamos a seguir quemando carbón (y gas natural) hay que hacerlo de la forma más limpia posible. Los incrementos en la eficacia de producción de electricidad (menor consumo de carbón por unidad de electricidad producida) que puedan producirse a partir de avances tecnológicos nunca llegarán a compensar los aumentos previstos en producción global de electricidad como consecuencia de la incorporación de los países en vías de desarrollo (especialmente India y China) al estado de bienestar. Se necesita una solución más radical y ésta es la captación y almacenamiento de CO_2 . La captación de CO_2 consiste en su separación de los gases de combustión de una central térmica, para una vez comprimido en estado puro inyectarlo a formaciones geológicas profundas (almacenamiento) donde permanezca en estado semilíquido (fluido supercrítico) durante miles de años. La reticencia de determinados sectores a la implementación de esta opción, que en todo caso implicaría un aumento de la factura de la electricidad perfectamente asumible (inferior al 30%), se debe en general a un desconocimiento de la naturaleza de la opción misma (naturaleza no tóxica del CO_2 , lugares adecuados de almacenamiento, sistemas exhaustivos de control para conocer al día la situación de los depósitos, etc.) que los científicos implicados en su desarrollo tienen la obligación ineludible de mostrar a la sociedad.



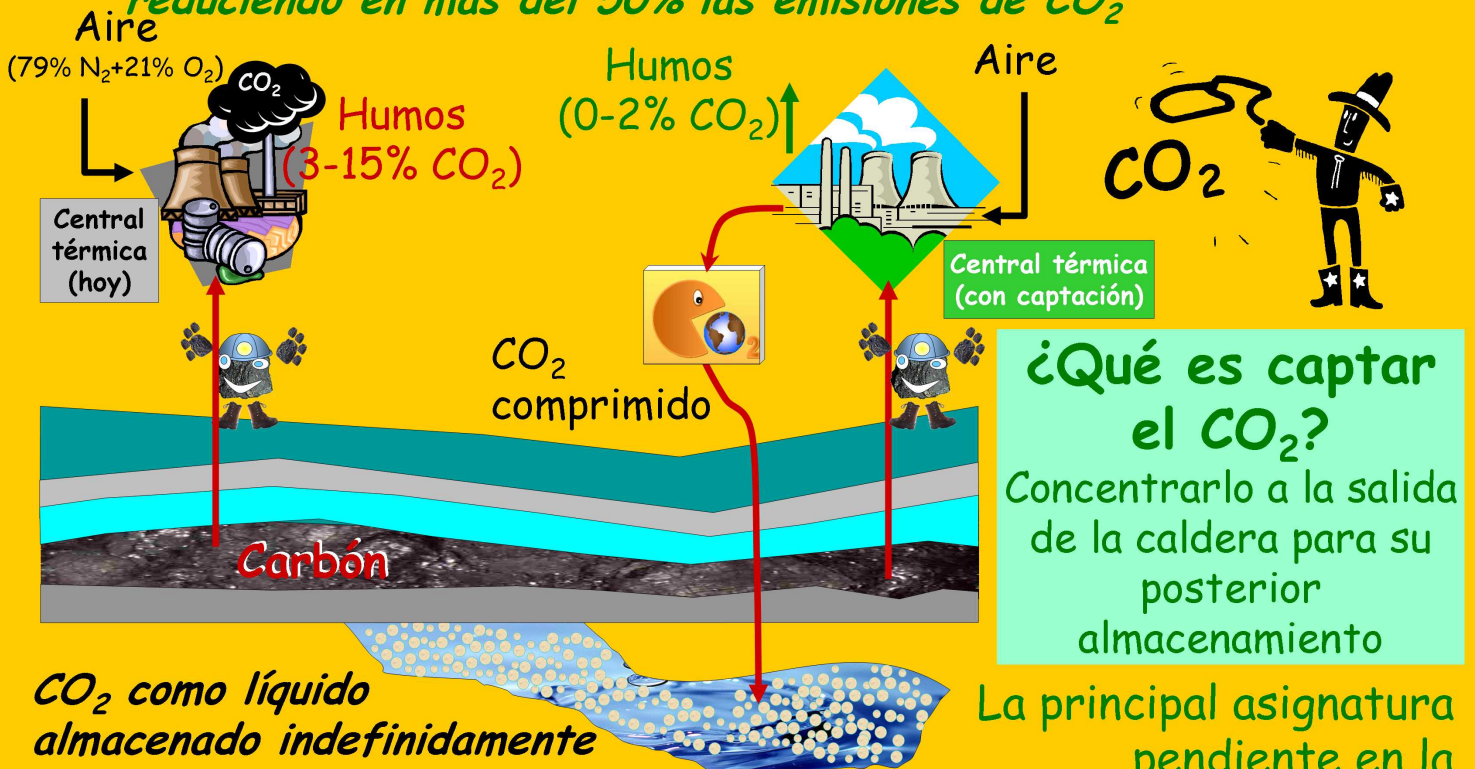


Captación y Almacenamiento de CO₂



El cambio climático solo se comprende contabilizando el aumento de las emisiones de CO₂ a la atmósfera como resultado de la actividad humana y concretamente debido al uso de los combustibles fósiles

Es necesario estabilizar la concentración de CO₂ en la atmósfera reduciendo en más del 50% las emisiones de CO₂



¿Qué es captar el CO₂?

Concentrarlo a la salida de la caldera para su posterior almacenamiento

La principal asignatura pendiente en la captación es reducir costes y requisitos energéticos

¿Qué es almacenar el CO₂?

Mantenerlo inactivo y bajo control donde no pueda ser reemitido a la atmósfera

Se trabaja en la búsqueda de almacenes eficaces y seguros, así como en concienciación social



ENERGÍA

Plataforma Tecnológica Española del CO₂



La Plataforma Tecnológica Española del CO₂ (PTECO2; www.pteco2.es) es una iniciativa promovida por Empresas, Centros de Investigación y Universidades, y amparada por el Ministerio de Ciencia e Innovación y otros ministerios del Gobierno de España.

El alcance general de la PTECO2, creada en el año 2006, es abordar un desarrollo tecnológico en España que contribuya a disminuir el impacto ambiental, social y económico derivado de las emisiones de gases de efecto invernadero en nuestro país. La Visión de la Plataforma es:

"Contribuir a la mejora de la eficiencia energética en grandes instalaciones industriales y al desarrollo de tecnologías de captura, transporte, almacenamiento y uso de CO₂, y su implantación en la industria, para que España cumpla sus compromisos de reducción de emisiones".

La Plataforma se ha propuesto reconocer los campos claves de investigación sobre captura y almacenamiento de CO₂ que el Estado debe subvencionar con los Planes de I+D. Dada la carencia de información en este sentido del ciudadano medio, uno de los objetivos prioritarios de la Plataforma es:

"La difusión social del problema de las emisiones de CO₂, para que la captura y almacenamiento de CO₂ sea conocida y aceptada por la sociedad como una actividad necesaria".



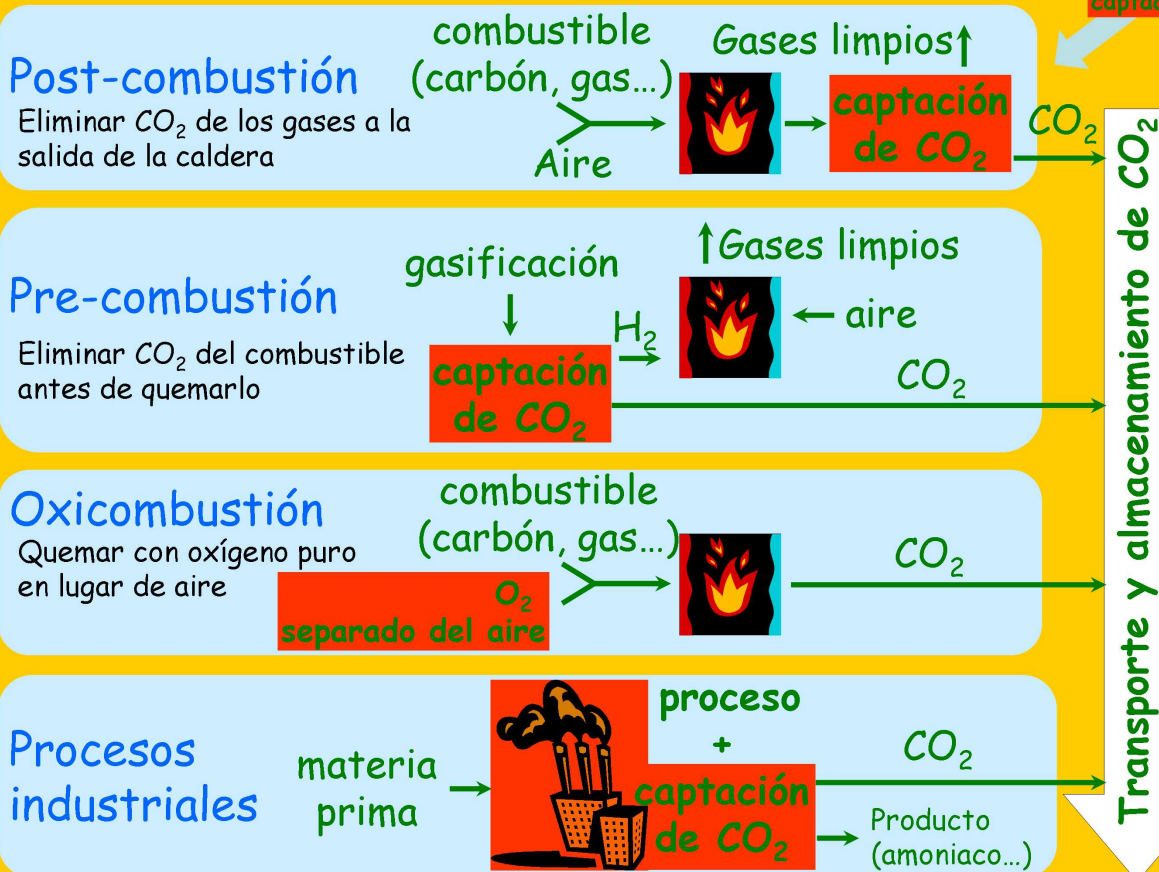
¿Cómo separamos el CO₂?

Aproximadamente el 60% de las emisiones de CO₂ generadas por el hombre provienen de grandes fuentes fijas como centrales térmicas, refinerías y otras industrias. Es en estas instalaciones donde resulta más fácil concentrar el CO₂



El CO₂ de los humos está generalmente diluido en grandes cantidades de otros gases (p.ej.: el nitrógeno entra y sale de la caldera sin cumplir función alguna) y es necesario concentrarlo para poder almacenarlo. La separación representa el 75% del coste total del proceso. El objetivo es una corriente de CO₂ puro

OPCIONES TECNOLÓGICAS



En fondo rojo:
etapa clave de
captación de CO₂

La opción ganadora deberá ser económica y energéticamente viable, y a ser posible adaptable a centrales instaladas recientemente. Además ha de estar lista para su instalación YA!!!

ENERGÍA

Actividades del INCAR en el campo del CO₂

El INCAR contribuye a la investigación sobre cambio climático y reducción de emisiones de CO₂ en varios campos:

Cambio climático:

- Estudio de biomarcadores para el análisis de los cambios climáticos del pasado

Energía eléctrica y CO₂:

- Captación de CO₂ mediante ciclos de carbonatación-calcinación
- Uso de biomasa para sustituir parcialmente al carbón en las centrales térmicas. Esta sustitución parcial disminuye las emisiones netas de CO₂, ya que la biomasa se regenera año a año mediante la fijación del CO₂ atmosférico
- Estudio de la eficacia de combustión del carbón en procesos de oxidación. La oxidación produce una corriente pura de CO₂, por lo que no es necesario separarlo (*captación*) como paso previo a su almacenamiento geológico
- Sistemas de captación de CO₂ mediante adsorbentes

Transporte y CO₂:

- Uso de biometanol como sustituto de la gasolina. El biometanol es un biocombustible producido a partir de todo tipo de biomasa que puede ser utilizado tanto en los actuales motores de combustión interna como para producir hidrógeno en los futuros coches de pilas de combustible
- Procesos relacionados con el uso de hidrógeno a bordo del automóvil. Este es uno de los campos de investigación más atractivos para acabar con la dependencia del petróleo en el sector transporte, y eliminar las emisiones de CO₂ de este sector

Procesos novedosos de eliminación del CO₂ atmosférico:

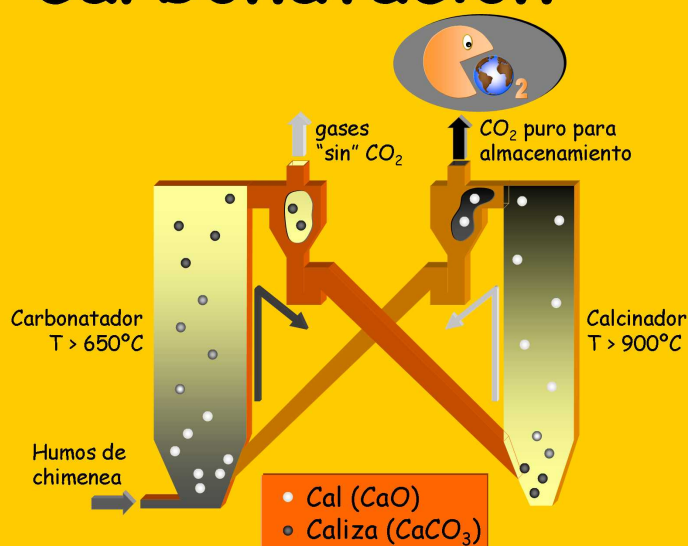
- Bio-secuestro de CO₂ (*carbonización hidrotermal de biomasa*). Este proceso consiste en estabilizar el carbono de determinada biomasa (residuos agrícolas, plantas herbáceas, etc.) que de otra forma sería emitido durante su descomposición natural a la atmósfera en forma de CO₂. En palabras sencillas consistiría en convertir la biomasa inestable en carbón estable





La aportación del INCAR

Captación de CO_2 mediante ciclos de calcinación - carbonatación



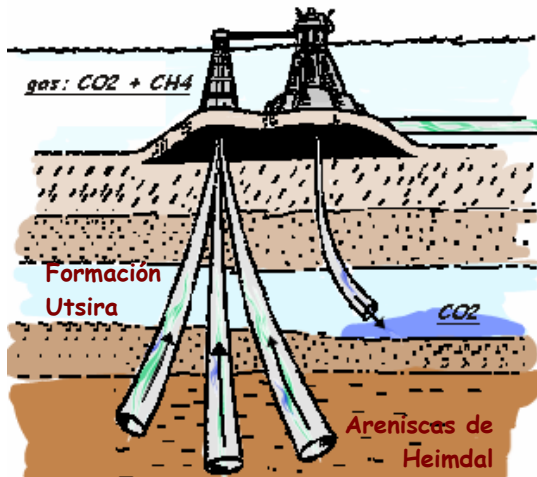
Miniplanta piloto de 30 kW con lechos fluidizados interconectados (gas y sólidos en continuo)

Planta en operación en el INCAR desde Mayo del 2007

El proceso de captación de CO_2 por calcinación - carbonatación se basa en el empleo de caliza natural (carbonato de calcio, una piedra muy común en la naturaleza). La caliza se puede descomponer térmicamente produciendo CaO (cal) y CO_2 . De forma inversa, el CO_2 puede reaccionar con la cal para formar carbonato. El proceso investigado en el INCAR consiste en poner en contacto en el carbonatador a las partículas de cal con una corriente de gases que contenga CO_2 (humos de chimenea). La cal capta el CO_2 contenido en los humos, transportándolo en forma de carbonato al calcinador, donde se libera el CO_2 puro, con lo que se consigue el efecto de separar este gas de la corriente principal de humos. La cal producida en el calcinador se re-introduce en el carbonatador para un nuevo ciclo de separación.

ENERGÍA

Almacenamiento de CO₂. La experiencia de Sleipner



El yacimiento Sleipner se encuentra en el Mar del Norte, aproximadamente 250 kilómetros al oeste de Stavanger, Noruega. Es operado por Statoil, la mayor compañía petrolera de Noruega. El yacimiento Sleipner produce gas natural a partir de las areniscas de Heimdal que se encuentran a aproximadamente 2.500 m por debajo del nivel del mar. El gas natural producido en Sleipner contiene niveles inusualmente elevados (casi un 9%) de CO₂,

pero los clientes que compran gas de Statoil necesitan menos del 2,5%. Por ello se ha construido una plataforma especial, la Sleipner-T, para soportar una planta de tratamiento de 20 metros de altura y 8.000 toneladas que separa el CO₂ del gas natural. La planta Sleipner-T produce casi un millón de toneladas de CO₂ al año.

Para impulsar a las compañías a reducir sus emisiones de carbono, el gobierno noruego aplicó un impuesto al carbono equivalente a casi \$50 por tonelada de CO₂ liberado a la atmósfera. Para evitar el pago de este impuesto, y como prueba de una tecnología alternativa, todo el CO₂ extraído desde 1996, cuando comenzó la producción de gas en Sleipner, se ha bombeado hacia el suelo subterráneo.

No se inyecta nuevamente en donde ha sido extraído, porque ello contaminaría más el gas natural. En cambio, se bombea hacia una capa de arenisca de 200 metros de grosor denominada formación Utsira, cerca de 800 metros debajo del fondo del Mar del Norte. La formación Utsira no contiene petróleo o gas comercial; al igual que la mayoría de las rocas subterráneas profundas está rellena de agua salada. La formación Utsira tiene alta porosidad y permeabilidad, de modo que el CO₂ en estado líquido (supercrítico) se desplaza rápidamente hacia los lados y hacia arriba a través de la capa rocosa, reemplazando el agua entre los granos de arena.

Se calcula que la formación Utsira podría almacenar aproximadamente 600 mil millones de toneladas de CO₂. Esto equivale a toda la producción de CO₂ realizada por el hombre durante más de 20 años, a las velocidades actuales. Probablemente la captura de CO₂ continúe en Sleipner mucho después del abandono del yacimiento como productor de gas natural. La formación Utsira es sólo uno de los diversos depósitos acuíferos salinos profundos similares en todo el mundo que podría utilizarse para ayudar a reducir o revertir la velocidad a la cual el CO₂ y otros gases de invernadero se liberan en la atmósfera.

(<http://www.seed.slb.com>)



Ya tenemos el CO₂ puro

...¿qué hacemos ahora con él?

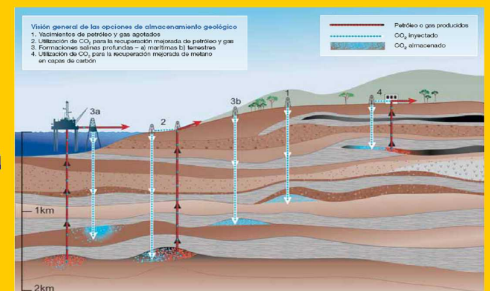
ALMACENAMIENTO GEOLÓGICO DE CO₂



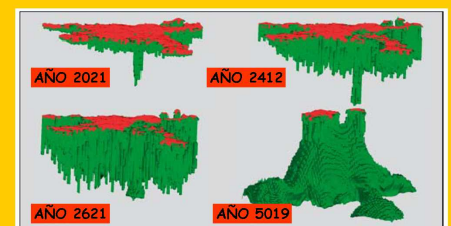
El CO₂ inyectado en capas subterráneas a una profundidad superior a 800 metros se encuentra en un estado denominado **SUPERCRÍTICO** (densidad de líquido, viscosidad de gas)

Las zonas de inyección más adecuadas son:

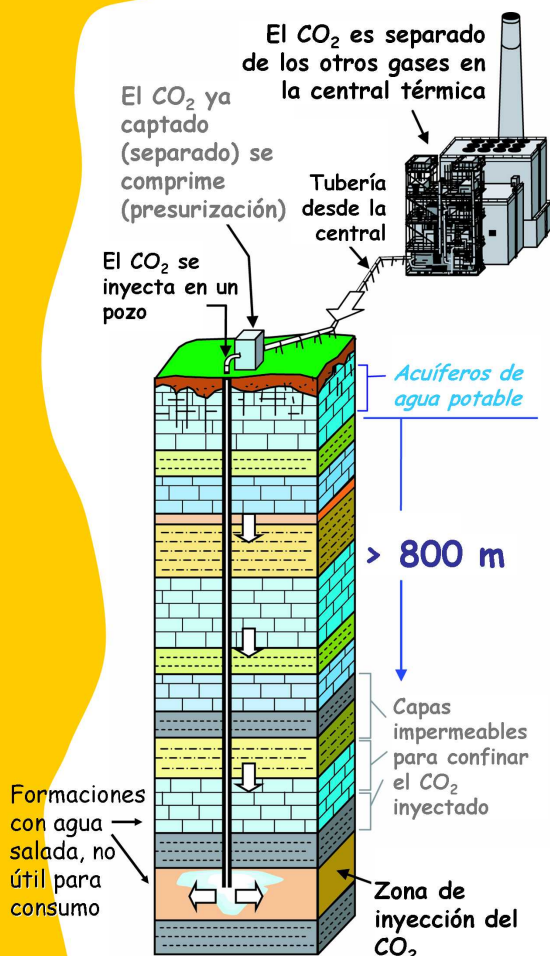
- Depósitos de petróleo y gas agotados
- Capas de carbón de difícil explotación
- Formaciones geológicas porosas y permeables con agua salada



Así ha de permanecer confinado de forma segura entre miles y millones de años, y existen técnicas que nos permiten controlarlo, comprobando su correcto almacenamiento



Comportamiento esperado del CO₂ inyectado en una formación geológica. El CO₂ libre (rojo) se va disolviendo (verde) y se hunde en la formación



El Instituto Geológico y Minero de España (IGME) posee el conocimiento y la experiencia en Ciencias de la Tierra para estudiar las posibilidades de almacenamiento en España

ENERGÍA

Los límites de la energía hidroeléctrica



El aprovechamiento de la energía potencial acumulada en el agua para generar electricidad es una forma clásica de obtener energía. Alrededor del 16% de la electricidad usada en el mundo procede de esta fuente. Es, por tanto, una energía renovable pero no alternativa, estrictamente hablando, porque se viene usando desde hace muchos años como una de las fuentes principales de electricidad.

La energía hidroeléctrica que se puede obtener en una zona depende de los cauces de agua y desniveles que tenga, y existe, por tanto, una cantidad máxima de energía que podemos obtener por este procedimiento. Se calcula que si se explotara toda la energía hidroeléctrica que el mundo entero puede dar, sólo se cubriría el 15% de la energía total que consumimos hoy en día (40% de la energía eléctrica).

Desde el punto de vista ambiental la energía hidroeléctrica es una de las más limpias, aunque esto no quiere decir que sea totalmente inocua, porque los pantanos alteran los ecosistema fluviales. Se destruyen hábitats, se modifica el caudal del río y cambian las características del agua (temperatura, grado de oxigenación, etc.). También los pantanos producen un importante impacto paisajístico y humano porque con frecuencia su construcción exige trasladar a pueblos enteros y sepultar bajo las aguas tierras de cultivo, bosques y otras zonas silvestres.

Los pantanos también tienen algunos impactos ambientales positivos. Así, por ejemplo, han sido muy útiles para algunas aves acuáticas que han sustituido los humedales costeros que usaban para alimentarse o criar, muchos de los cuales han desaparecido, por estos nuevos hábitats. Algunas de estas aves han variado incluso sus hábitos migratorios, buscando nuevas rutas de paso por la Península a través de determinados pantanos.

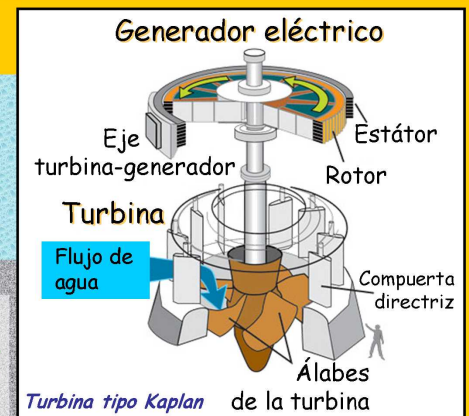
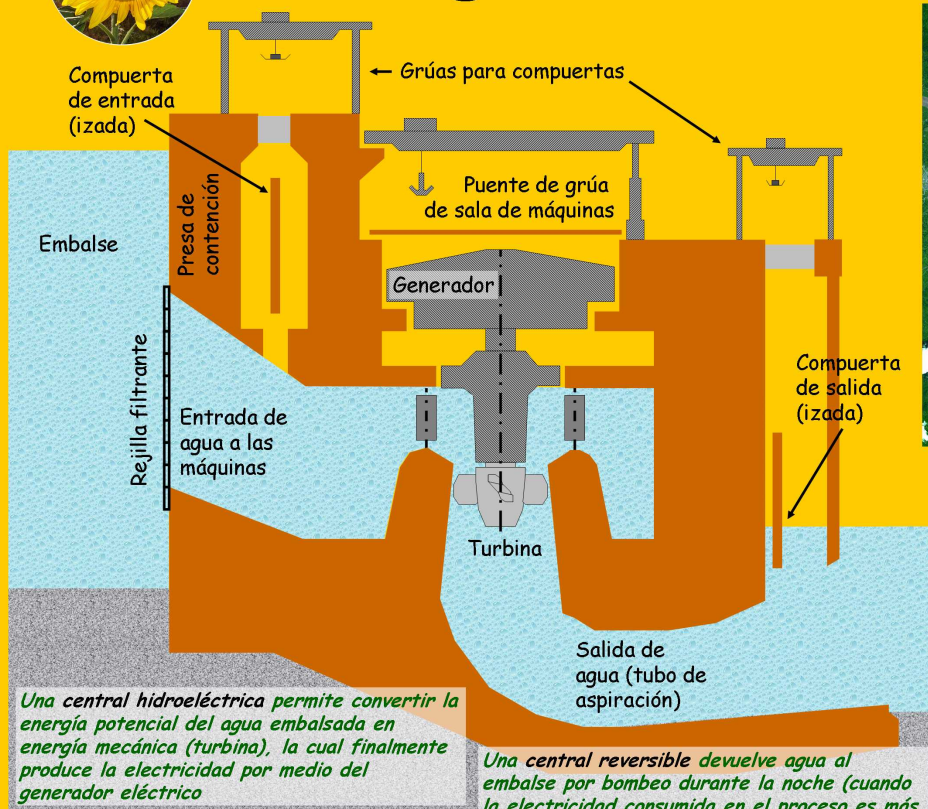
La construcción de pantanos es cara, pero su costo de explotación es bajo y es una forma de energía rentable económicamente. Al plantearse la conveniencia de construir un pantano no hay que olvidar que su vida es de unos 50 a 200 años, porque con los sedimentos que el río arrastra se va llenando poco a poco hasta inutilizarse. *(Adaptado de <http://www.tecnun.es/>)*



¿Y si no generamos CO₂?



Energía Hidroeléctrica



Ventajas de las centrales hidroeléctricas:



1. No requieren combustible, sino que usan una forma renovable de energía, constantemente repuesta por la naturaleza de manera gratuita
2. Es limpia, pues no contamina ni el aire ni el agua. No emite CO₂
3. A menudo puede combinarse con otros beneficios, como riego, protección contra las inundaciones, suministro de agua, caminos, navegación y aún ornamentación del terreno y turismo
4. Los costos de mantenimiento y explotación son bajos
5. La turbina hidráulica es una máquina sencilla, eficiente y segura, que puede ponerse en marcha y detenerse con rapidez y requiere poca vigilancia siendo sus costes de mantenimiento, por lo general, reducidos

Algunas desventajas de las centrales hidroeléctricas:



1. Los costos de instalación iniciales son muy altos
2. Su ubicación, condicionada por la geografía natural, suele estar lejos de los centros de consumo y obliga a construir un sistema de transmisión de electricidad, aumentando los costos de inversión y de mantenimiento e incrementando la pérdida de energía
3. La construcción implica mucho tiempo en comparación con la de las centrales termoeléctricas
4. El espacio necesario para el embalse inunda muchas hectáreas de terreno
5. La disponibilidad de energía puede fluctuar, de acuerdo con el régimen de lluvias, de estación en estación y de año en año

¿Sabías que...?

Según ciertas estimaciones, ya se ha instalado aproximadamente el 35% de la capacidad mundial de energía hidroeléctrica.

En el año 2004 la energía hidroeléctrica suministró el 16,1% de la electricidad en todo el mundo. En España fue tan solo el 12,6% [Fuente: BP]

ENERGÍA

Energía del viento y del sol. Limpieza a costa de densidad de potencia



Un aspecto importante de las centrales eléctricas, sea cual sea la energía que las alimente, es la densidad de potencia eléctrica de las mismas (la cantidad de electricidad producida por unidades de tiempo y de superficie). El viento o la radiación solar portan una gran cantidad de energía si se consideran globalmente, pero la potencia eléctrica por unidad de superficie es mucho menor que la que pueden producir los combustibles fósiles. Esto se debe en parte a que los ingenios que convierten las energías renovables en electricidad tienen unas eficiencias de conversión muy bajas (10-15% para la energía solar y alrededor de 20% para la eólica), por lo que se necesitan grandes instalaciones que ocupan enormes extensiones de terreno para acercarse a la producción energética de una central térmica convencional. Todo esto contribuye a que estas opciones sean muy caras, al nivel actual de desarrollo tecnológico.

Los países desarrollados como España se pueden permitir la utilización de electricidad renovable porque sus gobiernos las rentabilizan obligando a las empresas suministradoras a comprar la electricidad renovable a precios más elevados, un 80-90% superiores a la tarifa de referencia para la energía eólica y 300-575% para la energía solar fotovoltaica. Sin embargo, a pesar del incremento continuo en España de la producción de electricidad a partir de aerogeneradores, las emisiones de CO_2 no dejan de crecer; hoy en día, año 2008, ya estamos emitiendo más de un 133% de las emisiones asignadas para España por el protocolo de Kioto. Además, la característica intrínseca del viento y del sol es que su actividad es intermitente. Para poder tener un suministro seguro de electricidad renovable es necesario idear sistemas que permitan una producción continua. Esto puede conseguirse mediante la producción simultánea en periodos de actividad de electricidad y un vector de almacenamiento de energía (por ejemplo hidrógeno o aire a presión) que pueda ser transformado de nuevo en electricidad en los periodos de inactividad. Esta transformación produce continuidad en el suministro pero reduce aún más la eficiencia y la densidad de potencia del sistema. Obviamente el futuro de estas fuentes renovables está en el desarrollo de ingenios que permitan aumentar su densidad de potencia eléctrica a precios más razonables, investigación en la que España es altamente competitiva a nivel mundial.



¿Y si no generamos CO₂?

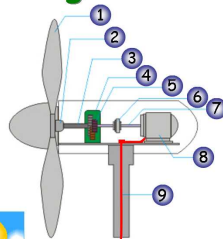


La energía del viento

1-2% de la energía que proviene del Sol es convertida en energía eólica. Esto es entre 50 y 100 veces superior a la energía solar convertida en biomasa por todas las plantas de la tierra



Aerogenerador



1. Palas o aspas
2. Rotor
3. Eje del rotor (eje de baja velocidad)
4. Caja multiplicadora de velocidades
5. Serie de engranajes dentro de la caja multiplicadora de velocidades
6. Freno
7. Eje del generador de electricidad (eje de alta velocidad)
8. Generador (alternador o dínamo) de electricidad
9. Cables que transportan la energía producida a las líneas de distribución de electricidad

Aerogeneradores de pequeña potencia

Un pequeño aerogenerador de 1 kW produce alrededor de 1.800 kWh al año de energía eléctrica en casi cualquier lugar



Así evitamos la emisión de cerca de 1.000 kg de CO₂ a la atmósfera o, lo que es lo mismo, 1/7 de nuestras emisiones de CO₂ por consumo doméstico anual

Aerogeneradores de gran potencia

Un aerogenerador grande de 2.000 kW en un lugar con viento evita la emisión de más de 4.500 toneladas de CO₂ al año

Hogares limpios con energía renovable



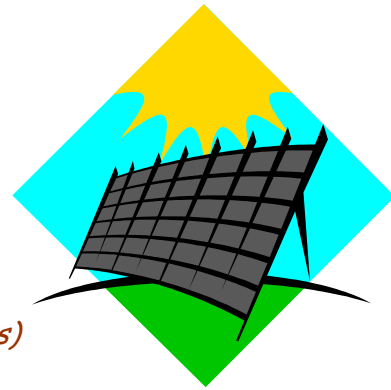
Energía eólica en el mar (offshore). Bahía de Liaodong (China)

En España, segundo productor europeo de energía eólica tras Alemania, a finales de 2007 había más de 15.000 MW instalados, evitando la emisión anual de más de **30 millones de toneladas de CO₂** a la atmósfera (es decir, el 10% de las emisiones totales de CO₂ en España en dicho año)

ENERGÍA

La Plataforma Solar de Almería

(<http://www.psa.es>)



La Plataforma Solar de Almería (PSA), perteneciente al Centro de Investigaciones Energética, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), es el mayor centro de investigación, desarrollo y ensayos de Europa dedicado a las tecnologías solares de concentración. Inicia su andadura a principios de la década de los 80 con la construcción en sus terrenos, ubicados en el desierto de Tabernas, de dos grandes proyectos destinados a demostrar la viabilidad técnica de la energía solar concentrada como fuente de energía eléctrica.

El primer proyecto, conocido como SSPS (*Small Solar Power System*), estaba auspiciado por la Agencia Internacional de la Energía (IEA) con participación de nueve países. El proyecto consistió en el diseño, construcción y ensayo de dos diferentes conceptos tecnológicos en el mismo rango de potencia, 500 kW:

- SSPS-CRS: El concepto de Torre Central fue probado por medio de un campo de 90 espejos (llamados "helióstatos"), que mediante un sistema de control realizaban un seguimiento del sol. Los rayos solares eran concentrados en lo alto de una torre, donde un fluido de trabajo transformaba la energía radiante en energía térmica. Este fluido, que trabajaba a 520°C, alimentaba un generador de vapor para producción de electricidad.
- SSPS-DCS: El otro sistema estaba compuesto por tres campos de colectores cilindro-parabólicos. Éstos siguen al sol mediante uno o dos ejes de rotación, intentando que su superficie esté siempre perpendicular a los rayos solares. La transferencia de energía radiante en térmica se produce al reflejarse cualquier rayo incidente en el foco de la parábola de cada colector, en donde está situado un tubo metálico por el que circula aceite mineral térmico. Éste se calienta paulatinamente hasta temperaturas de 290°C, y alimenta a su vez un generador de vapor; a partir de aquí la energía eléctrica se genera igual que en el SSPS-CRS.

El otro gran proyecto es ejecutado íntegramente con diseño y tecnologías españolas. Patrocinado por el Ministerio de Industria y Energía, es conocido como Central Termosolar de Almería (CESA-1). Se utiliza el concepto de Torre Central, anteriormente descrito; esta vez implementado mediante 300 helióstatos, un receptor de agua/vapor que trabaja a 520°C y 100 bares de presión, y un sistema de almacenamiento térmico a base de sales fundidas. El vapor producido en el receptor solar se transfiere directamente, bien para generar electricidad por medio de un turbogenerador de 1 MW de potencia, bien para almacenar energía térmica en los tanques, o ambas operaciones simultáneamente.



¿Y si no generamos CO₂?

La energía del sol



La energía solar sería capaz de abastecer todas nuestras necesidades energéticas varios miles de veces sin agotarse jamás (bueno, al menos en los 5.000 millones de años de vida que le quedan al sol)

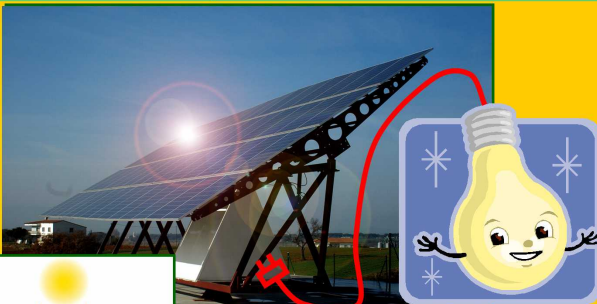
España lidera el desarrollo y la investigación de las aplicaciones de la energía solar

En un día soleado en España pueden recogerse 1.000 W por metro cuadrado. El hombre puede transformar esta energía en electricidad y calor



Energía solar fotovoltaica

Para transformar la energía del sol en electricidad por células fotovoltaicas

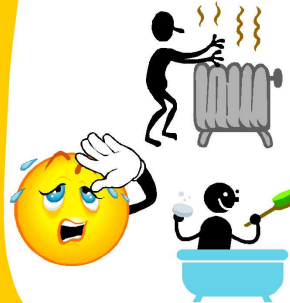


Se pueden combinar las tecnologías de "concentración" y "fotovoltaica" para generar electricidad (CPV: *Concentrated photovoltaic*). Así se generarán 3 MWe en Puertollano



Energía solar térmica

Con pequeños paneles solares podemos tener agua caliente en casa, para lavarnos, o para la calefacción



...y además: Energía solar de concentración

Para obtener electricidad a gran escala. El sistema, traducción directa del inglés "Concentrating Solar Power" (CSP), consiste en una gran cantidad de espejos ("helióstatos") que siguen al sol, concentrando su calor en un punto. De esta manera, se genera vapor de agua, que a su vez impulsa una turbina para generar electricidad. También permite obtener calor de alta temperatura para la industria o para la producción de hidrógeno a partir de agua por ciclos termoquímicos

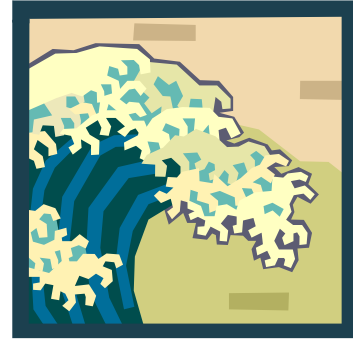
Se estima que una central eléctrica termosolar evita unas 2.000 toneladas anuales de emisiones de CO₂ por cada MWe instalado



Plataforma solar de Almería (CIEMAT)



ENERGÍA



La energía marina

Cuando hablamos de energía marina nos referimos a la energía generada por el movimiento de las olas y las mareas, que se puede convertir en energía eléctrica. Es una forma de aprovechar el potencial energético de los océanos. Para que este proceso sea efectivo, es necesario que la amplitud de la marea sea como mínimo de cinco metros, así que es importante la profundidad del océano, por lo que sólo existe un número limitado de lugares en todo el mundo en que las condiciones de la marea son adecuadas para su explotación energética.

En muchos lugares del mundo y especialmente en Asia, donde la demanda de electricidad crece rápidamente cada año, se están desarrollando diversos planes para la construcción de centrales eléctricas que utilizan energía marina. En el 2000 se instaló en Escocia la primera central eléctrica comercial que producía energía a partir de las olas de marea. Corea del Sur espera terminar la "Central Eléctrica de Marea Sihwa" para el 2009. Será la central más grande del mundo (252 MW). Los países de rápida expansión tales como China e India también se encuentran entre los que investigan el uso comercial de la energía generada por las olas y la marea.

El Centro Europeo de Energía Marina (EMEC) se inauguró en Orkney en Escocia en el 2004 y se encarga de evaluar potenciales generadores de energía de olas. Para el 2010, los funcionarios de la UE estiman que la energía obtenida del mar generará electricidad suficiente para abastecer casi un millón de hogares en el mundo industrializado.

España no se queda atrás, la localidad cántabra de Santoña es pionera en la investigación de esta energía, al haberse instalado allí una de las primeras plantas de energía de las olas de Europa. La comunidad autónoma española con mayor potencial en este tipo de energía es Galicia.

La energía marina tiene múltiples ventajas ambientales, porque los mecanismos no se colocarían donde se desarrolla la actividad pesquera, sino más lejos, y tampoco tiene efectos negativos para las aves acuáticas. Además no afea el paisaje cuando las instalaciones están colocadas a gran distancia de la costa.

Aunque hace mucho tiempo que los ingenieros son conscientes del potencial que ofrece la energía generada por el mar, ésta no se ha desarrollado del mismo modo que otras energías renovables, como por ejemplo la energía eólica. En los últimos tiempos, ha habido un gran progreso en este campo y la operación avanza, pero el proceso es bastante lento. Se espera que en un plazo de entre cinco y diez años se pueda comercializar este tipo de energía. *(Adaptado de <http://erenovable.com>)*



¿Y si no generamos CO₂ ?

Energía del mar y de la tierra

El Mar

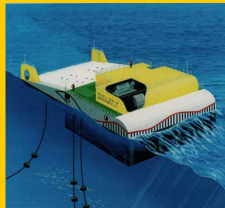
Las centrales maremotrices aprovechan el movimiento de las olas y las mareas



Las olas desplazan el aire de la cámara que mueve la turbina



En la marea alta se llena un embalse de agua que se vacía a través de las turbinas durante la marea baja. La turbina mueve un generador que produce electricidad. Sólo se instalan en zonas de rías y estuarios con grandes mareas



También pueden instalarse parques marinos que utilizan distintos dispositivos para aprovechar la energía de las olas

Es una energía inagotable, no contaminante, silenciosa y disponible en cualquier época del año



La transformación en energía eléctrica es poco eficiente y depende de la intensidad de olas y mareas. Las instalaciones costeras tienen un elevado impacto ambiental. En las fuentes dispersas el traslado de energía es muy costoso



La Tierra

Las centrales geotérmicas aprovechan el calor interno de la Tierra

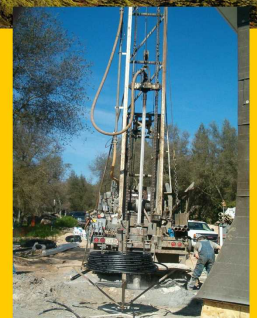
Si la temperatura geotérmica es elevada (150-400 °C), se produce vapor en la superficie que mueve una turbina para generar electricidad. El agua enfriada se reinyecta, se calienta mientras fluye en profundidad por una roca permeable en contacto con un foco de calor y se extrae por bombeo de forma similar al petróleo

Si la temperatura geotérmica no es suficientemente elevada el calor puede usarse para calentar otro líquido que actúa como intercambiador de calor

Es una energía disponible en cualquier época del año

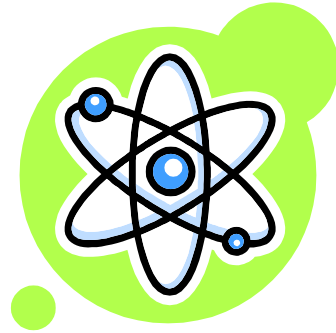


Las fuentes de alta temperatura son poco abundantes y las otras son menos eficientes. No es infinita ya que el recurso puede enfriarse con la explotación. En ocasiones las aguas van acompañadas de ácidos corrosivos o elementos contaminantes. Está limitada a las zonas de elevado potencial geotérmico



ENERGÍA

El debate sobre la energía nuclear



El debate sobre la energía nuclear aparece en la prensa siempre que existen problemas de abastecimiento energético o en época de elecciones, despertando pasiones, tanto a favor como en contra. España cuenta con ocho centrales nucleares. La última se puso en marcha en 1987. España es dependiente en energía, ya que carece de yacimientos petrolíferos e importa la mayor parte del carbón que emplea en sus centrales térmicas. Dos tercios de la producción de electricidad procede de combustibles fósiles, mientras que las centrales nucleares aportaron en el año 2007 alrededor del 17%. En algunos países la contribución de la energía nuclear al pastel de la electricidad es muy más elevada: Francia (77%), Lituania (64%), Bélgica (54%), Suecia (46%), Suiza (37%), Japón (28%), Alemania (27%), EEUU (19%). En países en desarrollo como India o China la energía nuclear apenas aporta el 2% de la producción eléctrica.

Los inconvenientes de la energía nuclear son la generación de residuos de alta radiactividad y, especialmente, su tratamiento. Se guardan en las piscinas de cada una de las centrales, aunque se prevé la construcción de un almacén temporal que recoja los residuos de las ocho centrales (dos de ellas ya cerradas), sin emplazamiento definido por el momento. El Consejo de Seguridad Nuclear y Enresa se encargan de la supervisión de las plantas y la gestión de residuos, respectivamente (Enresa es una empresa pública que desde 1984 se hace cargo de la gestión de los residuos radiactivos que se generan en nuestro país y del desmantelamiento de las instalaciones nucleares). Sin embargo, los opositores de las nucleares advierten de los riesgos ambientales y para la salud en caso de accidente.

El Foro de la Industria Nuclear destaca, por su parte, que esta fuente garantiza el suministro de energía, al funcionar todos los días del año y a un precio competitivo. Además, no genera emisiones de gases de efecto invernadero y ofrece competitividad a la industria.

En una época donde la necesidad de grandes flujos de energía ha de hacerse compatible con el respeto escrupuloso al medioambiente es evidente que el debate sobre el uso de la energía nuclear está más abierto que nunca.



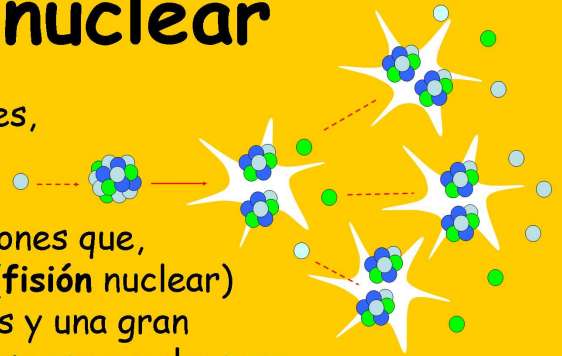
¿Y si no generamos CO₂ ?

Energía nuclear



La energía nuclear utiliza un combustible no carbonoso (uranio) y por lo tanto **NO GENERA CO₂**

En las centrales nucleares, un núcleo atómico es golpeado por partículas atómicas llamadas neutrones que, fragmentan los núcleos (**fisión nuclear**) desprendiendo neutrones y una gran cantidad de energía que se aprovecha para producir electricidad



1 pastilla de uranio proporciona una energía equivalente a la contenida en...

810 kilos de carbón



565 litros de petróleo

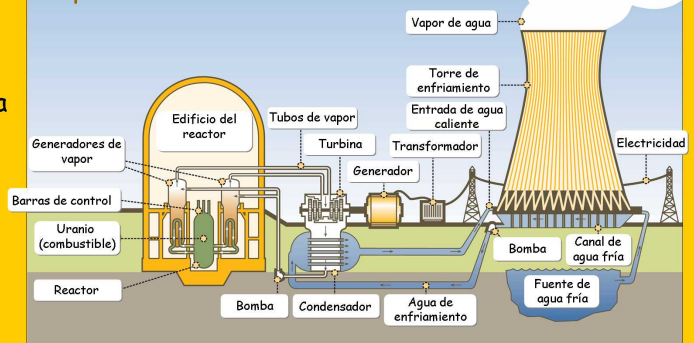


480 metros cúbicos de gas natural



El combustible de las centrales nucleares tiene una gran capacidad de generar energía

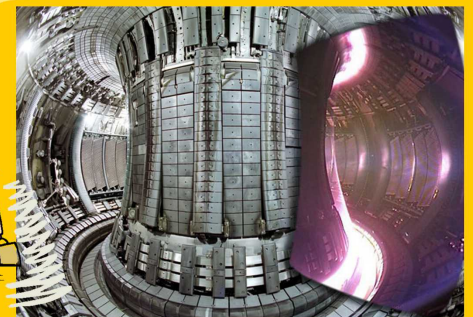
Esquema de funcionamiento de una central nuclear



La mayor preocupación de los ciudadanos en torno a la energía nuclear se centra en la gestión de los residuos radiactivos y las catastróficas consecuencias de posibles accidentes

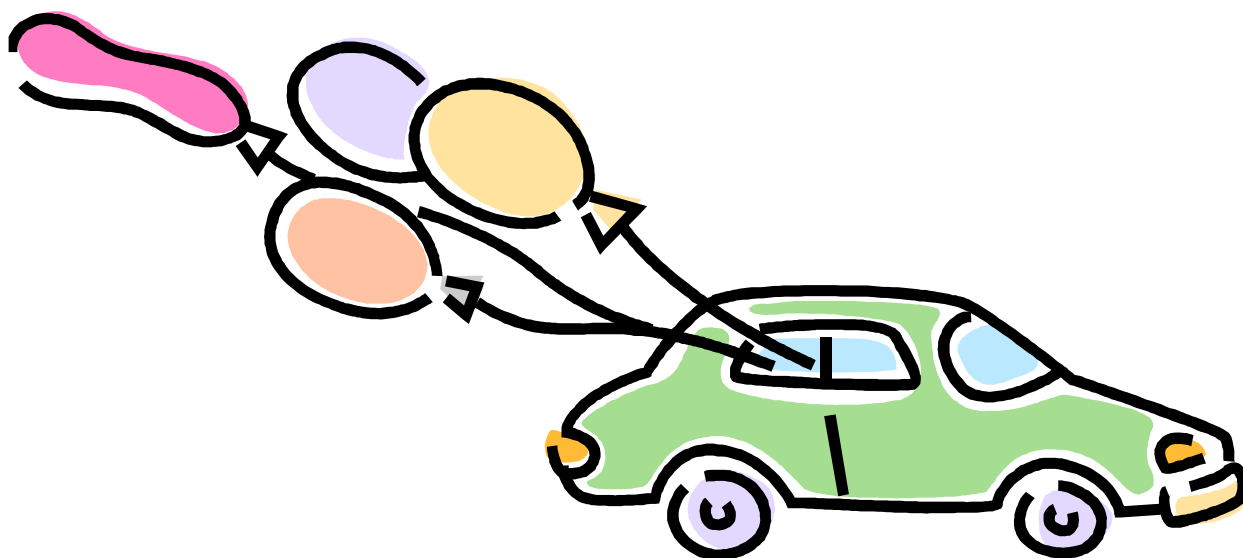
Los residuos procedentes de la energía nuclear se clasifican según residuos de baja, media y alta actividad, que es el combustible gastado. En España se producen anualmente unas 1.500 toneladas de residuos de baja y media actividad y unas 160 toneladas de los de alta actividad. Los residuos se vigilan y controlan para que no afecten a las personas ni al entorno. Los aspectos relativos a la seguridad nuclear y a la protección radiológica en España se controlan desde el Consejo de Seguridad Nuclear (www.csn.es)

La energía atómica de **fusión** por confinamiento magnético permitiría alcanzar la temperatura necesaria para que ☆ átomos de hidrógeno choquen y se fusionen. Es la energía de las estrellas y el combustible es inagotable. La energía atómica de fusión podría ser el futuro energético de la humanidad pero aún no está disponible



TRANSPORTE

Retos del sector del transporte ante el cambio climático. De los coches híbridos a las pilas de combustible.



TRANSPORTE

Compartir el coche es ahorrar y emitir menos CO₂

Una de las actuaciones que, de manera más clara, mejora la eficiencia del sistema de transportes es la de aumentar la ocupación de cualquiera de los vehículos integrados en este sistema. El modo de transporte que menos ocupación presenta es el vehículo privado que en los recorridos urbanos es, como media, de 1,2 pasajero por vehículo.

Si tenemos en cuenta que, aproximadamente, un tercio de los viajes realizados en las ciudades se llevan a cabo en vehículo privado nos encontramos con las siguientes cifras para un día laborable en una ciudad de 250.000 habitantes:

Número de viajes	650.000
Viajes en vehículo privado	214.500
Número de vehículos	178.750
Kilómetros recorridos (5 km por viaje)	893.750
Litros de combustible consumidos	89.350
Toneladas de CO₂	232,3



Obviamente, para los conductores y/o pasajeros del coche compartido las ventajas son múltiples. Sólo en el aspecto económico se reducen los gastos del uso del vehículo, tanto en lo referente a la inversión y amortización como al uso; combustible, mantenimiento, reparación y gastos asociados al aparcamiento, puesto que se comparten.

A la vista de estos datos, la posibilidad de aumentar la ocupación de los vehículos privados se presenta como una manera eficiente y eficaz de reducir consumo y emisiones y mejorar, manifiestamente, la calidad de vida de nuestras ciudades sin renunciar a la movilidad necesaria y sin cambiar de modo de transporte.

Si sólo aumentáramos en un 10% la ocupación de nuestros coches al trasladarnos por la ciudad, pasando de 1,2 a 1,3 pasajeros por vehículo, en una ciudad como la citada se reduciría diariamente el número de vehículos en 16.250, se ahorrarían 8.125 litros de combustible, se dejarían de emitir 21,1 toneladas de CO₂ y liberaríamos 50.000 m² de espacio urbano debido exclusivamente al aparcamiento.

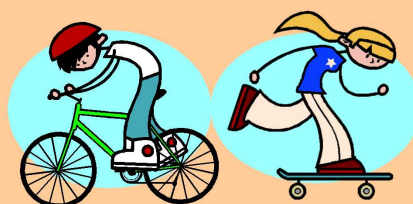
Recomendaciones del Ministerio de Medio Ambiente y del Instituto IDAE (<http://www.compartir.es>)



Nuestro coche y el medio ambiente

El coche privado representa el 15% de toda la energía final consumida en España

En España, en el año 2004, el transporte fue responsable de más del 32% de las emisiones de CO₂



En la ciudad, el 50% de los viajes en coche es de menos de 3 km, y un 10% de menos de 500 m. ¡Existen otras alternativas!



La conducción eficiente permite conseguir un ahorro medio de carburante y de emisiones de CO₂ del 15%

Es obligatorio en todos los vehículos nuevos suministrar, para cada modelo, los datos oficiales de consumo de combustible y emisiones de CO₂, haciendo referencia al modelo y tipo de carburante utilizado

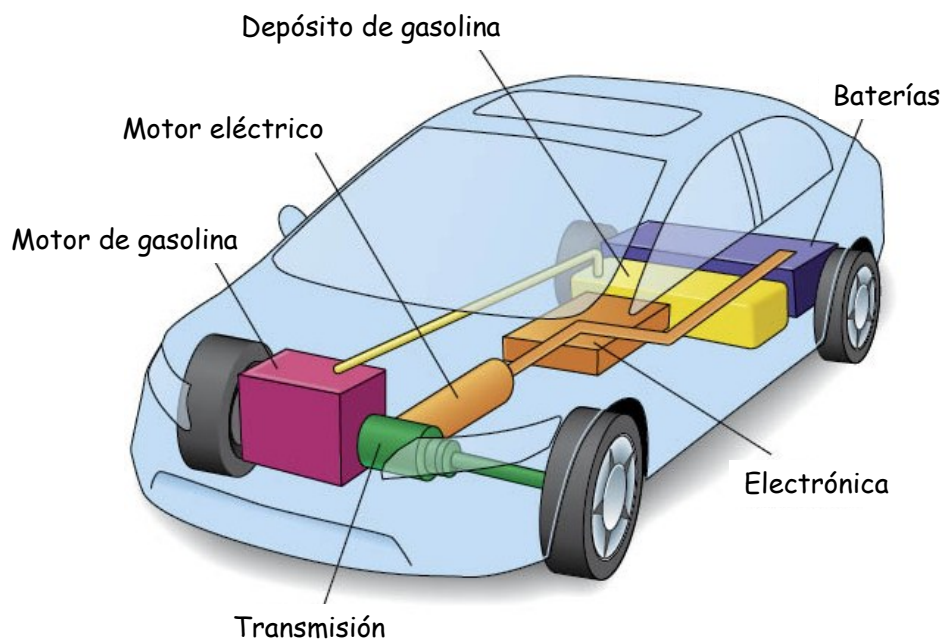


El transporte público es mucho más eficiente que el vehículo turismo

TRANSPORTE

Primera Fase. Coches híbridos de bajo consumo

La industria automovilística ha aceptado esta solución como la más conveniente a corto plazo para reducir las emisiones de CO_2 de nuestros automóviles. Los coches híbridos combinan un motor de gasolina y un motor eléctrico, por lo que el consumo de gasolina se ve reducido en gran medida. Además, estos coches son capaces de transformar la energía de la frenada en energía eléctrica, por lo que su consumo de gasolina en ciudad, donde las frenadas son continuas, es mínimo.



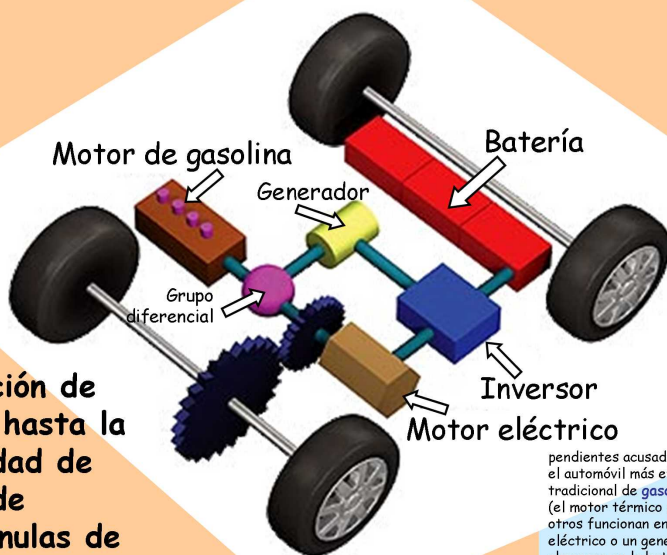
Hoy en día los modelos comercializados de coches híbridos presentan unos consumos similares a los de los coches con motores Diésel. Esto unido a su elevado precio hace que actualmente se les considere, en muchos sitios, poco menos que un artículo de lujo. Sin embargo, las nuevas generaciones de coches híbridos, con menores consumos de gasolina y la posibilidad de ser conectados a la red eléctrica para recargar sus baterías, así como la introducción de penalizaciones en el impuesto de matriculación a los coches que no controlen sus emisiones de CO_2 (para emisiones superiores a 120 g/km), pueden ayudar a su popularización.



Transporte - 1ª Fase

Coches híbridos de bajo consumo

¿Sabías que...? La compra de coches con bajas emisiones de CO_2 no es sólo un valor ecológico en sí sino que hoy en día está premiada con un menor impuesto de matriculación



Es una opción de transición hasta la disponibilidad de vehículos de emisiones nulas de CO_2

Un coche híbrido funciona con menos gasolina porque dispone de un motor eléctrico además del motor de gasolina. Así emite menos CO_2 que un coche estándar equivalente



Coches híbridos

En un coche la potencia máxima que ofrece un motor de explosión sólo es necesaria en ocasiones específicas (grandes aceleraciones, subidas de pendientes acusadas, etc.). Para el resto de ocasiones (casi todas) un motor eléctrico puede mover el automóvil más eficazmente y sin emitir CO_2 . Los vehículos híbridos poseen dos motores: el tradicional de gasolina y un motor eléctrico. En algunos modelos ambos motores funcionan en serie (el motor térmico sólo genera la electricidad que necesita el motor eléctrico) mientras que en otros funcionan en paralelo; cuando el motor de gasolina es el que mueve las ruedas, el propio motor eléctrico o un generador transforman la energía excedente y la de frenada en electricidad que se almacena en la batería. Esta electricidad accionará el motor eléctrico para mover las ruedas cuando lo decida el ordenador de a bordo.

...¿y el famoso coche de aire comprimido?



El Mini C.A.T. es un coche en desarrollo por Tata Motors (India) basado en tecnología francesa. Funciona con la energía neumática almacenada en botellas de aire comprimido. Es barato (~9.000€), aparentemente no contamina (sólo emite aire frío) y se recarga en 3 minutos por 1,5€ con compresores fácilmente instalables en estaciones de servicio. Tiene una velocidad máxima de 110 km/h y una autonomía de 200-300 km.

Si la electricidad necesaria para comprimir el aire se obtuviera mediante la combustión de carbón, las emisiones de CO_2 equivaldrían a 142 g CO_2 /km. Estas emisiones podrían eliminarse con fuentes renovables de electricidad.

En el pasado existieron coches aún menos contaminantes...



	Modelo	Tipo	Precio, €	Litros a los 100*	g CO_2 por km
	Honda Insight !! descatalogado !!	Coupé	19.000	3,9	90
	Toyota Prius	Sedán	14.700	5,1	118
	Honda Civic Hybrid	Sedán	14.500	5,6	129
	Nissan Altima Hybrid	Sedán	16.100	6,9	159
	Toyota Camry Hybrid	Sedán	16.200	7,1	164
	Ford Escape Hybrid	SUV	16.900	7,4	169
	Mercury Mariner Hybrid	SUV	17.400	7,4	169
	Mazda Tribute Hybrid	SUV	No disponible	7,4	169

*Consumo combinando de gasolina (ciudad y autopista) (www.hybridcars.com)

TRANSPORTE

Biomasa y energía



La biomasa es el nombre dado a cualquier materia orgánica de origen RECIENTE que haya derivado de animales y vegetales como resultado del proceso de conversión fotosintético. La fotosíntesis consiste en la transformación del CO_2 atmosférico por medio de la luz solar en el carbono contenido en los vegetales. Por lo tanto, cuando la biomasa se transforma en CO_2 para obtener energía (proceso inverso a la fotosíntesis) sólo se está devolviendo a la

atmósfera lo que previamente se había fijado durante el crecimiento de la planta; de ahí que se diga que las emisiones NETAS de CO_2 son nulas. El carbón y petróleo también son de origen vegetal, pero su formación no es reciente, por lo que al quemarlos emitimos a la atmósfera el CO_2 que se captó hace millones de años, contribuyendo a un aumento NETO de la concentración ACTUAL de CO_2 en la atmósfera. La biomasa es cualquier material con alto contenido en carbono de origen vegetal y animal, tal como madera de bosques, residuos de procesos agrícolas y forestales, y de la basura industrial, humana o animales.

Alrededor de la mitad de la población mundial sigue dependiendo de la biomasa como fuente principal de energía. El problema es que en muchos lugares se está quemando la madera y destruyendo los bosques a un ritmo mayor que el de reposición, por lo que se están causando graves daños ambientales: deforestación, pérdida de biodiversidad, desertificación, degradación de las fuentes de agua, etc.

El uso de biomasa como combustible presenta la ventaja de que los gases producidos en la combustión tienen mucha menor proporción de compuestos de azufre, causantes de la lluvia ácida, que los procedentes de la combustión del carbón o derivados del petróleo. En la actualidad se están investigando distintos tipos de plantas para aprovechar de la mejor forma posible esta prometedora fuente de energía.



La Biomasa

¿el futuro energético de la humanidad?

¿Qué es la biomasa?

Residuos agrícolas y forestales



Restos de podas de cultivos leñosos
Paja de cereales
Zumos de maíz
Restos de cultivos industriales
Trozos de madera y serrín



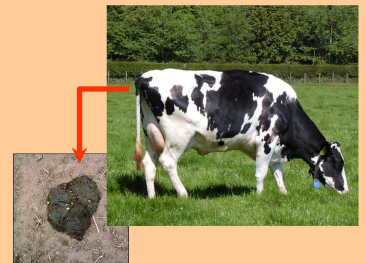
Cultivos energéticos

Maíz
Caña de azúcar
Soja
Cultivos leñosos de rotación corta
Cardo
Colza



Residuos animales

Estiércol y purines



Residuos sólidos y aguas residuales urbanas

Lodos de depuración de aguas residuales
Emisiones de gas de vertedero controlados
Aceites alimentarios usados



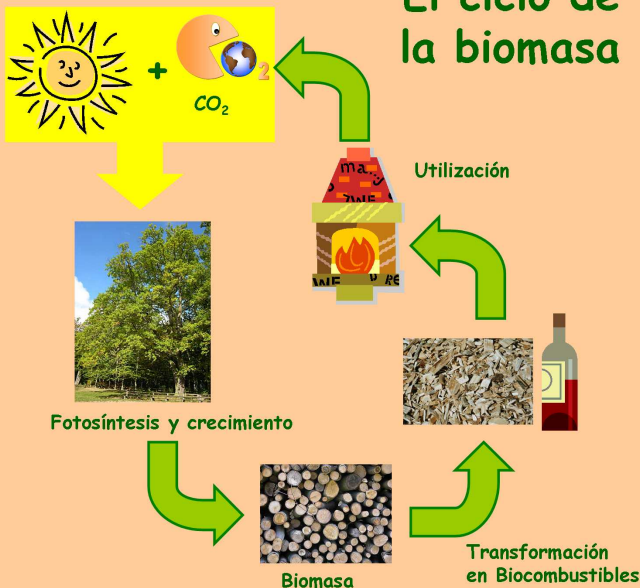
Residuos de industrias agroalimentaria

Residuos de aceituna (alpechín)
Huesos de frutas
Cáscaras de frutos secos
Restos de industrias envasadoras
Cascarilla de arroz
Bagazo de caña y uvas



¿Por qué es importante?

El ciclo de la biomasa



Globalmente: CO₂=0

(siempre que no se use energía "sucia" en la transformación)

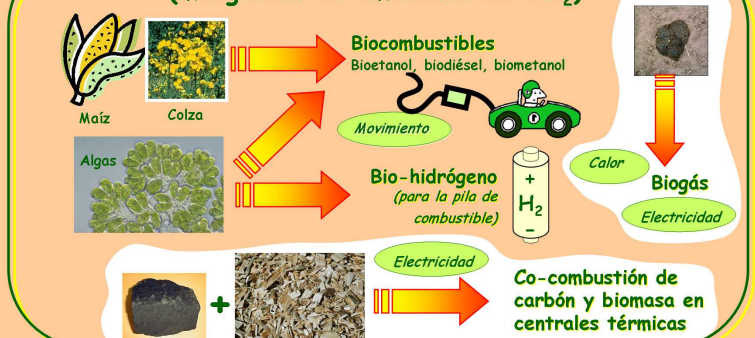
El CO₂ que se emite durante la utilización de la biomasa para generar energía es equivalente al CO₂ que se ha fijado durante el crecimiento de la biomasa. SIEMPRE QUE NO SE UTILICE ENERGÍA "SUCIA" EN LA TRANSFORMACIÓN (fertilizantes de petróleo, gasolina en tractores, descarbonización del suelo, etc.)

Usos de la biomasa



MODERNOS

(mitigación de emisiones de CO₂)



TRANSPORTE

Biocombustibles en España

España es un país con una fuerte dependencia energética del exterior (en torno al 80%). En el transporte, el Gobierno pretende reducir tanto la dependencia como las emisiones de CO₂ por medio de la introducción paulatina de biocarburantes. Frente a los combustibles derivados del petróleo, el biodiésel reduce las emisiones de CO₂ en un 75%, mientras que la reducción obtenida con el bioetanol varía entre un 30% (EEUU, UE) y un 90% (Brasil). La nueva Ley del Sector de Hidrocarburos establece que las gasolinas y los gasóleos deberán contener un 1,9 por ciento de biocarburantes en 2008, un 3,4 por ciento en 2009 y un 5,83 por ciento en 2010. Estos objetivos no parecen muy ambiciosos para un país donde el transporte contribuye al 40% de las emisiones totales de CO₂ y que sobrepasa sus emisiones de CO₂, acordadas en el marco del protocolo de Kioto, en más de un 33%.



La producción de biocarburantes en España se situó en 2006 en 445.577 toneladas (72% de bioetanol y 28% de biodiésel). Según estos datos, ofrecidos por un informe de Asociación de Productores de Energías Renovables (APPA), la cifra total de producción aumentó un 44% respecto a la alcanzada el año anterior, 2005. También las ventas en España de biocarburantes procedentes de las plantas nacionales creció en

2006, aunque a un ritmo muy inferior al de la producción, aumentando tan sólo un 19% respecto al año anterior, hasta alcanzar las 241.849 toneladas (74% de bioetanol y 26% de biodiésel). Esto representa sólo el 0,5% del mercado nacional de gasolinas y gasóleos.

Al cierre del ejercicio 2006 estaban en funcionamiento en España un total de 16 plantas de producción de biocarburantes, de las que 12 eran de biodiésel y cuatro de bioetanol.

Las organizaciones ecologistas, que inicialmente estaban a favor de la introducción de biocombustibles convencionales como el bioetanol o el biodiésel, ahora muestran una posición más crítica debido al emergente conflicto alimentos - bioenergía. Del otro lado, los productores de biocombustibles señalan que el conflicto no tiene fundamento real, sino que forma parte de una campaña de desprestigio promovida por sectores interesados. Existen formas de producir biocombustibles sin necesidad de emplear alimentos en el proceso. Las investigaciones encaminadas al desarrollo tecnológico de estos procesos deben ser primadas en los programas de investigación elaborados en España.



Transporte - 2ª Fase

Biocombustibles convencionales

Bioetanol

Características

El bioetanol es un líquido incoloro, biodegradable, de baja toxicidad que causa pocos problemas medioambientales en caso de vertido accidental

Precusores

El bioetanol se obtiene generalmente a partir de la fermentación de los azúcares presentes en maíz, caña de azúcar y remolacha azucarera

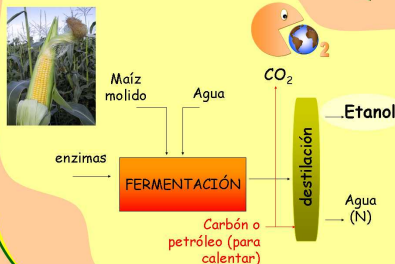
Etanol en vehículos

El bioetanol es un combustible de elevado octanaje, que mejora el comportamiento de la gasolina dando lugar a rendimientos de motor más elevados. Al quemarse da lugar a CO_2 y agua

Se utiliza mezclado con la gasolina en proporciones variables. Hasta contenidos de etanol del 15% no se requieren modificaciones del motor del vehículo. Las mezclas gasolina/etanol en dicha proporción pueden transportarse en las conducciones habitualmente utilizadas para gasolina normal

1 litro de bioetanol contiene la misma energía que 0,67 litros de gasolina

EEUU: MAÍZ



En 2006 EEUU produjo 8,4 miles de millones de litros de bioetanol

EEUU + Brasil:
85% de la producción
mundial de bioetanol

Inconvenientes

Se requieren combustibles fósiles (sucios) para generar la energía necesaria durante la destilación (separación de etanol y agua)
Se utilizan abonos durante el cultivo
Se adicionan enzimas para facilitar la fermentación

Eficiencia

Es un proceso poco eficiente; sólo se genera 1,3 veces la energía que se consume al producirlo

Brasil: CAÑA DE AZÚCAR



Ventajas

Rápido y denso crecimiento (gran producción por hectárea y año)

Comienza a fermentar muy rápidamente por lo que no es necesario adicionar enzimas que aceleren la fermentación. Además el bagazo (residuo) de la caña de azúcar es un combustible excelente y excedentario que proporciona la energía necesaria para la destilación y aún sobra para otros usos

Eficiencia

Es un proceso muy eficiente que genera 8 veces la energía que se consume al producirlo

Peligro

La tala de árboles del bosque amazónico producida por la presión del cultivo de la caña de azúcar



Un litro de bioetanol de caña genera un 56% menos CO_2 que un litro de gasolina

En 2006 Brasil produjo 15 mil millones de litros de bioetanol

Biodiésel

Características

El biodiésel es un combustible sintético que se fabrica a partir de aceites vegetales de forma renovable. Puede mezclarse en cualquier proporción con el diésel convencional y no requiere modificaciones en los motores

Es un combustible no tóxico, biodegradable y libre de azufre y compuestos aromáticos y por tanto con emisiones contaminantes más bajas que el diésel convencional

Alemania: Aceite de colza



En 2006 Alemania produjo 1,9 mil millones de litros de biodiesel

Alemania+Francia:
80% de la producción
mundial de biodiésel

¿Cómo se fabrica el biodiésel? (método casero)



+ 200 mL Metanol
+ 6,5 g NaOH*
AGITAR 1 hora

1 L de aceite usado
a 50-55°C

Dejar reposar y
enfriar durante
8 horas



Biodiésel

glicerina

Un litro de biodiesel contiene la misma energía que 0,86 litros de diésel

Es un proceso relativamente eficiente que genera 2,5 veces la energía que se consume al producirlo



¿Sabías que...?

Los primeros motores diésel que se fabricaron utilizaban aceites vegetales como combustible

* La cantidad de NaOH que se indica es aproximada y depende de las características específicas de cada aceite usado (origen y utilización)

TRANSPORTE

Biocombustibles y especuladores sin conciencia



La Unión Europea se ha propuesto que los biocombustibles sustituyan al 10% de las gasolinas y gasóleos en los automóviles para el año 2020. EEUU ha subido el listón al 17% para el año 2017. Si estos biocombustibles se sintetizan mediante procesos de primera generación (a partir de cultivos alimentarios) es difícil pensar que no vaya a producirse una distorsión del mercado que sea aprovechada por los especuladores para aumentar aún más los precios de los alimentos. Obviamente el debate es delicado, ya que se pretende contraponer la lucha contra el cambio climático a la necesidad de alimentar a la población de un mundo en expansión. Los biocombustibles de segunda generación (bioetanol de celulosa, biodiésel de algas y jatrofa, biometanol, etc.) son superiores a los biocombustibles convencionales tanto en el grado de reducción "real" de emisiones de CO₂ como en que no compiten en el mercado de los alimentos, por lo que el mundo debería plantearse el objetivo prioritario de impulsar su desarrollo.

Por otro lado, no conviene demonizar a los biocombustibles convencionales sin un análisis previo de todos los factores, ya que no hay que perder de vista que gran parte de la subida de los precios alimentarios se debe a la subida imparable del precio del petróleo y a la falta de escrúpulos de los especuladores. Jean Ziegler, relator especial de la ONU para el Derecho a la Alimentación, dijo recientemente: "Es absurdo que los alimentos básicos coticen en Bolsa y estén sujetos a maniobras especulativas, cuando su comercio condiciona la supervivencia de millones de personas. Es un despropósito que el precio de los alimentos sea fijado por la Bolsa, cuando deberían ser retirados de la especulación. Lo ocurrido entre diciembre y marzo pasados (2007-2008) fue escandaloso: tras el crack financiero, que provocó más de un billón de dólares de pérdidas en valores patrimoniales, los grandes especuladores emigraron de la Bolsa de Nueva York hacia la de Chicago. Es decir, pasaron de especular y perder con acciones y obligaciones, a hacerlo y conseguir enormes beneficios con materias primas agrícolas, con arroz, trigo, mijo, etcétera. La sociedad civil exige que los alimentos sean declarados bien público y que su precio se fije mediante negociaciones entre países productores y países consumidores. El sistema para hacerlo ya ha sido puesto a punto por la UNTACD (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo), que presentó en Roma siete métodos para fijar los precios de las materias primas alimentarias. Pero las presiones de la delegación norteamericana y de las grandes sociedades multinacionales lograron que quedara descartado."



Conflicto Alimentos - BioEnergía

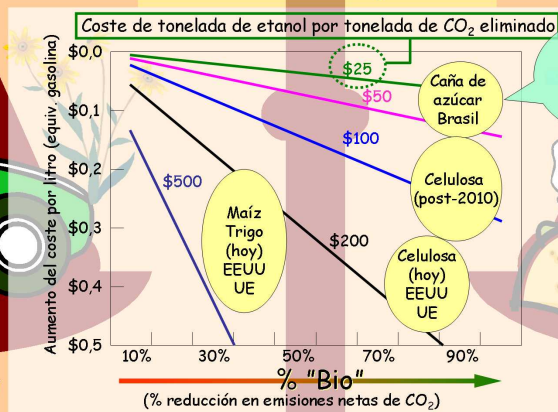
1- Los países más desarrollados subvencionan el cultivo de productos como el maíz o el trigo para su conversión en biocombustibles (bioetanol y biodiesel)



2- Según el Banco Mundial este fenómeno está contribuyendo al espectacular aumento del precio de los alimentos en los últimos años. A esto se añade el fuerte aumento de la demanda interna de alimentos en China

El 25% del maíz cultivado en EEUU en 2007 se dedicó a la producción de etanol

¿Cómo de "bio" es el bioetanol?. Depende...

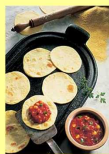


3- De esta forma muchos países pobres (Egipto, Haití, Bangladesh, etc.) que dependen de las importaciones de estos alimentos para subsistir no pueden obtenerlos dado su elevado precio

4- Por otro lado, los agricultores se benefician por fin de un precio más justo para sus cultivos

La crisis de las tortillas

Las tortillas son un alimento básico de la dieta mejicana. En los dos últimos años el precio del maíz, cereal con el que se fabrican, se ha disparado hasta sus niveles más altos en 10 años, generando un fuerte descontento social. La "crisis de la tortilla" ha provocado que se hayan encarecido otros productos básicos, como la leche, el azúcar o los huevos



La creciente demanda de maíz en Estados Unidos para fabricar etanol ha sido una de las causas de que el grano subiera. A pesar de que México es considerado por muchos como la cuna del maíz, cada año importa millones de toneladas de EEUU, su principal socio comercial

El bioetanol no es el único malo de la película...

El mercado especulativo se ha lanzado al mundo de los alimentos (p.ej. acumulación de arroz para su venta posterior a mayor precio). Según la ONU esta causa está detrás del 30% de la subida de los precios

La subida del precio del petróleo también repercute en el precio de los alimentos

¿Existe biomasa suficiente para alimentos y bioetanol?

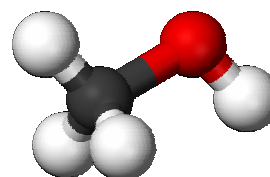
NO

La transformación de biomasa en bioetanol (o biodiésel) es un proceso muy poco eficiente desde el punto de vista energético (35%). Se estima que en el año 2050 la cantidad de biomasa necesaria para alimentar todos los automóviles mundiales con bioetanol será de 12.900 millones Tep/año (Tep: tonelada equivalente de petróleo), mientras que el máximo estimado de biomasa energética será de 12.700 millones Tep/año

G. Marbín, T. Valdés-Solis, Towards the hydrogen economy?, Int. J. Hyd. Energy, 32 (2007) 1625

TRANSPORTE

Biometanol, ese gran desconocido



El desarrollo de procesos alternativos de síntesis de biocombustibles que eviten el conflicto alimenticio (p.ej. a partir de algas o celulosa) está aún en una etapa temprana. Frente a esta situación el biometanol emerge como un biocombustible listo para ser empleado, a pesar de su escaso predicamento en los medios de comunicación o en las oficinas políticas. El biometanol, a diferencia del resto de biocombustibles, se produce a partir de la gasificación de cualquier material que contenga carbono e hidrógeno en su composición. De este modo abarca todo tipo de biomasa, incluyendo residuos agrícolas, forestales, industriales y urbanos, así como cultivos energéticos de todo tipo (gramíneas, arbustos, etc.). Así se evita la competencia directa con los cultivos alimentarios. La gasificación de estos materiales, con o sin la adición de agua, produce un gas de síntesis ($\text{CO} + \text{H}_2$) que se transforma fácilmente en metanol (CH_3OH) mediante catalizadores convencionales. El nivel de reducción de emisiones de CO_2 proporcionado por el biometanol, incluyendo el proceso de síntesis, es del 85%. Es un combustible líquido que posee un elevado octanaje, pudiendo ser utilizado en motores de combustión interna (ICE). Por su especial proceso de síntesis (gasificación) requiere de una menor cantidad de biomasa por kilómetro recorrido (el rendimiento energético a partir de la biomasa del sistema "bio-combustible + ICE" es de un 10% para el bioetanol y biodiésel frente al 15-20% para el biometanol). Se estima que para alimentar todos los coches del futuro (año 2050) con biometanol habría que emplear menos del 40% de la biomasa energética disponible en el mundo. Además, el coste actual de producción de metanol a partir de biomasa se estima en aproximadamente 0,6 euros por litro de gasolina equivalente, valor que se reduciría ampliamente con la implantación masiva del proceso.

Pero su mayor atractivo estriba en la posibilidad de utilizarlo a medio plazo como fuente de hidrógeno *in situ* en los futuros coches de pilas de combustible. Estos coches son mucho más eficientes (el rendimiento energético del sistema "biometanol + pila" se elevaría hasta el 25-33%), silenciosos (funcionan *a pilas*) y limpios. En los coches de pilas de combustible el uso de metanol como fuente de hidrógeno soslayaría además el complejo almacenamiento de hidrógeno a bordo del automóvil, que requeriría del uso de sistemas presurizados o criogénicos muy caros, o de sorbentes químicos muy pesados.



Transporte - 3ª Fase

Biocombustibles de futuro

Bioetanol de celulosa



La principal diferencia con el bioetanol "normal" está en los precursores. En el bioetanol "normal" se utiliza sólo el grano de maíz o el azúcar de la caña mientras que en este bioetanol se utilizan las partes herbáceas o leñosas (ricas en celulosa) de las plantas y residuos

Con algunos tipos de gramíneas sería posible alcanzar las producciones de bioetanol/ hectárea /año que se obtienen con la caña de azúcar

El proceso se encuentra en fase de investigación para mejorar los rendimientos de producción

¡No compite con los alimentos!

Precursores

Residuos forestales y agrícolas
Pulpa de papel
Residuos sólidos urbanos
Cultivos herbáceos

Biodiésel de jatrofa

Las semillas de jatrofa contienen un aceite no comestible, que se puede transformar en biodiésel. Resiste en un alto grado la sequía y prospera con apenas 250 a 600 mm de lluvia al año. El uso de pesticidas no es importante, gracias a las características pesticidas y fungicidas de la misma planta. La planta puede vivir hasta 40 años, y puede producir hasta 11.000 litros de biodiésel por hectárea y año (10 veces más que la colza)

China planea cultivar con jatrofa un extensión de terreno equivalente a la superficie de Inglaterra

¡No compite con los alimentos!



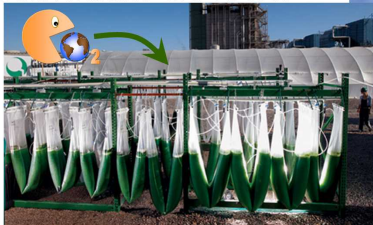
Semillas de jatrofa

La principal ventaja de las algas es que se puede producir gran cantidad de biodiésel en zonas relativamente pequeñas si la concentración de CO₂ es lo suficientemente alta. Esto hace que se estudie la implantación de "granjas" de algas en las cercanías de las centrales térmicas que emiten gran cantidad de CO₂

Se estima que es posible producir 47.000 litros de biodiésel por hectárea y año utilizando algas

Biodiésel de algas

Las algas, como las plantas, se alimentan a base de CO₂. Algunas especies pueden producir aceite transformable en biodiésel

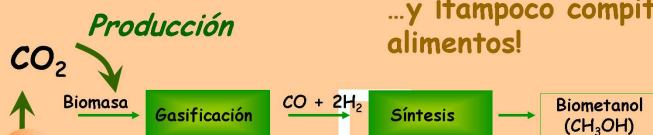


¡Tampoco compite con los alimentos!

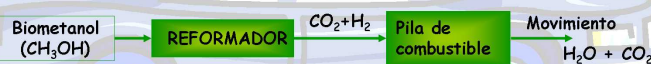
Biometanol

El biometanol es el único biocombustible líquido que no se obtiene por procesos biológicos sino a partir de la gasificación de biomasa (proceso que la descompone en monóxido de carbono e hidrógeno). De este modo se puede usar como precursor CUALQUIER TIPO DE BIOMASA

...y ¡tampoco compite con los alimentos!



Uso: En un coche de hidrógeno (el metanol se transforma "in situ" en H₂, y este produce la electricidad, que mueve el coche, en la pila de combustible)



El biometanol puede quemarse en un motor de combustión interna sin grandes modificaciones. Sin embargo, su uso futuro será...

No sólo el qué, el cómo también cuenta...

La transformación de la biomasa en biocombustible, y del biocombustible en movimiento en el coche es un proceso que deja mucha energía por el camino. Esta pérdida de energía determina el rendimiento energético global. CUANTO MAYOR SEA EL RENDIMIENTO, MENOR SERÁ EL CONSUMO INICIAL DE BIOMASA POR KILOMETRO RECORRIDO. El binomio biometanol / pila de combustible es el sistema con mayor rendimiento energético global

Combustible + tipo de motor	Rendimiento energético global
Bioetanol + Motor de combustión interna	10,5%
Biodiésel + Motor de combustión interna	10,5%
Biometanol + Reformador + Pila de combustible	28,3%

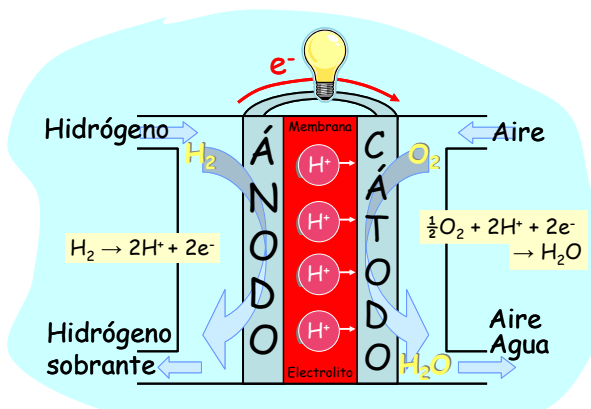
Prototipo de Daimler-Benz (clase A)
Produce H₂ a bordo a partir de metanol para una pila de combustible de 50 kW
400 km con 40 L de metanol

En los futuros coches de pilas de combustible de H₂ se plantea el siguiente dilema: almacenar el H₂ a bordo o producirlo in situ. Con el biometanol, al hacer la transformación a H₂ in situ, nos ahorramos los costes asociados al transporte y suministro de H₂ (gas) gracias a un combustible más fácil de manejar (líquido)



TRANSPORTE

Retos de las pilas de combustible



Las pilas (o células) de combustible producen energía eléctrica mediante la combinación de hidrógeno y oxígeno que son convertidos en agua. De ahí su gran atractivo, pues las células de combustible producen una energía limpia a la par que silenciosa.

Las pilas de combustible son además sistemas de conversión de energía más eficaces que los motores de combustión interna, por lo que usan una menor cantidad de combustible equivalente. Sin embargo, el hidrógeno no existe como tal en la naturaleza, y por lo tanto hay que producirlo a partir de fuentes primarias de energía. Hoy en día se sintetiza a partir de gas natural, por lo que en su producción se emite CO_2 . Obviamente, en el futuro la producción ha de llevarse a cabo por medio de procesos limpios, bien a partir de combustibles fósiles, incluyendo la captación del CO_2 producido y su posterior almacenamiento geológico, o bien a partir de fuentes renovables (electricidad renovable o biomasa).

Sin embargo, el principal escollo para la implementación masiva de las pilas de combustible es de tipo tecnológico. Las pilas poseen un tipo de membrana (electrolito) que pierde sus propiedades a temperaturas superiores a $100^\circ C$. Esta es, por lo tanto, la temperatura límite de operación para los materiales de la pila que han de transformar el H_2 en electricidad (catalizadores). El platino es el único material que puede llevar a cabo esta operación a temperatura tan baja. Sin embargo, para poder dotar de pilas de combustible a todos los coches que circularán sobre la tierra en el año 2020 necesitaríamos todo el platino extraído durante 320 años, al ritmo actual de extracción, o, lo que es lo mismo, un consumo equivalente a la tercera parte de las reservas mundiales de platino. Los científicos trabajan tanto para desarrollar membranas que permitan operar a mayor temperatura, y así usar otro tipo de catalizadores más accesibles, como en buscar nuevos catalizadores que no estén basados en platino y que puedan operar a baja temperatura.



Transporte - 4ª Fase

Hidrógeno y Pilas de Combustible

(1) EL HIDRÓGENO PUEDE SER EL COMBUSTIBLE DEL FUTURO, PERO HASTA SU USO EN EL COCHE POR MEDIO DE PILAS DE COMBUSTIBLE...

Fuentes renovables de energía

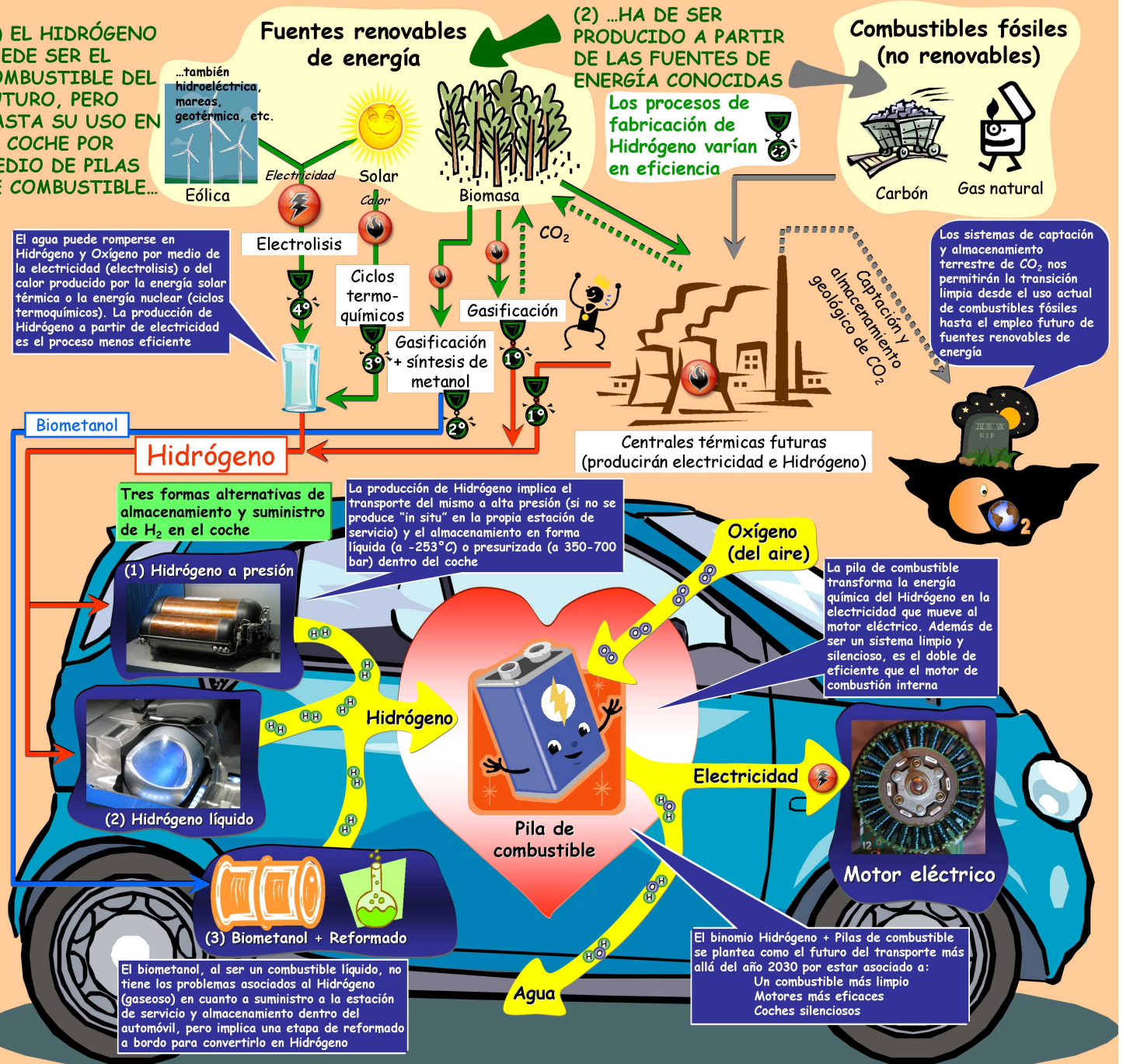
(2) ...HA DE SER PRODUCIDO A PARTIR DE LAS FUENTES DE ENERGÍA CONOCIDAS

Combustibles fósiles (no renovables)

Los procesos de fabricación de Hidrógeno varían en eficiencia

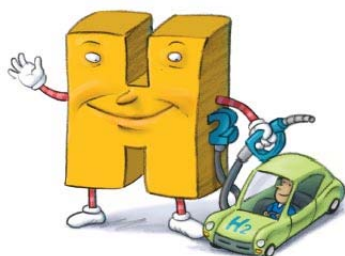
El agua puede romperse en Hidrógeno y Oxígeno por medio de la electricidad (electrolisis) o del calor producido por la energía solar térmica o la energía nuclear (ciclos termoquímicos). La producción de Hidrógeno a partir de electricidad es el proceso menos eficiente

Los sistemas de captación y almacenamiento terrestre de CO₂ nos permitirán la transición limpia desde el uso actual de combustibles fósiles hasta el empleo futuro de fuentes renovables de energía



TRANSPORTE

Más allá del 2050. La Sociedad del Hidrógeno



Bajo las hipótesis más favorables, a largo plazo el H₂ y las pilas de combustible cubrirán la demanda global de energía en el transporte. Para el suministro de dicho hidrógeno, en aquéllos sitios de difícil integración en una red centralizada, habrá estaciones de servicio que generen el H₂ *in situ* por medio bien de electrolizadores alimentados por energías renovables (p.ej. placas solares fotovoltaicas) o bien de reformadores de biomasa. Sin embargo, la mayor parte del suministro se llevará a cabo por medio de estaciones de servicio conectadas en red gracias a un entramado de tuberías a presión cuyo punto de inicio serán las plantas de producción a gran escala. Estas plantas utilizarán el *mix* de fuentes primarias de energía más conveniente para cada región, sin descartar el uso limpio de combustibles fósiles para co-generar H₂ y electricidad, siempre con sistemas de captación y almacenamiento de CO₂.

La energía nuclear aparece como una opción incierta de futuro, aunque en todo caso su aportación a la producción global de hidrógeno se llevará a cabo por medio de ciclos termoquímicos, más eficientes que los procesos que emplean electricidad (electrolisis de agua).

Para el almacenamiento a largo plazo de grandes cantidades de H₂ el depósito subterráneo, donde el H₂ es comprimido e inyectado en acuíferos o cavernas subterráneas, se presenta como la mejor opción. Para el almacenamiento a menor escala en los sitios de producción se usarán opciones a escala similares a las empleadas en los vehículos (tanques de hidrógeno comprimido y de hidrógeno líquido, depósitos de hidruros, etc.).

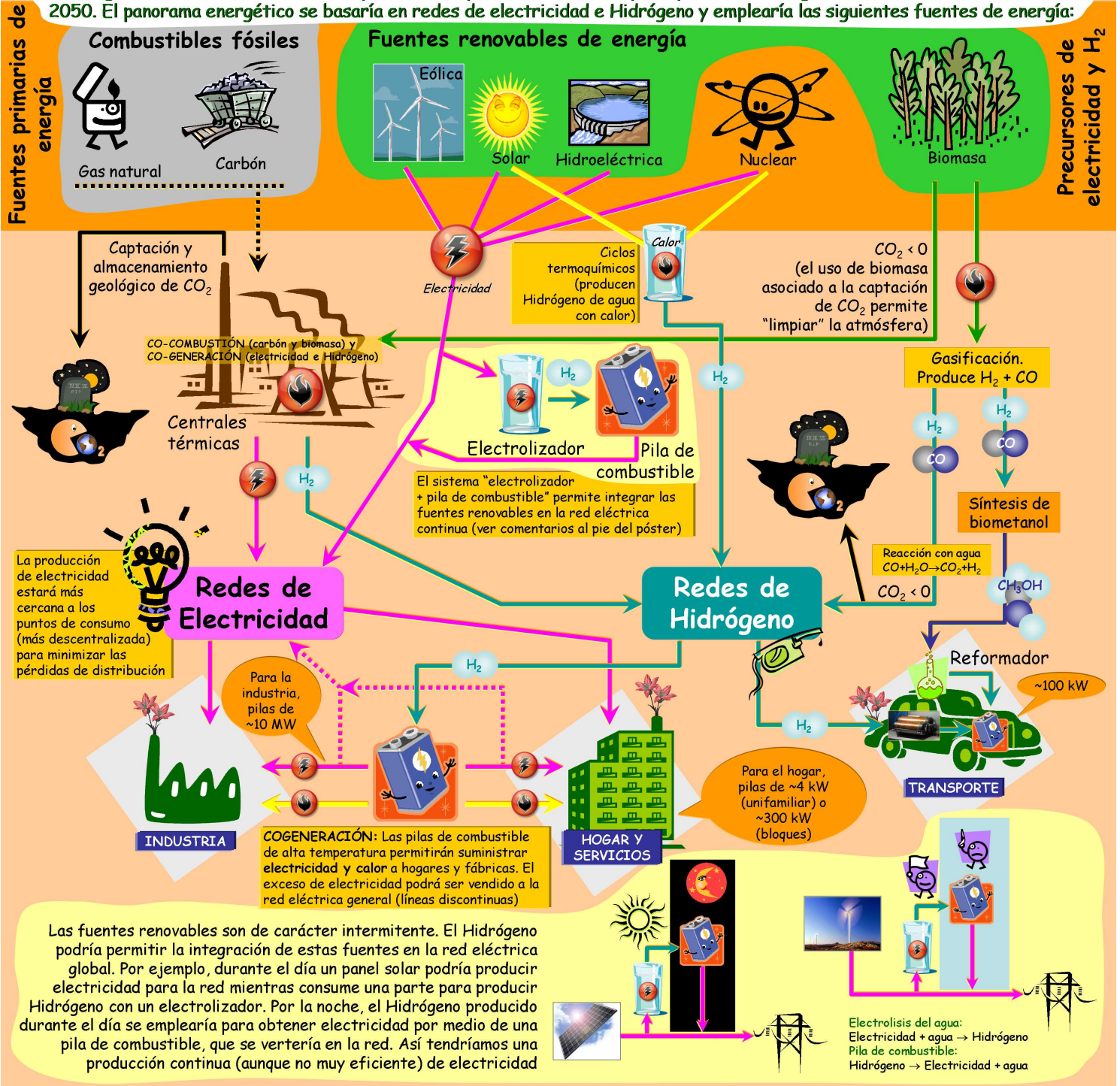
El hidrógeno también servirá para suplir una fracción importante de la demanda de electricidad y calor en los sectores residencial e industrial. Esto se conseguirá mediante pilas de combustible de elevada eficiencia que trabajan a altas temperaturas (pilas de óxido sólido), permitiendo así co-generar la electricidad y el calor demandado en los hogares. Dado que estas pilas pueden procesar tanto gas natural como hidrógeno se presentan como una buena opción de transición hacia la Sociedad del Hidrógeno.



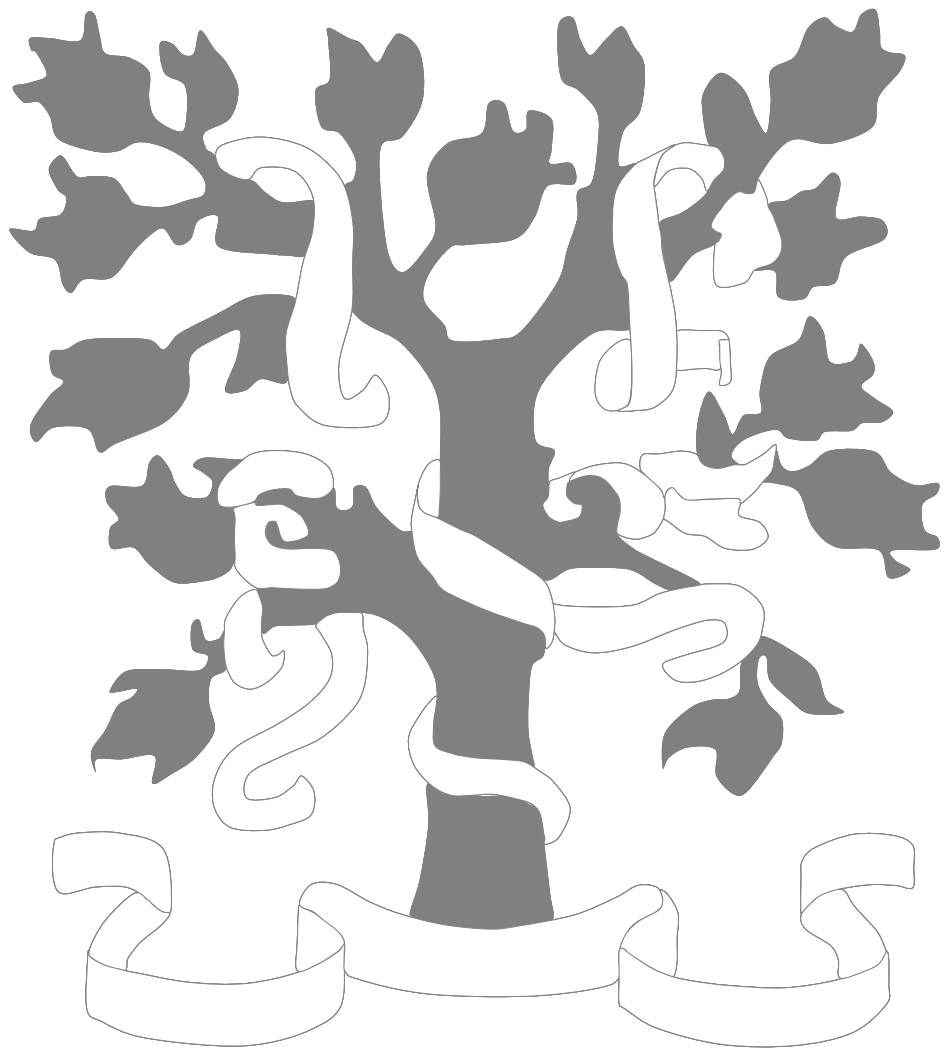
La "Economía del Hidrógeno"

¿Una meta a nuestro alcance?

El Hidrógeno no es sólo un combustible para el transporte. Podría ser el principal vector energético en el mundo más allá del año 2050. El panorama energético se basaría en redes de electricidad e Hidrógeno y emplearía las siguientes fuentes de energía:



CSIC





Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC

<http://www.csic.es>

El CSIC mantiene actualmente grupos activos en líneas de investigación que pretenden dar respuesta a los retos científicos y tecnológicos relacionados con el problema de la energía y el cambio climático

OBJETIVOS del eje ENERGÍA

1. Aumentar la eficacia en el uso de la energía
2. Reducir el impacto ambiental derivado del uso de los combustibles fósiles
3. Promover la producción del vector hidrógeno y su uso en pilas de combustible



Centros CSIC del eje ENERGÍA



Actuaciones incluidas en el eje ENERGÍA

Másteres y cursos de postgrado. Línea estratégica: EXPERTIA

Proyectos de investigación. Línea Estratégica: FRONTERA

Valorización. Línea Estratégica: TRANSFER

Redes de coordinación. Línea Estratégica: OBSERVA y HORIZONTES

Creación de centros. Línea Estratégica: RETÍCULA

Información y divulgación. Línea Estratégica: DIVULGA y OBSERVA

INCAR





Instituto Nacional del Carbón

Francisco Pintado Fe, 26 - 33011 Oviedo
Teléfono 98 511 90 90 · Fax 98 529 76 62 ·
<http://www.incar.csic.es>

El Instituto Nacional del Carbón (INCAR) fue fundado en 1947. Su actividad científica está orientada a un uso más limpio y eficaz del carbón y sus derivados. El INCAR desarrolla una importante actividad en el campo de nuevos materiales carbonosos, cuyas propiedades estructurales, texturales, eléctricas, electroquímicas y catalíticas son investigadas en las aplicaciones más modernas, desde materiales compuestos hasta supercondensadores, pasando por nuevos materiales nanoestructurados

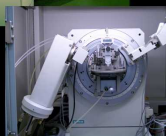
ÁREA DE CARBÓN Y PROCESOS DE CONVERSIÓN

- ❑ Petrología orgánica. Evaluación de combustibles fósiles
- ❑ Identificación de indicadores de cambio climático en sedimentos orgánicos
- ❑ Optimización de mezclas de carbones para la producción de coque metalúrgico
- ❑ Valorización de derivados del proceso de carbonización (alquitrán, aceites, breas) como precursores de materiales de carbono
- ❑ Aprovechamiento de residuos plásticos, urbanos e industriales en la producción de coque siderúrgico



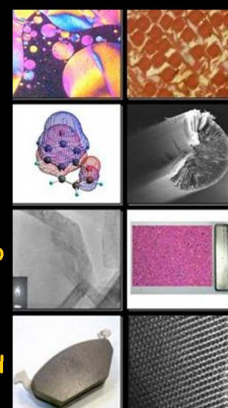
ÁREA DE ENERGÍA

- ❑ Desarrollo de Tecnologías de Captación de CO₂
- ❑ Eliminación de metales tóxicos derivados de la combustión del carbón
- ❑ Co-utilización de carbón y biomasa para reducción de emisiones de CO₂
- ❑ Generación de hidrógeno y biocombustibles a partir de biomasa
- ❑ Catalizadores para producción y purificación de hidrógeno a partir de biocombustibles



ÁREA DE MATERIALES

- ❑ Preparación y funcionalización de materiales de carbono
- ❑ Desarrollo de nuevos materiales para la generación, purificación y almacenamiento de hidrógeno
- ❑ Preparación de materiales de carbono para aplicaciones energéticas: pilas de combustible, baterías y supercondensadores
- ❑ Adsorbentes de elevada especificidad
- ❑ Desarrollo de materiales compuestos carbono-carbono para condiciones extremas
- ❑ Valorización de residuos para la preparación de materiales con aplicaciones diversas



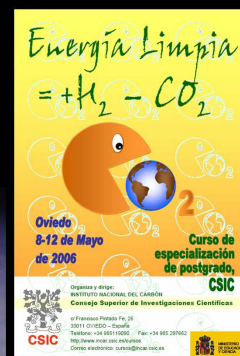
Asistencia científico-técnica

• Además de la actividad investigadora desarrollada en las diferentes áreas, el INCAR ofrece un servicio de asistencia científico-técnica a las industrias del sector (centrales térmicas, fabricantes de coque, productores de breas, industria del petróleo y aluminio), tanto nacionales como extranjeras

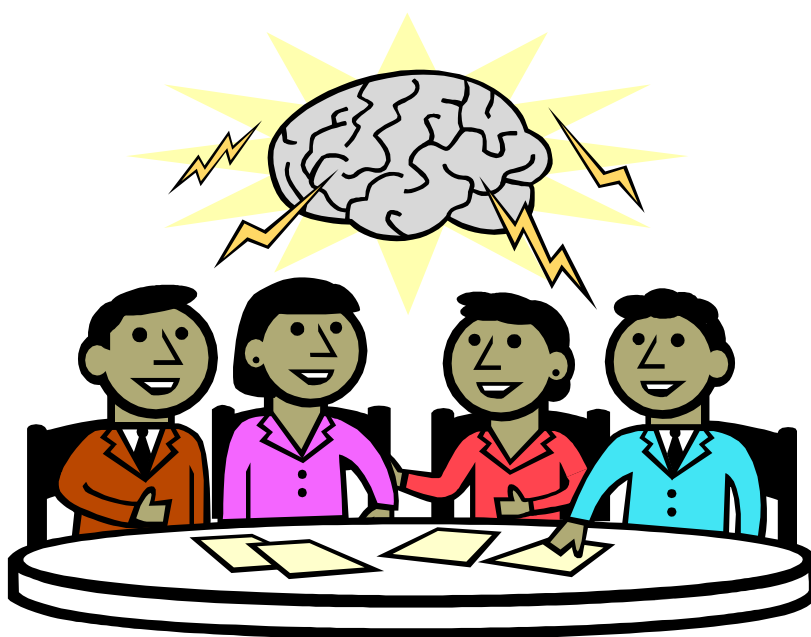
Formación de personal

- Formación de personal investigador mediante la realización de Memorias de Investigación, Proyectos Fin de Carrera, Tesis Doctorales y Cursos de Postgrado
- Organización de Cursos de Postgrado y Especialización dirigidos tanto a jóvenes licenciados como a profesionales relacionados con el área del carbón, materiales y medioambiente

Actividades de divulgación científica



AUTORES



AUTOR / RECOPIADOR DE LOS TEXTOS

CSIC - CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INCAR (Instituto Nacional del Carbón)

Dr. Gregorio Marbán Calzón

AUTORES DE LOS PANELES

CSIC - CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INCAR (Instituto Nacional del Carbón)

Dra. Ana Arenillas de la Puente

Dra. Ángeles Gómez Borrego

Dr. Gregorio Marbán Calzón

Dra. Teresa Valdés-Solís Iglesias

IMEDEA [Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (CSIC-UIB)]

Dra. Marta Álvarez Rodríguez

Dr. Jesús M. Arrieta López de Uralde

Sra. Alexandra Coello Camba

Dr. Carlos M. Duarte Quesada

Sra. Neus Garcías Bonet

Dra. Núria Marbà Bordalba

Sra. Aurore Regaudie de Gioux

Sr. Sergio Ruiz Halpern

Sra. María Sánchez Camacho

Sra. Raquel Vaquer Suñer

IGME - Instituto Geológico y Minero de España

Dr. Roberto Martínez Orio

Dra. Isabel Suárez Díaz

CIEMAT - Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y
Tecnológicas

Dr. Ignacio Cruz Cruz,

Dr. Diego Martínez Plaza

Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)

Dra. Fernanda Sánchez Ojanguren



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN



CONSEJO SUPERIOR
DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS

INSTITUTO NACIONAL DEL CARBÓN