

Autor: Luis Echarri
 Asignatura: Población, ecología y ambiente
 2007

Introducción.....	1
Algunos conceptos y datos	1
Fuentes de energía primaria.....	3
Carbón	5
Petróleo y gas natural	7
Energía nuclear	11
Accidentes nucleares	15
Energía hidroeléctrica.....	16
Energía solar	17
Energía eólica	18
Energía de biomasa.....	19
Energía de los océanos	19
Energía geotermal.....	20
Eficiencia energética.....	20

TEMA 5: Energía

Introducción

Nuestra sociedad depende de la energía.

Durante muchos siglos las principales fuentes de energía han sido la fuerza de los animales y la de los hombres y el calor obtenido al quemar la madera. El ingenio humano también había desarrollado algunas máquinas con las que aprovechaba la fuerza hidráulica para moler los cereales o preparar el hierro en las ferrerías, o la fuerza del viento en los barcos de vela o los molinos de viento.

Con la máquina de vapor se inicia la era industrial, y desde entonces, el gran desarrollo de la industria y la tecnología han cambiado, drásticamente, las fuentes de energía que mueven la moderna sociedad.

En los últimos decenios, **el desarrollo de un país ha estado ligado a su consumo de energía** de combustibles fósiles como el petróleo, carbón y gas natural. En estos primeros años del siglo XXI, importantes desafíos de tipo ambiental, económico y social ligados a las fuentes de energía están obligando a replantearse en profundidad toda la política energética, aunque aun no es claro cual será el futuro próximo de este tema.

Algunos conceptos y datos

- **tec** (tonelada equivalente de carbón): es la energía liberada por la combustión de 1 tonelada de carbón (hulla) $1 \text{ tec} = 29,3 \cdot 10^9 \text{ J}$
 - **tep** (tonelada equivalente de petróleo): es la energía liberada por la combustión de 1 tonelada de crudo de petróleo. $1 \text{ tep} = 41,84 \cdot 10^9 \text{ J} = 11.622 \text{ kWh}$
- Otras unidades que conviene conocer:

- En el petróleo: 1 galón americano = 3,78 litros; 1 barril petróleo = 159 litros

- Unidades térmicas británicas BTU (La cantidad de calor requerido para elevar la temperatura de una libra de agua en un grado Fahrenheit) = 1.05506 kJ

Combustibles fósiles.- Los combustibles fósiles son el carbón, el petróleo y el gas. Han sido los grandes protagonistas del impulso industrial desde la invención de la máquina de vapor hasta nuestros días. Entre los tres suponen casi el **90% de la energía comercial empleada en el mundo**.

Un combustible fósil está compuesto por los restos de organismos que vivieron hace millones de años. El carbón se formó a partir de plantas terrestres y el petróleo y el gas natural a partir de microorganismos y animales principalmente acuáticos. Son, en definitiva, una acumulación de energía solar, porque las plantas convierten la radiación que viene del sol en biomasa, gracias a la fotosíntesis, y los animales se alimentan de las plantas.

Son fuentes de energía que llamamos no renovables. Esto significa que cantidades que han tardado en formarse miles de años se consumen en poco tiempo y las reservas de estos combustibles van disminuyendo a un ritmo creciente. Además, estamos agotando un recurso del que se pueden obtener productos muy valiosos, como plásticos, medicinas, etc., simplemente para quemarlo y obtener energía.

Energías renovables.- Las fuentes de energías renovables o alternativas no consumen un recurso finito y además, en general, causan menos impactos ambientales negativos. Entre estas energías tenemos:

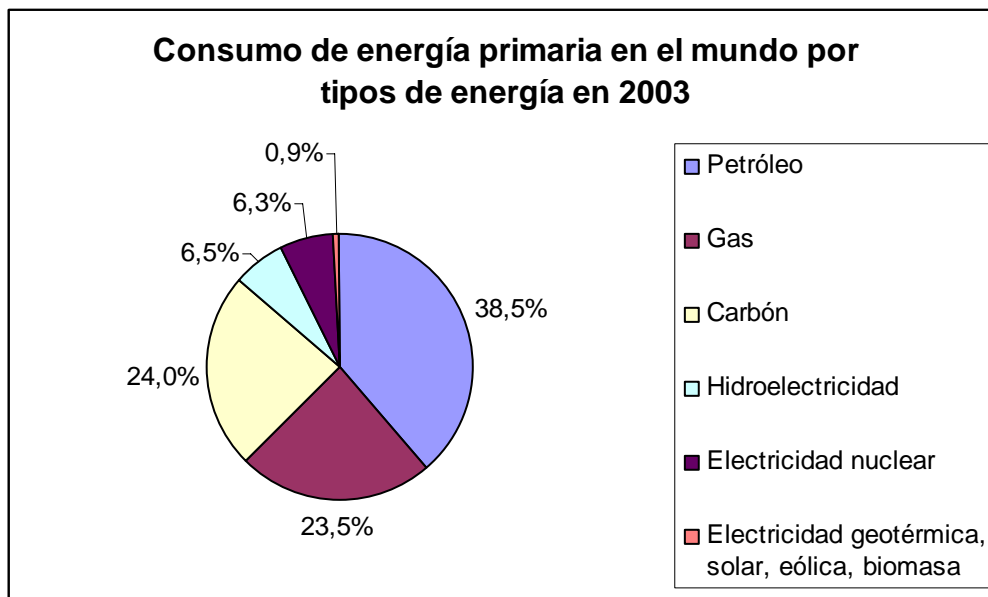
- Energía hidroeléctrica
- Energía solar
- Energía de la biomasa
- Energía obtenida de los océanos
- Energía geotermal

Energía Primaria: Comprende los recursos energéticos disponibles en la naturaleza para poder ser usados, bien sea directa o indirectamente. Así tenemos:

- Petróleo
- Gas Natural
- Carbón
- Hidroelectricidad
- Nuclear
- Geotérmica, eólica, solar, biomasa, biogas, etc.

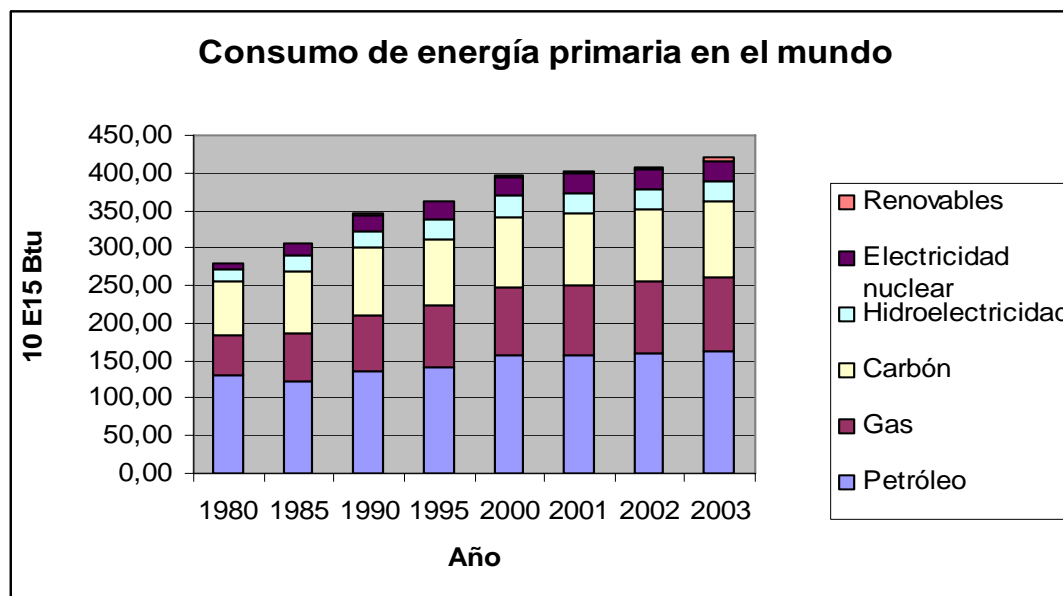
Energía secundaria: Comprende el conjunto de productos finales ya preparados para su uso directo: gasolinas, butano o propano, gasoil, gas ciudad, coque, etc.

Fuentes de energía primaria



Consumo de energía primaria en el mundo en 2003 (International Energy Annual 2003)

Evolución del consumo de energía primaria en el mundo



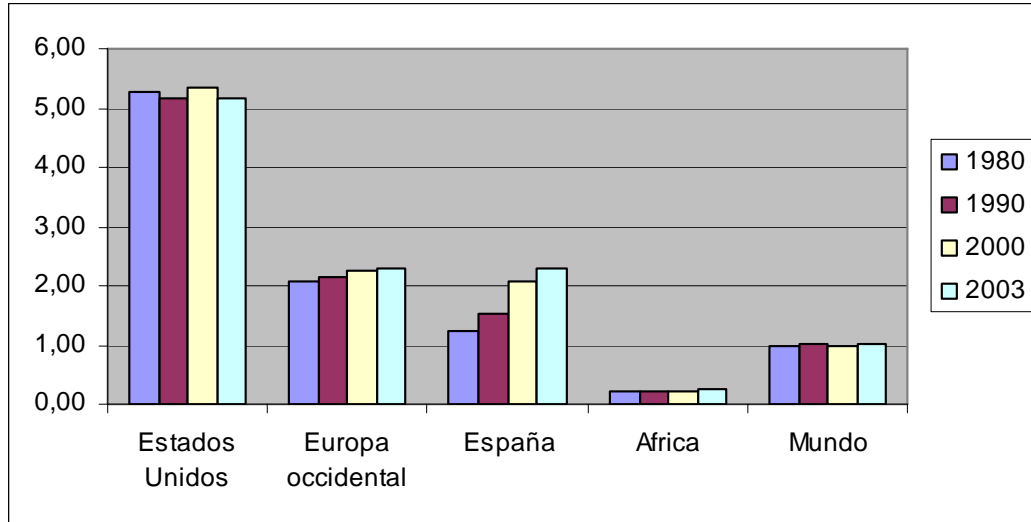
Consumo de energía primaria en el mundo de 1980 a 2003 (International Energy Annual 2003)

Patrones de producción y consumo de energía en distintos lugares

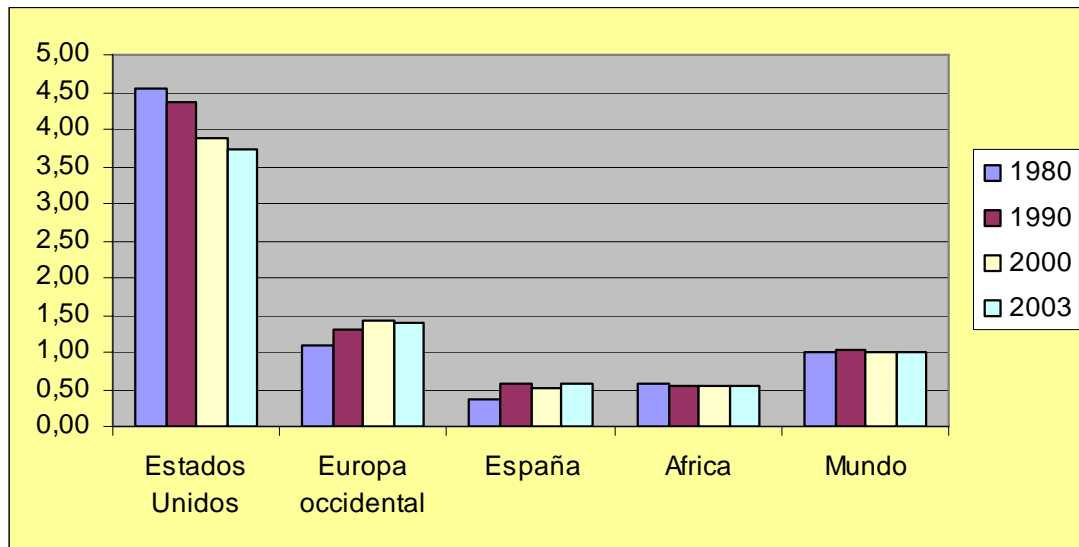
Aproximadamente, el **20% de la población que vive en los países desarrollados consume el 70% de la energía** comercial usada en todo el mundo. Esto se traduce en que, de media, cada uno de los habitantes de los países desarrollados usa unas diez veces más energía que una persona de un país no desarrollado. La mitad de la población mundial todavía obtiene la energía principalmente de la madera, el carbón vegetal o el estiércol.

En los países más desarrollados el consumo de energía por persona se ha estabilizado o crece muy poco, gracias a que se usa la energía cada vez con mayor eficiencia. Pero, como hemos dicho, las cifras de consumo por persona son muy altas. En los países en

vías de desarrollo está creciendo el consumo por persona de energía porque, para su progreso, necesitan más y más energía. Para hacer frente a los problemas que hemos citado, los países desarrollados quieren frenar el gasto mundial de petróleo y otros combustibles fósiles, pero los países en vías de desarrollo denuncian que eso frena su desarrollo injustamente.

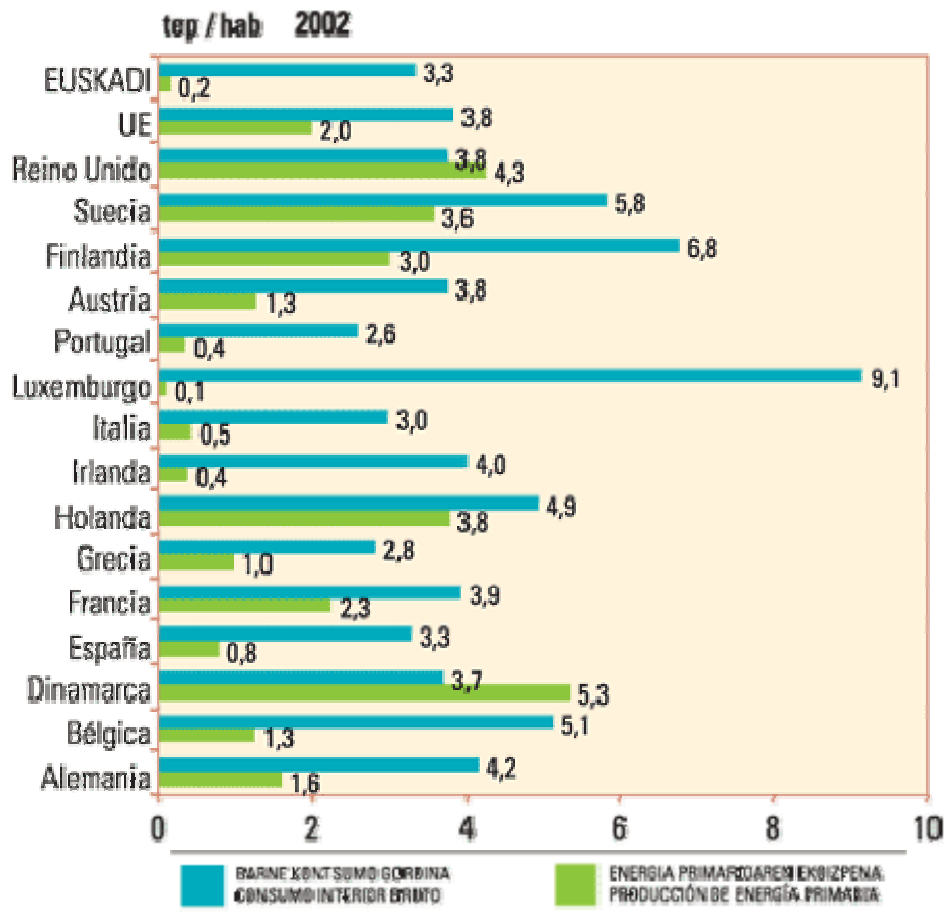


Consumo de energía por persona
(referencia: consumo de persona media del mundo en 2000= 1)



Producción de energía por persona
referencia: producción por persona media del mundo en 2000= 1

■ Energía primariaaren ekoizpena eta barne-kontsumo gordina Europan per capita.
 Producción de energía primaria y consumo interior bruto en Europa per cápita.



Fuente EVE

Soluciones al problema energético

Dos son las **vías de solución** más analizadas:

- aprovechar más eficientemente la energía;
- acudir a fuentes de **energía renovables**: solar, eólica, hidráulica, etc.

Carbón

El carbón es un tipo de roca formada por el elemento químico carbono mezclado con otras sustancias. Es una de las principales fuentes de energía. En 2003, por ejemplo, el carbón suministraba el **24% de la energía comercial** del mundo.

Formación.

El carbón se formó, principalmente, cuando los extensos bosques de helechos y equisetos gigantes que poblaban la Tierra hace unos 300 millones de años, en el periodo **Carbonífero** de la era Paleozoica, morían y quedaban sepultados en los pantanos en los que vivían. Al ser el terreno una mezcla de agua y barro muy pobre en oxígeno, no se producía la putrefacción habitual y, poco a poco, se fueron acumulando grandes cantidades de plantas muertas

Con el tiempo nuevos sedimentos cubrían la capa de plantas muertas, y por la acción combinada de la presión y la temperatura, la materia orgánica se fue convirtiendo en carbón..

Tipos de carbón

Según las presiones y temperaturas que los hayan formado distinguimos distintos tipos de carbón: turba, lignito, hulla (carbón bituminoso) y antracita. Cuanto más altas son las presiones y temperaturas, se origina un carbón más compacto y rico en carbono y con mayor poder calorífico..

La **turba** es poco rica en carbono y muy mal combustible. El **lignito** viene a continuación en la escala de riqueza, pero sigue siendo mal combustible, aunque se usa en algunas centrales térmicas. La **hulla** es mucho más rica en carbono y tiene un alto poder calorífico por lo que es muy usada, por ejemplo en las plantas de producción de energía. Está impregnada de sustancias bituminosas de cuya destilación se obtienen interesantes hidrocarburos aromáticos y un tipo de carbón muy usado en siderurgia llamado *coque*, pero también contiene elevadas cantidades de azufre que son fuente muy importante de contaminación del aire. La **antracita** es el mejor de los carbones, muy poco contaminante y de alto poder calorífico.

Reservas de carbón



Reservas de carbón en el mundo

El carbón es el combustible fósil más abundante en el mundo. Se encuentra sobre todo en el Hemisferio Norte, porque durante el período Carbonífero los continentes que ahora están en el Hemisferio Sur, es decir África, América del Sur y Australia, estaban juntos formando un gran supercontinente llamado Gondwana, que estaba situado muy cerca del polo sur, con un clima poco propicio para la formación de grandes bosques. En cambio lo que ahora son Asia, Europa y América del Norte estaban situados junto al ecuador en una zona cálida, muy adecuada para el desarrollo de las grandes masas vegetales que formaron las capas de carbón.

Los mayores depósitos de carbón están en **América del Norte, Rusia y China**, aunque también se encuentra en cantidades considerables en algunas islas del Artico, Europa occidental, India, África del Sur, Australia y la zona este de América del Sur.

Con el actual ritmo de consumo se calculan reservas de carbón para algo más de **170 años**.

Problemas ambientales de la explotación y el uso del carbón

La minería del carbón y su combustión causan importantes problemas ambientales y tienen también consecuencias negativas para la salud humana.

Las explotaciones mineras a cielo abierto tienen un gran impacto visual y los líquidos que de ellas se desprenden suelen ser muy contaminantes. En la actualidad, en los países desarrollados, las compañías mineras están obligadas a dejar el paisaje restituido cuando han terminado su trabajo. Lo normal suele ser que conforme van dejando una zona vacía al extraer el mineral, la rellenen y reforesten para que no queden a la vista los grandes agujeros, las tierras removidas y las acumulaciones de derrubios de ganga que, hasta ahora, eran la herencia típica de toda industria minera. También es muy importante controlar y depurar el agua de lixiviación, es decir el agua que, después de empapar o recorrer las acumulaciones de mineral y derrubios, sale de la zona de la mina y fluye hacia los ríos o los alrededores. Este agua va cargada de materiales muy tóxicos, como metales pesados y productos químicos usados en la minería, y es muy contaminante, por lo que debe ser controlada cuidadosamente.

En el proceso de uso del carbón también se producen importantes daños ambientales porque al quemarlo se liberan grandes cantidades de gases responsables de efectos tan nocivos como la lluvia ácida, el efecto invernadero, la formación de smog, etc. El daño que la combustión del carbón causa es mucho mayor cuando se usa combustible de mala calidad, porque las impurezas que contiene se convierten en óxidos de azufre y en otros gases tóxicos.

Petróleo y gas natural

El **petróleo** es un líquido formado por una mezcla de hidrocarburos. En las refinerías se separan del petróleo distintos componentes como gasolina, gasoil, fueloil y asfaltos, que son usados como combustibles. También se separan otros productos de los que se obtienen plásticos, fertilizantes, pinturas, pesticidas, medicinas y fibras sintéticas.

El **gas natural** está formado por un pequeño grupo de hidrocarburos: fundamentalmente **metano** con una pequeña cantidad de propano y butano. El propano y el butano se separan del metano y se usan como combustible para cocinar y calentar, distribuidos en bombonas. El metano se usa como combustible tanto en viviendas como en industrias y como materia prima para obtener diferentes compuestos en la industria química orgánica. El metano se distribuye normalmente por conducciones de gas a presión (gaseoductos).

En 2003 se obtenía del petróleo el 38,5% de la energía comercial del mundo, aunque unos años antes, en 1974 llegó a representar el 47,4%, antes de la crisis planteada por la OPEP. Ese mismo año 2003 la proporción de energía comercial suministrada por el gas natural fue de un 23,5% y desde la crisis del petróleo de 1973 ha ido aumentando la proporción en la que se consume.

Formación

El petróleo y el gas natural se forman cuando grandes cantidades de microorganismos acuáticos mueren y son enterrados entre los sedimentos del fondo de estuarios y pantanos, en un ambiente muy pobre en oxígeno. Cuando estos sedimentos son cubiertos por otros que van formando estratos rocosos que los recubren, aumenta la presión y la temperatura y, en un proceso poco conocido, se forman el petróleo y el gas natural. Este último se forma en mayor cantidad cuando las temperaturas de formación son más altas..

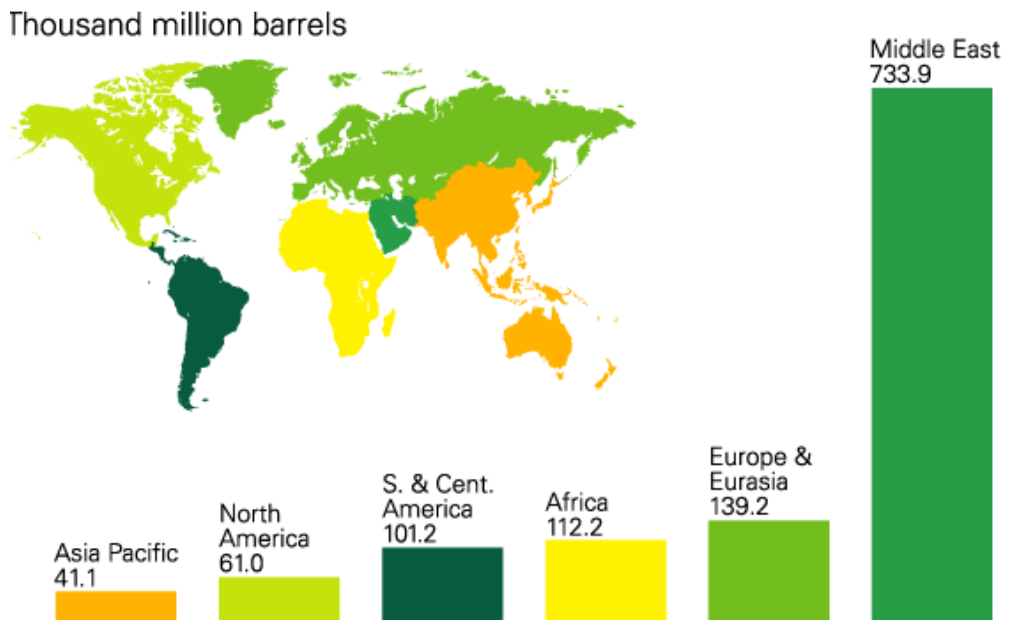
El petróleo y el gas, al ser menos densos que la roca, tienden a ascender hasta quedar atrapados debajo de rocas impermeables, formando grandes depósitos. La mayor parte de estos combustibles se encuentran en rocas de unos 200 millones de años de antigüedad como máximo.

Tipos de crudo

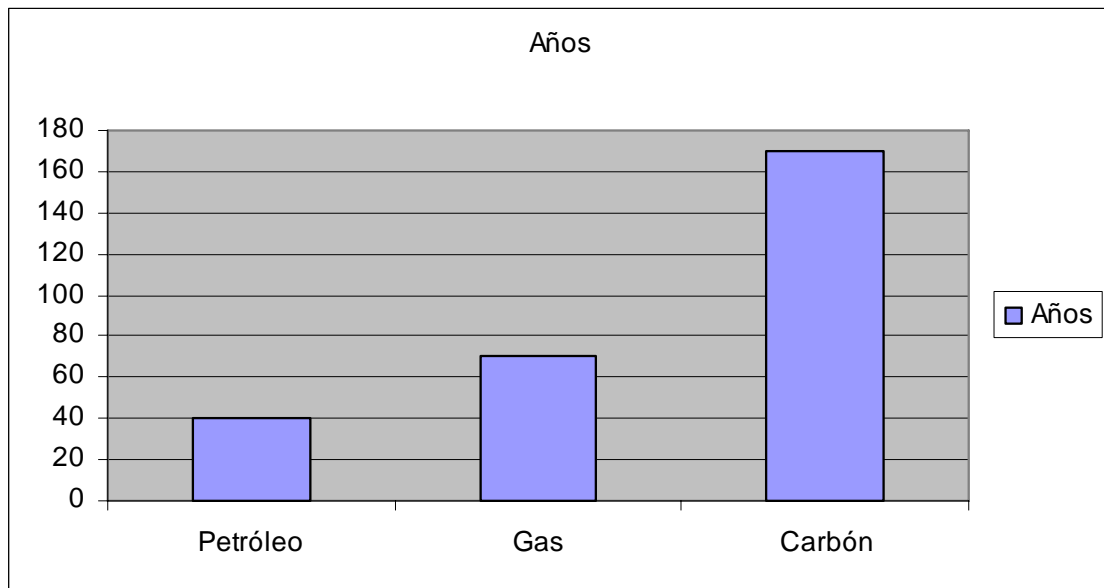
La palabra crudo es típica para designar al petróleo antes de su refinado.

La composición de los crudos es muy variable dependiendo del lugar en el que se han formado. No solo se distinguen unos crudos de otros por sus diferentes proporciones en las distintas fracciones de hidrocarburos, sino también porque tienen distintas proporciones de azufre, nitrógeno y de las pequeñas cantidades de diversos metales, que tienen mucha importancia desde el punto de vista de la contaminación.

Reservas de petróleo y de gas natural



Reservas de petróleo (Dic 2004)

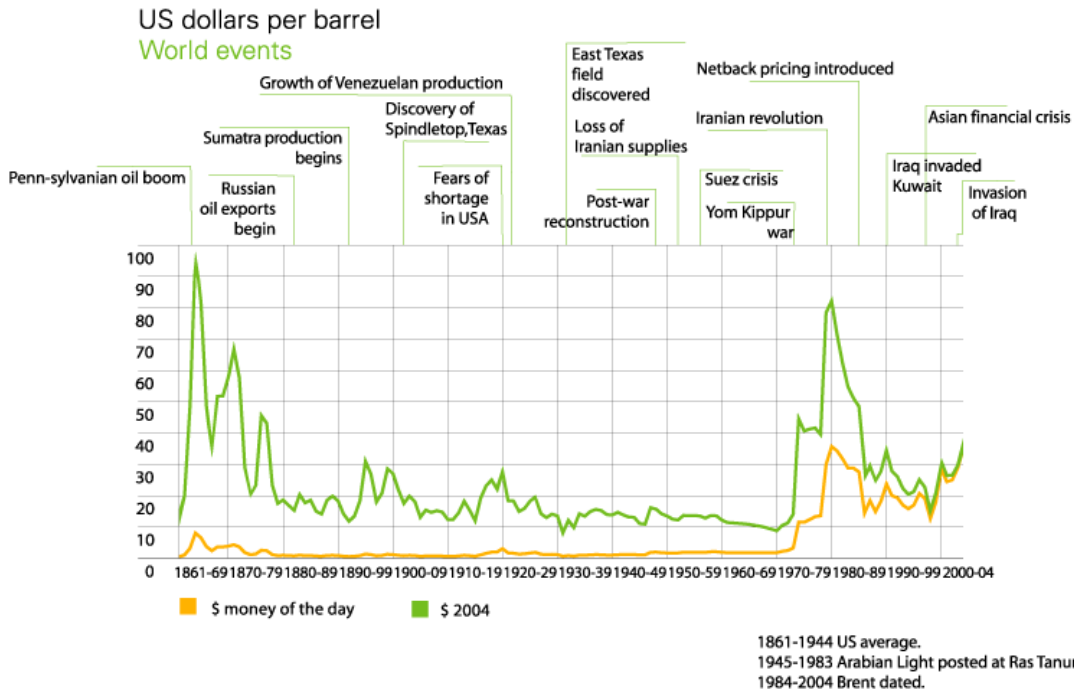


Reservas aproximadas a fines de 2004

Se puede encontrar petróleo y gas natural en todos los continentes distribuidos de forma muy irregular. Enormes campos petrolíferos que contienen alrededor de la mitad del petróleo mundial se encuentran en el **Oriente Próximo**. También existen grandes cantidades de petróleo en el Golfo de México, Mar del Norte y el Artico (tanto en Alaska como en Rusia). Se piensa que debe haber notables reservas en las plataformas continentales, aunque por diversos problemas la mayoría de ellos no están todavía localizados y explotados.

Es muy difícil estimar para cuantos años tenemos petróleo y gas natural. Es difícil hacer este cálculo porque depende de muchas variables desconocidas. No sabemos cuantos depósitos nuevos se van a descubrir. Tampoco cual va a ser el ritmo de consumo, porque es probable que cuando vayan escaseando y sus precios suban se busque con más empeño otras fuentes alternativas de energía y su ritmo de consumo disminuya. Por esto las cifras que se suelen dar son muy poco fiables. En 1970 había reservas conocidas de petróleo para unos 30 años (hasta el año 2000) y de gas natural para unos 40 años. En cambio en 1990 había suficientes depósitos localizados de petróleo para otros 40 años (hasta el 2030) y de gas natural para unos 60 años; es decir, en estos años se ha descubierto más de lo que se ha consumido. Se puede decir que hay **reservas de petróleo para unos 40 años y de gas para unos 70 años**.

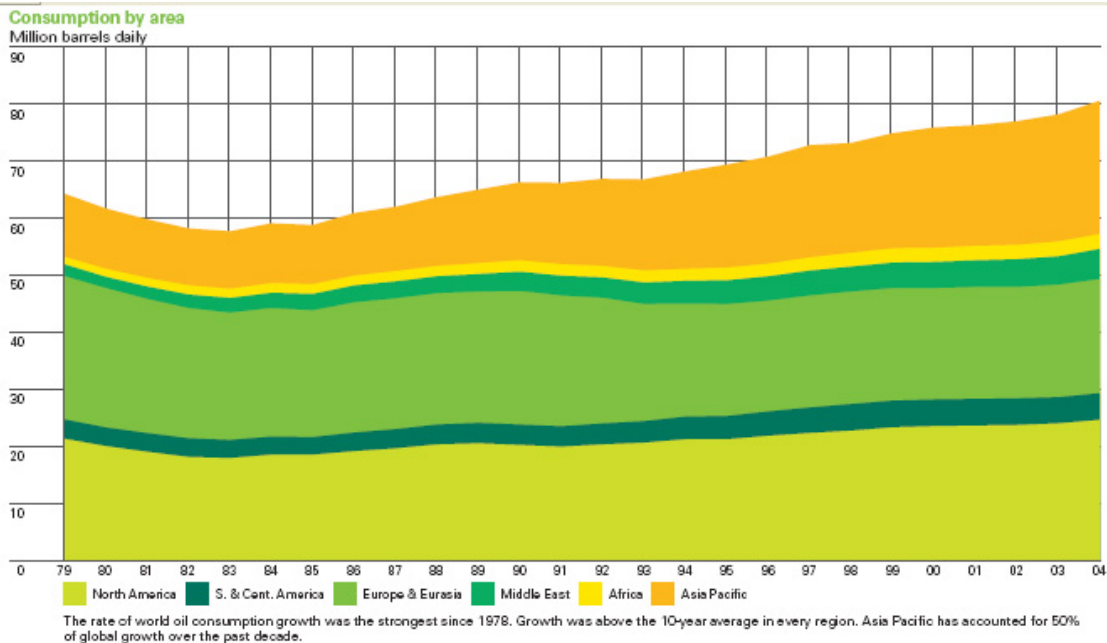
Otro importante problema relacionado con el petróleo es que se consume mayoritariamente en regiones donde no se produce. Así entre Estados Unidos y Europa occidental se consume casi la mitad del petróleo mundial. Los países del Golfo Pérsico que sólo consumen el 4,5% mundial producen, en cambio, el 26%. Esta diferencia se agravará en el futuro porque la mayor parte de las nuevas reservas se están descubriendo en los países menos consumidores. Así se calcula que Estados Unidos tiene reservas para unos 10 años u Europa para unos 13, mientras que los países del Golfo acumulan el 57% de las reservas conocidas.

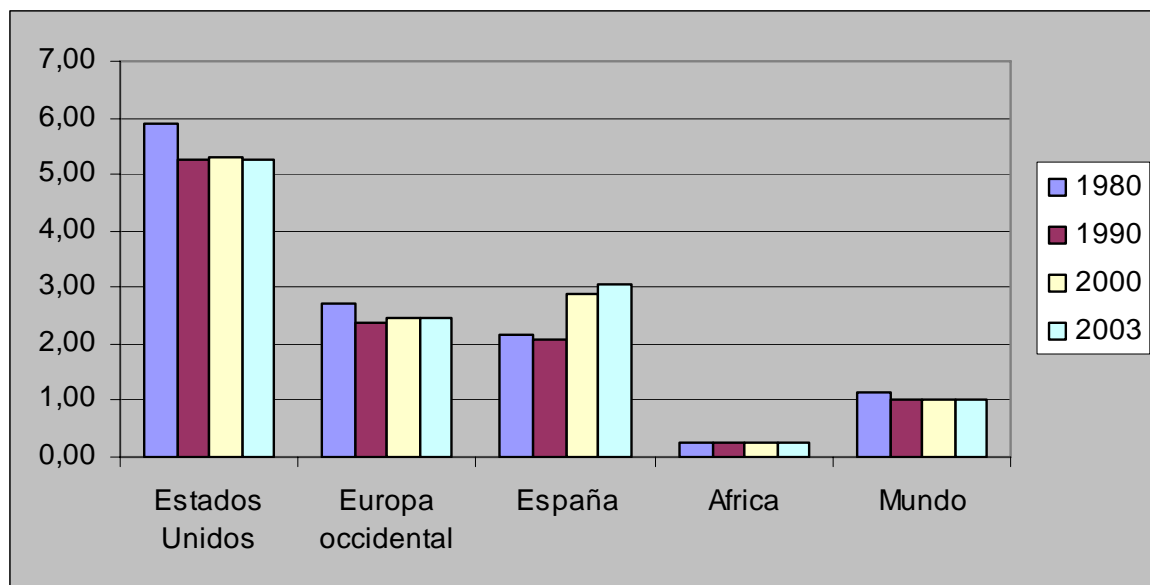


Precios del petróleo desde 1861

Consumo de petróleo

El consumo mundial de petróleo fue creciendo hasta alcanzar un máximo en 1978 año en el que se explotaron algo más de 3000 millones de toneladas. Después el consumo disminuyó hasta el año 1982 y desde entonces ha ido aumentando. En los últimos años ha crecido con mucha fuerza por el consumo de China y otros países asiáticos





Consumo de petróleo por persona

referencia: consumo medio por persona del mundo en 2000= 1

Problemas ambientales en el uso del petróleo y el gas natural

Estos combustibles causan contaminación tanto al usarlos como al producirlos y transportarlos.

Uno de los problemas más estudiados en la actualidad es el que surge de la inmensa cantidad de CO₂ que estamos emitiendo a la atmósfera al quemar los combustibles fósiles. Como estudiamos con detalle, este gas tiene un importante efecto invernadero y se podría estar provocando un calentamiento global de todo el planeta con cambios en el clima que podrían ser catastróficos.

Otro impacto negativo asociado a la quema de petróleo y gas natural es la lluvia ácida, en este caso no tanto por la producción de óxidos de azufre, como en el caso del carbón, sino sobre todo por la producción de óxidos de nitrógeno.

Los daños derivados de la producción y el transporte se producen sobre todo por los vertidos de petróleo, accidentales o no, y por el trabajo en las refinerías

Energía nuclear

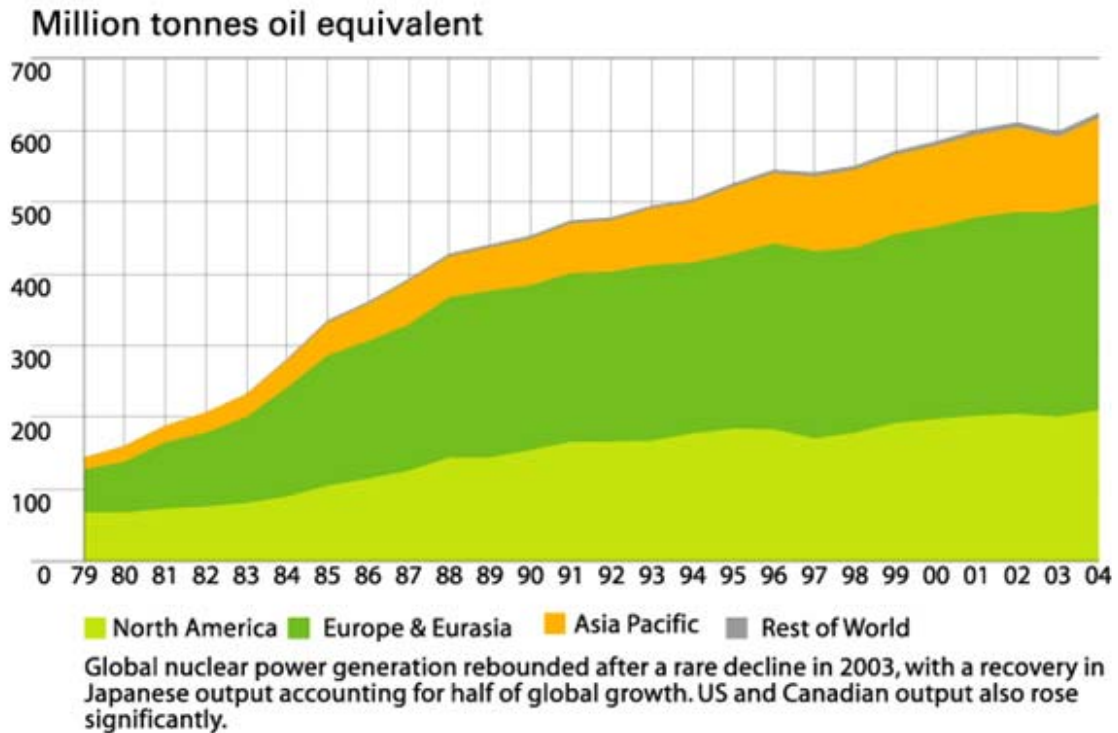
La energía nuclear procede de reacciones de **fisión** o **fusión** de átomos en las que se liberan gigantescas cantidades de energía que se usan para producir electricidad.

En 1956 se puso en marcha, en Inglaterra, la primera planta nuclear generadora de electricidad para uso comercial. En 1990 había 420 reactores nucleares comerciales en 25 países que producían el 17% de la electricidad del mundo.

En los años cincuenta y sesenta esta forma de generar energía fue acogida con entusiasmo, dado el poco combustible que consumía (con un solo kilo de uranio se podía producir tanta energía como con 1000 toneladas de carbón). Pero ya en la década de los 70 y especialmente en la de los 80 cada vez hubo más voces que alertaron sobre los **peligros de la radiación**, sobre todo en caso de accidentes. El riesgo de accidente grave en una central nuclear bien construida y manejada es muy bajo, pero algunos de estos accidentes, especialmente el de Chernobyl (1986) que sucedió en una central de la URSS construida con muy deficientes medidas de seguridad y sometida a unos riesgos

de funcionamiento alocados, han hecho que en muchos países la opinión pública mayoritariamente se haya opuesto a la continuación o ampliación de los programas nucleares. Además ha surgido otro problema de difícil solución: el del almacenamiento de los residuos nucleares de alta actividad.

Nuclear energy consumption by area



Obtención de energía por fisión nuclear convencional.

El sistema más usado para generar energía nuclear utiliza el **uranio** como combustible. En concreto se usa el isótopo 235 del uranio que es sometido a **fisión** nuclear en los reactores. En este proceso el núcleo del átomo de uranio (U-235) es bombardeado por neutrones y se rompe originándose dos átomos de un tamaño aproximadamente mitad del de uranio y liberándose dos o tres neutrones que inciden sobre átomos de U-235 vecinos, que vuelven a romperse, originándose una reacción en cadena.

La fisión controlada del U-235 libera una gran cantidad de energía que se usa en la planta nuclear para convertir agua en vapor. Con este vapor se mueve una turbina que genera electricidad.

El mineral de uranio se encuentra en la naturaleza en cantidades limitadas. Es por tanto un **recurso no renovable**. Suele hallarse casi siempre junto a rocas sedimentarias. Hay depósitos importantes de este mineral en Norteamérica (27,4% de las reservas mundiales), Africa (33%) y Australia (22,5%).

El mineral del uranio contiene tres isótopos: U-238 (99,28%), U-235 (0,71%) y U-234 (menos que el 0,01%). Dado que el U-235 se encuentra en una pequeña proporción, el mineral debe ser **enriquecido** (purificado y refinado), hasta aumentar la concentración de U-235 a un 3%, haciéndolo así útil para la reacción.

El uranio que se va a usar en el reactor se prepara en pequeñas pastillas de dióxido de uranio de unos milímetros, cada una de las cuales contiene la energía equivalente a una

tonelada de carbón. Estas pastillas se ponen en varillas, de unos 4 metros de largo, que se reúnen en grupos de unas 50 a 200 varillas. Un reactor nuclear típico puede contener unas 250 de estas agrupaciones de varillas.

Producción de electricidad en la central nuclear

Una central nuclear tiene cuatro partes:

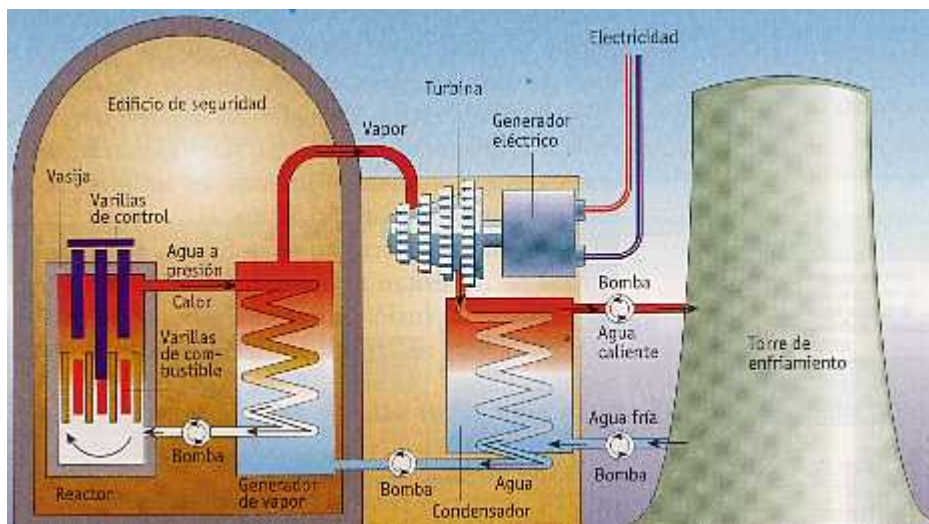
1. El **reactor** en el que se produce la fisión
2. El **generador de vapor** en el que el calor producido por la fisión se usa para hacer hervir agua
3. La **turbina** que produce electricidad con la energía contenida en el vapor
4. El **condensador** en el cual se enfría el vapor, convirtiéndolo en agua líquida.

La reacción nuclear tiene lugar en el reactor, en el están las agrupaciones de **varillas de combustible** intercaladas con unas decenas de **barras de control** que están hechas de un material que absorbe los neutrones. Introduciendo estas barras de control más o menos se controla el ritmo de la fisión nuclear ajustándolo a las necesidades de generación de electricidad.

En las centrales nucleares habituales hay un circuito primario de agua en el que esta se calienta por la fisión del uranio. Este circuito forma un sistema cerrado en el que el agua circula bajo presión, para que permanezca líquida a pesar de que la temperatura que alcanza es de unos 293°C.

Con el agua del circuito primario se calienta otro circuito de agua, llamado secundario. El agua de este circuito secundario se transforma en vapor a presión que es conducido a una turbina. El giro de la turbina mueve a un generador que es el que produce la corriente eléctrica.

Finalmente, el agua es enfriada en torres de enfriamiento, o por otros procedimientos.



Esquema del funcionamiento de una central nuclear

Medidas de seguridad

En las centrales nucleares habituales el núcleo del reactor está colocado dentro de una vasija gigantesca de acero diseñada para que si ocurre un accidente no salga radiación al ambiente. Esta vasija junto con el generador de vapor están colocados en un edificio construido con grandes medidas de seguridad con paredes de hormigón armado de uno a

dos metros de espesor diseñadas para soportar terremotos, huracanes y hasta colisiones de aviones que chocaran contra él.

Repercusiones ambientales de la energía nuclear

Una de las ventajas que los defensores de la energía nuclear le encuentran es que es mucho **menos contaminante** que los combustibles fósiles. Comparativamente las centrales nucleares emiten muy pocos contaminantes a la atmósfera.

Los que se oponen a la energía nuclear argumentan que el hecho de que el carbón y, en menor medida el petróleo y el gas, sean sucios no es un dato a favor de las centrales nucleares. Que lo que hay que lograr es que se disminuyan las emisiones procedentes de las centrales que usan carbón y otros combustibles fósiles, lo que tecnológicamente es posible, aunque encarece la producción de electricidad.

Problemas de contaminación radiactiva

En una central nuclear que funciona correctamente la liberación de radiactividad es mínima y perfectamente tolerable ya que entra en los márgenes de radiación natural que habitualmente hay en la biosfera.

El problema ha surgido cuando han ocurrido accidentes en algunas de las más de 400 centrales nucleares que hay en funcionamiento. Una planta nuclear típica no puede explotar como si fuera una bomba atómica, pero cuando por un accidente se producen grandes temperaturas en el reactor, el metal que envuelve al uranio se funde y se escapan radiaciones. También puede escapar, por accidente, el agua del circuito primario, que está contenida en el reactor y es radiactiva, a la atmósfera.

La probabilidad de que ocurran estos accidentes es muy baja, pero cuando suceden sus consecuencias son muy graves, porque la radiactividad produce graves daños. Y, de hecho ha habido accidentes graves. Dos han sido más recientes y conocidos. El de Three Mile Island, en Estados Unidos, y el de Chernobyl, en la antigua URSS.

Almacenamiento de los residuos radiactivos

Con los adelantos tecnológicos y la experiencia en el uso de las centrales nucleares, la seguridad es cada vez mayor, pero un problema de muy difícil solución permanece: el almacenamiento a largo plazo de los residuos radiactivos que se generan en las centrales, bien sea en el funcionamiento habitual o en el desmantelamiento, cuando la central ya ha cumplido su ciclo de vida y debe ser cerrada.

Fusión nuclear

Cuando dos núcleos atómicos (por ejemplo de hidrógeno) se unen para formar uno mayor (por ejemplo helio) se produce una reacción nuclear de fusión. Este tipo de reacciones son las que se están produciendo en el sol y en el resto de las estrellas, emitiendo gigantescas cantidades de energía.

Muchas personas que apoyan la energía nuclear ven en este proceso la solución al problema de la energía, pues el combustible que requiere es el hidrógeno, que es muy abundante. Además es un proceso que, en principio, produce muy escasa contaminación radiactiva.

La principal dificultad es que estas reacciones son muy difíciles de controlar porque se necesitan temperaturas de decenas de millones de grados centígrados para inducir la fusión y todavía, a pesar de que se está investigando con mucho interés, no hay reactores de fusión trabajando en ningún sitio.

Fisión nuclear del plutonio.

El Uranio 238, que es el principal componente del mineral uranio y además es un subproducto de la fisión del U-235, puede ser convertido en Plutonio, Pu-239, un isótopo artificial que es fisionable y se puede usar como combustible. De esta forma se multiplica por mucho la capacidad de obtener energía del uranio. Por ejemplo, si el U-238 almacenado en los cementerios nucleares de los Estados Unidos se convirtiera en plutonio, podría suministrar toda la electricidad que ese país va a necesitar en los próximos 100 años.

Pero la tecnología necesaria para este proceso tiene muchos riesgos y problemas, lo que hace que en este momento esté muy poco extendido su uso. Además, el Plutonio no se usa solo para la obtención de energía por fisión nuclear, sino que también es el material con el que se fabrican las armas nucleares, y muchos países instalarían plantas de obtención de plutonio, no para usarlo como combustible, sino, sobre todo, para fabricar armas nucleares, con el riesgo que supone la multiplicación de este tipo de armas.

Accidentes nucleares

Three Mile Island

Three Mile Island es una central nuclear de Estados Unidos en la que en 1979 tuvo lugar el peor accidente sufrido por un reactor nuclear en ese país. El núcleo del reactor sufrió una fusión parcial y gracias al buen funcionamiento del edificio protector solo hubo un mínimo escape de la peligrosa radiactividad, que no causó daños de ningún tipo. Se demostró que las medidas de seguridad de las centrales bien construidas funcionan correctamente

Sin embargo la situación fue peligrosa y el recelo de la opinión pública frente a las centrales nucleares aumentó mucho como consecuencia de ese accidente. Como contrapartida positiva, a raíz de este accidente se incrementaron las medidas de seguridad en las centrales y sus alrededores, incluyendo los planes de evacuación de las áreas que rodean a la central.

Chernobyl

En la central nuclear de Chernobyl, en la antigua Unión Soviética, tuvo lugar, el 26 de abril de 1986, lo que ha sido el peor accidente que nunca ha ocurrido en una planta nuclear. Ese día unas explosiones en uno de los reactores nucleares arrojaron grandes cantidades de material radiactivo a la atmósfera. Esta radiación no solo afectó a las cercanías sino que se extendió por grandes extensiones del Hemisferio Norte, afectando especialmente a los países de la antigua URSS y a los del Noreste de Europa.



Intensidad de la radiación en Europa como consecuencia del accidente de Chernobyl

Como consecuencia de este accidente muchas personas sufrieron gravísimas exposiciones a la radiactividad y muchos murieron y morirán. Mas de 300 000 personas tuvieron que ser evacuadas de los alrededores de la central.

Para intentar paliar los efectos del accidente la central ha sido encapsulada en 300 000 toneladas de hormigón y varios edificios y grandes cantidades de suelo han tenido que ser descontaminados.

Aunque se han hecho grandes labores de limpieza toda esa zona tiene que enfrentarse con grandes problemas a medio y largo plazo. Entre el 15 y el 20% de las tierras agrícolas y de los bosques de Bielorrusia están tan contaminados que no se podrán usar durante los próximos cien años. Los casos de leucemia han aumentado notablemente y la salud de unos 350 000 ucranianos está siendo examinada continuamente para detectar lo antes posible las muy probables secuelas de la exposición a grandes dosis de radiactividad.

Dos hechos tuvieron especial influencia en este desastre. Por una parte el diseño de la planta, en el que el reactor no está alojado en un edificio protector y es muy inestable a baja potencia. De hecho estos reactores no se usan en los países occidentales por su falta de seguridad. Otro segundo punto fue la falta de capacitación científica y técnica de los responsables de la central, que actuaron con una irresponsabilidad increíble. Esta catástrofe, lo mismo que otros muchos desastres ambientales en la antigua URSS y en su área de influencia, están directamente relacionados con los graves defectos sociales, económicos y humanos del sistema comunista que ocultaba sistemáticamente la verdad sobre su tecnología y los riesgos y daños de todo tipo, creando una imagen de la realidad falsa y totalmente manipulada.

Energía hidroeléctrica

El aprovechamiento de la energía potencial acumulada en el agua para generar electricidad es una forma clásica de obtener energía. Alrededor del 20% 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. En realidad se está utilizando alrededor del 20% de este potencial, aunque en España y en general en los países desarrollados, el porcentaje de explotación llega a ser de más del 50%.

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 que hay que construir suponen un impacto importante. El pantano altera gravemente el ecosistema fluvial. Se destruyen habitats, se modifica el caudal del río y cambian las características del agua como su temperatura, grado de oxigenación y otras. 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.

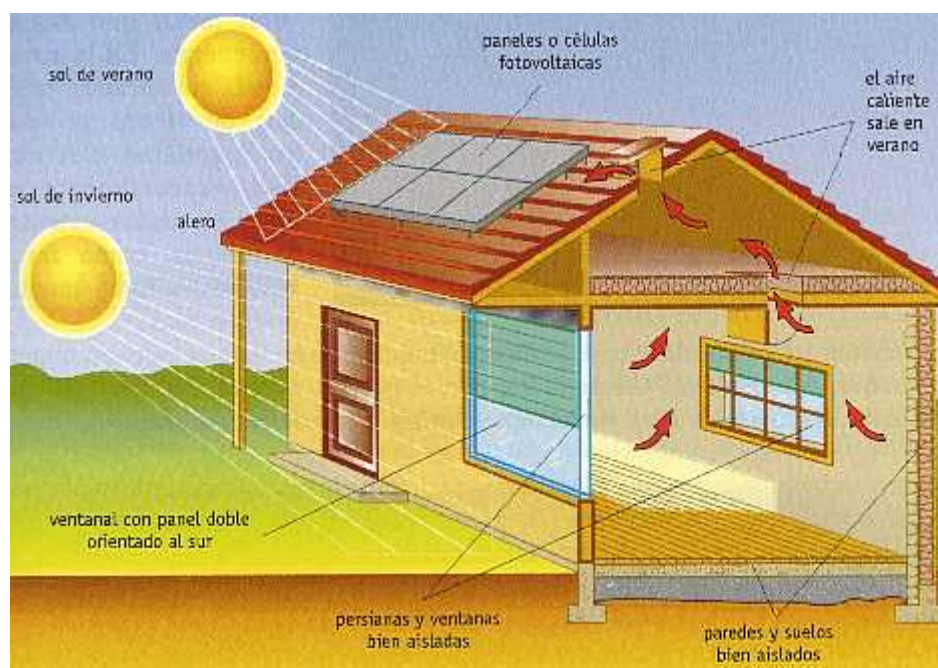
Los pantanos también tienen algunos impactos ambientales positivos. Así, por ejemplo, han sido muy útiles para algunas aves acuáticas que han sustituido los humedales costeros que usaban para alimentarse o criar, muchos de los cuales han desaparecido, por estos nuevos habitats. Algunas de estas aves 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.

Energía solar

La energía que procede del sol es fuente directa o indirecta de casi toda la energía que usamos. Los combustibles fósiles existen gracias a la fotosíntesis que convirtió la radiación solar en las plantas y animales de las que se formaron el carbón, gas y petróleo. El ciclo del agua que nos permite obtener energía hidroeléctrica es movido por la energía solar que evapora el agua, forma nubes y las lleva tierra adentro donde caerá en forma de lluvia o nieve. El viento también se forma cuando unas zonas de la atmósfera son calentadas por el sol en mayor medida que otras.

El **aprovechamiento directo de la energía del sol** se hace de diferentes formas:



a)
Calentamiento directo de locales por el sol

En invernaderos, viviendas y otros locales, se aprovecha el sol para calentar el

ambiente. Algunos diseños arquitectónicos buscan aprovechar al máximo este efecto y controlarlo para poder restringir el uso de calefacción o de aire acondicionado.

b) Acumulación local del calor solar

Se hace con paneles o estructuras especiales colocadas en lugares expuestos al sol, como los tejados de las viviendas, en los que se calienta algún fluido que se almacena el calor en depósitos. Se usa, sobre todo, para calentar agua y puede suponer un importante ahorro energético si tenemos en cuenta que en un país desarrollado más del 5% de la energía consumida se usa para calentar agua.

c) Generación de electricidad

Se puede generar electricidad a partir de la energía solar por varios procedimientos. En el **sistema termal** la energía solar se usa para convertir agua en vapor en dispositivos especiales. En algunos casos se usan espejos cóncavos que concentran el calor sobre tubos que contienen aceite. El aceite alcanza temperaturas de varios cientos de grados y con él se calienta agua hasta ebullición. Con el vapor se genera electricidad en turbinas clásicas. Con algunos dispositivos de estos se consiguen rendimientos de conversión en energía eléctrica del orden del 20% de la energía calorífica que llega a los colectores

La luz del sol se puede convertir directamente en electricidad usando el efecto fotoeléctrico. Las células fotovoltaicas no tienen rendimientos muy altos. La eficiencia media en la actualidad es de un 10 a un 15%, aunque algunos prototipos experimentales logran eficiencias de hasta el 30%. Por esto se necesitan grandes extensiones si se quiere producir energía en grandes cantidades.

Uno de los problemas de la electricidad generada con el sol es que sólo se puede producir durante el día y es difícil y cara para almacenar. Para intentar solucionar este problema se están investigando diferentes tecnologías. Una de ellas usa la electricidad para disociar el agua, por electrólisis, en oxígeno e hidrógeno. Después el hidrógeno se usa como combustible para regenerar agua, produciendo energía por la noche.

La producción de electricidad por estos sistemas es más cara, en condiciones normales, que por los sistemas convencionales. Sólo en algunas situaciones especiales compensa su uso, aunque las tecnologías van avanzando rápidamente y en el futuro pueden jugar un importante papel en la producción de electricidad. En muchos países en desarrollo se están usando con gran aprovechamiento en las casas o granjas a los que no llega el suministro ordinario de electricidad porque están muy lejos de las centrales eléctricas.

Energía eólica



Aerogeneradores

Los molinos de viento se han usado desde hace muchos siglos para moler el grano, bombear agua u otras tareas que requieren energía. En la actualidad, sofisticados molinos de viento se usan para generar electricidad, especialmente en áreas expuestas a vientos frecuentes, como zonas costeras, alturas montañosas o islas.

El impacto ambiental de este sistema de obtención de energía es bajo. Es sobre todo estético, porque deforman el paisaje, aunque también hay que considerar la muerte de aves por choque con las aspas de los molinos.

Energía de biomasa

La biomasa incluye la madera, plantas de crecimiento rápido, algas cultivadas, restos de animales, etc. Es una fuente de energía procedente, en último lugar, del sol, y es renovable siempre que se use adecuadamente.

La **biomasa** puede ser usada directamente como **combustible**. 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 que se reponen, por lo que se están causando graves daños ambientales: deforestación, pérdida de biodiversidad, desertificación, degradación de las fuentes de agua, etc.

También se puede usar la biomasa para prepara **combustibles líquidos**, como el metanol o el etanol, que luego se usan en los motores. El principal problema de este proceso es que su rendimiento es bajo: de un 30 a un 40% de la energía contenida en el material de origen se pierde en la preparación del alcohol.

Otra posibilidad es usar la biomasa para obtener **biogás**. Esto se hace en depósitos en los que se van acumulando restos orgánicos, residuos de cosechas y otros materiales que pueden descomponerse, en un depósito al que se llama **digestor**. En ese depósito estos restos fermentan por la acción de los microorganismos y la mezcla de gases producidos se pueden almacenar o transportar para ser usados como combustible.

El uso de biomasa como combustible presenta la ventaja de que los gases producidos en la combustión tienen mucho menor proporción de compuestos de azufre, causantes de la lluvia ácida, que los procedentes de la combustión del carbono. Al ser quemados añaden CO₂ al ambiente, pero este efecto se puede contrarrestar con la siembra de nuevos bosques o plantas que retiran este gas de la atmósfera.

En la actualidad se están haciendo numerosos experimentos con distintos tipos de plantas para aprovechar de la mejor forma posible esta prometedora fuente de energía.

Energía de los océanos

De los océanos se puede obtener energía por varios procedimientos. Así tenemos:

a) Mareas

Las mareas pueden tener variaciones de varios metros entre la bajamar y la pleamar. La mayor diferencia se da en la Bahía de Fundy (Nueva Escocia) en la que la diferencia llega a ser de 16 metros.

Para aprovechar las mareas se construyen presas que cierran una bahía y retienen el agua a un lado u otro, dejándola salir en las horas intermareales. En China, Canadá, Francia y Rusia hay sistemas de este tipo en funcionamiento.

Nunca podrá ser una importante fuente de energía a nivel general porque pocas localidades reúnen los requisitos para construir un sistema de este tipo. Por otra parte la

construcción de la presa es cara y alterar el ritmo de las mareas puede suponer impactos ambientales negativos en algunos de los más ricos e importantes ecosistemas como son los estuarios y las marismas.

b) Olas

Se han desarrollado diversas tecnologías experimentales para convertir la energía de las olas en electricidad, aunque todavía no se ha logrado un sistema que sea económicamente rentable.

b) Gradientes de temperatura

La temperatura del agua es más fría en el fondo que en la superficie, con diferencias que llegan a ser de más de 20°C.

En algunos proyectos y estaciones experimentales se usa agua caliente de la superficie para poner amoníaco en ebullición y se bombea agua fría para refrigerar este amoníaco y devolverlo al estado líquido. En este ciclo el amoníaco pasa por una turbina generando electricidad.

Este sistema se encuentra muy poco desarrollado, aunque se ha demostrado que se produce más electricidad que la que se consume en el bombeo del agua fría desde el fondo. También es importante estudiar el impacto ambiental que tendría bombear tanta agua fría a la superficie.

Energía geotermal

La temperatura de la Tierra aumenta con la profundidad y se puede usar esa energía con las tecnologías apropiadas.

Algunos países como Islandia o Nueva Zelanda utilizan muy eficazmente esta fuente de energía. Son países situados en zonas en las que a poca profundidad hay temperaturas muy altas y una parte importante de sus necesidades energéticas las obtienen de esta fuente. Otros países están aumentando el uso de esta fuente de energía, aunque la producción mundial sigue siendo muy pequeña.

Desde el punto de vista ambiental la energía geotermal tiene varios problemas. Por una parte el agua caliente extraída del subsuelo es liberada en la superficie **contaminando térmicamente** los ecosistemas, al aumentar su temperatura natural. Por otra parte el agua extraída asciende con sales y otros elementos disueltos que contaminan la atmósfera y las aguas si no es purificada.

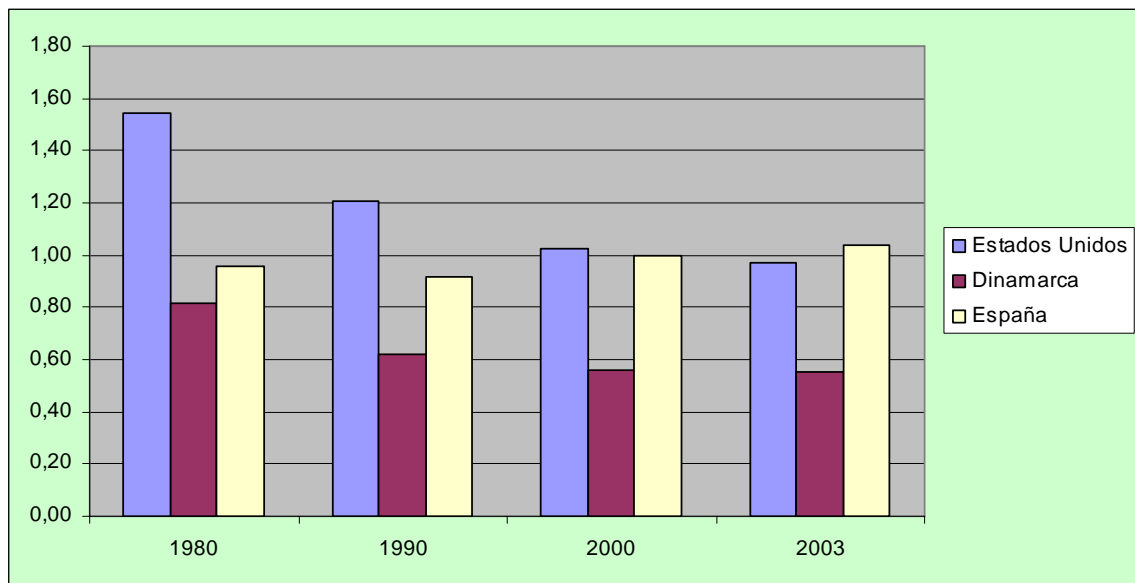
Eficiencia energética

Uso eficiente de la energía.

Es imprescindible reducir la dependencia de nuestra economía del petróleo y los combustibles fósiles. Es una tarea urgente, según muchos de los estudiosos del ambiente, porque la amenaza del cambio climático global y otros problemas ambientales son muy serios y porque, a medio plazo, no podemos seguir basando nuestra forma de vida en una fuente de energía no renovable que se va agotando. Además esto lo debemos hacer compatible, por un deber elemental de justicia, con lograr el acceso a una vida más digna para todos los habitantes del mundo.

Para lograr estos objetivos son muy importantes dos cosas:

- Por una parte aprender a obtener energía, de forma económica y respetuosa con el ambiente, de las fuentes alternativas de las que hemos hablado en páginas anteriores.
- Pero más importante aun, es aprender a usar eficientemente la energía. Usar eficientemente la energía significa no emplearla en actividades innecesarias y conseguir hacer las tareas con el mínimo consumo de energía posible. Desarrollar tecnologías y sistemas de vida y trabajo que ahorren energía es lo más importante para lograr un auténtico desarrollo, que se pueda llamar sostenible. Por ejemplo, se puede ahorrar energía en los automóviles, tanto construyendo motores más eficientes, que empleen menor cantidad de combustible por kilómetro, como con hábitos de conducción más racionales, como conducir a menor velocidad o sin aceleraciones bruscas.



Consumo de energía por PIB
referencia: consumo en España en el 2000= 1

Técnicas de ahorro de energía

Las luces fluorescentes, que usan la cuarta parte de la energía que consumen las incandescentes; el mejor aislamiento en los edificios o los motores de automóvil de bajo consumo son ejemplos de nuevas tecnologías que han influido de forma muy importante en el ahorro de energía. Entre las posibilidades más interesantes de ahorro de energía están:

1.- Cogeneración

Se llama cogeneración de energía a una técnica en la que se aprovecha el calor residual. Por ejemplo utilizar el vapor caliente que sale de una instalación tradicional, como podría ser una turbina de producción de energía eléctrica, para suministrar energía para otros usos. Hasta ahora lo usual era dejar que el vapor se enfriase, pero en esta técnica, con el calor que le queda al vapor se calienta agua, se cocina o se usa en otros procesos industriales.

Esta técnica se emplea cada vez más en industrias, hospitales, hoteles y, en general, en instalaciones en las que se produce vapor o calor, porque supone importantes ahorros energéticos y por tanto económicos, que compensan las inversiones que hay que hacer para instalarla.

2.- Aislamiento de edificios

Se puede ahorrar mucha energía aislando adecuadamente las viviendas, oficinas y edificios que necesitan calefacción o aire acondicionado para mantenerse confortables. Construir un edificio con un buen aislamiento cuesta más dinero, pero a la larga es más económico porque ahorra mucho gasto de calefacción o de refrigeración del aire.

En chalets o casas pequeñas medidas tan simples como plantar árboles que den sombra en verano o que corten los vientos dominantes en invierno, se ha demostrado que ahorran entre un 15% a un 40% del consumo de energía que hay que hacer para mantener la casa confortable.

3.- Ahorro de combustible en el transporte

En España, el transporte emplea algo menos de la mitad de todo el petróleo consumido en el país. En todo el mundo los automóviles, especialmente, junto a los demás medios de transporte, son los principales responsables del consumo de petróleo y de la contaminación y del aumento de CO₂ en la atmósfera. Por esto, cualquier ahorro de energía en los motores o el uso de combustibles alternativos que contaminen menos, tienen una gran repercusión.

Las mejoras en el diseño aerodinámico de los automóviles, su disminución de peso y las nuevas tecnologías usadas en los motores permiten construir ya, automóviles que hacen 25 km por litro de gasolina y se están probando distintos prototipos que pueden hacer 40 km y más por litro.

También se están construyendo interesantes prototipos de coches que funcionan con electricidad, con metanol o etanol o con otras fuentes de energía alternativas que contaminan menos y ahorran consumo de petróleo. Los coches eléctricos pueden llegar a ser interesantes cuando sus costos y rendimientos sean competitivos, pero siempre que usen electricidad producida por medios limpios. Si consumen electricidad producida en una central térmica, generan más contaminación que un coche de gasolina. Por esto sólo interesan coches eléctricos que consuman electricidad producida con gas o, mejor, con energía solar o hidrógeno.

El uso de hidrógeno como combustible es especialmente interesante. Los científicos están estudiando la manera de producirlo con ayuda de células fotovoltaicas cuya electricidad se usa para descomponer el agua por electrólisis en hidrógeno y oxígeno. Después el hidrógeno se usa como combustible en el motor del coche. Vuelve a unirse con el oxígeno en una reacción que produce mucha energía, pero que no contamina prácticamente nada pues regenera vapor de agua, no forma CO₂ ni óxidos de azufre, y los pocos óxidos de nitrógeno que se forman son fáciles de controlar. Por ahora se han construido algunos prototipos, pero todavía sus costos y sus prestaciones no son suficientemente buenos para comercializarlos.

Sin duda, el futuro del transporte irá por combustibles alternativos y motores que consuman menos, pero además del avance tecnológico, es necesario que la legislación favorezca la implantación de los nuevos modelos y que se cree un estado de opinión entre los consumidores de vehículos que favorezca la venta de los coches que ahorren energía.

4.- Industrias y reciclaje

En los países industriales la industria utiliza entre la cuarta parte y un tercio del total de energía consumido en el país. En los últimos años se ha notado un notable avance en la reducción del consumo de energía por parte de las industrias. Las empresas se han dado

cuenta de que una de las maneras más eficaces de reducir costos y mejorar los beneficios es usar eficientemente la energía.

Reciclar las materias primas es una de las maneras más eficaces de ahorrar energía. Aproximadamente las tres cuartas partes de la energía consumida por la industria se usa para extraer y elaborar las materias primas. Si los metales se sacan de la chatarra sólo se necesita una fracción de la energía empleada para extraerlos de los minerales. Así por ejemplo, reciclar el acero emplea sólo el 14% de la energía que se usaría para obtenerlo de su mena. Y en el caso del aluminio la energía empleada para reciclarlo es sólo el 5% de la que se usaría para fabricarlo nuevo.

Ahorro de energía en el mundo

En los países desarrollados, el consumo de energía en los últimos veinte años, no sólo no ha crecido como se había previsto, sino que ha disminuido. Las industrias fabrican sus productos empleando menos energía; los aviones y los coches consumen menos combustible por kilómetro recorrido y se gasta menos combustible en la calefacción de las casas porque los aislamientos son mejores. Se calcula que desde 1970 a la actualidad se usa un 20% de energía menos, de media, en la generación de la misma cantidad de bienes.

En cambio en los países en desarrollo, aunque el consumo de energía por persona es mucho menor que en los desarrollados, la eficiencia en el uso de energía no mejora. Sucede esto, entre otros motivos, porque muchas veces las tecnologías que implantan son anticuadas.