

TEMA 9. ENERGÍA Y RECURSOS MINERALES

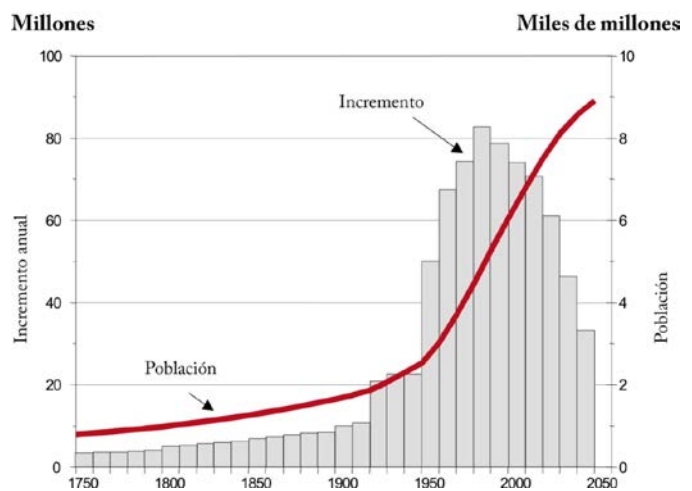
Los recursos minerales y energéticos son la base de la civilización moderna. Todos los países del mundo utilizan estos recursos en mayor o menor medida y tienen que importar o exportar algunos de ellos, ya que ningún país es autosuficiente.

1. RECURSOS RENOVABLES Y NO RENOVABLES

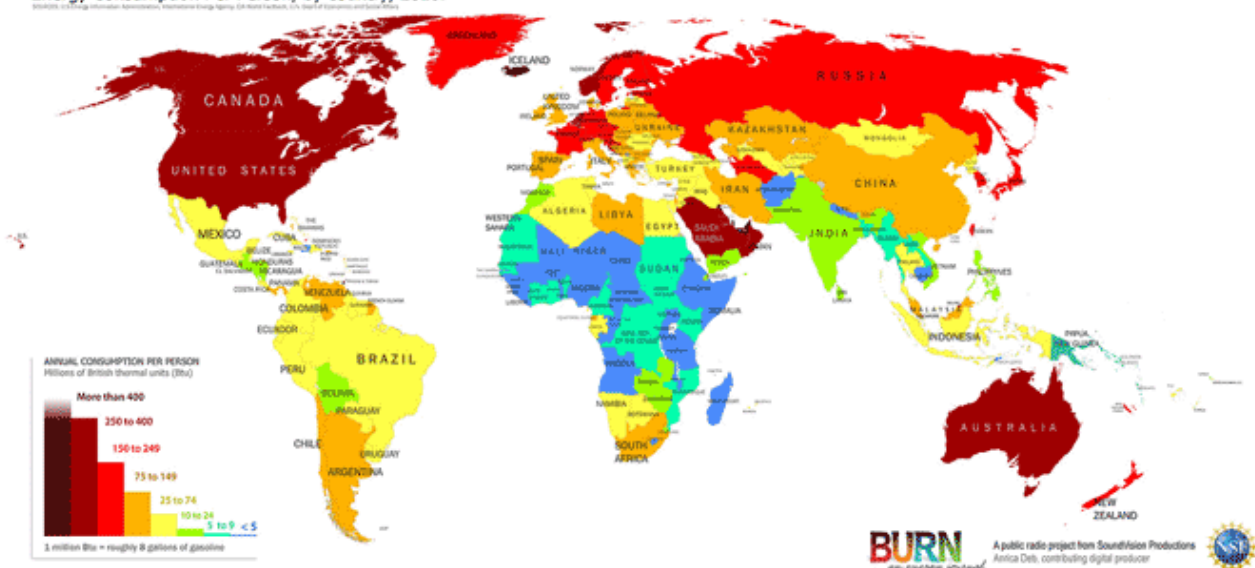
Se llaman **recursos renovables** a los que pueden regenerarse a mayor ritmo del que son gastados. Animales y plantas usados como alimentos, la madera o la energía solar, eólica e hidroeléctrica, son recursos renovables.

Los **recursos no renovables**, por el contrario, se consumen en mayor cantidad de la que se regeneran y, por tanto, en un periodo más o menos largo de tiempo desaparecerán. Es el caso de los combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas) y muchos metales (hierro, oro, uranio).

El aumento de la población mundial lleva consigo un aumento de la demanda de los recursos, pero esta demanda ha crecido a mayor ritmo que la demografía, debido a su uso *per capita* cada vez mayor. Por eso, recursos que en el pasado eran renovables ya no lo son.



Energy Consumption Per Person, by country, 2010.



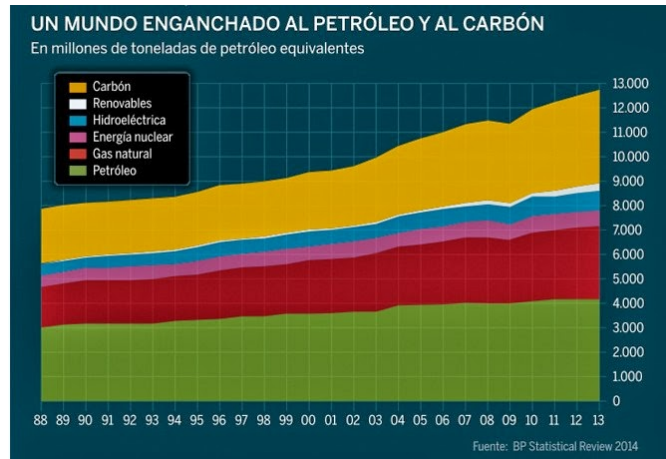
2. RECURSOS ENERGÉTICOS

El carbón, el petróleo, el gas natural y, en menor medida, el uranio, son las fuentes básicas de energía en la economía industrial moderna. Su uso cada vez mayor empieza a poner en peligro de agotamiento las reservas mundiales, lo que obligará a buscar energías alternativas.

2.1. CARBÓN

El **carbón** es, junto al petróleo y el gas natural, un **combustible fósil**, porque procede de seres vivos primitivos que fosilizaron de una forma u otra. El carbón procede de restos de plantas acumuladas en entornos pantanosos.

El carbón impulsó la revolución industrial del s. XIX y principios del XX. Con el descubrimiento del petróleo su uso decayó notablemente, pero aún hoy supone una cuarta parte de las fuentes de energía mundiales.



El uso doméstico, muy amplio antaño, ha disminuido mucho, pero su uso industrial sigue siendo

muy importante, sobre todo en centrales térmicas, para obtener electricidad. Se espera incluso un aumento en el futuro, a medida que las reservas de petróleo, menores que las de carbón, vayan disminuyendo.

WORLD COAL RESERVES

Proven recoverable coal reserves reported to the World Energy Council by the top-ten coal-producing countries at the end of 2008. Coal of higher quality (bituminous including anthracite) is being depleted most quickly.



En todo caso, el uso del carbón conlleva multitud de problemas. La minería a cielo abierto, muy usada en el pasado, dejaba destrozado el paisaje, pero la subterránea usada actualmente conlleva problemas de salud y pérdidas de vidas.

Por otro lado, la combustión del carbón es muy contaminante, ya que tiene bastante azufre que origina óxidos de azufre, los cuales, mediante complejas reacciones en la atmósfera, contribuyen a la dañina **lluvia ácida**.

La combustión del carbón, como la de todo combustible fósil, también produce CO₂, que contribuye al **efecto invernadero**.

2.2. PETRÓLEO Y GAS NATURAL

Como el carbón, el petróleo y el gas natural derivan de restos de organismos vivos, aunque en este caso el origen está en microorganismos marinos. Suelen aparecer juntos, dado su origen común. Son compuestos de hidrocarburos, con cantidades variables de azufre, nitrógeno y oxígeno.

2.2.1. FORMACIÓN DEL PETRÓLEO

El proceso de formación del petróleo es muy complejo. Empieza por la acumulación de restos de microorganismos marinos, normalmente en cuencas sedimentarias cercanas a las costas (plataformas continentales). Allí, a medida que los restos van enterrándose durante millones de años, complejas reacciones químicas transforman la materia orgánica en hidrocarburos líquidos (petróleo) y gaseosos (gas natural).

Los hidrocarburos son móviles y se desplazan hacia la superficie, pues son menos densos que el agua que satura las rocas donde se encuentran (areniscas, principalmente). Al llegar a la superficie, los volátiles se evaporan, a menos que queden atrapados.

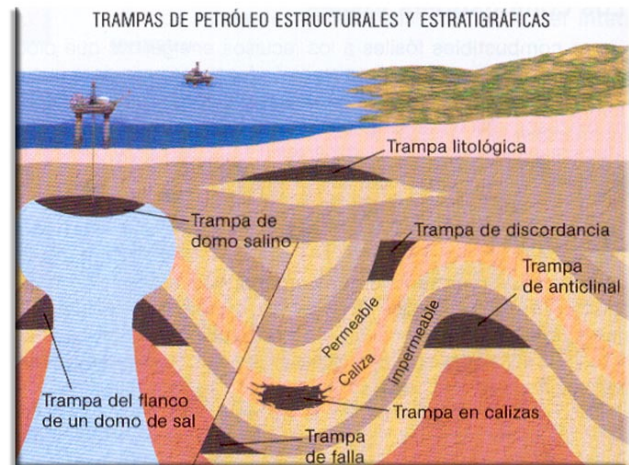
2.2.2. TRAMPAS PETROLÍFERAS

Una **trampa petrolífera** es una estructura geológica que permite la acumulación de petróleo y gas en cantidades de interés económico. Las trampas petrolíferas constan de una **roca almacén**, permeable y porosa, donde se almacena el petróleo y el gas; y una **roca de tapa impermeable** (generalmente lutitas), que impide el ascenso de los hidrocarburos.

Algunas de las trampas petrolíferas más comunes son: *trampas anticlinales* (las más abundantes e importantes), *trampas de falla*, *domos salinos* y *trampas estratigráficas*.

Cuando se perfora la roca tapa, el petróleo y el gas, que están a presión, salen por la perforación, bien espontáneamente (pozo surgente) o con ayuda de bombas de extracción.

Fenómenos naturales, como movimientos tectónicos y la erosión, pueden romper las trampas y liberar el petróleo y el gas.



2.3. ALGUNOS EFECTOS AMBIENTALES DE LA COMBUSTIÓN DE COMBUSTIBLES FÓSILES

2.3.1. CONTAMINACIÓN DEL AIRE URBANO

Los *contaminantes del aire* son partículas y gases que están en el aire en concentraciones peligrosas para la salud, los seres vivos o el funcionamiento del ecosistema.

Las ciudades son unos de los lugares con mayor contaminación del aire. En ellas se producen muchos de los *contaminantes primarios*, aquellos que contaminan al ser emitidos.

Entre ellos destacan los producidos por automóviles y por centrales térmicas.



Los contaminantes primarios pueden reaccionar entre ellos para dar lugar a *contaminantes secundarios*, como el ozono troposférico o el *smog* fotoquímico (1952: unos 12.000 muertos en Londres).

2.3.2. DIÓXIDO DE CARBONO Y CALENTAMIENTO GLOBAL

El calentamiento global hace referencia a un aumento de temperatura de las capas bajas de la atmósfera a nivel mundial. Se debe, entre otros factores, a la producción de dióxido de carbono procedente de la quema de combustibles fósiles.

2.3.2.1. Efecto invernadero

El dióxido de carbono (CO₂) es un gas que representa el 0,04 % (400 ppm) de la atmósfera. Tiene la particularidad de ser transparente a las radiaciones de onda corta (como las luminosas procedentes del Sol), pero opaco a algunas de onda larga (como el calor que desprende la Tierra). Por ello, parte de la radiación emitida por el planeta es retenida en la baja atmósfera, aumentando la temperatura. Este fenómeno, llamado **efecto invernadero** es, en principio, beneficioso para la vida en la Tierra, ya que mantiene una temperatura media de unos 15 °C.

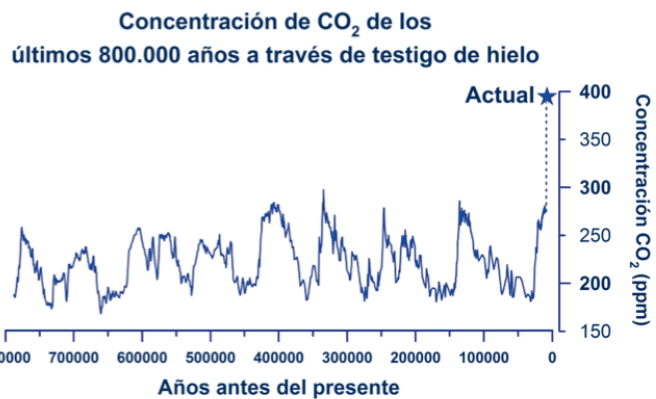
2.3.2.2. Aumento de los niveles de CO₂

La quema cada vez mayor de combustibles fósiles ha hecho que, desde hace más de un siglo, el porcentaje de CO₂ en la atmósfera esté aumentando.

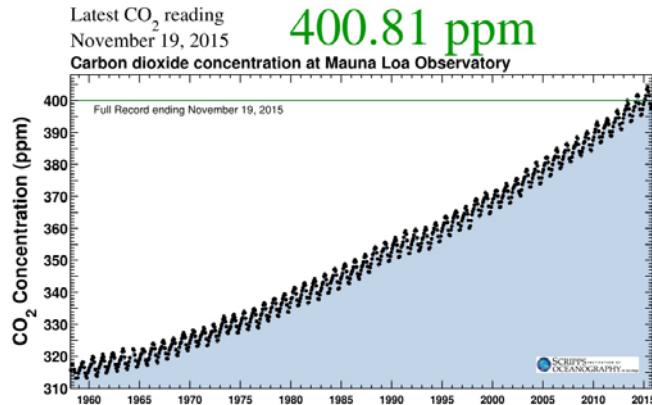
2.3.2.3. Respuesta de la atmósfera

Este incremento de CO₂ ha ocasionado un aumento de la temperatura en la Tierra de casi 1 °C en el último siglo y medio. Esto supone el aumento mayor de los últimos 1.000 años.

Tras innumerables estudios e investigaciones, parece claro que la actividad humana es en buena parte responsable de este aumento, y la tendencia en las próximas décadas es a seguir creciendo, con aumentos de temperatura de 2 a 6 °C durante este siglo.



Concentración atmosférica de dióxido de carbono de los últimos 800.00 años del testigo de hielo EPICA (Datos: Luthi et al., 2008).



2.3.2.4. Posibles consecuencias

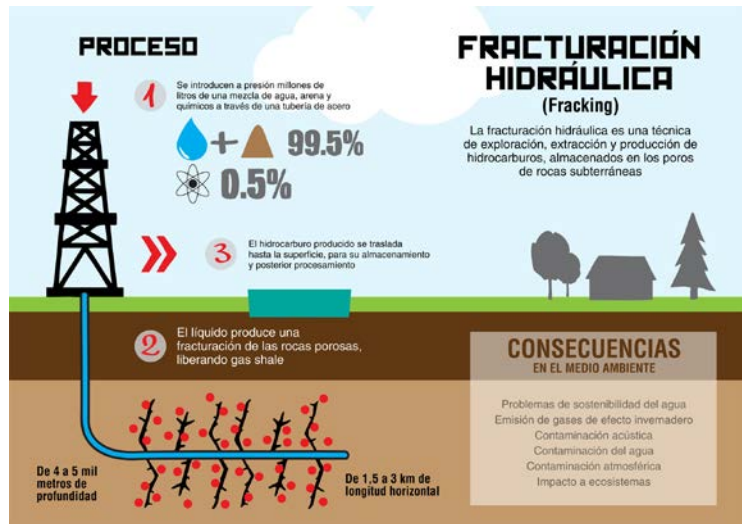
Algunos de los posibles efectos negativos del calentamiento global incluyen: ascenso del nivel del mar (por fusión de glaciares); alteración de las corrientes marinas; aumento y modificación de las tormentas ciclónicas; mayor cantidad de olas de calor y sequías; aumento de inundaciones; cambios en la distribución de especies; dispersión de enfermedades tropicales; etc.

2.4. ARENAS ASFÁLTICAS Y LUTITAS BITUMINOSAS

2.4.1. ARENAS ASFÁLTICAS

Son mezclas de arcilla y arena, con agua y un alquitrán negro, muy viscoso, llamado *bitumen*. En realidad, este alquitrán es petróleo, pero tan viscoso que no puede bombearse.

Los principales yacimientos se hallan en Canadá y Venezuela. Su extracción y procesado son muy complejos y mucho más caros que los del petróleo convencional, pero con el tiempo serán más rentables.



Dado que se emplean las técnicas mineras, la obtención de este recurso plantea los mismos problemas que las minas: destrucción del terreno, gran consumo de agua, residuos tóxicos, etc.

2.4.2. LUTITAS BITUMINOSAS

Las lutitas bituminosas contienen gran cantidad de petróleo en su interior, pero su extracción es compleja y requiere un proceso largo para eliminar la materia mineral, con los mismos problemas que las arenas asfálticas. En el futuro pueden tenerse en cuenta como fuente de energía.



3. FUENTES DE ENERGÍA ALTERNATIVAS

Actualmente, más del 85 % de la energía mundial procede de combustibles fósiles. Son recursos no renovables y con gran impacto medioambiental. Por ello, cada vez más, se investigan y desarrollan energías alternativas que puedan complementar a las tradicionales.

3.1. ENERGÍA NUCLEAR

La energía nuclear supone poco más del 5 % del total mundial. Su obtención se basa en la **fisión nuclear**.

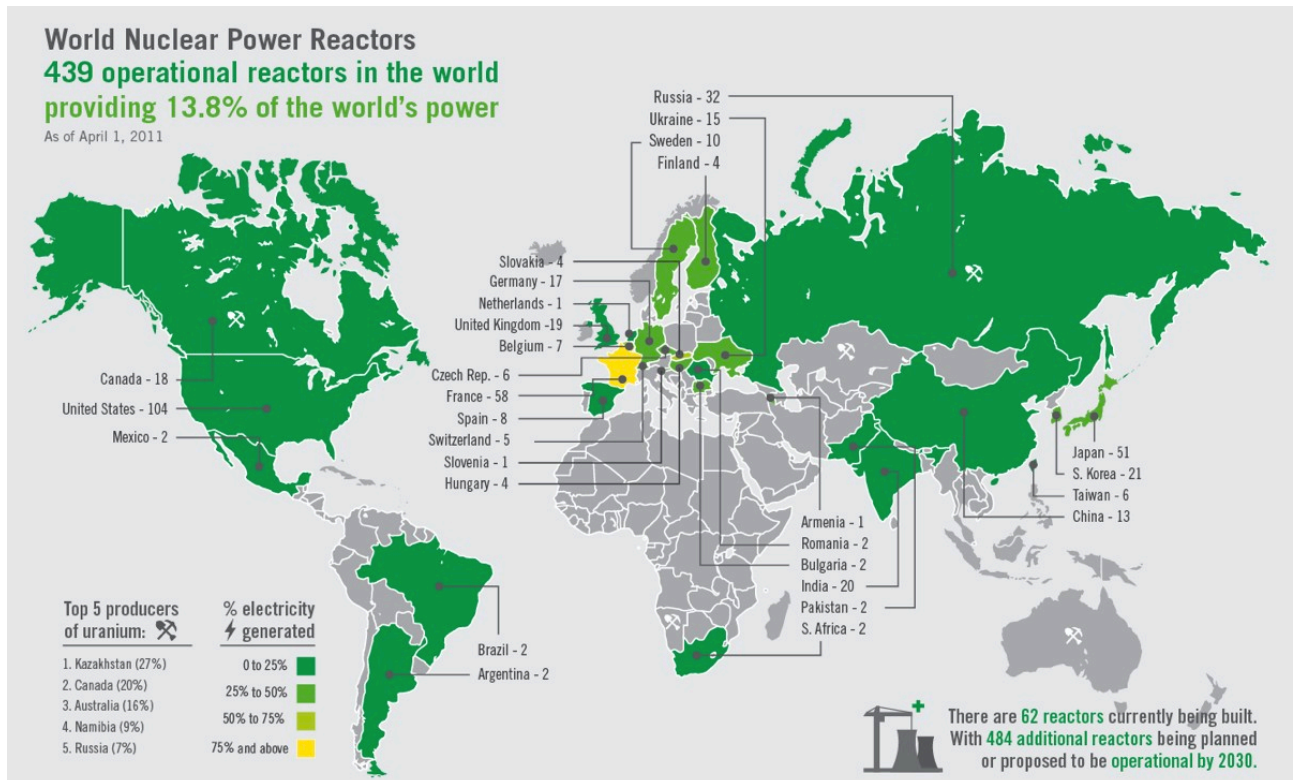
La fisión se logra bombardeando núcleos de átomos pesados y radiactivos, normalmente uranio-235, con neutrones. Así, los núcleos se rompen y dan neutrones y energía. Los neutrones liberados rompen otros núcleos y producen una *reacción en cadena*. Suministrando constantemente nuevo material radiactivo y controlando la reacción, se puede conseguir una enorme cantidad de energía calórica, usada para obtener energía eléctrica en las centrales nucleares.



3.1.1. URANIO

El uranio-235 es el único elemento radiactivo natural utilizable como combustible nuclear. El problema está en que se halla en cantidades muy pequeñas en las menas del mineral, por lo que debe tratarse para enriquecerlo, lo que resulta muy complejo y muy caro.

El coste de esta energía, junto al peligro de un accidente nuclear y la longevidad (miles de años) de los residuos radiactivos que genera, han llevado a una decadencia en su uso en décadas pasadas. No obstante, el hecho de ser una energía limpia ambientalmente, ha hecho que algunos países se replanteen su uso en la actualidad y, de hecho, hay planes de construcción de nuevas centrales en varios estados, como Francia o China.



3.2. ENERGÍA SOLAR

La *energía solar* utiliza los rayos del Sol para obtener directamente energía.

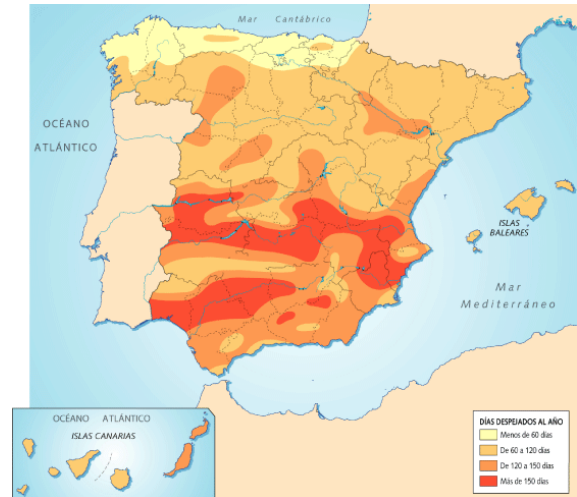
Hay sistemas *termosolares*, que aprovechan el calor del Sol, como pueden ser simples ventanas orientadas al sur o placas con gases o líquidos que se calientan y se usan para obtener agua caliente y calefacción.

Otro tipo es el colector *fotovoltaico*, que transforma la energía solar en electricidad.

La energía solar es limpia y barata en principio, pero no está exenta de problemas.

El equipo y su instalación son muy costosos, aunque rentables a largo plazo. Por otra parte, las placas solares son aún poco eficaces en la transformación de la energía del Sol en otros tipos. Además, sólo pueden usarse en zonas con buena radiación solar anual.

En un futuro próximo su uso y eficacia se espera que aumenten notablemente. Recientemente se han empezado a hacer placas con perovskita (bridgmanita), mucho más eficaz que el silicio.



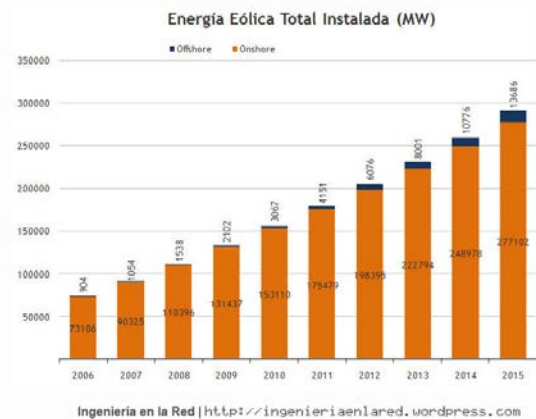
3.3. ENERGÍA EÓLICA

El viento es una de las fuentes de energía más antiguas usadas por el hombre, en barcos de vela y en molinos de viento.

Actualmente supone un porcentaje pequeño de la energía mundial, pero no para de crecer y pronto será una de las energías alternativas más utilizada. Esto se debe principalmente a la gran mejora en el rendimiento y la tecnología empleadas en su obtención durante los últimos años.

Alemania, Estados Unidos y España son los principales productores.

Esta energía presenta diversos problemas. Uno es la contaminación acústica y el gran uso de terreno que precisa. Además, es un recurso intermitente, que depende de las condiciones atmosféricas, muy cambiantes y poco previsibles.



COMUNIDAD AUTÓNOMA	Potencia instalada en 2016 (MW)	Acumulado a 31/12/2016 (MW)	% sobre total	Nº de parques
Castilla y León	31,50	5.593	24,19%	243
Castilla-La Mancha	0,00	3.807	16,56%	139
Andalucía	0,00	3.338	14,52%	153
Galicia	2,10	3.330	14,48%	161
Aragón	0,00	1.893	8,24%	87
Cataluña	0,00	1.269	5,52%	47
Comunidad Valenciana	0,00	1.189	5,17%	38
Navarra	0,00	1.004	4,37%	49
Asturias	0,00	518	2,26%	21
La Rioja	0,00	447	1,94%	14
Murcia	0,00	262	1,14%	14
Canarias	4,60	182	0,77%	57
País Vasco	0,00	153	0,67%	7
Cantabria	0,00	38	0,17%	4
Baleares	0,00	4	0,02%	46
TOTAL	38,20	23.026	100,00%	1.080

3.4. ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

Como la eólica, la energía producida por la caída del agua se ha usado desde tiempos históricos para mover molinos y otra maquinaria. Actualmente se emplea para mover turbinas que generan electricidad, es la **energía hidroeléctrica**.

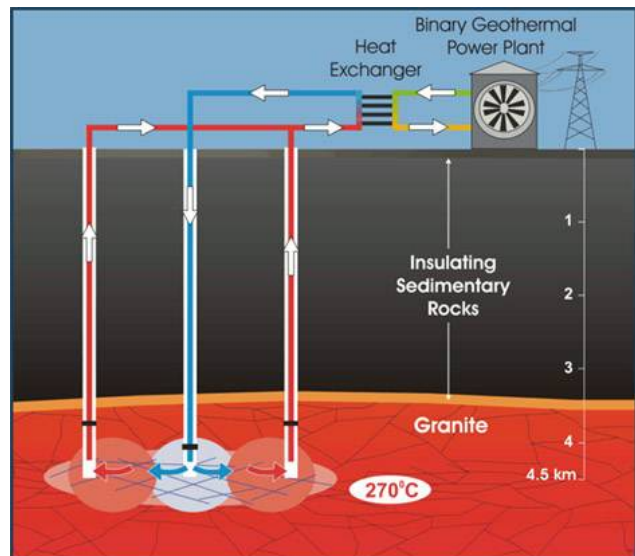
Este tipo de energía es renovable, pero los embalses que se construyen para almacenar agua tienen un tiempo limitado, ya que en decenas o centenares de años los sedimentos arrastrados por los ríos acaban colmatándolos.

Por otra parte, no en todos los ríos o partes de ellos pueden construirse embalses eficaces y, en general, la mayor parte de las localizaciones posibles ya han sido explotadas.

3.5. ENERGÍA GEOTÉRMICA

Los depósitos subterráneos de vapor y agua caliente, allí donde las temperaturas bajo la superficie son elevadas, se aprovechan para obtener **energía geotérmica**. Este calor puede emplearse para obtener agua caliente o electricidad.

Su limitada localización restringe el uso de este tipo de energía. Además, los depósitos de agua y vapor caliente no suelen durar más allá de 10 o 15 años.



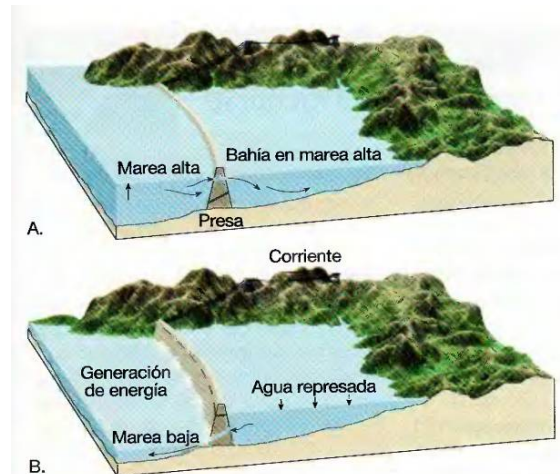
3.6. ENERGÍA DEL MAR

Aunque el potencial energético del océano es inmenso, su uso es muy limitado en la actualidad.

La energía de las mareas (**energía mareal**) se utiliza construyendo una presa que se beneficie de las variaciones del nivel del mar entre la marea baja y la alta. Sólo en determinadas partes del mundo esta diferencia es suficiente para ser aprovechada.

Más prometedora, pero menos desarrollada, es la energía de las olas (**energía undimotriz**). Existen multitud de diseños innovadores (barcos, boyas, aparatos articulados, etc.) pero faltan inversores que los lleven a cabo.

En España existen varios proyectos en Cantabria y el País Vasco y en el futuro, dada la gran cantidad de costas de nuestro país, es de esperar que aumente el número de planes de aprovechamiento.



4. RECURSOS MINERALES

Podemos denominar **recursos minerales** al conjunto de minerales útiles disponibles comercialmente. Casi cualquier producto fabricado por el hombre hoy día contiene alguna sustancia derivada de los minerales.

Las **reservas** serían aquellos yacimientos minerales identificados y explotables comercialmente. De ellos se extrae la **mena**, mineral metálico extraíble con beneficio. Mientras que otros depósitos no son aprovechables económica y/o tecnológicamente.

En la corteza terrestre existen pocos elementos en cantidades apreciables. Sólo 8 de ellos (O, Si, Al, Fe, Ca, Na, K y Mg) constituyen el 98% de la corteza y, de ellos, salvo el oxígeno y el silicio, ninguno tiene un porcentaje importante.



Para que un elemento se considere valioso, el coste de su extracción debe ser menor que el de su valor comercial y, para ello, debe estar en concentraciones elevadas.

Por otra parte, el valor de los minerales es muy variable con los vaivenes del mercado, lo que hace arriesgada su explotación. La mayor o menor demanda, o el desarrollo de nuevas tecnologías de extracción, pueden convertir un yacimiento inútil en mena o viceversa.

Conocer el ciclo de las rocas y la tectónica de placas es fundamental para entender cómo los procesos naturales producen altas concentraciones de determinados minerales.

Tabla 21.3 Aparición de minerales metálicos

Metal	Menas principales	Contexto geológico
Aluminio	Bauxita	Producto residual de la meteorización
Cinc	Esferita	Yacimientos hidrotermales
Cobre	Calcopirita Bornita Calcosina	Yacimientos hidrotermales; metamorfismo de contacto; enriquecimiento por procesos de meteorización
Cromo	Cromita	Segregación magmática
Estaño	Casiterita	Yacimientos hidrotermales; depósitos de placeres
Hierro	Hematites Magnetita Limonita	Formaciones bandeadas sedimentarias; segregación magmática
Magnesio	Magnesita Dolomita	Yacimientos hidrotermales
Manganeso	Pirolusita	Producto residual de meteorización
Mercurio	Cinabrio	Yacimientos hidrotermales
Molibdeno	Molibdenita	Yacimientos hidrotermales
Níquel	Pentlandita	Segregación magmática
Oro	Oro nativo	Yacimientos hidrotermales; depósitos de placeres
Plata	Plata nativa Argentita	Yacimientos hidrotermales; enriquecimiento por procesos de meteorización
Platino	Platino nativo	Segregación magmática, depósitos de placeres
Plomo	Galena	Yacimientos hidrotermales
Titanio	Ilmenita Rutilo	Segregación magmática; depósitos de placeres
Uranio	Uraninita (Petchblenda)	Pegmatitas; depósitos sedimentarios
Wolframio	Wolframita Scheelita	Pegmatitas; yacimientos de metamorfismo de contacto; depósitos de placeres

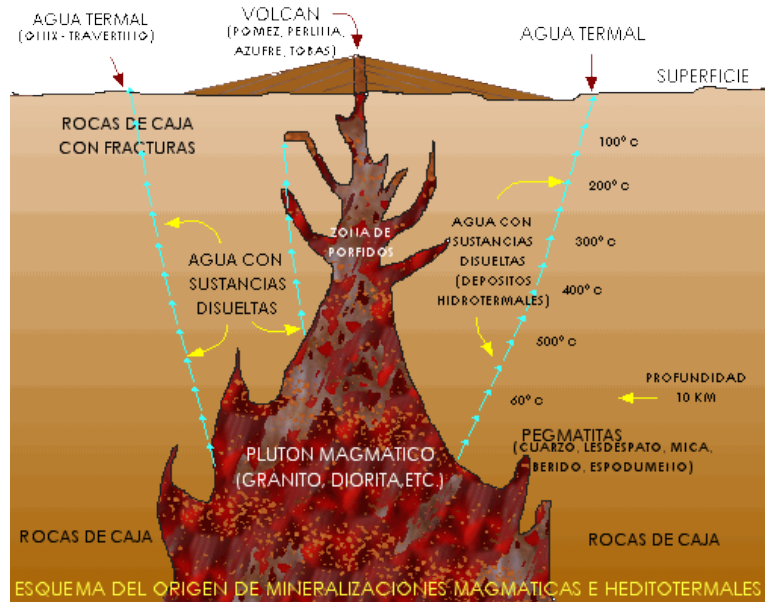
4.1. RECURSOS MINERALES Y PROCESOS ÍGNEOS

La mayoría de los depósitos importantes de minerales (oro, plata, platino, cobre, mercurio, plomo, níquel) se deben a procesos magmáticos.

4.1.1. SEGREGACIÓN MAGMÁTICA

A medida que una gran masa se enfría, los minerales más densos cristalizan antes y se depositan en el fondo de la cámara magmática: así se generan menas de cromo, magnetita y platino.

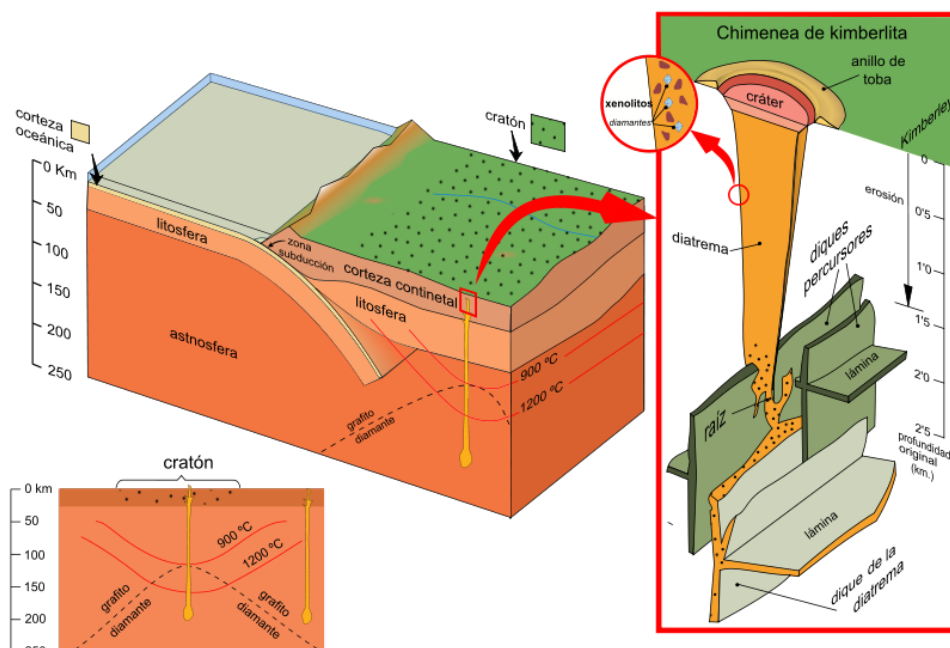
Además, en las últimas etapas del proceso magmático, se produce cristalización en presencia de fluidos con iones, dando cristales muy grandes y formando **pegmatitas**. Estas rocas, similares al granito, contienen grandes cristales de cuarzo, feldespatos (usados en cerámicas) y moscovita (empleada en aislantes eléctricos). Además, suelen tener cantidades menores de otros minerales de interés, como berilo, topacio, turmalina, uranio, cesio y *tierras raras*).



Magmas no graníticos pueden dar menas de hierro y cobre.

4.1.2. DIAMANTES

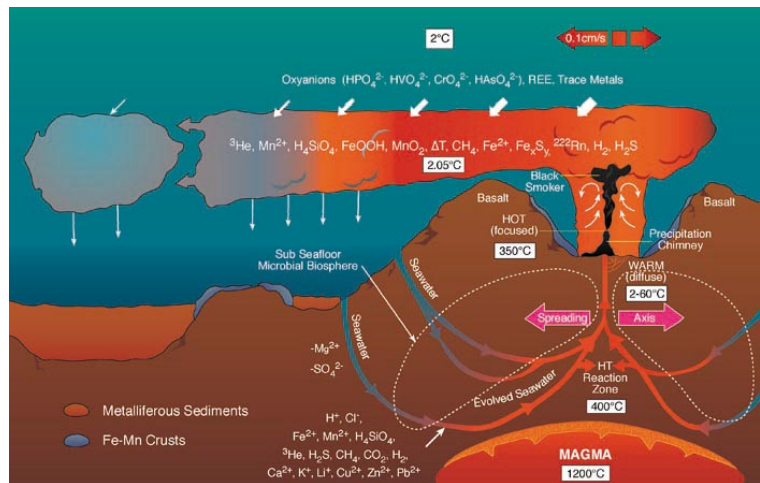
A profundidades de más de 200 kilómetros, la presión puede ser suficiente para convertir el carbono en diamante, en rocas ultramáficas llamadas *kimberlitas*. Una vez cristalizados, ascienden por conductos llamados **diatremas**. Las diatremas de kimberlitas más importantes son las de Sudáfrica.



4.1.3. SOLUCIONES HIDROTERMALES

Forman los yacimientos más importantes y conocidos. Dan menas de oro, cinc, plata, cobre, ...

Se generan a partir de procesos magmáticos en etapas finales, cuando los fluidos, ricos en iones metálicos, escapan y pueden recorrer grandes distancias hasta precipitar, normalmente en grietas que originan venas y diques de depósitos **filonianos**.



También es posible que precipiten en **depósitos diseminados**, como es el caso de la mayoría del cobre, aunque en este tipo de yacimientos es más difícil la extracción.

Hoy día se sabe que muchos de los depósitos hidrotermales se forman en las dorsales oceánicas, por lo que son objeto de prospecciones en la actualidad.

4.2. RECURSOS MINERALES Y PROCESOS METAMÓRFICOS

El metamorfismo de contacto, asociado a plutones ígneos, suele dar recristalización y cambios químicos en la roca caja, como consecuencia de la presión, la temperatura y fluidos hidrotermales. Las calizas se alteran con facilidad y, en la aureola de metamorfismo en estas rocas, es frecuente encontrar depósitos minerales de esfalerita (cinc), galena (plomo), calcopirita (cobre), magnetita (hierro), bornita (cobre), corindón y granates.

El metamorfismo regional, en zonas de subducción, también origina yacimientos importantes de minerales no metálicos, como talco y grafito.

4.3. METEORIZACIÓN Y YACIMIENTOS

La meteorización puede crear yacimientos minerales por concentración de pequeñas cantidades. Este proceso se denomina **enriquecimiento secundario**. Consiste en la eliminación, por meteorización química, de las sustancias no deseables, quedando las útiles. O bien, al contrario, la meteorización disuelve las sustancias útiles, que se acumulan en profundidad.

4.3.1. BAUXITA

El aluminio es muy abundante en la corteza terrestre, pero normalmente está en concentraciones muy pequeñas, asociadas a silicatos y difíciles de extraer. En climas tropicales lluviosos, la meteorización química intensa, elimina por lixiviación los materiales solubles (calcio, sodio, silicio), quedando el aluminio, que es muy insoluble, concentrado en forma de **bauxita**, óxido de aluminio hidratado. El cobalto y el níquel pueden acumularse de igual forma.



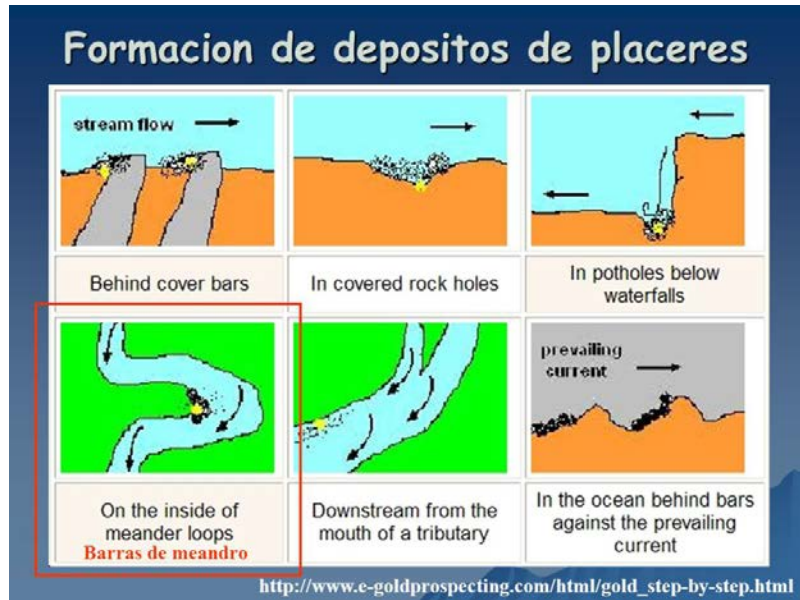
4.3.2. OTROS DEPÓSITOS

El cobre y la plata pueden concentrarse a partir de depósitos con pirita (FeS₂). La pirita, al meteorizarse químicamente, forma ácido sulfúrico, que disuelve minerales como el cobre y la plata, los cuales pueden acumularse así en zonas inferiores por percolación.

4.4. DEPÓSITOS DE PLACERES

Las corrientes de agua pueden seleccionar mecánicamente los minerales según su peso específico. Se pueden así acumular determinados minerales, dando **depósitos de placeres**. Las olas pueden tener la misma función.

Se suelen hallar en meandros e irregularidades de los ríos. Consisten sobre todo en minerales muy pesados y resistentes, como el oro (pepitas), diamantes, platino, estaño.



4.5. RECURSOS MINERALES NO METÁLICOS

Se denominan así a los materiales que no se usan como combustibles ni para extraer metales. A veces son interesantes por su contenido en un determinado mineral y otras por que se usan en determinados procesos industriales.

El más importante quizá sea la caliza, empleado para multitud de fines en la industria, la construcción, agricultura, ...

Tabla 21.4 Lugares donde aparecen y usos de los minerales no metálicos

Mineral	Usos	Lugares de aparición
Apatito	Fertilizantes fosfatados	Depósitos sedimentarios
Asbestos	Fibras incombustibles	Alteración metamórfica
Azufre	Productos químicos; fabricación de fertilizantes	Depósitos sedimentarios; yacimientos hidrotermales
Calcita	Agregados; fabricación del acero; acondicionamiento del suelo; productos químicos; cemento; piedra de construcción	Depósitos sedimentarios
Corindón	Gemas; abrasivos	Yacimientos metamórficos
Cuarzo	Ingrediente principal del vidrio	Intrusiones ígneas; depósitos sedimentarios
Diamante	Gemas; abrasivos	Pipas de kimberlita; depósitos de placeres
Fluorita	Fabricación de acero; purificación del aluminio; vidrio; productos químicos	Yacimientos hidrotermales
Grafito	Mina de los lápices; lubricantes; refractarios	Yacimientos metamórficos
Granate	Abrasivos; gemas	Yacimientos metamórficos
Halita	Sal de mesa; productos químicos; control del hielo	Depósitos de evaporitas; domos de sal
Minerales de la arcilla	Cerámica; porcelana	Producto residual de la meteorización
Moscovita	Aislante en aplicaciones eléctricas	Pegmatitas
Silvina	Fertilizantes de potasio	Depósitos de evaporitas
Talco	Polvo utilizado en las pinturas, los cosméticos, etc.	Yacimientos metamórficos
Yeso	Yeso blanco	Depósitos de evaporitas

4.5.1. *MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN*

Los áridos, formados por roca triturada, arena y grava, son los materiales de construcción más importantes. Otros son el yeso, las arcillas y la caliza, usadas para fabricar cemento y hormigón, ladrillos, tejas, etc. Todos son materiales abundantes y, por tanto, de poco valor en sí.

4.5.2. *MINERALES INDUSTRIALES*

Pueden ser importantes por su composición o por sus propiedades físicas. Se emplean para fabricar productos químicos, fertilizantes, como abrasivos, etc. No son tan abundantes como los de construcción, por lo que deben transportarse, lo que incrementa su importancia y su coste.

4.5.2.1. *Fertilizantes*

El nitrógeno, el fósforo y el potasio son elementos indispensables para la agricultura intensiva necesaria actualmente debido a la gran población mundial.

El nitrógeno se obtiene de la atmósfera, sobre todo, pero el fósforo y el potasio hay que extraerlos de la corteza terrestre. El fósforo se obtiene del apatito y el potasio, mucho más abundante, de rocas evaporíticas, como la silvina.

4.5.2.2. *Azufre*

El azufre es un recurso muy importante. Se emplea, sobre todo, para fabricar ácido sulfúrico, necesario en la obtención de fosfatos y otros procesos industriales. Fuentes de azufre son los domos salinos, volcanes, piritas y combustibles fósiles.



4.5.2.3. *Sal*

Obtenido de la halita, el cloruro sódico o sal común tiene numerosos usos en la industria química, alimenticia y otras. Se extrae de minas de halita o del mar.



Contenido

1.	RECURSOS RENOVABLES Y NO RENOVABLES.....	1
2.	RECURSOS ENERGÉTICOS.....	2
2.1.	CARBÓN	2
2.2.	PETRÓLEO Y GAS NATURAL.....	2
2.2.1.	Formación del petróleo	3
2.2.2.	Trampas petrolíferas	3
2.3.	ALGUNOS EFECTOS AMBIENTALES DE LA COMBUSTIÓN DE COMBUSTIBLES FÓSILES	3
2.3.1.	Contaminación del aire urbano.....	3
2.3.2.	Dióxido de carbono y calentamiento global.....	4
2.3.2.1.	Efecto invernadero.....	4
2.3.2.2.	Aumento de los niveles de CO ₂	4
2.3.2.3.	Respuesta de la atmósfera	4
2.3.2.4.	Posibles consecuencias	5
2.4.	ARENAS ASFÁLTICAS Y LUTITAS BITUMINOSAS.....	5
2.4.1.	Arenas asfálticas	5
2.4.2.	Lutitas bituminosas	5
3.	FUENTES DE ENERGÍA ALTERNATIVAS.....	5
3.1.	ENERGÍA NUCLEAR	5
3.1.1.	Uranio.....	6
3.2.	ENERGÍA SOLAR.....	7
3.3.	ENERGÍA EÓLICA	7
3.4.	ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	8
3.5.	ENERGÍA GEOTÉRMICA	8
3.6.	ENERGÍA DEL MAR	8
4.	RECURSOS MINERALES.....	9
4.1.	RECURSOS MINERALES Y PROCESOS ÍGNEOS	10
4.1.1.	Segregación magmática	10

- 4.1.2. Diamantes..... 10
- 4.1.3. Soluciones hidrotermales 11
- 4.2. RECURSOS MINERALES Y PROCESOS METAMÓRFICOS..... 11
- 4.3. METEORIZACIÓN Y YACIMIENTOS..... 11
 - 4.3.1. Bauxita 11
 - 4.3.2. Otros depósitos 12
- 4.4. DEPÓSITOS DE PLACERES 12
- 4.5. RECURSOS MINERALES NO METÁLICOS 12
 - 4.5.1. Materiales de construcción..... 13
 - 4.5.2. Minerales industriales 13
 - 4.5.2.1. Fertilizantes13
 - 4.5.2.2. Azufre13
 - 4.5.2.3. Sal.....13