



GEOSFERA

TEMA 4. RECURSOS DE LA GEOSFERA Y SUS RESERVAS

4. RECURSOS DE LA GEOSFERA Y SUS RESERVAS. 4.1. Recursos minerales. Recurso y reserva. 4.2. Recursos energéticos: petróleo, carbón, gas natural. Energía geotérmica. Energía nuclear: origen, tipos y explotación. 4.3. Impacto de la minería sobre el medio físico, biológico y social. Contaminación térmica y radiactiva. Impactos derivados de la extracción, transporte, tratamiento del combustible fósil y utilización.

Conceptos básicos: ganga, mena, carbonización, turba, hulla, lignito, antracita, migración del petróleo, roca madre, roca almacén, trampa petrolífera, radiactividad, radiactividad natural, fisión nuclear, fusión nuclear, manantiales termales, géiseres

4.1. RECURSOS MINERALES.

Nuestra sociedad actual se viene caracterizando en los últimos años por no poseer valores éticos como la solidaridad, la justicia o el respeto hacia los demás. Más bien todo lo contrario: en estos países “desarrollados” los valores que se fomentan son los de poseer más y más **cosas**. Comprar- tirar- comprar es la forma de entender la vida. Alguien nos ha hecho creer que la felicidad se puede alcanzar de esta manera. Como es de suponer, este modelo de desarrollo (ya lo vimos en los temas de introducción), precisa de la utilización de enormes cantidades de recursos: estamos en una **sociedad de consumo**. Todo se queda viejo o fuera de moda enseguida. Por otra parte, este modelo solo funciona gracias a que todos compramos y todos vendemos. El día en que dejen de comprarse coches, móviles o casas, los que los hacen dejarán de ganar dinero y tampoco podrán comprar otros bienes de consumo y el modelo económico capitalista, global, insostenible, desarrollista o como prefiramos llamarlo se irá a pique (es como una bicicleta: si se para, se cae) [Esta introducción, obviamente, es una reflexión y no entra en examen] [Habría que añadir la enorme crisis que afecta a Europa, sobre todo a los países menos ricos, como España, que ha sido desencadenada según parece por bancos y empresas financieras que logran obtener enormes beneficios económicos a costa del sacrificio de los demás. Esto ya se hizo en toda Latinoamérica y África y la mayor parte de esos países dedica todos sus esfuerzos, como ahora España, solo a pagar los intereses de la deuda externa]. [Y lo que nos venden como una crisis es, en realidad, un cambio de modelo en el que la ciudadanía pierde derechos (trabajos precarios, sueldos más bajos, peores condiciones laborales, estados soberanos en los que se destruye poco a poco la sanidad pública, la educación pública, las políticas sociales y cuanto pagamos entre todos y pertenecía a todos para que grandes empresas hagan grandes negocios: es la privatización de lo público). Ha sido una guerra en la que no ha muerto nadie porque no se han pegado tiros, pero que hemos perdido los ciudadanos y ciudadanas].

Además de precisar grandes cantidades de recursos, utilizamos una enorme diversidad de ellos. Por supuesto hay recursos alimenticios (agricultura, ganadería, pesca, forestales) pero los recursos energéticos y los recursos minerales también resultan indispensables.

Repasa por un momento los objetos que nos rodean (electrodomésticos, edificios, vehículos, ropa) y mira de qué materiales están hechos.

Muchos de estos materiales proceden de recursos minerales y han venido usándose desde la antigüedad. Hasta hace unos 10.000 años, se empleaban ciertos tipos de rocas, que podían ser

talladas, para la construcción de armas y utensilios (sílex, obsidiana, cuarcita). A partir de entonces, con la aparición de la metalurgia (edad de los metales) se amplía la variedad de estos recursos.

Hace 2.000 años, los romanos ya explotaban en España minas de hierro, cobre, mercurio, plomo, estaño, cinc, plata, oro, etc. Hoy día en el mundo se extraen cientos de minerales diferentes para obtener la gran variedad de materias primas que emplean las industrias que producen nuestros bienes de consumo. Como es de suponer, la gran demanda por parte de los consumidores (nosotros) y la capacidad técnica de los humanos, está produciendo graves impactos ambientales y el agotamiento de muchos de estos recursos.

El tema, para una mayor claridad va a ser desarrollado en un orden diferente al de los epígrafes señalados al comienzo.

Se suelen clasificar los recursos minerales en recursos **metalíferos** y **no metalíferos**. De los primeros se obtienen metales (y se puede incluir el uranio, aunque lo veremos en los recursos energéticos). Los no metalíferos son muy variados, incluyendo desde los combustibles fósiles (serán tratados como recursos energéticos), a los fertilizantes y los materiales de construcción.

Algunos conceptos: yacimiento, reserva, mena, ganga, estéril.

Para comenzar, hay que decir que los minerales se agrupan en rocas. En algunos casos una roca puede estar formada por granos de un solo mineral (por ejemplo el yeso) y en otros casos, las rocas pueden contener varios diferentes (granito).

Un **yacimiento** es el lugar donde un determinado mineral se encuentra concentrado y por lo tanto puede ser económicamente rentable su explotación. Si el yacimiento se encuentra a cierta profundidad y hay que realizar túneles para lograr su extracción hablamos de **minas**. Si se puede obtener sin construir galerías, dada su superficialidad o porque resulte rentable remover aquellas rocas que están sobre ellos, nos referiremos a **explotaciones a cielo abierto**. Si se trata de rocas utilizadas en construcción solemos referirlas como **canteras**. (yacimiento = *yacer, estar acostado o extendido*).

La **reserva** es la estimación de la cantidad de recurso que contiene un yacimiento, un país, incluso el planeta, que podría extraerse en cualquier momento y es económicamente rentable. Como puede deducirse, la reserva es solo una parte del recurso, desconociéndose la cantidad total, también a veces su localización, o bien porque en la actualidad no hay medios técnicos para extraerlo o bien porque no resulta rentable o, por último, porque se encuentra en una zona protegida (tema ambiental).

Al mineral económicamente valioso se le denomina **mena** y al mineral o minerales que acompañan a la mena, pero sin valor comercial se les da el nombre de **ganga**. Para acceder a la mena (con su ganga), normalmente hay que remover cantidades importantes de otros minerales o rocas (excavación de pozos y galerías o eliminación de la cubierta que haya sobre el yacimiento). Estas rocas constituyen el **estéril**. Tanto la ganga como el estéril suelen acumularse en escombreras próximas a las explotaciones mineras, produciendo importantes impactos ambientales.

4.2.- RECURSOS ENERGÉTICOS.

Los recursos energéticos son aquellos de los que mediante algún tipo de proceso se obtiene energía. Los más utilizados hoy en día son los combustibles fósiles (carbón, petróleo y el gas natural). También la energía nuclear y de modo muy puntual, la energía geotérmica.

COMBUSTIBLES FÓSILES (carbón, petróleo y gas natural).

Introducción: El universo posee materia y energía, nada más (que pueda ser demostrado). Y nuestro planeta es una parte del universo. Cualquier ser vivo está y se mantiene vivo gracias a la materia y la energía. La humanidad, como parte de los seres vivos también maneja materia y energía, pero a diferencia del resto de los seres vivos, que emplean la energía del Sol o la de los



alimentos, los humanos la empleamos para desarrollar múltiples actividades que nos permiten vivir mejor (trabajo mecánico, calefacción, higiene, transporte, ocio...). Repasa mentalmente qué actividades humanas no están relacionadas directa o indirectamente con el uso de energía (abrir el grifo y que salga agua ha requerido un consumo de energía: subirla desde el manantial al depósito; fabricación del producto clorado que se emplea para desinfectarla; la construcción de las cañerías; la fabricación del cemento del depósito; la fabricación del hormigón; el vehículo que traslada al personal que controla la calidad de esa agua ... y si además nos sale caliente...).

La capacidad tecnológica humana es tan impresionante que, acompañada del hecho de que somos muchos individuos, ha logrado modificar sensiblemente este planeta y está acabando o poniendo en peligro la existencia de muchos recursos (pesca, minerales, suelo, etc.). Este desarrollo incontrolado se ha llevado a cabo gracias al uso masivo de **energía**. De modo que los propios recursos energéticos también se encuentran comprometidos.

A lo largo de los diferentes capítulos ya nos hemos referido a recursos energéticos obtenidos a partir de la atmósfera (energía eólica y solar), de la hidrosfera (energía hidroeléctrica), y próximamente estudiaremos la energía geotérmica de la geosfera y los que nos ofrece la biosfera (energía de la biomasa, biocombustibles) y ya sabemos distinguir entre recursos renovables y no renovables.

En este apartado vamos a repasar los recursos energéticos más empleados, que son los llamados **combustibles fósiles**. **Son recursos no renovables** y al ser quemados para obtener energía se produce un desprendimiento de dióxido de carbono y de otros compuestos contaminantes como los óxidos de azufre y de nitrógeno, siendo el primero de ellos responsable de un aumento del efecto invernadero, los otros dos de la lluvia ácida y el último, además, del ozono troposférico.

Los combustibles fósiles proceden de reacciones químicas sufridas por restos de seres vivos acumulados en cuencas sedimentarias. Por el hecho de proceder de seres vivos del pasado tienen el apelativo de fósiles y por haberse formado entre rocas sedimentarias y sufrir los mismos procesos que ellas (estratificación, diagénesis, plegamientos, etc.) se les incluye habitualmente entre las rocas sedimentarias [rocas sedimentarias organógenas].

LOS CARBONES

El carbón procede de vegetales acumulados en grandes cantidades en terrenos pantanosos donde la presencia de agua y el enterramiento bajo sedimentos redujo la degradación aerobia. Las reacciones químicas que transformaron los restos biológicos en carbón reciben el nombre de **carbonización**. Con el paso del tiempo, el material inicial va perdiendo ciertos componentes y va enriqueciéndose en carbono. Todo esto acompañado de un proceso de enterramiento progresivo de la materia orgánica bajo capas de sedimentos con el consiguiente aumento de las condiciones de presión y temperatura del medio. Cuanto más antiguo es un carbón, mayor poder calorífico posee (más energía desprende al ser quemado) al ser más rico en carbono. Distinguimos cuatro tipos de carbones, que desde más moderno a más antiguo son:

Turba. Es el más reciente, se está formando actualmente en zonas pantanosas llamadas turberas. Se aprecian en ella restos vegetales y la materia orgánica está muy poco transformada. Es un carbón con muy bajo poder calorífico. No se emplea como combustible habitualmente sino como sustrato para suelos agrícolas (Mejora la textura).

Lignito. Se trata de un carbón de mayor antigüedad (decenas de millones de años), con más poder calorífico y con alto contenido en azufre, nitrógeno y otros elementos que contaminan la atmósfera cuando es quemado para obtener energía. Suele estar formado a partir de coníferas – antepasados de los pinos-.

Hulla. Es un carbón de mejor calidad: mayor poder calorífico y menos compuestos contaminantes (de nitrógeno y azufre). Formado por restos de helechos, es más antiguo que el anterior (centenares de millones de años).

Antracita. Es el carbón de más alta calidad. Es el más antiguo, es muy rico en carbono, lo que le da su altísimo poder calorífico y la baja emisión de contaminantes durante la combustión. Una variedad de antracita muy dura es el **azabache**, empleado en joyería [las “higas” que se les ponen a los recién nacidos en Valdepeñas para ahuyentar “el mal de ojo” son de azabache]. En ocasiones, a partir de este carbón se produce carbono puro, bajo la forma mineral de **grafito**, de mucha utilidad en industria. [Hulla y antracita proceden de helechos fósiles, helechos que en aquellos días tenían el porte y el tamaño de palmeras].

EL PETRÓLEO

El petróleo es una mezcla de hidrocarburos de diferentes tipos y también contienen compuestos inorgánicos que contienen nitrógeno y azufre. Aunque no se han podido encontrar nunca restos de seres vivos, se supone que el petróleo procede de la transformación de la materia orgánica de organismos planctónicos acuáticos y quizás de restos de otros seres vivos sin especificar. Dichos organismos al morir caerían en fondos marinos y lagunares sin oxígeno (medio anóxico), siendo enterrados por sedimentos. Los hidrocarburos naturales que constituyen el petróleo se originarían por un proceso semejante al del carbón, también en medio anaerobio y en condiciones de presión y temperatura más elevadas. Hay otra explicación sobre su origen que dice que el petróleo formaba parte de los materiales que constituyeron nuestro planeta, es decir, que está aquí desde la formación de la Tierra y que no tendría, por tanto, un origen biológico.

Para poder ser explotables (extraíbles), estos hidrocarburos han de **migrar** desde grandes profundidades, donde se formaron, hasta rocas porosas y permeables próximas a la superficie llamadas **rocas almacén**. Al ser un material líquido y poco denso, tiende a ascender aprovechando fisuras y poros de las rocas. Pero por ese mismo motivo, el líquido puede llegar a la superficie y perderse en gran parte por evaporación.

En realidad, el petróleo que puede explotarse ha tenido que acumularse en las llamadas **trampas petrolíferas** que son lugares especiales que lo mantienen cerca de la superficie, pero sin que pueda escapar. Hay diversos tipos, pero las más frecuentes están formadas por rocas impermeables cercanas a la superficie y plegadas formando **anticlinales**. Estas estructuras geológicas en forma de “tejado” mantienen atrapado el petróleo que se irá acumulando y formando una bolsa petrolífera. Casi siempre en la misma bolsa hay gas en la parte superior y agua salada en la inferior, quedando el petróleo entre ambas.

Es curioso que el petróleo hasta hace apenas dos siglos no tuviera sino un empleo medicinal, para sanar enfermedades de la piel (*petro oleum* = aceite de roca).

Hoy día nuestro mundo se mueve gracias al petróleo. Los países desarrollados consumimos la mayor parte de la producción mundial y aunque todavía es un recurso abundante, no es renovable y el gasto que se hace aumenta día a día. En cuanto a la distribución de los yacimientos petrolíferos se puede decir que aparecen por todo el mundo, pero no de manera homogénea. En muchos países en vías de desarrollo que tienen esa gran fuente de dinero que es el petróleo, esa riqueza solo alcanza a unos pocos. Ha sido, es y será el motivo de muchos conflictos (la razón para la guerra de Irak del año 2.003 fue el control de este recurso por parte de quienes todos sabemos). (Año 2011: en Libia, país petrolero, las fuerzas de la OTAN ayudan a echar a un dictador “para llevar al país la democracia”...) (Dictadores sanguinarios como Teodoro Obiang de Guinea Ecuatorial, que mantiene a su pueblo en la más absoluta miseria, es recibido por nuestros dirigentes con todos los honores porque tiene petróleo) (Sudán de sur mantiene una guerra interna desde hace años por el control de los pozos) (Y el gobierno de Venezuela, con las mayores reservas de petróleo del mundo, tiene sus días contados porque Estados Unidos de América va a entrar en el país, de una forma o de otra, para hacerse con él en cualquier momento).



El petróleo, ya está dicho, es una mezcla compleja de hidrocarburos, que van desde un bajo número de átomos de carbono hasta los de larga cadena. El petróleo “crudo” es llevado a las refinerías donde mediante calentamiento es sometido a destilación fraccionada. El resultado es la separación de las diferentes fracciones: propano, butano, gasolina, keroseno, gasoil, fuel-oil y otros aceites pesados y asfaltos o alquitranes.

Con la destilación se produce la separación de las diferentes moléculas que contiene, pero si se desean obtener compuestos de cadena más corta a partir de moléculas de larga cadena, se recurre al calentamiento con empleo de catalizadores, en un proceso que se conoce como cracking o craqueo (crack = romper).

Aunque una alta proporción de todo el petróleo se emplea como combustible, no olvidemos la importancia de los asfaltos para construir carreteras y de otros hidrocarburos para fabricar plásticos y toda clase de fibras sintéticas, pesticidas, pinturas, medicinas, etc.

El petróleo se transporta a largas distancias en barcos especiales, los **petroleros**, y mediante conducciones llamadas **oleoductos**. De los impactos provocados durante el transporte del “oro negro” no hay mucho que decir, puesto que los desastres son por todos conocidos (Recuerda la catástrofe del petrolero *Prestige* frente a las costas de Galicia).

EL GAS NATURAL.

El gas natural procede también de la descomposición de materia orgánica. Está formado por una mezcla de metano, etano, propano, butano y otros gases, en distintas proporciones según los yacimientos. Al igual que el petróleo, para constituir un recurso debe encontrarse a poca profundidad y estar acumulado en una zona concreta. Esto sucede si la estructura geológica del subsuelo lo permite (trampa geológica similar a las petrolíferas). Puede encontrarse asociado a bolsas de petróleo o solo. Al estar sometido a presión su extracción no requiere bombas, tal y como sucede en muchos yacimientos petrolíferos. El gas natural es transportado mediante canalizaciones llamadas gaseoductos, que pueden alcanzar varios miles de kilómetros de longitud (Hay un gaseoducto que parte de Argelia, origen del gas, pasa por Marruecos y cruza el estrecho de Gibraltar, ramificándose por toda España, y llegando hasta Francia. Se cuenta también con otro más moderno que desde Argelia cruza el Mediterráneo y entra en la península Ibérica por Almería). También se transporta en barcos (barcos metaneros) donde se introduce licuado a muy baja temperatura con el fin de que sea rentable el transporte del mismo.

El gas natural se emplea en usos domésticos (calefacción, agua caliente y cocinas) y para uso industrial, como por ejemplo en aquellas industrias que necesitan calor en sus procesos: hornos (para cerámica, cemento) desecadores (orujeas, papeleras), etc. También está sustituyendo al carbón en las nuevas centrales térmicas (centrales de ciclo combinado).

El gas natural tiene sobre el carbón y el petróleo la ventaja de emitir a la atmósfera menos cantidad de contaminantes tales como azufre o nitrógeno, pero no así de dióxido de carbono. Se le llama gas natural porque procede directamente de yacimientos, no siendo fabricado a partir de la destilación de la hulla (gas ciudad), de la biomasa, del destilado de la madera, etc.

ENERGÍA GEOTÉRMICA

La energía geotérmica es la debida al flujo térmico que procede del interior de la Tierra y cuyas causas ya conocemos. Solo en lugares en los que el gradiente geotérmico sea muy alto cerca de la superficie, este calor podrá ser aprovechado. Esto sucede en zonas volcánicas como Islandia, en algunos puntos de Italia y en otros lugares del mundo, si bien no está muy extendida. Unas tuberías enterradas por las que circula agua son calentadas y se emplean para calefacción. Se trata de una energía que por sus características es difícil de ser aprovechada. En Islandia, perforaciones relativamente profundas permiten vaporizar agua para producir electricidad y también para calentar los hogares.

La única zona española donde quizás podría pensarse en un aprovechamiento de energía geotérmica de este tipo podría estar en algunas de las islas Canarias, pero hoy por hoy no parece ser rentable.

Históricamente, se han aprovechado en muchos lugares las **aguas termales**, que salen a la superficie a una temperatura más o menos elevada. Las causas del calentamiento pueden ser haber estado en las proximidades de masas de magma (por ejemplo, en zonas próximas a volcanes) o proceder de grandes profundidades y haber llegado a lugares en los que, por gradiente geotérmico, las rocas se hallan muy calientes (es el caso del agua termal de Jabalruz, cerca de Jaén).

Actualmente se están haciendo instalaciones para ayudar a calentar/enfriar casas mediante una red de tuberías enterradas a poca profundidad y que aprovechan la temperatura del terreno, muy constante a lo largo del año (en invierno más alta que el ambiente y en verano más fresco: sólo ahorran una parte de la energía que hay que emplear para calefacción y refrigeración).

ENERGÍA NUCLEAR. ORIGEN, TIPOS Y EXPLOTACIÓN.

La energía nuclear. Cuando hablamos de energía nuclear o atómica, estamos refiriéndonos a la energía que se desprende al **romper** o al **fusionar átomos**. Es decir, no se trata de reacciones químicas en las que se combinan o separan átomos. Hay dos procesos diferentes y que resultan ser opuestos: la fusión nuclear y la fisión nuclear.

La fusión nuclear consiste, en el caso más sencillo, en unir dos átomos de hidrógeno para obtener uno de helio. El proceso lleva al desprendimiento de enormes cantidades de energía. El problema es que para comenzar la reacción hace falta un gran aporte de energía y que la energía desprendida debe quedar confinada para poder ser aprovechada. A día de hoy, la reacción se puede llevar a cabo de forma descontrolada y tiene un uso militar: se trata de la bomba H. Se está construyendo un reactor experimental internacional (ITER) en Francia, para estudiar la posibilidad de producir controladamente energía por fusión. Si se logra, nos aseguran que los problemas de la humanidad con la energía estarían resueltos ya que se trataría una fuente energética inagotable. (Pero que nadie piense que será gratis o barata y que por lo tanto todos tendremos acceso a ella: nuestro mundo no funciona así).

La fisión nuclear es el proceso opuesto al anterior. Un átomo puede romperse o **desintegrarse** en otros menores. Al hacerlo, se desprende una gran cantidad de calor además de radiaciones de alta energía (**radiactividad**) y neutrones. Los elementos radiactivos son aquellos que tienden a desintegrarse espontáneamente (**radiactividad natural**), bien porque se trata de átomos muy grandes e inestables, o bien porque son isótopos de elementos poco pesados, pero igualmente inestables. Las reacciones de fisión pueden llevarse a cabo de forma incontrolada: la bomba atómica es la aplicación más conocida de este fenómeno. De forma controlada, la fisión producida en los reactores nucleares de las centrales térmicas permite la obtención de electricidad. En ambos casos hay que conseguir una cantidad suficiente de átomos fisionables y unas condiciones determinadas (hay que concentrar o "enriquecer" el combustible nuclear).

Los elementos más utilizados en los reactores nucleares son el isótopo de Uranio 235 y en menor medida el Plutonio 239. Cada átomo de uranio, al desintegrarse, libera dos neutrones por término medio que se mueven a gran velocidad y que pueden chocar y romper otros dos átomos, cada uno de los cuales libera otros tantos neutrones. Se trata de una reacción en cadena que en muy poco tiempo produce la desintegración de todo el material radiactivo y la liberación de enormes cantidades de energía calorífica y de radiaciones ionizantes (rayos gamma y rayos X). En los reactores nucleares, a diferencia de en las bombas atómicas, hay dispositivos que regulan la reacción en cadena, absorbiendo neutrones de modo que cada átomo de uranio fisionado solo induzca la fisión de otro y así sucesivamente. El diseño y los materiales del reactor impiden el escape de las radiaciones, y el calor desprendido se emplea para calentar agua y hacer vapor que moverá una turbina que conectada a un generador producirá electricidad.

Hay que decir que es una fuente de energía que tiene sus riesgos en las radiaciones que accidentalmente puedan escapar y en los residuos que quedan tras la fisión. Como ventajas, decir



que este recurso no hace aumentar el efecto invernadero. Dicen que resulta más económico que los combustibles fósiles (es más barato el kilovatio nuclear que el de carbón) y no es cierto, porque si añadimos lo que cuesta un hipotético accidente nuclear, lo que cuesta gestionar los residuos y lo que cuesta el desmantelamiento de las instalaciones una vez que termina su vida útil, resulta la más cara y peligrosa de todas las fuentes de energía. (Todo depende de quiénes nos hagan las cuentas).

Año 2011. Accidente nuclear en Japón: ¿Queda alguien que siga opinando que se trata de una fuente de energía segura, limpia y barata? [Efectivamente, el kilovatio nuclear le salía muy barato a la empresa japonesa propietaria de la central ya que es el estado (todos los japoneses) el que paga el desastre].

El uranio procede de minas en las que se extrae la uraninita y otros minerales mena del uranio. Su extracción y procesado (concentrado cerca de las minas y posterior “enriquecimiento” en unos pocos países) también entrañan grandes riesgos para la salud humana y para el medio ambiente. [→fábrica de uranio de Andújar, Jaén]

En el mundo hay varios cientos de centrales nucleares. España cuenta con seis de ellas y actualmente todo el combustible agotado se almacena en piscinas (depósitos de agua) dentro de sus instalaciones, a la espera de ver que puede hacerse con él. [Hace unos años, por falta de espacio en las propias centrales, se enviaron provisionalmente los residuos a Francia: se ha pagado mucho dinero por ello, pero ya ha pasado el plazo y Francia nos está penalizando con una cantidad de dinero exagerada por cada día que pasa y no nos los llevamos]. Actualmente está aprobada la construcción de un almacén de residuos nucleares para acoger todo el combustible gastado en las centrales nucleares españolas. Se ubicará en el término municipal de Villar de Cañas, Cuenca, un lugar geológicamente estable y muy despoblado (En caso de accidente se afectaría a menos personas y naturalmente serán pocos los que puedan protestar si están en contra).

El accidente de la central de Fukushima, producido como consecuencia de un tsunami, tuvo lugar en el año 2011 y todavía los habitantes de la zona más afectada no han podido regresar a sus hogares. La energía nuclear empezaba a sonar con fuerza por sus aspectos positivos (“barata” y no incremento del calentamiento global), pero el gravísimo accidente japonés ha puesto otra vez de manifiesto la peligrosidad de esa fuente de energía.

4.3. IMPACTO DE LA MINERÍA SOBRE EL MEDIO FÍSICO, BIOLÓGICO Y SOCIAL

La explotación de los recursos minerales se lleva a cabo mediante minas, explotaciones a cielo abierto, canteras y graveras. En cualquier caso, todas estas actividades suponen el empleo de maquinaria pesada y la extracción, transporte y acumulación de grandes cantidades de materiales, entre los que se incluyen la MENA o mineral de interés económico, la GANGA que son los minerales sin valor que acompañan a la mena y el ESTÉRIL o material que es preciso desalojar para llegar a los anteriores. Siempre hay impactos sobre la geosfera, sobre la atmósfera, sobre la hidrosfera y, por supuesto, sobre la biosfera.

La mayor parte de los recursos minerales metalíferos deben seguir un proceso de concentración de la mena (separando la ganga) y más tarde de extracción del propio metal del mineral del que forma parte (si se hace en las proximidades de la explotación se ahorran los costes de transporte de ganga). Esto supone diferentes tratamientos según de las características de cada mineral, pero suelen consistir en una trituración seguida de la separación de mena y ganga por flotación en un líquido de una densidad especial [si mena y ganga son de diferente densidad, el líquido debe permitir flotar a una y hundirse a la otra]. Otras veces se recurre al tostado del mineral para que se eliminen sustancias y se enriquezca en el metal buscado.

Sobre el medio físico los impactos son numerosos. Podemos considerar sus efectos **sobre la geosfera**: las actividades extractivas suponen la pérdida de suelo, ya sea por la propia excavación en el caso de explotaciones a cielo abierto y de canteras o por las escombreras, que son los depósitos del estéril o por ambas. Las vías de acceso, talleres, plantas de concentración, explanadas para la maquinaria, etc. también ocupan grandes superficies de suelo. Los desechos

de la maquinaria suponen un impacto añadido que incluye desde los derrames de aceite a las piezas de recambio eliminadas (neumáticos, filtros, bidones de lubricante y de combustible, chatarra, etc.). Las minas, en muchos casos, producen fenómenos de subsidencia o hundimiento del terreno (en aquellas zonas en las que estas explotaciones han sido muy numerosas y a lo largo de mucho tiempo).

Sobre la hidrosfera, hay que pensar en las escombreras y en los residuos antes mencionados: el agua de lluvia arrastra todo tipo de sustancias que podrán llegar a los ríos y a los acuíferos (lixiviación), contaminándolos. El agua y los líquidos empleados en los procesos de concentración son muy contaminantes (metales pesados, ácidos, etc.). La ganga resultante es transportada por el agua y se acumula por decantación en el fondo de balsas. [La rotura de una balsa de residuos en una mina en Aznalcóllar (Sevilla) en el año 1998 produjo la mayor catástrofe ecológica de nuestro país. Gracias a la rápida actuación de las autoridades, el desastre fue paliado en parte, pero las consecuencias no se borrarán hasta dentro de muchas décadas. En cuanto al precio económico que hemos pagado (todos los españoles con nuestros impuestos), se cifra en muchos millones de euros. La empresa dueña y responsable de las minas, de capital sueco, simplemente desapareció].

Sobre la atmósfera, las actividades extractivas generan polvo, ruidos y gases. También las actividades de los vehículos –excavadoras, camiones- y de la maquinaria de procesado de los minerales –molinos, hornos-.

Sobre la biosfera: las zonas de explotación quedan gravemente afectadas. La pérdida de suelo directamente elimina las comunidades vegetales que son la base de los ecosistemas. Y la disminución de la calidad de la atmósfera y de la hidrosfera también afecta a las poblaciones instaladas en las proximidades.

Qué decir del **medio social o sociosfera**: las zonas mineras, cuando funcionan a pleno rendimiento proporcionan numerosos puestos de trabajo, atraen personal y esto dinamiza la zona en cuestión (se instalan numerosos negocios en torno a estas poblaciones). En el caso concreto de nuestro país, hay que señalar que, por cuestiones de tipo económico, resulta más barato importar minerales y carbón que extraerlo de nuestras minas. Esto ha traído un grave problema social a todas nuestras regiones mineras: poblaciones y aun regiones que hace unos años eran florecientes, se encuentran ahora en un proceso de despoblamiento y sin apenas opciones de trabajo para muchos de sus habitantes (En Asturias, Teruel, León o Huelva encontramos ejemplos).

Medidas correctoras de la explotación minera. La normativa actual sobre residuos impone medidas de control de los desechos con el fin de minimizar los impactos y así, las aguas contaminadas deben quedar retenidas en balsas impermeables y las escombreras igualmente deberán disponer de un fondo impermeabilizado para impedir que los lixiviados alcancen los acuíferos. Una serie de canales de drenaje recogen el agua de lluvia que pueda correr por la superficie impidiendo que alcance un río. Esto no quiere decir que ya no existan problemas de impactos, pero sí que se están tomando ciertas medidas para disminuirlos. Por supuesto, estamos refiriéndonos a países considerados como desarrollados (esto encarece aún más los costes de extracción y favorece a los países en vías de desarrollo que sin medidas medioambientales y con salarios muy bajos compitan ventajosamente).

Pero las zonas mineras y las canteras suponen también un grave **impacto visual** (no tienes más que fijarte en la cantera que hay en Valdepeñas camino de Jaén o la que hay a la entrada de la capital). Para **corregirlo**, las leyes imponen la regeneración de los terrenos una vez finalizada la actividad extractiva, cubriendo las escombreras y las explotaciones a cielo abierto con tierra de labor y sembrando distintas especies de vegetales. Por eso, las empresas mineras, cuando solicitan la declaración de impacto ambiental deben adjuntar un **proyecto de restauración** tras el fin de la concesión. Naturalmente la puesta en práctica de dicho proyecto cuesta dinero y los empresarios deberán contemplarlo dentro de sus presupuestos [es decir, que cuando tiramos la lata de refresco a la basura hemos pagado el coste de fabricación del envase, el coste de la obtención del metal a partir del mineral, el coste de extracción del mineral y el coste de la regeneración de la mina de



donde se ha sacado el metal. Por último, estamos pagando un recibo todos los meses para que alguien recoja esa lata: lo que menos vale de una lata de refresco es el refresco].

IMPACTOS DERIVADOS DE LA EXPLOTACIÓN DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS. Energía nuclear: contaminación térmica y radiactiva. Combustibles fósiles: impactos derivados de la extracción, transporte, tratamiento del combustible y su utilización.

Energía nuclear: contaminación térmica y radiactiva. Los posibles efectos accidentales de fallos en los sistemas de seguridad de los procesos derivados de la energía nuclear, tanto de la obtención del mineral, como del tratamiento, transporte, reacción de desintegración y residuos generados son los que se refieren a la liberación de **radiaciones ionizantes**. Dichas radiaciones tienen graves efectos en los seres vivos. Se trata de efectos mutagénicos que pueden provocar tumores en niños y adultos; malformaciones en embriones e incluso en los gametos. (La gravedad dependerá de la dosis de irradiación sufrida). En el año 1986 se produjo la mayor catástrofe nuclear mundial con el accidente de la central nuclear de Chernobil, en la antigua Unión Soviética y actual Ucrania. Las autoridades falsearon los datos, pero se puede hablar de decenas de miles de muertos, tanto por acción directa de la explosión del reactor nuclear, como por cáncer, consecuencia de las mutaciones producidas por las radiaciones. Seguirán muriendo muchas personas en los próximos años y continúan apareciendo recién nacidos con graves malformaciones. Amplias zonas (decenas de miles de kilómetros cuadrados) seguirán contaminadas –aire, agua, suelo, alimentos- durante cientos de años). Año 2011: tsunami en Japón y catástrofe en la central nuclear de Fukushima que todavía no se ha cuantificado con claridad pero que parece ser en algunos aspectos tan grave como la anterior.

Las centrales nucleares, que aprovechan el calor de la desintegración para calentar agua y hacer vapor, también contaminan las aguas de ríos o mares al calentarlas en sus procesos de refrigeración. **Todas las centrales térmicas**, sea cual sea el origen del calor para hacer vapor (nuclear, carbón, fueloil, biomasa, gas) necesitan sistemas de refrigeración y ello supone tomar agua de mar, ríos o lagos y devolverla más caliente. Recuerda del tema de impactos en la hidrosfera que este hecho se considera contaminación.

Combustibles fósiles: Extraer carbón y minerales de uranio genera los impactos que ya han sido expuestos anteriormente al hablar de minas. El petróleo también genera impactos allí donde se explota: las torres de perforación con su maquinaria, las bombas que en muchos casos son necesarias para hacerlo salir del subsuelo; muchos yacimientos se encuentran bajo el mar y hay que montar plataformas flotantes o ancladas al fondo. En ambos casos el petróleo debe ser transportado hasta los lugares de destino, donde será refinado y bien se hará mediante oleoductos o bien mediante barcos. En cualquier caso, hay maquinaria pesada que contamina con sus residuos, sus gases, sus piezas de recambio, el ruido, los gases. A ello hay que añadir los escapes de petróleo en los mismos yacimientos y, si hay accidentes, barcos que no llegan a su destino, oleoductos que arden o se rompen o, como sucedió en 2010, una plataforma en el golfo de Méjico ardió y se produjo un vertido incontrolado de crudo al mar durante varios meses.

El procesado del crudo en las refinerías también genera impactos varios. El gas natural, siendo más limpio en casi todos los aspectos, genera los impactos de las instalaciones de extracción, licuado, transporte, etc. Por lo tanto, como resultado de todos los procesos, los impactos afectan a la atmósfera, a las aguas, a la geosfera y a la biosfera.

Si la explotación, transporte, elaboración-refinado y nuevo transporte genera impactos de muchos tipos, el **consumo** de los combustibles fósiles origina otros, que ya han sido tratados en temas anteriores: a la atmósfera se emiten grandes cantidades de dióxido de carbono que acentúan el efecto invernadero, así como gases que intervienen en la lluvia ácida, además de partículas, hidrocarburos y otros compuestos volátiles.

Las centrales térmicas producen contaminación de las aguas al calentar la que emplean en la refrigeración. En el suelo, los residuos de la combustión del carbón (escorias y cenizas) se acumulan en balsas y escombreras ocasionando los mismos problemas que las que se generan en

minas y canteras. En el aire, ya es sabido que emiten grandes cantidades de dióxido de carbono, óxidos de azufre y de nitrógeno.

Si nos referimos a impactos directos sobre la biosfera, es decir, sobre los seres vivos, la lluvia ácida afecta a los vegetales pudiendo en casos graves acabar con la vida de bosques y lagos. Las mareas negras producidas por derrame de petróleo acaban con la vida de plantas y animales en las zonas alteradas (aves marinas, crustáceos, moluscos, algas, organismos del plancton, etc.).

Al referirnos a los impactos derivados del uso de los recursos energéticos ya ha sido comentado que se producen residuos contaminantes de diferentes tipos.

La extracción de carbón genera grandes cantidades de estériles que simplemente se acumulan en escombreras controladas. Tras su combustión en centrales térmicas, las cenizas y las escorias también se acumulan en escombreras y balsas controladas. Como mucho se tratan las cenizas para eliminar su carácter ácido o se emplea una parte en la fabricación de cemento. La producción y sobretodo el refinado del petróleo produce residuos que generalmente se acumulan en balsas controladas.

Los residuos de uranio una vez que ya no presentan suficiente actividad para generar electricidad, pueden sufrir dos procesos, o bien el almacenamiento en vertederos especiales, diseñados con estrictas medidas de seguridad, o bien se pueden reciclar (enriquecimiento) en centros especiales para obtener nuevo "combustible nuclear" (además de eso, países como USA, Francia, Gran Bretaña, China, India, Pakistán e Israel reciclan una parte de ellos en forma de bombas nucleares: ¡eso sí que es un buen ejemplo de reciclaje!).

El problema peor solucionado de la energía nuclear no es tanto el de la seguridad de las instalaciones como el de qué hacer con los residuos. Se han intentado diferentes métodos. En cualquier caso, lo primero que se hace es rodear de hormigón pequeñas masas de esos residuos y encerrarlos en bidones de acero. Hasta hace unos veinte años se tiraban al mar (Greenpeace y otros grupos ecologistas fueron decisivos en que se terminara con ese sistema), luego se pagó a países del tercer mundo para que ellos los guardaran, pero como ha habido protestas por ser poco ético, ahora los países productores de dichos residuos han tenido que construir vertederos, que normalmente son antiguas minas situadas en regiones poco activas geológicamente hablando y que no posean acuíferos, ni estén en zonas pobladas. En definitiva, con altas medidas de seguridad.

Marzo de 2012: la posibilidad de efectuar sondeos frente a las costas de las islas Canarias para buscar petróleo abre la polémica. Entran en competencia dos recursos, el energético, si al final se descubre petróleo, y el turístico, del que viven las islas y que podría verse afectado por los impactos derivados de las operaciones de prospección y en su caso de explotación. Como vemos, no es fácil decidir en muchos casos qué es lo mejor o lo menos malo para la sociedad, pero siempre hay quienes se benefician a costa de los perjudicados (De momento lo han dejado ya que no han encontrado lo que buscaban).

Resumiendo la situación española en recursos energéticos, hay que decir que nuestro país posee amplias reservas de carbón, aunque una parte importante de estas son de lignito de baja calidad (muy contaminante). No poseemos petróleo (hay algunos yacimientos, insuficientes para nuestra demanda, en las proximidades del delta del Ebro) y tampoco gas natural, por lo que dependemos totalmente de los países productores y del precio del mercado internacional. En cuanto a la energía geotérmica, hay que decir que no contamos con zonas propicias. Aunque existen muchos balnearios de agua caliente natural que suponen un recurso para los habitantes de las zonas: recurso turístico. [Curiosidad: la palabra alhama significa agua termal. Hay varias localidades en España con este apelativo: Alhama de Granada, de Murcia, de Aragón, de Almería].

Tenemos más Sol que la mayor parte de los países europeos, pero no somos los que más lo aprovechamos. Hubo un gran parón en la instalación de energías renovables (sobre todo solar y eólica), que habían despegado con fuerza gracias a las políticas de primas a la producción, en el año 2007 (año de la crisis del ladrillazo) por el gobierno de la nación.



En el año 2019 un nuevo cambio de leyes vuelve a potenciar las energías renovables...las políticas en cada momento influyen en el futuro de las naciones.

Y se cierne una nueva gran amenaza: se ha abierto oficialmente la puerta a una nueva tecnología llamada **fracking o fractura hidráulica** que permitiría extraer gas contenido en rocas pizarrosas profundas de muchas zonas del país a un alto precio en cuanto a impactos ambientales y sociales. <http://fracturahidraulicano.wordpress.com/2011/09/19/el-infierno-del-fracking-el-verdadero-coste-de-la-fiebre-de-eeuu-por-el-gas-natural/>

Cuando nos hablen de **gas no convencional** o **gas de pizarra** se están refiriendo a un combustible que requiere de unos métodos de extracción que acaban con los acuíferos de la zona explotada y que producen otras graves alteraciones en el medio. Como de costumbre resulta muy rentable...a unos pocos que son grandes empresas multinacionales (en estados Unidos de América, argentina y otros países ya está muy extendida esta técnica y sus consecuencias.

En nuestro país se han concedido permisos para empezar a investigar (sondeos y pruebas sísmicas) y ver si nuestro subsuelo posee este tipo de hidrocarburos. Concretamente la zona de Úbeda es una de las que están en proceso de estudio.