

Desechos de recursos energéticos como contaminantes:

COMBUSTIBLES FÓSILES

Los combustibles fósiles son sustancias ricas en energía que se han formado a partir de plantas y microorganismos enterrados durante mucho tiempo. Los combustibles fósiles, que incluyen el petróleo, el carbón y el gas natural, proporcionan la mayor parte de la energía que mueve la moderna sociedad industrial.

Químicamente, los combustibles fósiles consisten en hidrocarburos, que son compuestos formados por hidrógeno y carbono; algunos contienen también pequeñas cantidades de otros componentes. Los hidrocarburos se forman a partir de antiguos organismos vivos que fueron enterrados bajo capas de sedimentos hace millones de años.

EFFECTOS MEDIOAMBIENTALES DE LOS COMBUSTIBLES FÓSILES

Lluvia ácida

Cuando los combustibles fósiles son quemados, el azufre, el nitrógeno y el carbono desprendidos se combinan con el oxígeno para formar óxidos. Cuando estos óxidos son liberados en el aire, reaccionan químicamente con el vapor de agua de la atmósfera, formando ácido sulfúrico, ácido nítrico y ácido carbónico, respectivamente. Esos vapores de agua que contienen ácidos conocidos comúnmente como lluvia ácida entran en el ciclo del agua y, por tanto, pueden perjudicar la calidad biológica de bosques, suelos, lagos y arroyos.

Cenizas

La combustión de combustibles fósiles produce unas partículas sólidas no quemadas llamadas cenizas. Las plantas que queman carbón emiten grandes cantidades de cenizas a la atmósfera. Sin embargo, las regulaciones actuales existentes en muchos países exigen que las emisiones que contengan cenizas sean limpiadas o que las partículas sean controladas de otra manera para reducir esa fuente de contaminación atmosférica. Aunque el petróleo y el gas natural generan menos cenizas que el carbón, la contaminación del aire producida por las cenizas del combustible de los automóviles puede ser un problema en ciudades en las que se concentra un gran número de vehículos de gasolina y diesel.

ENERGÍA NUCLEAR

La energía nuclear se extrae de diferentes tipos de átomos. Se utiliza su capacidad de radiación como energía. De estos átomos se utilizan los métodos de fisión y fusión de átomos.

ENERGÍA NUCLEAR DE FISIÓN

En primer lugar, la energía liberada por la fisión es muy grande. La fisión de 1 kg de uranio 235 libera 18,7 millones de kilovatios hora en forma de calor. En segundo lugar, el proceso de fisión iniciado por la absorción de un neutrón en el uranio 235 libera un promedio de 2,5 neutrones en los núcleos fisionados. Estos neutrones provocan rápidamente la fisión de varios núcleos más, con lo que liberan otros cuatro o más neutrones adicionales e inician una serie de fisiones nucleares automantenidas, una reacción en cadena que lleva a la liberación continuada de energía nuclear.

FUSIÓN NUCLEAR

En las reacciones de fisión estudiadas anteriormente, el neutrón, que no tiene carga eléctrica, puede acercarse

fácilmente a un núcleo fisionable (por ejemplo, uranio 235) y reaccionar con él. En una reacción de fusión típica, en cambio, cada uno de los dos núcleos que reaccionan tiene una carga eléctrica positiva, y antes de que puedan unirse hay que superar la repulsión natural que ejercen entre sí, llamada repulsión de Coulomb. Esto ocurre cuando la temperatura del gas es suficientemente alta, entre 50 y 100 millones de grados centígrados.

RIESGOS RADIOLÓGICOS

Los materiales radiactivos emiten radiación ionizante penetrante que puede dañar los tejidos vivos. La unidad que suele emplearse para medir la dosis de radiación equivalente en los seres humanos es el milisievert. La dosis de radiación equivalente mide la cantidad de radiación absorbida por el organismo, corregida según la naturaleza de la radiación puesto que los diferentes tipos de radiación son más o menos nocivos. En el caso del Reino Unido, por ejemplo, cada individuo está expuesto a unos 2,5 milisieverts anuales por la radiación de fondo procedente de fuentes naturales. Los trabajadores de la industria nuclear están expuestos a unos 4,5 milisieverts (aproximadamente igual que las tripulaciones aéreas, sometidas a una exposición adicional a los rayos cósmicos). La exposición de un individuo a 5 sieverts suele causar la muerte. Una gran población expuesta a bajos niveles de radiación experimenta aproximadamente un caso de cáncer adicional por cada 10 sieverts de dosis equivalente total. Por ejemplo, si una población de 10.000 personas está expuesta a una dosis de 10 milisieverts por individuo, la dosis total será de 100 sieverts, por lo que habrá 10 casos de cáncer debidos a la radiación (además de los cánceres producidos por otras causas).

En la mayoría de las fases del ciclo de combustible nuclear pueden existir riesgos radiológicos. El gas radón, radiactivo, es un contaminante frecuente en las minas subterráneas de uranio. Las operaciones de extracción y trituración del mineral producen grandes cantidades de material que contiene bajas concentraciones de uranio. Estos residuos tienen que ser conservados en fosas impermeables y cubiertos por una capa de tierra de gran espesor para evitar su liberación indiscriminada en la biosfera.

Las plantas de enriquecimiento de uranio y de fabricación de combustible contienen grandes cantidades de hexafluoruro de uranio (UF₆), un gas corrosivo. Sin embargo, el riesgo radiológico es menor, y las precauciones habituales que se toman con las sustancias químicas peligrosas bastan para garantizar la seguridad.

INFLUENCIA DE ESTOS CONTAMINANTES EN EL CAMBIO GLOBAL

CALENTAMIENTO GLOBAL

El dióxido de carbono es el principal subproducto de la combustión de los combustibles fósiles. Es lo que los científicos llaman un gas invernadero. Los gases invernadero absorben el calor del Sol reflejado en la superficie de la Tierra y lo retienen, manteniendo la Tierra caliente y habitable para los organismos vivos. No obstante, el rápido desarrollo industrial de los siglos XIX y XX ha provocado un incremento de las emisiones procedentes de la combustión de combustibles fósiles, elevando el porcentaje de dióxido de carbono en la atmósfera en un 28%. Este dramático incremento ha llevado a algunos científicos a predecir un escenario de calentamiento global que puede causar numerosos problemas medioambientales, como la destrucción de los modelos climáticos y la fusión del casquete polar.

Aunque es extremadamente difícil atribuir los cambios globales de temperatura a la combustión de los combustibles fósiles, algunos países están trabajando de manera conjunta para reducir las emisiones de dióxido de carbono procedentes de estos combustibles. Una de las propuestas consiste en establecer un sistema para que las compañías que emitan dióxido de carbono por encima del nivel establecido tengan que pagar por ello. Ese pago podría producirse de diversas formas, incluyendo: (1) pagar una cantidad a una

compañía cuyas emisiones de dióxido de carbono sean inferiores al nivel establecido; (2) comprar y preservar bosques, que absorben dióxido de carbono; (3) pagar para mejorar una planta de emisión de dióxido de carbono en un país menos desarrollado, para que sus emisiones descendan.

Algunos países cuentan con leyes medioambientales que exigen el uso de equipos que reduzcan la contaminación, como los depuradores de aire. Son aparatos instalados en el interior de las chimeneas de las plantas que queman carbón, que separan los vapores de dióxido de azufre y otros compuestos antes de que estas sustancias contaminantes entren en la atmósfera.

RECUPERACION Y TRANSPORTE DEL PETROLEO

Se producen problemas medioambientales al perforar pozos y extraer fluidos porque el petróleo bombeado desde las profundas rocas almacén suele ir acompañado de grandes volúmenes de agua salada. Esa salmuera contiene numerosas impurezas, por lo que debe ser llevada de nuevo a las rocas almacén o destruida en la superficie.

El petróleo es transportado a la refinería situada a menudo a grandes distancias en camiones o en petroleros, y en ocasiones se producen vertidos accidentales. Estos vertidos, especialmente los de gran volumen, pueden resultar muy perjudiciales para la vida salvaje y el hábitat.

EXTRACCIÓN DEL CARBÓN

Las operaciones de extracción de carbón en la superficie, en las llamadas minas a cielo abierto, utilizan palas macizas para retirar la tierra y las rocas que hay por encima del carbón, perturbando el paisaje natural. Sin embargo, las nuevas medidas de protección del suelo existentes en algunos países exigen que las compañías mineras devuelvan al paisaje un aspecto similar al que tenían en un principio.

Otro problema medioambiental asociado con la extracción del carbón se produce cuando vetas de carbón recientemente excavadas son expuestas al aire. Los compuestos de azufre que contiene el carbón se oxidan en presencia de agua, formando ácido sulfúrico. Si esa disolución de ácido sulfúrico sale a la superficie o entra en contacto con aguas subterráneas, puede perjudicar la calidad del agua y de la vida acuática. En la actualidad, se están realizando esfuerzos para eliminar el ácido sulfúrico antes de que alcance los ríos, los lagos y los arroyos. Por ejemplo, los científicos están estudiando si determinados pantanos artificiales son capaces de neutralizar esa disolución de ácido sulfúrico.

REPROCESAMIENTO DEL COMBUSTIBLE RADIOACTIVO

La fase de reprocesamiento del combustible plantea diversos riesgos radiológicos. Uno de ellos es la emisión accidental de productos de fisión en caso de que se produzca una fuga en las instalaciones químicas y los edificios que las albergan. Otro podría ser la emisión rutinaria de niveles bajos de gases radiactivos inertes como el xenón o el criptón. Una planta de reprocesamiento llamada THORP (acrónimo inglés de Planta Térmica de Reprocesamiento de Óxido) ha empezado a funcionar en Sellafield, en la región de Cumbria (Gran Bretaña). Esta planta reprocesará combustible agotado de centrales británicas y extranjeras. En Francia también se lleva a cabo este proceso, y Japón está desarrollando sus propias plantas de reprocesamiento.

Una gran preocupación en relación con el reprocesamiento químico es la separación de plutonio 239, un material utilizado en la fabricación de armas nucleares. En Estados Unidos por ejemplo, no se reprocesa en la actualidad ningún combustible por temor al uso ilegal de este producto. El empleo de medios no tanto técnicos como políticos parece ser la mejor forma de controlar los peligros de su desviación subrepticia o su producción secreta para fabricar armas. La mejora de las medidas de seguridad en los puntos sensibles del ciclo del combustible y el aumento de la inspección internacional por parte de la Agencia Internacional de la

Energía Atómica (AIEA) parecen las medidas más apropiadas para controlar los peligros de la desviación del plutonio.

ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS RADIOACTIVOS

El último paso del ciclo del combustible nuclear, el almacenamiento de residuos, sigue siendo uno de los más polémicos. La cuestión principal no es tanto el peligro actual como el peligro para las generaciones futuras. Muchos residuos nucleares mantienen su radiactividad durante miles de años, más allá de la duración de cualquier institución humana. La tecnología para almacenar los residuos de forma que no planteen ningún riesgo inmediato es relativamente simple. La dificultad estriba por una parte en tener una confianza suficiente en que las generaciones futuras estén bien protegidas y por otra en la decisión política sobre la forma y el lugar para almacenar estos residuos. La mejor solución parece estar en un almacenamiento permanente, pero con posibilidad de recuperación, en formaciones geológicas a gran profundidad. En 1988, el gobierno de Estados Unidos eligió un lugar en el desierto de Nevada con una gruesa sección de rocas volcánicas porosas como el primer depósito subterráneo permanente de residuos nucleares del país. En el Reino Unido no se ha escogido ningún lugar, aunque las investigaciones geológicas se centran en Sellafield.