

Trabajos Tema 7: Los Recursos Minerales y Energéticos

- Los trabajos se realizarán por grupos de 2. Sin embargo, en esta ocasión, se valorarán de forma individual algunos apartados del trabajo. Constarán de las siguientes partes:
 1. Elaboración de una presentación en Power Point, Keynote (exportar a pdf) o Prezi que resuma los elementos principales del tema asignado. **Se aconseja una extensión de entre 5 y 10 diapositivas.** En esta ocasión nos ceñiremos estrictamente al libro de texto por concreción. Las diapositivas deberán incluir la definición de los principales conceptos. Se penalizará fuertemente la copia o adaptación directa de material de otras fuentes en formato masivo aunque se citen las fuentes en la bibliografía (se busca la expresión con las propias palabras).
 2. Presentación oral de la misma delante de los compañeros. **Tiempo asignado: 15 minutos.** La presentación tendrá dos partes de igual tiempo en las que expondrá cada uno de los miembros del grupo por separado. La explicación habrá de ajustarse al tiempo asignado: se penalizará que esto no se tenga en cuenta o que la presentación no cubra concisamente todo el tema, por lo que es necesario saber escoger lo más importante. Se penalizará la lectura de los contenidos expuestos. **Los dos primeros apartados se valorarán con 5 puntos sobre 10.**
 3. El tercer apartado consta de dos partes. La profesora podrá preguntar a los alumnos por cualquiera de esas dos partes para verificar que han colaborado activamente en ellas. Se trata de 1) un ejercicio relacionado con el tema de convocatorias recientes de las PAU (**2 puntos**) y 2) resumen (aproximadamente dos/tres párrafos) y comentario (aproximadamente dos/tres párrafos) de un texto, fotografía, gráfico o vídeo que se proporciona (**3 puntos**).

Grupo 1: Los Recursos de la Geosfera y sus Reservas. Los Combustibles Fósiles: el Carbón

[Páginas 164-165, 175-176 (excepto epígrafe 5.2)]

Ejercicio PAU (Asturias 2014)

- 1** 1) Explica qué es el carbón, cómo se forma, qué variedades existen y qué usos tiene.
2) ¿Cuáles son los problemas ambientales derivados de su extracción y utilización?

Para comentar

Se realizará un resumen y comentario sobre el concepto de *pico del carbón*, siguiendo la siguiente fuente (si bien se pueden aportar comentarios puntuales de otras fuentes):

https://es.wikipedia.org/wiki/Pico_del_carb%C3%B3n

Pico del carbón

Pico del carbón es el momento en el que se alcanza la máxima tasa de producción mundial de carbón, después de lo cual, de acuerdo con la teoría, la tasa de producción entrará en un declive irreversible.

1 Origen del concepto

El carbón es un combustible fósil formado a partir de materia vegetal a lo largo de millones de años. Se trata de un recurso finito y por ello se considera una fuente de energía no renovable.

El concepto del pico de carbón se desprende de la teoría del pico de Hubbert elaborada por M. King Hubbert, que es más comúnmente asociada con el pico del petróleo. El análisis de Hubbert mostró que a cada pozo de petróleo, región y nación le corresponde una curva de agotamiento del recurso.^[1] Sin embargo, este problema fue planteado originalmente por William Stanley Jevons en su libro *La cuestión del carbón* ya en 1865.

Hubbert notó que la producción de carbón de Estados Unidos creció logarítmicamente a una velocidad constante del 6,6% anual desde 1850 hasta 1910. A continuación, el crecimiento se niveló. Llegó a la conclusión de que ningún recurso finito puede sostener un crecimiento exponencial. En algún momento, la tasa de producción llegará al máximo y luego disminuirá hasta que los recursos se agoten. Teorizó que trazar la curva de tiempo de la tasa de producción mostraría una curva en forma de campana, con una disminución tan rápida como su aumento.^[1] Hubbert utilizó su observación de la producción de carbón de EE.UU. para predecir el comportamiento del petróleo.

Las estimaciones de la producción mundial del pico de carbón varían ampliamente. Muchas asociaciones de carbón sugieren que el pico podría ocurrir en 200 años o más, mientras que las estimaciones científicas predecían el pico en 2010. La investigación realizada en 2009 por la Universidad de Newcastle en Australia concluyó que la producción mundial de carbón puede alcanzar un máximo en algún momento entre 2010 y 2048.^[2] Los datos de las reservas mundiales de carbón son de baja calidad y a menudo sesgados al alza. En general las proyecciones colectivas predicen que el pico de la producción mundial de carbón se puede producir en algún momento en torno a 2025, 30% más que la producción en 2008 en el mejor de los casos, en función de las tasas futuras de producción de carbón.^{[3][4]}

2 Pico mundial del carbón

Las proyecciones de M. King Hubbert de 1956 para la producción mundial de carbón ubican el pico mundial de carbón en 2150.^[1]

El informe *Carbón: Recursos y producción futura*,^[5] publicado el 05 de abril 2007 por el Grupo de Energy Watch (EWG (o Grupo para la Vigilancia de la Energía) encontró que la producción mundial de carbón puede alcanzar un máximo en tan sólo 15 años a partir de 2007.^[6] Richard Heinberg observa también que la fecha del pico de extracción anual de energía a partir del carbón probablemente ocurrirá antes de la fecha del pico en cantidad de carbón extraído (toneladas por año) porque los tipos de carbón de más alto contenido energético se han extraído en mayor cantidad.^[7]

En *The Future of Coal* ("El futuro del carbón) por B. Kavalov y S. D. Peteves del Instituto para la Energía (IFE), preparado para la Comisión Europea de Investigación Conjunta, llega a una conclusión similar y declara que "el carbón podría no ser tan abundante, ampliamente disponible y fiable como fuente de energía en el futuro".^[6] Kavalov y Peteves no intentaron estimar el pico de producción.

La Energy Information Administration (Administración de información de energía) de Estados Unidos proyecta que la producción mundial se incrementará hasta 2030.^[8]

3 Pico por naciones

En 2005, los mayores países productores de carbón fueron China (44% de la producción mundial), Estados Unidos (20%), India (8%), y Australia (7%). Cada uno de estos cuatro grandes productores han experimentado incrementos significativos en la producción de carbón.^[9]

3.1 República Popular China

La República Popular China es el mayor extractor de carbón del mundo y tiene la tercera reserva más grande después de Rusia y los Estados Unidos. El Energy Watch Group predice que las reservas de China alcanzarán su punto máximo alrededor de 2015.^[10] El Grupo de Trabajo también predice que el reciente aumento brusco en la producción será seguido por un fuerte descenso a partir de 2020. La EIA proyecta que la producción de carbón

de China seguirá aumentando hasta el año 2030.^[11]

3.2 Estados Unidos

La producción de carbón alcanzó su punto máximo en el año 1900, luego disminuyó considerablemente durante los años de **depresión de la década de 1930**. La producción de carbón alcanzó otro pico en la **década de 1940** y luego disminuyó durante la **década de 1950**.^[1] Luego la producción de carbón revivió, y el aumento ha sido una tendencia casi constante desde 1962, superando los picos anteriores. La producción en 2006 fue un récord de 1.16 mil millones de toneladas.^[12] El carbón **antracita** de alto grado tuvo su pico en 1914;^[1] y declinó de 44 millones de toneladas en 1950 a 1.6 millones de toneladas en 2007. La producción de carbón **bituminoso** también ha declinado desde 1990. Se considera que esto se debe al incremento de la producción de carbón sub-vituminoso.^[12] Análisis detallado de las tendencias históricas en la producción de carbón de EE.UU. Las estimaciones de reservas, junto con una perspectiva de futuro posible han sido recientemente publicadas en revistas científicas de geología del carbón.^[13]

En 1956, Hubbert estimó que la producción de carbón de Estados Unidos tendría un pico en 2150.^[1] En 2004, Gregson Vaux utilizó el modelo de Hubbert para predecir el pico de la producción de carbón en 2032.^[14]

La producción de carbón en los Estados Unidos, el segundo mayor productor del mundo (2007), ha sido objeto de múltiples picos y descensos, pero el máximo total de producción de energía del carbón se alcanzó en 1998, representando 598 millones de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep). Para el año 2005 esta había caído a 576 Mtep, un 4% menor.^{[15][16]}

3.3 Australia

Australia tiene importantes recursos de carbón, sobre todo lignito, que es responsable de casi el 40% de las exportaciones mundiales de carbón, y gran parte de la electricidad del país se genera a partir de **central de carbón**. Existen planes provisionales para la conversión muy lenta de la generación de electricidad del carbón a producir energía a partir de **gas**, aunque estos planes todavía son un tema de mucho debate en la política australiana.

Los planes a largo plazo de carbón en Australia incluyen la exportación a gran escala de carbón marrón a las grandes naciones en desarrollo como China e India a precios muy baratos. Otros grupos, como **Australian Greens**, sugieren que el carbón debe quedarse en el suelo para evitar la combustión en Australia o los potenciales países exportadores.

La investigación de 2009 por la Universidad de Newcastle en Australia llegó a la conclusión de que la producción de carbón de Australia pueden alcanzar un máximo en

algún momento después de 2050.^[2] Si bien la Asociación Australiana del Carbón (ACA) estima que los recursos identificados de carbón negro en Australia podrían durar más de 200 años según la tasa de producción en 2007, no tienen en cuenta las reservas de carbón marrón.^[17]

3.4 Nueva Gales del Sur

De acuerdo a los cálculos del Centro de la comunidad Hunter para el medio ambiente en **Newcastle**, el estado australiano de **Nueva Gales del Sur** sus reservas de 10.600 millones de toneladas de carbón se agotarán para 2042, debido al crecimiento de la industria y la tasa de producción de cerca de 3.2% anual.^[17]

3.5 Reino Unido

La producción de carbón en Gran Bretaña alcanzó su punto máximo en 1913 en 287 millones de toneladas y ahora representa menos del uno por ciento de la producción mundial de carbón. En 2007 la producción fue de alrededor de 15 millones de toneladas.^[18]

3.6 Canadá

De acuerdo con el Grupo de vigilancia de la Tierra, la producción de carbón en **Canadá** alcanzó su pico en 1997.^[10]

3.7 Alemania

Alemania llegó al pico de producción de **hulla** en 1958 con 150 millones de toneladas. En 2005 la producción de hulla fue de alrededor de 25 millones de toneladas.^[10] La producción total de carbón alcanzó su punto máximo en 1985 con 578 millones de toneladas, se redujo drásticamente en la década de 1990 tras la reunificación alemana, y ha sido casi constante desde 1999. La producción total de carbón en 2005 fue de 229 millones de toneladas, 4% de la producción mundial total.^[9]

4 Referencias

- [1] M. King Hubbert (1956-06). «Nuclear Energy and the Fossil Fuels 'Drilling and Production Practice'» (PDF). API. p. 36. Consultado el 18 de abril de 2008.
- [2] Universidad de Newcastle, Australia, *Investigadores prevén que la producción mundial de carbón se podría alcanzar en 2010*, 28 de octubre de 2009
- [3] *Carbón: Recursos y producción futura*, página 47 informe del Grupo de vigilancia de la energía, 28 de marzo de 2007 (revisado el 10 de julio de 2007)
- [4] *Recursos de uranio y energía nuclear*, Grupo de vigilancia de la energía, diciembre de 2006

- [5] «Coal: Resources And Future Production» (PDF). Energy Watch Group. 10 de julio de 2007. p. 7. Archivado desde el original el 22 de noviembre de 2015. Consultado el 30 de junio de 2008.
- [6] Richard Heinberg (21 de mayo de 2007). «Pico del carbón: más pronto de lo que usted piensa». Energy Bulletin. Consultado el 6 de junio de 2008.
- [7] Richard Heinberg (2007-03). «burn the furniture». Richard Heinberg. Consultado el 6 de junio de 2008.
- [8] Agencia de información de energía de Estados Unidos: *Panorama de energía internacional*, fecha de acceso 25 de enero de 2009.
- [9] Agencia de información de energía de Estados Unidos: *Producción mundial de carbón, 1980-2005* (hoja de Excel)
- [10] «Coal: Resources And Future Production» (PDF). Energy Watch Group. 10 de julio de 2007. p. 8. Archivado desde el original el 22 de noviembre de 2015. Consultado el 20 de agosto de 2010.
- [11] Agencia de información de energía de Estados Unidos: *Panorama de energía internacional 2008*, p.52, PDF, fecha de acceso 25 de enero de 2009,
- [12] US Energy Information Agency: *Coal production, selected years, 1949-2007*
- [13] Mikael Höök, Kjell Aleklett, 2009. Las tendencias históricas en la producción de carbón de América y las perspectivas de futuro posibles, International Journal of Coal Geology, artículo en prensa
- [14] Gregson Vaux (27 de mayo de 2004). «The Peak in U.S. Coal Production». From the Wilderness. Consultado el 30 de junio de 2008.
- [15] Grupo de vigilancia de la energía (2007) Informe “Carbón: Recursos y producción futura”
- [16] EnergyBulletin.net, *Pico del carbón: antes de lo que crees*, Richard Heinberg, 21 de mayo de
- [17] «Agotamiento de las reservas de carbón limpio se hace viable». *The Sydney Morning Herald*. 10 de abril de 2007.
- [18] David Strahan (5 de marzo de 2008). «Lump sums». Londres: The Guardian. Consultado el 6 de setiembre de 2008.

5 Enlaces externos

- Esta obra deriva de la traducción de *Peak coal* de Wikipedia en inglés, publicada por sus editores bajo la Licencia de documentación libre de GNU y la Licencia Creative Commons Atribución-CompartirIgual 3.0 Unported.

Grupo 2: Los Combustibles Fósiles: Petróleo y Gas Natural

[Páginas 176-179 (epígrafe 5.2)]

Ejercicio PAU (Castilla-la Mancha 2014)

- 8** ¿Qué tipo de fuente energética es el gas natural? ¿Cómo se obtiene?

- 9** Explica las ventajas que tiene el uso de gas natural frente al empleo del carbón o el petróleo como combustible.

Para comentar

Se realizará un resumen y comentario sobre la siguiente infografía

http://www.ideal.es/apoyos/graficos/reservas_petroleo.html

en la que se exponen datos sobre las reservas actuales de petróleo y sus expectativas futuras.

Grupo 3: Los Yacimientos Minerales y su Origen

[Páginas 166-167]

Ejercicio PAU (Navarra 2013)

- 2.2. Defina el concepto de yacimiento mineral. Clasifique los yacimientos en función de su origen y el tipo de recursos que ofrecen.

Para comentar

Se realizará una descripción y un comentario sobre la imagen de la siguiente página, en la que se describe el proceso de extracción del oro.

EL PROCESO DEL ORO DE PRINCIPIO A FIN

2006
Yanacocha es la mina que alcanzó como la primera productora de oro en el mundo durante ese año.

Más de 12 millones
de onzas de oro se produjeron entre 2003 y 2007.

Casi US\$ 400 millones
de inversión ambiental desde el inicio de las operaciones de Yanacocha.

EL PROCESO DE PRODUCCIÓN PASO A PASO

1 EXPLORACIÓN

Construcción de un túnel por donde pasan los mineros para explorar y detectar la presencia del mineral.

Los mineros realizan sondeos para detectar la presencia del mineral.

Si se detecta mineral, se procede a la excavación y se realizan pruebas para determinar si el mineral es económico.

Si es económico, se procede a la excavación y se realizan pruebas para determinar si el mineral es económico.

2 MINADO

Construcción de una excavadora que extrae el mineral y lo transporta hasta la planta de lavado (PA).

Se procede a la excavación y se realizan pruebas para determinar si el mineral es económico.

Todos los camiones y los guías que trabajan en la mina deben ser autorizados para entrar al túnel.

Si no tienen autorización, no podrán entrar.

3 CARGUO Y ACARREO

Construcción de un túnel por donde pasan los mineros para cargar el mineral.

Los mineros realizan sondeos para detectar la presencia del mineral.

Si se detecta mineral, se procede a la excavación y se realizan pruebas para determinar si el mineral es económico.

Si es económico, se procede a la excavación y se realizan pruebas para determinar si el mineral es económico.

4 LAVACAO

Extracción del mineral en la zona de lavado.

El mineral se lava para recuperar el oro y la plata. La solución rica (organica) con agua y arena se usa para lavar el mineral y separarlo de la arena.

Todos los camiones y los guías que trabajan en la mina deben ser autorizados para entrar al túnel.

Si no tienen autorización, no podrán entrar.

5 PROCESO HERRILL CROWE

Procesamiento del mineral lavado.

Algunas etapas se realizan en el exterior y otras en el interior.

Todos los camiones y los guías que trabajan en la mina deben ser autorizados para entrar al túnel.

Si no tienen autorización, no podrán entrar.

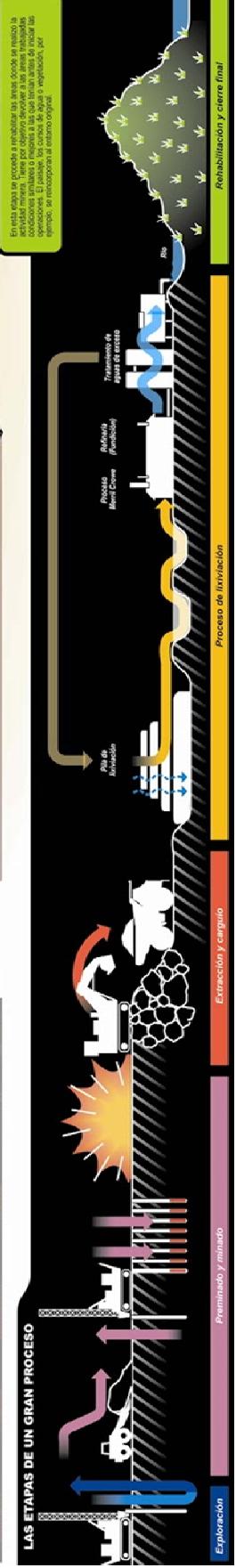
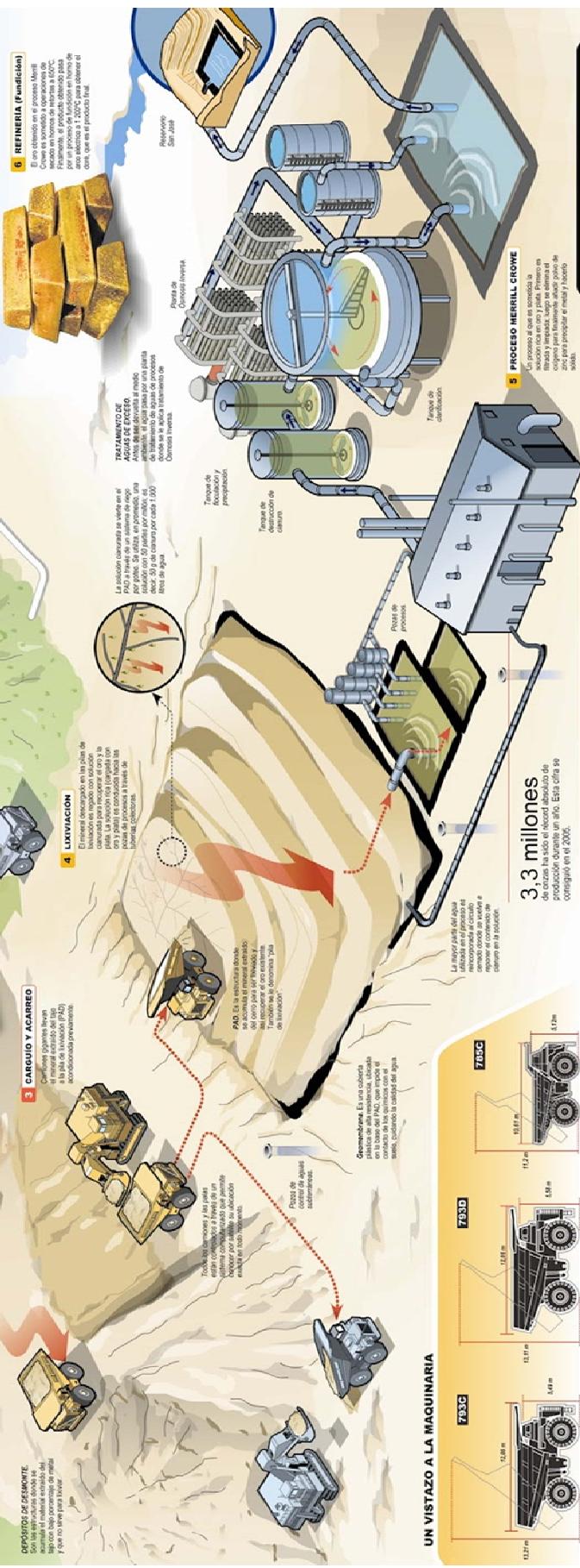
6 REFINERIA (Fundición)

El oro extruido en el proceso Merrill Clegg es fundido en un horno de alta temperatura para obtener el oro puro.

El oro fundido se somete a un proceso de fundición para obtener el oro puro.

Todos los camiones y los guías que trabajan en la mina deben ser autorizados para entrar al túnel.

Si no tienen autorización, no podrán entrar.

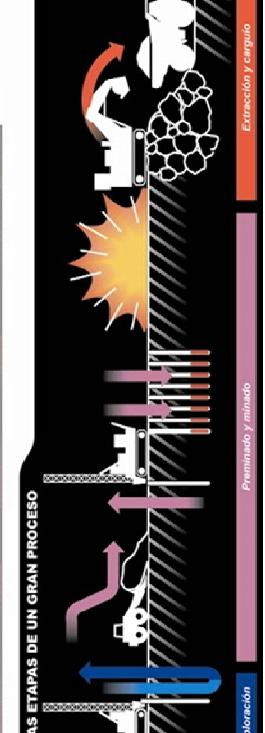


3.3 millones
de onzas ha sido el récord absoluto de producción durante un año. Esta cifra se consiguió en el 2015.

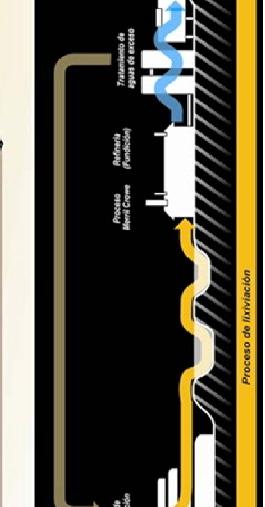
UN VISTAZO A LA MAQUINARIA

LAS ETAPAS DE UN GRAN PROCESO

Exploración



En esta etapa se procede a rehabilitar las áreas donde se realizó la actividad minera. Se limpia el suelo y se devuelven los arenales de los bosques y los ríos. Luego se retiran los residuos para la restauración y se realizan obras de irrigación. El objetivo es garantizar que las aguas y los suelos se recuperen de los impactos que se generaron al extraer el mineral.



Grupo 4: Explotación de los Recursos Minerales: Impactos

[Páginas 168-170]

Ejercicio PAU (Comunidad Valenciana 2013)

- a** ¿Qué se entiende por recurso y qué por reserva?
- b** Nombre cinco rocas o minerales e indique su principal utilidad.
- c** Las explotaciones mineras tienen efectos sobre la contaminación del medio, la generación de riesgos y el medio social. Explique brevemente dos impactos causados sobre cada uno de estos aspectos.

Para comentar

Se realizará una clasificación (en cuatro o cinco grupos) de los distintos tipos de impactos provocados por la minería señalados en el apartado *Impactos y sus Medidas de Mitigación* del portal web

https://es.wikibooks.org/wiki/Impactos_ambientales/Extracci%C3%B3n_y_procesamiento_de_minerales

Se tratará de buscar para cada grupo una fotografía que ilustre un tipo de impacto.

Impactos ambientales/Extracción y procesamiento de minerales

Los proyectos de este sector se relacionan para con la extracción, transporte y procesamiento de minerales y materiales de construcción. Estas actividades incluyen:

- operaciones en la superficie y subterráneas, para la producción de minerales metálicos, no metálicos e industriales, materiales de construcción y fertilizantes;
- extracción in situ de los minerales fundibles o solubles (notablemente, azufre y más recientemente, cobre), dragado y extracción hidráulica, junto a los ríos y aguas costaneras, lixiviación de las pilas de desechos en las minas (principalmente oro y cobre).

Para transportar los materiales dentro del drea de la mina y a la planta de procesamiento, se requieren flotas de equipos de extracción y transporte (camiones, cuchillas, palas, dragas, ruedas de cangilones y rapadoras), bandas, poliductos o rieles. Las instalaciones de procesamiento en el sitio incluyen las plantas de preparación y lavado de carbón, y materiales de construcción, plantas de preparación, concentradores, lixiviación en el sitio de la mina y, dependiendo de los aspectos económicos, fundiciones y refinerías en o fuera del sitio. Una operación grande de extracción y/o fabricación es un complejo industrial importante, con miles de trabajadores; requiere infraestructura de servicios públicos, un campo de aviación, carreteras, un ferrocarril, un puerto (si es pertinente), y todas las instalaciones comunitarias correspondientes.

1 Impactos ambientales potenciales

Todos los métodos de extracción minera producen algún grado de alteración de la superficie y los estratos subyacentes, así como los acuíferos. Los impactos de la explotación y predesarrollo, usualmente, son de corta duración e incluyen:

- alteración superficial causada por los caminos de acceso, hoyos y fosas de prueba, y preparación del sitio;
- polvo atmosférico proveniente del tráfico, perforación, excavación, y desbroce del sitio;

- ruido y emisiones de la operación de los equipos a diesel;
- alteración del suelo y la vegetación, ríos, drenajes, humedales, recursos culturales o históricos, y acuíferos de agua freática; y,

conflictos con los otros usos de la tierra.

Tanto la extracción superficial, como la subterránea, incluyen los siguientes aspectos: drenaje del área de la mina y descarga del agua de la misma; remoción y almacenamiento/eliminación de grandes volúmenes de desechos; y traslado y procesamiento de los minerales o materiales de construcción. Este removimiento requiere el uso de equipos de extracción y transporte a diesel o eléctricos, y una numerosa y calificada fuerza laboral. Se requerirán amplios servicios de apoyo, p.ej., un complejo de transporte, oficinas y talleres (parte de estos funcionarán bajo tierra en las minas subterráneas) y servicios públicos. El transporte del mineral dentro del drea de la mina y hacia las instalaciones de procesamiento puede utilizar camiones, transportadores, el ferrocarril, poliducto o banda de transporte, y generalmente, incluirá instalaciones de almacenamiento a granel, mezcla y carga.

Las minas superficiales incluyen las canteras, fosas abiertas, minas a cielo abierto y de contorno, y removimiento de la cima de una montaña, que puede ser de pocas hectáreas, o varios kilómetros cuadrados. Estas operaciones implican la alteración total del drea del proyecto, y producen grande(s) fosa(s) y cantera(s) abierta(s) y enormes pilas de sobrecapa; sin embargo, es posible, a menudo, llenar las áreas explotadas durante y después de la operación. Las preocupaciones ambientales de la extracción superficial incluyen las partículas atmosféricas provenientes del tráfico vehicular, voladura, excavación y transporte; las emisiones, ruido, y vibraciones de los equipos a diesel y la voladura; las descargas de agua contaminada de la mina; interrupción de los acuíferos de agua freática; remoción del suelo y la vegetación; y los efectos visuales. Se excluyen los otros usos de la tierra en el sitio durante las actividades de extracción y producción. La estabilidad del talud o antepecho constituye una preocupación importante durante este proceso. La buena práctica de extracción requiere vigilancia constante para detectar cualquier movimiento del frente del antepecho que podría señalar la falla inminente del talud.

Los métodos de extracción subterránea incluyen el trabajo de anchurón y pilar, grada al revés, socavación y de-

rrumbe, y frente corrido. Esto trae consigo la formación de grandes vacíos debajo de la superficie de la tierra y montones de piedra de desecho sobre la misma; en muchos casos, sin embargo, se llenan porciones de los espacios subterráneos durante la extracción. La mayor parte de la excavación ocurre debajo de la tierra y requiere el uso de equipos de voladura, sin embargo, se realizan operaciones en la superficie también. Los posibles impactos de la extracción subterránea incluyen el retiro del suelo y la vegetación, creación de polvo, emisiones de los equipos a diesel que trabajan en la superficie, ruido, vibraciones causadas por la voladura, gases desfogados (voladura, operaciones a diesel), descargas de agua contaminada de la mina (nitratos, metales pesados, ácido, etc.), alteración de los acuíferos de agua freática, fracturas, inestabilidad o hundimiento de la tierra y obstáculos visuales.

La extracción hidráulica o a draga se realiza, usualmente, con los materiales aluviales que se encuentran junto a los lechos y orillas de los ríos modernos y antiguos, y en las áreas costaneras o los humedales. La excavación y procesamiento se efectúan con dragas flotantes a diesel (de cangilones y escaleras, de succión, o de rueda de cangilones), con las bombas y equipos de procesamiento de primera etapa a bordo; con dragas a diesel instaladas en la orilla, transportadores, planta de procesamiento o monitores hidráulicos (p.ej., poderosos chorros de agua que lavan el material de la orilla); o con exclusas que recogen y dirigen el escurrimiento, y equipos de separación. Estas operaciones alteran, totalmente, los estratos extraídos y modifican la topografía local.

Durante el dragado, el material extraído se levanta del fondo mediante succión y/o excavadores mecánicos y luego se procesa; los desechos se vierten al agua o al suelo. Se barre el fondo sistemáticamente, durante la extracción con la draga; ésta se desplaza por el río o la orilla del mar; se profundizan o se modifican los canales del río, además, se ahondan los humedales y las áreas costaneras, dejando grandes montones de desechos. En las operaciones de arena y ripio, el material recuperado puede ser llevado a la orilla por poliducto, transportador o barcaza. Usualmente, se concentran los minerales a bordo (mecánica o químicamente, o mediante amalgamación) y se envían los productos de esta concentración o amalgama a la orilla para mejoramiento o procesamiento. El mercurio, que es el agente de amalgamación para el oro y la plata, provoca problemas ambientales muy especiales, y deberá ser manejado como corresponde. En la explotación de placeres, puede haber intensiva extracción de los antiguos bancos fluviales, muy arriba del nivel actual de lecho del río.

La lixiviación in situ necesita una amplia red superficial de hoyos, muy cerca el uno al otro, y poliductos y bombas para recircular el lixiviador por el cuerpo mineral (y luego de la extracción del mineral, se bombea una solución de lavado o neutralización). Los problemas operativos incluyen la pérdida de control del lixiviador, problemas con la tubería, derrames, fugas, e insuficiencia del lavado o neutralización. Los impactos incluyen la alteración del suelo,

vegetación, recursos culturales e históricos, degradación de la calidad del aire debido a las partículas y las emisiones de los equipos a diesel, contaminación de las aguas freáticas con el lixiviador, y de las aguas superficiales con los derrames, y el ruido de las operaciones (taladros, tráfico, bombas). La lixiviación in situ necesita una amplia red local de transporte, ya pequeña y calificada fuerza laboral, equipos (taladros, camiones, grúas, generadores a diesel, bombas eléctricas), agua, fuente de energía eléctrica, instalaciones de apoyo (oficina, taller, almacenamiento y vivienda), campo de aviación, y caminos de acceso.

La lixiviación de las pilas de desechos puede involucrar la extracción de pilas de desperdicios y minas antiguas, o recuperación secundaria de una operación permanente, o, lo que es muy común, actualmente, en los depósitos de oro diseminados y pobres, lixiviación del material recién extraído en grandes montones, sea en la superficie, o en las fosas antiguas. Usualmente, se prepara la superficie de la tierra o el fondo de la fosa, colocando forros y ripio; se instalan tuberías y se amontona el material mineral encima (el mineral proviene, usualmente, de las minas superficiales). El lixiviador (principalmente ácido sulfúrico para cobre y sodio, y cianuro para oro) se rocía o se vierte encima de las pilas, y luego se recoge para recuperar los metales. Después del proceso de lixiviación, se lava el montón, permitiendo que el líquido se filtre y extraiga el metal, y/o neutralice la pila antes de desecharla.

Los problemas operativos incluyen la falta de estabilidad de la pila, control del lixiviador, erosión eólica e hídrica, fugas/filtración hacia el agua superficial y freática, problemas con la tubería, y lavado, neutralización y/o reclamación incompleto. Aparte de los efectos de la extracción superficial, los impactos incluyen la degradación de la calidad del aire debido a las partículas que el viento lleva de las pilas de lixiviación; sedimentación de los ríos locales con los materiales de la pila de lixiviación; contaminación del agua superficial por las fugas y derrames; deterioro del agua freática debido a la rotura del forro; perdida de la fauna y animales domésticos en las piscinas de lixiviación; y el ruido de las bombas.

Los equipos de procesamiento incluyen las plantas de preparación y lavado, de separación/concentración (separación por gravedad, lixiviación, amalgamación, intercambio iónico, flotación, etc.), refinerías y fundiciones. Las instalaciones de procesamiento de los minerales producen grandes cantidades de desechos (relaves, lama, escoria) que deberán ser eliminados en el sitio o cerca del mismo; a veces estos materiales pueden ser devueltos a las áreas donde la extracción ha terminado.

Las preocupaciones ambientales incluyen la alteración del suelo, vegetación y ríos locales durante la preparación del sitio; contaminación atmosférica proveniente de la separación, concentración y procesamiento (polvo fugitivo y emisiones de la chimenea); ruido del transporte, transferencia, trituración y molienda del mineral; contaminación de las aguas superficiales por los derrames de los molinos

y plantas de lavado; contaminación de las aguas freáticas debido a las fugas de las pilas de relaves y piscinas de lama; contaminación de los suelos, vegetación y aguas superficiales locales debido a la erosión eólica e hídrica de las pilas de desechos; eliminación de los desechos; impactos visuales; y conflictos en cuanto al uso de la tierra.

A menudo, las plantas de procesamiento de las regiones montañosas tienen dificultades para encontrar las áreas adecuadas para represar los relaves del concentrador, y, por consiguiente, descargan estos finos inertes a los ríos torrentosos. Aguas abajo, se asientan estos materiales en las curvas del río, canales anchos, planicies de inundación y aguas costaneras de poca profundidad. Los finos perjudican a los organismos acuáticos, y pueden causar represamiento e inundaciones en las comunidades que se encuentran aguas abajo.

1.1 Agua

Los hoyos mal sellados, o que no tengan el entubado adecuado, pueden permitir intercambio y contaminación entre los acuíferos. Si no es neutralizada o tratada adecuadamente, el efluente del proceso de eliminación de agua de las minas superficiales o subterráneas, puede ser muy ácido, y contaminará las aguas superficiales locales y las aguas freáticas de poca profundidad, con nitratos, metales pesados o aceite de los equipos, reduciendo las existencias locales de agua, o causando erosión en los ríos y canales. El removimiento de los estratos de piedra puede interrumpir la continuidad del acuífero local, y producir interconexiones y contaminación entre las aguas subterráneas; el material de relleno puede alterar las características hidráulicas y calidad del agua. El dragado y la extracción de placeres, degradan la calidad del agua superficial, al aumentar su volumen de sólidos suspendidos, considerablemente, reducir la transmisión de luz, y recircular cualquier contaminante que se encuentra en los sedimentos del fondo. La extracción in situ puede contaminar el acuífero si se pierde control del lixiviador o se deja de neutralizar adecuadamente la región lixiviada al finalizar las operaciones.

Se pueden degradar las aguas superficiales locales si se descargan incorrectamente las aguas de proceso contaminadas, o si se produce filtración o fugas en las piscinas o poliductos de relaves, o si los solventes, lubricantes y químicos del proceso se derraman o se eliminan inadecuadamente.

1.2 Aire

Las partículas atmosféricas provienen de la voladura, excavación y movimiento de tierras, transporte, transferencia de materiales, erosión eólica de la tierra floja durante la extracción superficial, o cualquier operación que ocurre en la superficie de las minas subterráneas. Los nitratos emitidos por la voladura y los productos de la combustión

que producen los equipos a diesel, pueden estar presentes en las minas, tanto superficiales, como subterráneas. Puede haber una concentración de radón en los respiraderos de las minas subterráneas. En las operaciones de dragado e in situ, estarán presentes los productos de combustión de los equipos a diesel. Durante el procesamiento, las partículas atmosféricas serán producidas por el transporte, reducción (tamizado, trituración o pulverización), tráfico vehicular, erosión eólica de las áreas secas de la piscina de relaves, caminos y pilas de materiales incandescentes.

1.3 Tierra

Durante el proceso de extracción superficial, el removimiento y almacenamiento de la sobrecapa, y la construcción de las instalaciones auxiliares, significa la eliminación o cubierta de los suelos o vegetación, alteración o represamiento los ríos, drenajes, humedales o áreas costaneras, y modificación profunda de la topografía de toda el área de la mina. Durante el dragado o extracción de placeres, se concentran estos efectos en las áreas hídricas: se desvían los canales de los ríos, se crean lagunas residuales, y se eliminan las playas; se utilizan las orillas para depositar los desechos y construir las instalaciones auxiliares.

La extracción subterránea requiere terreno para la eliminación de los desechos de piedra, almacenamiento de los minerales y materiales pobres, y la construcción de las instalaciones auxiliares, cuyos efectos serán similares a los que se enumeraron, anteriormente, en el caso de la extracción superficial. La tierra en la superficie de las minas será inestable, y se producirá fracturación y hundimiento. La extracción puede causar la pérdida o modificación de los suelos, vegetación, hábitat de la fauna, ríos, humedales, recursos culturales e históricos, hitos topográficos, pérdida temporal o permanente de la productividad de la tierra, y contaminación de los suelos debido a los materiales minerales y sustancias tóxicas y genuinas.

2 Tema socioculturales

2.1 Uso de la tierra

La exploración minera constituye un uso intensivo y local de la tierra que es de corta duración; puede haber cierto grado de conflicto con los usos existentes no mineros. En las áreas remotas, se pueden atender a estas actividades desde el aire, obviando la necesidad de construir caminos de acceso y sufrir esa intrusión. Las minas superficiales, plantas de procesamiento, lixiviación de las pilas de desechos, operaciones in situ, y las actividades de superficie de las minas subterráneas, ocupan totalmente los sitios y excluyen los otros usos. En el caso de las minas subterráneas, el uso de la superficie encima de éstas depende de la magnitud del riesgo de hundimiento (que puede ser

insignificante o seguro), y de la geología, profundidad del mineral y método de extracción. La posibilidad de utilizar la tierra después de que se terminen los trabajos de extracción dependerá del tipo, grado y éxito de la producción.

Los nuevos caminos de acceso, servicios públicos y ciudad(es) no sólo animan la afluencia de pobladores y el desarrollo secundario, relacionado o no a las actividades mineras, sino que pueden, también, estimular el desarrollo espontáneo y modificación o degradación de las áreas remotas; esto puede continuar después de la terminación del proyecto minero.

2.2 Recursos culturales

La alteración de la superficie a causa de las operaciones de extracción y construcción, puede degradar o destruir los recursos culturales, lugares históricos y sitios religiosos indígenas. La mayor presencia humana en el área puede conducir al vandalismo de los sitios no protegidos.

2.3 Gente

Las actividades de exploración y extracción interferirán, en cierto grado, con las otras actividades que pueden existir, o estar planificadas en el área; por ejemplo, las vibraciones de la operación de los equipos y la voladura, así como el ruido y el polvo, causan serias molestias y problemas de salud en los trabajadores y residentes cercanos. La llegada de los trabajadores y sus familias puede sobrecargar los servicios comunitarios y causar la “bonanza y quiebra” y conflictos económicos, sociales o culturales, o aún desplazar la población local. Usualmente, el equipo inicial de construcción es transitoria y pronto se lo reemplaza el personal de operaciones, que es permanente y menos numeroso. (Ver el capítulo: “Desarrollo Inducido”)

3 Temas especiales

3.1 Reclamación

Puede no ser factible reclamar el sitio para otros usos al finalizar las actividades de extracción. Los problemas residuales de la extracción superficial pueden incluir erosión, efectos de la intemperie, saturación, así como desmoronamiento de las paredes verticales restantes y taludes de las pilas de desechos, además de los peligros para la seguridad que representan las fosas inundadas.

Los problemas residuales de la extracción subterránea pueden incluir el hundimiento de los túneles mal apoyados, causando fracturas superficiales, vacíos y colapsos; las operaciones abandonadas pueden crear un peligro atractivo, especialmente para los niños.

Los otros problemas que se relacionan con la extracción superficial y subterránea incluyen los siguientes:

- incendios en las venas de carbón mal sellados o restauradas. Esto es común si se emplea la mina de carbón a cielo abierto como depósito de basura (y para quemarla), y puede producir emanaciones de CO, fracturas y el colapso de la superficie de la tierra;
- las filtraciones de agua freática de las minas abandonadas pueden ser muy ácidas y/o contaminadas con metales peligrosos;
- la alteración de los acuíferos debido su removimiento o la fracturación causada por los trabajos de extracción, pueden provocar la pérdida o degradación de las fuentes locales de agua freática;
- los daños que ocurren cuesta abajo debido al derrumbamiento de las pilas de desechos de roca en las pendientes empinadas;
- los minerales residuales peligrosos expuestas en las minas superficiales o espardidos en las pilas de desechos.

3.2 Lixiviación “in situ” y en montones

Las preocupaciones principales en cuanto a las operaciones in situ se relacionan con la contaminación de las aguas freáticas debido a la pérdida de control (o excursiones) de las soluciones que se inyectan y se recuperan, o la falta de neutralizar adecuadamente, la zona o pila lixiviada, después de finalizar las operaciones. Otras inquietudes acerca de las operaciones superficiales de lixiviación de montones incluyen la falta de estabilidad de la pila, acceso a las piscinas de lixiviación (por parte del ganado y la fauna, especialmente los pájaros), y el polvo fugitivo proveniente de las partes secas del montón.

En los sitios de procesamiento, las preocupaciones principales se relacionan con el montón o piscina de relaves de la planta, y son: (a) la filtración del agua muy contaminada de la pila que puede contaminar el agua superficial y/o freática; (b) la erosión o asentamiento de los costados del montón que pueden causar la contaminación de los suelos y vegetación locales; (c) el pH y/o el contenido residual de minerales puede impedir la revegetación; (d) las partículas levantadas por la erosión eólica pueden representar un peligro para la salud; (e) la lama residual puede demorar años para secarse.

3.3 Dragado

En las operaciones de dragado y extracción de placas en gran escala, pueden haber daños permanentes en la pesca, calidad del agua, y aspectos estéticos, debido a la modificación de canales y características de flujo del río natural, además de la presencia en las orillas de los montones de

rocas e inundación de las dreas, aguas abajo, con sedimentos. Pueden ser perjudicados los otros usuarios del agua durante las operaciones y la calidad del agua que reciben, aguas abajo, puede estar muy deteriorada.

4 Alternativas del proyecto

Aparte de la alternativa de “no hacer nada”, o no continuar, total o parcialmente, con el proyecto, generalmente, las alternativas de la extracción minera dependen del tipo y grado de mitigación que se requiere. Se puede adaptar la atenuación para una operación específica. La selección del método de extracción (superficial, subterráneo, in situ, o a draga) depende, mayormente, de los aspectos económicos, y la profundidad, configuración, calidad y características del cuerpo mineral, y la geología de la roca madre.

Puede haber un poco de flexibilidad en la colocación de las pilas de desechos, restauración después de la extracción, equipos de minería y transporte del mineral desde la mina hasta la fábrica. Usualmente, hay mucha amplitud con respecto a la ubicación de la fábrica y los montones y/o piscinas de relaves, aunque, desde el punto de vista económico, es deseable, generalmente, reducir al mínimo la distancia entre la mina y la fábrica, y la longitud del poliducto de relaves entre la fábrica y la piscina. Los siguientes son factores críticos para la ubicación de la fábrica: la existencia de una fuente adecuada de agua, el sitio para la(s) piscina(s) de relaves, y el acceso para el transporte. Los métodos de procesamiento dependerán de las características del mineral y la roca madre, la economía, y la disponibilidad del agua. En una mina pequeña, se puede enviar el mineral a una fábrica para procesamiento a maquila, si existe; las minas grandes pueden tener una refinería (procesamiento secundario) junto al concentrador.

En general, las medidas de atenuación incluirán la evitación de las áreas que tienen recursos frágiles, restricciones en cuanto al calendario de las operaciones, ubicación de las estructuras, y corredores de transporte/servicios públicos para evitar conflictos con los recursos, controlar la tasa de desarrollo, o realizar la implementación por fases, para evitar conflictos con respecto a los recursos, y efectuar estudios de dichos recursos o la comunidad como base para la atenuación que ha de ser implementada posteriormente. Se puede mejorar la seguridad y reducir la incidencia de los accidentes, si se emplea la ingeniería adecuada en el diseño de los caminos, excavación superficial, pilas (desechos, relaves, lixiviación), piscinas superficiales, drenaje de la mina, dreas subterráneas, y estructuras.

5 Administración y capacitación

Para la operación segura de las minas, es decir, para proteger a los trabajadores, al público en general y el medio ambiente, es fundamental que existan reglamentos adecuados, además del personal de inspección calificado y normas y ejecución efectivas. Para reducir al mínimo las lesiones y/o muertes accidentales, es esencial dar la capacitación adecuada a los operadores de los equipos, e implementar programas de seguridad intensivos. Los requerimientos de capacitación y seguridad de los trabajadores mineros son similares con aquellos de la industria de la construcción; en el caso de los trabajadores de las fábricas, son similares con aquellos de una planta química industrial. (Ver el capítulo: “Manejo de Peligros Industriales”, para mayores detalles.)

6 Monitoreo

Para las minas superficiales, pueden haber normas y monitoreo en cuanto a la calidad del aire (partículas y emisiones de los equipos), agua freática (caída de presión), vibraciones sísmicas (explosión), inclinación y estabilidad de la pared de la fosa, caudal y calidad del agua superficial (especialmente su contenido de sedimento), drenaje de la mina, desechos sanitarios, identificación y eliminación separada del material mineral no económico encontrado durante la extracción, manejo y eliminación de los desechos peligrosos, y niveles de radioactividad en la mina y dentro del perímetro del proyecto.

Los requerimientos de monitoreo y restauraciones incluyen la restauración de la superficie de la tierra (drenaje, talud, estabilidad), revegetación (cubierta, tipo, vigor), agua freática (recuperación, pureza), calidad del agua superficial, y emisiones superficiales de radón. En las minas subterráneas, la mayor parte de lo mencionado anteriormente se aplicará, con algunas adiciones, p.ej., movimiento de la tierra (especialmente en las fallas, fracturas importantes y zonas de hundimiento), y la calidad del aire de los respiraderos.

En la extracción a draga o de placeres, las normas y monitoreo de las operaciones incluirán las emisiones de los equipos, control del sedimento, calidad del agua descargada, grado y momento adecuado para la diversión del río, y eliminación de los desechos (método, ubicación, configuración).

En las operaciones in situ, los requerimientos de monitoreo incluyen los pozos de monitoreo en el perímetro (especialmente cuesta abajo), entrada y salida del lixiviador, pruebas de los pozos (presión, sellado adecuado) y vigilancia visual para detectar los derrames o fugas de lixiviador (poliductos, puntos de transferencia, y tanques de almacenamiento).

El monitoreo de la restauración incluye el análisis de las soluciones de lavado o neutralización, control de la elimi-

nación adecuada y/o sellado de los pozos, y análisis periódico de los pozos de monitoreo en el perímetro. Hay requerimientos adicionales para las operaciones de lixiviación de montones en la superficie, como el chequeo visual de los taludes de las pilas y. el asiento para detectar fugas, muestras del agua superficial cuesta abajo, y restauración del montón después de lavarlo y/o neutralizarlo (talud y cubierta vegetal).

En las operaciones de procesamiento, los requerimientos de monitoreo deben incluir los siguientes aspectos: calidad del aire junto a las chimeneas, en el sitio y en el perímetro de la instalación, cantidad y calidad del agua descargada, identificación y manejo adecuado de los desechos peligrosos, y niveles de ruido en el sitio y en el perímetro del mismo.

7 Impactos y sus medidas de mitigación

Grupo 5: Prevención y Corrección de los Impactos Causados por las Explotaciones

[Páginas 171-173]

Ejercicio PAU (Comunidad Valenciana 2013)

- d** La normativa española sobre explotaciones mineras contempla los proyectos de restauración de las zonas afectadas por estas actividades. Explique los aspectos básicos de un plan de restauración.

Para comentar

Se realizará un resumen de la siguiente noticia relacionada con el caso Iberpotash

<http://www.elperiodico.com/es/noticias/economia/tribunal-supremo-obliga-iberpotash-presentar-plan-restauracion-para-sallent-3375320>

y se buscará más información relacionada con este caso realizando una breve síntesis del material encontrado (aportando las fuentes originales de las que se extrajo).

El Tribunal Supremo obliga a Iberpotash a presentar un plan de restauración para Sallent

Supremo ha desestimado un recurso presentado por la empresa Iberpotash contra una sentencia previa del TSJC y obligará a la compañía minera a presentar un plan de restauración para el espacio que ahora ocupa la montaña de sal del Cogulló

EFE / Barcelona

SÁBADO, 12 DE JULIO DEL 2014 - 19.54 H



Balsa de residuos contaminantes en la mina de Iberpotash de Sallent (Bages).

El Tribunal Supremo ha desestimado un **recurso** presentado por la empresa **Iberpotash** contra una sentencia previa del Tribunal Superior de Justicia de Catalunya (TJSC) y obligará a la compañía minera a presentar un plan de restauración para el espacio que ahora ocupa la montaña de sal del **Cogulló**, en **Sallent** (Barcelona). La sentencia desestima los argumentos de Iberpotash y da la razón a **Sebastià Estradé**, un vecino de Sallent que en mayo del año pasado anunció una denuncia contra España ante la **Comisión Europea** por la "inactividad" de la **Generalitat** frente a los "incumplimientos medioambientales" de Iberpotash en la actividad de extracción de potasa.

La sentencia del Supremo avala el criterio del TSJC, que en octubre de 2011 dictaminó que la Generalitat debía exigir a Iberpotash un programa de restauración de la **escombrera** de El Cogulló equivalente al plan previsto a partir del año 2035, fecha inicialmente señalada para el cese de la actividad minera. El TSJC también reclamó a la Generalitat que impusiera a la empresa una nueva fianza proporcional a esa escombrera, que tiene un tamaño similar a la montaña del Tibidabo de Barcelona, con el fin de dar respuesta a la **restauración** definitiva en su momento. La primera fianza impuesta por el tripartito en el 2008 a Iberpotash fue de 585.153 euros, pero recientemente la Generalitat la elevó hasta los 13,9 millones de euros, si bien acabó aplicando una rebaja de en torno al 50%, hasta los 6,9 millones.

Por otra parte, la Comisión Europea anunció el viernes la apertura de un expediente a las autoridades españolas por lo que considera una "mala aplicación" de la directiva de residuos de minas en la comarca del **Bages** (Barcelona), donde considera que las extracciones de potasa pueden afectar al agua en la zona. Fuentes de Iberpotash dijeron entonces a Efe que la compañía, propiedad de la multinacional ICL, no escatimará esfuerzos en la protección del medio ambiente. Aunque décadas de actividad minera en la zona han generado escombreras de gran tamaño como la montaña de sal del Cogulló, creada porque la sal es el residuo que genera la extracción de potasa, Iberpotash se propone colocar toda esa sal en el mercado, y de ahí el acuerdo que ha firmado con Azko Nobel para comercializar la sal de alta calidad que extrae de la comarca del Bages.

Grupo 6: Los Recursos Energéticos. Energías no Renovables: Problemas y Soluciones

[Páginas 174,182-183]

Ejercicio PAU (Baleares 2014)

- 1** Define el concepto de recurso natural e indica las diferencias entre recursos renovables y no renovables (*1 punto*).

Para comentar

Se realizará un resumen y un comentario crítico de los extractos del documental *Home* dirigido por Yann-Arthus Bertrand:

<https://www.youtube.com/watch?v=YkuRHabHTso>

Grupo 7: La Energía Nuclear

[Páginas 180-181]

Ejercicio PAU (Extremadura 2014)

- 3 a) ¿En qué consiste la fisión nuclear? (1 punto).
- b) Comenta dos ventajas y dos inconvenientes de su utilización como fuente de energía (0,25 puntos cada ventaja e inconveniente).

Para comentar

Se realizará un resumen y un comentario personal sobre la siguiente recolección de opiniones a favor y en contra de la energía nuclear:

https://es.wikipedia.org/wiki/Controversia_sobre_la_energ%C3%ADa_nuclear

Controversia sobre la energía nuclear



Vista de la central nuclear de Chernóbil -al fondo- tomada desde la ciudad abandonada de Pripyat en Ucrania. El accidente de Chernóbil se considera el mayor desastre nuclear civil.

Se consideran los Bombardeos atómicos sobre Hiroshima y Nagasaki realizados por Estados Unidos el 6 y el 9 de agosto de 1945 el mayor ataque nuclear de la historia. Hacia finales de ese mismo año, por efecto de las bombas, habían muerto 140.000 personas en Hiroshima y 80.000 en Nagasaki -la mitad murieron los días del bombardeo-.

Se denomina **controversia sobre la energía nuclear** al debate mantenido sobre la necesidad o no del uso de la energía nuclear.

Desde el nacimiento de la energía nuclear el debate ha tenido varias fases reconocibles. Inicialmente tuvo un gran apoyo debido a lo novedoso de la tecnología por una parte y al encarecimiento progresivo del petróleo por otra —alcanzó su cúspide en la crisis del petróleo del 73—, después sufrió un parón tras el accidente de Three Mile Island en 1979 y posteriormente tras el accidente nuclear de Chernóbil. La energía nuclear volvió a tener un resurgimiento relativo con nuevos proyectos de construcciones a partir de finales del siglo XX debido, de nuevo, al encarecimiento del petróleo, la denominada crisis energética a la que se ha sumado un nuevo argumento —proclamado por los defensores de la energía nuclear—, no contribuiría al **calentamiento global**. Sin embargo, durante estos últimos 25 años, la energía nuclear no logró demostrar una capacidad económica y técnica de reemplazar los combustibles fósiles al no poder superar el 6% de la producción de energía primaria mundial.[cita requerida] Además el resurgimiento se detuvo bruscamente debido al **Accidente nuclear de Fukushima I**.

El debate se centra en tres aspectos fundamentales: La seguridad de las centrales nucleares, los residuos radiactivos generados y la proliferación de armamento nuclear.

1 Evolución histórica de la controversia

1.1 Los inicios de la energía nuclear

La energía nuclear comenzó a ser utilizada con fines civiles inmediatamente después de finalizada la **Segunda Guerra Mundial**. En ese momento de euforia colectiva la energía nuclear se planteó como la solución a cualquier problema energético, apareciendo múltiples aplicaciones, desde tratamientos **terapéuticos** de dudosa eficacia hasta **automóviles** de propulsión nuclear que nunca salieron de la fase de proyecto. Incluso reconocidos autores de ciencia ficción, como Isaac Asimov en su serie de novelas **Fundación**, preveían un uso de esta energía de forma doméstica e incluso individual. Algunas de estas aplicaciones civiles, sin embargo, sí fueron puestas en marcha.

La generación eléctrica con energía nuclear se realizó por primera vez en un reactor nuclear (en el **EBR-I**) el 20 de diciembre de 1951. Ya por aquel entonces comenzaron a aparecer los argumentos a favor y en contra de este tipo de energía, afirmando unos que gracias a la energía nuclear “nuestros hijos podrán disfrutar de una electricidad tan barata que no podrá medirse”, mientras que otros afirmaban que la energía nuclear no podría en el futuro “alcanzar más de un quinto de la energía total” de Estados Unidos.^[1]

En diciembre de 1953 en un discurso pronunciado por el **Presidente Dwight Eisenhower** llamado *Átomos para la paz*, con el objetivo básico de detener la proliferación del **armamento nuclear** que era previsible que se produjera en todo el mundo, enfatizó el aprovechamiento útil del átomo y la necesidad de establecer una política del gobierno de los EE.UU. que apoyara la utilización de la energía nuclear con fines pacíficos en el resto de países, al tiempo que impedía el desarrollo de armamento nuclear en otros países.

1.2 La crisis del petróleo

La **Crisis del petróleo de 1973** generó graves problemas de abastecimiento energético, sobre todo en aquellos que como Japón o Francia lo consumían en grandes cantidades para la producción de electricidad. Por este motivo se produjo un avance en los estudios sobre la diversificación de las fuentes de energía, incluyendo la energía nuclear, la solar o la eólica, entre otras fuentes de energía que podrían permitir una menor dependencia de los países pro-

ductores de petróleo. Francia y Japón decidieron apoyar firmemente el uso de reactores nucleares comerciales que sustituyeran a los que consumían petróleo, construyendo cada uno alrededor de 50 nuevos reactores en una década.

En esa época mejoró sensiblemente la percepción social sobre la energía nuclear ya que permitió reducir el coste de la electricidad en los países industrializados^[cita requerida].

1.3 El movimiento antinuclear

A mediados de los años 70 algunos sectores del recién creado **Movimiento ecologista** criticó la proliferación de centrales nucleares producida por la crisis del petróleo.^[cita requerida]

Estos solicitaron el cierre de varias centrales nucleares en el mundo, consiguiendo en parte sus objetivos.

1.4 El Ecoterrorismo

A partir de finales de los 70 algunos grupos terroristas o ecoterroristas llevaron a cabo varios atentados aprovechando la excusa ecologista. Entre otros, el asesinato del ingeniero jefe de la **Central nuclear de Lemóniz** en 1981^[2] que provocó posteriormente la detención definitiva de su construcción, una bomba en el exterior del Lawrence Livermore National Laboratory de EE.UU. en 1987 o sobre el reactor rápido reproductor **Superfénix**, donde un activista verde suizo lanzó 5 granadas con un lanzador ruso contra el reactor aún no finalizado en 1982.^[3]

1.5 Los accidentes

El apoyo del movimiento contra las centrales nucleares aumentó en 1979 tras el accidente de **Three Mile Island** y llegó a su punto más álgido en el año 1986 tras el accidente de **Chernóbil**. A partir de ese instante algunos gobiernos (sobre todo europeos) promovieron el cierre de las nucleares en algunos casos, deteniendo los proyectos en marcha en otros. En España se promulgó la moratoria nuclear, por la que se detenían los proyectos de nuevos reactores nucleares en marcha. A cambio se indemnizaba a las empresas eléctricas que habían invertido en esos proyectos con una fracción de los recibos del consumo eléctrico.

El 11 de marzo de 2011 tiene lugar un grave Accidente nuclear de Fukushima I en la Central nuclear Fukushima I.

Muchas otras centrales nucleares han tenido accidentes no nucleares pero que afectaron los núcleos por lo que no pudieron continuar operando como “Vandellos 1” en España.

1.6 El peligro terrorista y vulnerabilidad de las centrales nucleares

Aunque los servicios de seguridad de los distintos países siempre han considerado las instalaciones nucleares -y en concreto las centrales nucleares- como vulnerables a posibles ataques terroristas, es a raíz de los **Atentados del 11 de septiembre de 2001** perpetrados por Al Qaeda cuando se acrecienta el peligro real a un ataque terrorista a instalaciones nucleares y se revisan las condiciones de seguridad internas y externas de las centrales.

En **España** los servicios de información antiterrorista han advertido en varias ocasiones de la vulnerabilidad de las centrales nucleares ante un **ataque terrorista** señalando que podría ser devastador. El reforzamiento de la seguridad supone un incremento de los costes tanto para las empresas -responsables de la seguridad interior de las centrales- como para el presupuesto de los países -que debe vigilar el **espacio aéreo**, los accesos, etc. y poder responder de manera eficiente ante un posible ataque.^[4]

1.7 El nuevo replanteamiento

A finales del siglo XX y principios del XXI, comienza a replantearse la construcción de nuevos reactores nucleares en varios países por distintos motivos:

- Una nueva crisis energética, apoyada en un siempre creciente consumo de petróleo y la cercanía del final de las reservas conocidas de petróleo barato (con precio inferior a los 100\$ por barril),
- El imparable crecimiento de las nuevas economías de mercado emergentes (**Rusia** y todas las **ex-repubликas soviéticas**, **China** y la **India** principalmente) que supuso un mayor consumo energético,
- Los nuevos informes acerca del efecto de los gases invernadero sobre el clima global (el **calentamiento global** por motivos antropogénicos), que comenzaron a limitar el consumo de combustibles fósiles como el petróleo o el carbón,
- Los nuevos desarrollos en tecnología nuclear, tanto en el tratamiento de residuos como en la seguridad de los reactores.

En 1994 James Lovelock, considerado por algunos como el padre del movimiento ecologista y creador de la hipótesis de Gaia, concede una entrevista al periódico británico *The Independent* en el que defiende la opción nuclear para *evitar el desastre ambiental que supone el calentamiento global*.

No podemos continuar consumiendo combustibles fósiles, y no hay forma de que las energías renovables, el viento, las mareas y el

agua puedan proporcionar suficiente energía a tiempo. [...] Si tuviéramos 50 años podríamos hacer de estas nuestras fuentes primordiales. Pero no tenemos 50 años...Incluso si cesáramos toda combustión de combustibles fósiles inmediatamente, las consecuencias de lo que ya hemos hecho permanecerían durante 1000 años.

James Lovelock^[5]

Aunque algunos ecologistas se pronunciaron en contra de Lovelock,^[6] lo cierto es que él no era el único que se comenzaba a replantear su postura:^{[7][8]}

Tras 30 años mi punto de vista ha cambiado, y el resto de los movimientos ecologistas también necesita un replanteamiento de sus opiniones, ya que la energía nuclear puede ser la fuente energética que salve nuestro planeta de otro posible desastre: el cambio climático.

Patrick Moore^[7]

La amenaza del cambio climático está muy cerca. Por eso digo que la energía nuclear es la única opción para combatir el cambio climático ahora.

Mijaíl Gorbachov^[8]

La implantación de la energía nuclear, al menos con usos pacíficos, es “imparable” en el mundo.

Felipe González^[9]

Para el año 2007, varios países (entre otros Finlandia, Brasil, México, China, EE. UU....) habían comenzado a construir nuevas centrales nucleares tras un parón de 20 años en la construcción de nuevos reactores, mientras que en otros países, como el Reino Unido o Francia se planteaba la construcción de nuevos reactores. En España se reabrió en 2004 el debate de si era o no necesaria la energía nuclear.^[10] En Italia se propuso relanzar el programa nuclear el año 2008.

Varias organizaciones, incluido el IPCC, comenzaron a sostener que la energía nuclear era uno de los mecanismos que podrían ayudar en la lucha contra la emisión de gases de efecto invernadero, en particular del CO₂.^{[11][12]}

Según algunos autores, la cuestión fundamental a resolver de cara a la opinión pública en cuanto a los residuos es la de llegar a una solución aceptada por todos sobre como proceder con los residuos de alta actividad.^[13]

Aunque la posibilidad de nuevos accidentes sigue siendo hoy en día uno de los motivos de crítica respecto a esta

energía, algunas fuentes afirman que este tema se ha convertido en un tema de demagogia política sobre la base de un oportunismo político, un instrumento para obtener votos oclocráticamente:^[13]

La aversión a la energía nuclear, apoyada en la más absoluta ignorancia, es recibida con agrado por millones de personas, que tampoco entienden nada del asunto, y sólo tiene dos explicaciones: o una obcecación que impide el normal funcionamiento de la mente o un oportunismo político que linda con la irresponsabilidad

Carlos Sánchez del Río, catedrático de Física Atómica y Nuclear, ex presidente del CSIC y de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.^[13]

En España algunos políticos socialistas incluso defienden públicamente la construcción de nuevas nucleares:

Sin duda, la energía nuclear es una energía segura y barata que es mejor producir que comprar. Por tanto debemos dejarnos de demagogia pseudo-progre al efecto y es ridículo seguir insistiendo en los riesgos de esta energía o seguir llamándola contaminante: es segura y, en modo alguno, es la más contaminante

Rosa Díez^[14]

Según un informe de la Fundación BBVA cuando se pregunta a los entrevistados en qué medida estarían a favor o en contra del uso de las diferentes fuentes de energía en España se da un 3,1 sobre 10 a la energía nuclear. Además se indica que existe un conocimiento bajo sobre la misma y que el nivel del conocimiento aumenta con el nivel de estudios del encuestado^[15]

Existen estudios *[cita requerida]* que demuestran que el grado de oposición a la energía nuclear de un grupo de población es inversamente proporcional al grado de información sobre dicha energía que posea el grupo.

1.7.1 Japón

Estados Unidos durante los años 1960 apoyó a Japón para que adoptara la energía nuclear como fuente principal de energía ya que tenía difícil acceso a otras fuentes energéticas. Además Estados Unidos era entonces el dueño de la tecnología nuclear y dominaba la minería de uranio y boro. General Electric y Westinghouse fueron las empresas encargadas de instalar una red de plantas nucleares en Japón. Japón se incorporó entonces a la OIEA, organización promovida por Estados Unidos, y firmó el Tratado de No Proliferación Nuclear.^[16]

La Central nuclear Fukushima I fue diseñada por la compañía estadounidense General Electric y comenzó a generar energía -fue conectada a la red eléctrica- en el año 1971.^[16] -Esta central sufrió un grave accidente nuclear el 11 de marzo de 2011-. En el mismo de resultas de un terremoto y Tsunami se produjo la fusión de tres de los núcleos y de dos depósitos de combustible usado. A los pocos días del accidente se clasificó como grado 7 (anteriormente sólo Chernóbil había obtenido esa clasificación).

Una encuesta^[17] publicada antes del seísmo y el tsunami del 11 de marzo y de la crisis en la central Fukushima, reflejaba que el 52% de los japoneses estaba a favor de los planes nucleares, mientras un 18% se pronunciaba en contra. A más de dos meses del suceso, se informó que la contaminación del suelo en torno de la central de Fukushima es similar a la de los niveles hallados tras la catástrofe atómica de Chernobyl, en Ucrania, en 1986.

Tras el desastre, el 42% de los japoneses prefieren abandonar los planes de energía atómica, mientras que 34% está de acuerdo con su uso civil, reveló una encuesta que demuestra que a raíz del desastre en curso en la central de Fukushima la población cambió en forma drástica de opinión.^[17]

En Alemania, el 19% está a favor, mientras el 81% en contra, mientras en Rusia el 36% apoya este tipo de energía, contra el el 52% que se opone.

En Corea del Sur y en China también se nota un crecimiento de los ciudadanos que están en contra de la energía atómica, a pesar de que su uso civil es corriente. Sin embargo, siguen contando con porcentajes altos entre la población pro nuclear; el 45% y el 48%, respectivamente, son los ciudadanos que están en contra del uso civil de la energía nuclear.

En Francia (55%) y Estados Unidos (45%), número uno y dos en el sector, los que apoyan este tipo de energía todavía son mayoría.^[17]

2 Notas y referencias

- [1] Informe de 1996 realizado por el Instituto para la investigación energética y medioambiental.
- [2] Los atentados contra Lemóniz
- [3] Informe OIEA sobre terrorismo nuclear
- [4] Los servicios de inteligencia advierten de que las nucleares españolas son vulnerables. Aseguran que de producirse un ataque terrorista contra una planta sería “devastador”, 21/3/2011, José María Irujo - El País
- [5] Punto de vista de James Lovelock acerca de la energía nuclear
- [6] James Loverlock, el gurú ecologista, se hace “nuclear”. El Mundo 06.06.04.

- [7] Artículo de Patrick Moore, fundador de Greenpeace, en el Washington Post (1996)(en inglés)
- [8] Gorbachov defiende la energía nuclear para combatir el calentamiento global. El Mundo. 3-6-2004.
- [9] Felipe González apuesta por la energía nuclear. El País. 21-11-2007.
- [10] Mesa de diálogo sobre la evolución de la energía nuclear en España (Ministerio de Ciencia y Tecnología de España)
- [11] Resumen del cuarto informe del IPCC (en inglés).
- [12] Energía para el futuro. Sociedad Física Europea.
- [13] Natividad Carpintero Santamaría, profesora titular de la Universidad Politécnica de Madrid y miembro de la Academia Europea de Ciencias, “NUCLEARES, SÍ. Una energía necesaria”, para Libertad Digital, 14 de febrero de 2006, acceso 28 de noviembre de 2007.
- [14] Rosa Díez defiende Garoña y plantea al Gobierno abrir otra central nuclear. ABC.
- [15] Estudio sobre la energía de BBVA de 2007.
- [16] The Next Nagasaki - Nuclear Fears Stalk The World, Threat to the American Public, Yoichi Shimatsu, en Global Research -Canadá-, consultado el 21/3/2011
- [17] «Japón: mayoría en contra de energía nuclear». 26 de mayo de 2011. Consultado el 8 de mayo de 2012.

3 Argumentos esgrimidos por algunos organismos

3.1 Greenpeace

Los motivos esgrimidos por esta organización para su política en contra de la energía nuclear son:^[1]

- La energía nuclear es insostenible e ineficaz frente al cambio climático,
- La energía nuclear es peligrosa,
- La energía nuclear no ha sido capaz de encontrar una solución satisfactoria al problema de sus residuos radioactivos,
- La energía nuclear produce un impacto radiológico,
- La energía nuclear ha perdido la batalla de la competitividad económica,
- La energía nuclear posee una íntima relación con los usos militares
- La energía nuclear es impopular.

3.2 Asociación Nuclear Mundial

Esta asociación, que busca promocionar el uso pacífico de la energía nuclear, esgrime los siguientes motivos para su uso:^[2]

- La energía nuclear contribuye en la reducción de los gases de efecto invernadero y por tanto actúa contra el cambio climático,
- El crecimiento de la población mundial supone un crecimiento en el consumo energético,
- Las energías renovables solo podrán contribuir con un 6% de la electricidad generada en el mundo en el 2030,
- La energía nuclear proporciona independencia energética y seguridad en el suministro,
- El uso de combustibles fósiles causa tres millones de muertes al año en todo el mundo según la OMS,
- La radiación que recibe la población proveniente de las centrales nucleares es despreciable frente a la recibida de la propia naturaleza y de las fuentes médicas,
- El volumen de residuos generados es diminuto frente a otras formas de energía,
- El uso de la energía nuclear no ha contribuido a la proliferación nuclear,
- La energía nuclear es y será competitiva,
- Su combustible estará disponible durante varios siglos.

3.3 Ambientalistas Por la Energía Nuclear

Esta asociación, que promueve la energía nuclear para un mejor y más limpio planeta, plantea que:^[3]

- La oposición a la energía nuclear es uno de los mayores errores del siglo pasado,
- Bien gestionada, la energía nuclear es una energía muy limpia,
- No emite gases de efecto invernadero,
- Utiliza muy pocos materiales de construcción (por kWh generado) en comparación con la eólica o la solar,
- Produce muy pocos residuos (y casi totalmente confinados),
- Es muy segura

3.4 Panel Intergubernamental del Cambio Climático

En su último informe (el cuarto), el IPCC contempla el uso de la energía nuclear para la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero aduciendo:^[4]

- La falta de seguridad en el petróleo, el gas y la electricidad, puede promocionar el uso de tecnologías de baja emisión de carbono, como la nuclear, las renovables o el secuestro de carbono,
- Las nuevas tecnologías, que pueden mejorar el acceso a una energía limpia, incluyen el uso de nucleares avanzadas,
- La aceptación de los nuevos diseños de centrales nucleares es mayor,
- Para alcanzar la demanda de energía se necesitará una combinación de fuentes energéticas: fósiles, renovables y nuclear,
- Hay incertidumbres asociadas a la energía nuclear porque los mercados financieros les aplican mayores intereses para cubrir la percepción del riesgo,
- Tras la crisis del petróleo de los 70, tanto el gas natural como la energía nuclear ganaron mercado y, junto a las energías renovables, siguen teniendo un papel en la reducción de los gases de efecto invernadero,
- La emisión de gases de efecto invernadero, en el ciclo de vida de una nuclear, es comparable a la de las energías renovables,
- El reproceso, el particionamiento y la tecnología de transmutación pueden minimizar los volúmenes y toxicidad de los residuos,
- La experiencia de las tres décadas pasadas ha demostrado que la energía nuclear puede ser beneficiosa si se emplea cuidadosamente,
- Existe uranio suficiente para siglos, y con los reactores reproductores rápidos la capacidad se multiplicaría por un factor adicional de 8,
- La energía nuclear y las renovables serían más competitivas si se aplicaran los costes de las externalidades al gas y al carbón.

3.5 Colectivos a favor

La sección de la población a favor de la aplicación de lo nuclear para mejorar nuestra calidad de vida abarca a todos los ámbitos sociales aunque sin embargo encontramos en el ámbito científico una fuerte carga de argumentos basados en estadísticas y en hechos razonables en lugar de en comparaciones con hechos históricos. En la

universidad de Sevilla cuentan con un fuerte apoyo que consiguió convertir a su mujer en una ecologista pronuclear. Manuel Lozano Leyva es catedrático de Física Atómica, Molecular y Nuclear en la Universidad de Sevilla. A pesar de ser un ecologista reconocido y de reconocerse defensor de las energías renovable encuentra que el mundo mitifica demasiado la cuestión de la energía nuclear. Para él la cuestión se centra en el respaldo de las renovables: "Mi opción para el futuro, y creo que es lo progresista, es renovables respaldadas por nucleares. Y, a ser posible, nada de petróleo, nada de gas y nada de carbón" (Ansede M., Público, 13/04/2009). Sus argumentos descalabran los de los ecologistas mediante el uso de la ciencia y la lógica progre. En cuanto a uno de los problemas de los que más se quejan los que se posicionan en contra, los residuos, el catedrático ataca con que, si comparamos, un español produce al año un millón menos de residuos atómicos que de CO₂, emisión que actualmente está a la orden del día del cambio climático. Entre los argumentos más populares que manejan los pronucleares se encuentran:

- Son poco contaminantes.
- Los residuos son, mediante una buena legislación, controlables y reciclables.
- La distribución de energía nuclear se realiza a lo largo de todo el globo y no hay escasez como es el caso de los fósiles como el petróleo.
- Son económicamente estables y competitivas y más rentables que las energías alternativas.
- Para el futuro es la opción más viable y eficaz a corto plazo.

3.6 Colectivos en contra

Lo más común es encontrar entre los grupos de presión antinucleares a asociaciones y organizaciones ecologistas aunque es entrar en error si los agrupamos a todos en el mismo saco puesto que hay ecologistas a favor de la energía atómica. Uno de los grupos que más actividad ha tenido enfrentándose mediante acciones legales a la situación de un globo nuclear ha sido la organización Ecologistas en Acción los cuales intentaron ya en 2005 recabar las firmas suficientes para hacer llegar al gobierno una serie de propuestas. Están recogida de firmas la llevaron a cabo con otras 47 asociaciones de la misma ideología. Entre los objetivos que ofertaban a los gobiernos europeos se encontraba:

- Detener la construcción de nuevos reactores e instalaciones nucleares.
- Realizar un plan de abandono de la energía nuclear.
- Invertir masivamente en el ahorro de energía y en el desarrollo de las energías renovables

- Revocar el tratado EURATOM que financia masivamente la energía nuclear mediante fondos públicos.

4 Las centrales nucleares respecto a otras fuentes

4.1 Ventajas e inconvenientes

Es un ejercicio difícil, pero necesario para formarse una opinión sobre la conveniencia o no de apostar por la energía nuclear. Es difícil, por las posiciones tan enfrentadas, que hace que todo pierda cierto grado de objetividad.

4.1.1 Ventajas

- Una de las ventajas de la energía nuclear es que no presenta **ninguna incidencia en el llamado efecto invernadero**, es decir, no emite gases nocivos que contribuyan al calentamiento de la Tierra y al empobrecimiento de nuestra atmósfera. En este aspecto, presentan una ventaja clara sobre las centrales térmicas, donde el uso de combustibles fósiles como el carbón y el petróleo provoca la emisión de CO₂ a la atmósfera.
- Para terminar, la **relación entre la cantidad de combustible utilizado y la energía obtenida es mucho mayor** que en otras energías. Esto se traduce, también, en un ahorro en transportes, residuos, etc.

4.1.2 Inconvenientes

- La generación de **residuos nucleares y la dificultad para gestionarlos**, ya que tardan muchísimos años en perder su radiactividad y peligrosidad, es un inconveniente importante del uso de esta tecnología. La medida actual es enterrarlos en estructuras geológicas estables, que es una solución provisional, que no resuelve el problema. Hay líneas de investigación donde se utilizarían procesos nucleares donde los residuos producidos son de vida corta, que supondrían la resolución de este problema.
- Pero sin duda el gran inconveniente, y principal valedor de la lucha contra el uso de la energía nuclear, es el **riesgo de accidentes**. Si bien es cierto que desde los sucesos de Chernóbil y Three Miles Island, las medidas de seguridad en las centrales son muchísimo más estrictas y hacen que la posibilidad de que se produzcan accidentes nucleares se reduzcan drásticamente, también es verdad, que el accidente de Japón nos hace suponer que aunque existan todas las medidas de seguridad necesarias, el poder de la naturaleza no se puede controlar. Esto hace que los posibles fallos en centrales nucleares se conviertan

en auténticos desastres tanto para la población como para la naturaleza, a diferencia de otras fuentes energéticas. Esto es debido a que las reacciones nucleares por fisión generan unas reacciones en cadena que si los sistemas de control fallasen provocarían una explosión radiactiva.

5 Véase también

-  Portal:Energía. Contenido relacionado con Energía.
- Abandono de la energía nuclear
- Accidente nuclear
- Central nuclear
- Energía nuclear
- Seguridad nuclear
- Alertador nuclear
- Impacto ambiental de la energía nuclear
- Movimiento antinuclear

6 Referencias

- [1] Campaña nuclear de Greenpeace España.
- [2] Argumentos en favor de la energía nuclear de la Asociación nuclear mundial (en inglés)
- [3] Amientalistas por la energía nuclear.
- [4] 4º informe del IPCC (Grupo III). (en inglés)