

Tema 8. Los impactos ambientales del aprovechamiento de los recursos geológicos.

4º E.S.O. III. Ecología y medioambiente

2º Bachillerato. Ciencias de la Tierra y Medio ambiente. Modificaciones del medio.

SUMARIO

8.1. Introducción

8.2. Concepto de impacto ambiental OPCIONAL (válido para el tema 50)

(OPCIONAL) Contenido del estudio del impacto ambiental y proyectos a los que debe aplicarse

8.3. El impacto ambiental de la extracción de recursos terrestres

8.3.1. Extracción de minerales y rocas.

- a) La explotación minera subterránea
- b) Explotaciones a cielo abierto.
- c) Canteras.
- d) Graveras, Areneros
- e) disolución
- f) Sondeos.
- g) La explotación de los océanos.

8.3.2. Impactos ambientales de la minería

- a) Impactos paisajísticos.
- b) Impactos sobre las aguas.
- c) Impactos sobre el aire y el suelo.
- d) Ruido.
- e) Excedentes

8.4. Impacto de las obras públicas

8.5. Algunas soluciones para evitar los impactos ambientales producidos por la explotación de recursos naturales y actividades derivadas.

- 1. Residuos industriales.
- 2. Vertederos de basuras.
- 3. Graveras abandonadas.

8.6. Reflexión final

8.1. Introducción

Excepto en casos de estricta necesidad fisiológica (oxígeno, agua para beber, alimentos básicos, etc.), el recurso es una categoría humana basada sobre una energía o ente material preexistente, estando determinado su demanda y consumo por factores culturales que, por tanto, pueden variar con el tiempo (Ej. el uso del sílex). La definición de un recurso determinado ha de ser necesariamente dinámica, variando con la tecnología, disponibilidad y utilidad.

Los recursos naturales suelen aparecer en el planeta interrelacionados y distribuidos de forma discontinua más o menos regular. Entendemos por **depósito** cualquier forma en la que se encuentra disponible un determinado recursos (yacimientos mineral, extensión de suelo fértil, un acuífero, un bosque, un banco de pesca, etc.). La evaluación de los recursos geológicos diferencia entre reservas y otros tipos de depósitos no explotables. El carácter dinámico de los recursos hace que su volumen de reservas pueda disminuir o aumentar con el tiempo a pesar de que la cantidad total de recurso sea fija.

Desde un punto de vista económico, la idea de **flujo** hace referencia a la tasa de extracción y/o velocidad de circulación a lo largo de un proceso productivo. La inadecuación entre flujos físicos y económicos conduce a una mala gestión de los recursos, produciéndose una sobreexplotación y agotamiento prematuro de los mismos.

8.2. Concepto de impacto ambiental OPCIONAL (válido para el tema 50)

La distinción entre riesgos, intervenciones e impactos parece muy clara sobre el papel: los riesgos son naturales, mientras que las intervenciones y los impactos son debidos a la actividad humana. Un análisis más detallado nos obliga a difuminar esta clasificación, ya que los efectos de una catástrofe no suelen guardar una relación exclusiva con la energía liberada por el fenómeno natural. De forma que, si riesgos, intervenciones e impactos son diferentes en sus causas, están profundamente relacionados en sus efectos.

Se entiende por **impacto ambiental** a cualquier tipo de alteración favorable o desfavorable, sobre el medio ambiente o algunos de sus componentes, derivada de una determinada actividad. La sistematización de los impactos puede recibir distintos calificativos: Directos o Indirectos; a corto o largo plazo; reversible o irreversibles; acumulativos o sinérgicos, etc. Una clasificación sencilla y representativa, aunque básica, es la de calificar a los impactos como positivos y negativos o favorables y desfavorables. Se considera que el impacto es nulo cuando no hay alteración, cosa poco probable.

La primera regla sobre intervenciones e impactos es no llegar nunca a la proximidad de los umbrales de los sistemas geológicos que pueden sufrir transformaciones catastróficas y, a veces, irreversibles.

La Ley de Política Nacional del Medio Ambiente (NEPA) de 1969 de los EE.UU. de América, es el gran precedente, de referencia obligada y general cuando se trata de la **estimación de impactos ambientales**. La atención prestada al tema por el mundo académico y la Administración Pública en muchos lugares, se ha traducido en multitud de informes y publicaciones con un denominador común, y hasta un título común: **Environmental Impact Assessment (EIA)** o Statement (EIS), tomado de la sección 102 (2) (c) de la NEPA. Algunos califican a la NEPA como la Carta Magna del Medio Ambiente, otros la califican de interferencia con la libre empresa y de obstáculo para el desarrollo.

Además de las críticas sobre la oportunidad de la ley se han hecho muchas observaciones de procedimiento. Pero no cabe duda que es encomiable todo lo que contribuya a mejorar la información disponible en orden a la toma de decisiones. Tampoco cabe duda que, legislaciones de este tipo, cuya trascendencia es mucho mayor de la que puede colegirse en una primera impresión superficial, debe formularse con intención particularmente amplia y constructiva.

Desde 1973 han aparecido a nivel internacional unas **Acciones en Materia de medio ambiente**, cuyos objetivos con los de compaginar el desarrollo de los países con la calidad de vida ambiental haciendo ambos términos sinónimos.

La **Estrategia Mundial para la Conservación** es el documento que la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) elaboró en 1980 a petición del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Enumera las normas básicas de gestión de recursos vivos, así como de

cooperación internacional con el fin de lograr sus objetivos básico. Señala como actividades prioritarias a nivel nacional, entre otras, la evaluación anticipada del impacto de toda acción importante.

La primera directiva de la UE sobre evaluación de impactos se produjo en el año 1985, aunque sólo afectaba a proyectos de grandes industrias y obras públicas importantes. En España, tras su incorporación a la UE, se publica un R. D. el 28-6-1986, donde se fijan con cierta precisión las actividades que deberán someterse a la evaluación del impacto ambiental, y que amplían las previstas en la normativa comunitaria.

Con posterioridad se han promulgado leyes y reglamentos de ámbito estatal que contemplan esta ley, o que tienen marcado carácter medioambiental, como la Ley de Aguas o la Ley de Costas, así como otras específicas de algunas comunidades autónomas que amplían enormemente el horizonte normativo de nuestro país.

El requisito de redactar un **EIA** (Estudio o estimación de Impacto Ambiental), según la NEPA, queda establecido: "cuando una agencia federal se proponga llevar a cabo una **acción importante**, que tenga un **efecto significativo** sobre la calidad del medio ambiente humano, debe preparar una estimación **detallada** de los efectos ambientales y ponerla a disposición del presidente, del Congreso y de los ciudadanos americanos". Las letras en negrita obedecen al hecho de prestarse estas tres palabras a distintas interpretaciones, como ha sucedido en la práctica.

Es necesario precisar cuando una acción es importante, un efecto es significativo y una estimación es detallada. Los dos primeros puntos afectan a la determinación de los casos en que debe redactarse el informe, y el tercero a la de su contenido. Un cuarto punto, no menos relevante, es el momento de redactarlo.

La NEPA incluye **cinco directrices para el contenido de los EIA**, que deberán comprender:

1. El impacto ambiental de la acción propuesta.
2. La relación de impactos ambientales que no podrían evitarse de llevarse a cabo la acción.
3. Alternativas a la acción propuesta.
4. Una expresión de las relaciones entre los usos locales del entorno humano, a corto plazo, y el mantenimiento y estímulo de la productividad a largo plazo.
5. Las implicaciones de carácter irreversible e irreparable que se desprendería de la realización de la acción.

A estas directrices se le han hecho algunas observaciones, de distintas procedencias y de diferentes grados de concreción, tales como:

- Dentro de lo factible, el análisis debe ser lo más amplio posible.
- Los EIA deben poner de manifiesto los efectos no deseables, mediante consideraciones de irreversibilidad, equidad o coste.
- El estudio no debe limitarse sólo a los efectos sobre la contaminación, sino a todos los aspectos relevantes de la calidad del medio natural (fauna, flora, recarga de acuíferos, aumento de población, transportes, etc.).
- Debe distinguir efectos primarios y secundarios. También los efectos acumulados, cuando la acción sea plural.
- Debe permitir comparaciones.
- Debe esforzarse en encontrar alternativas que mitiguen los efectos adversos.
- No deben imponer costes o restricciones desproporcionados al organismo o empresa que emprende la acción.

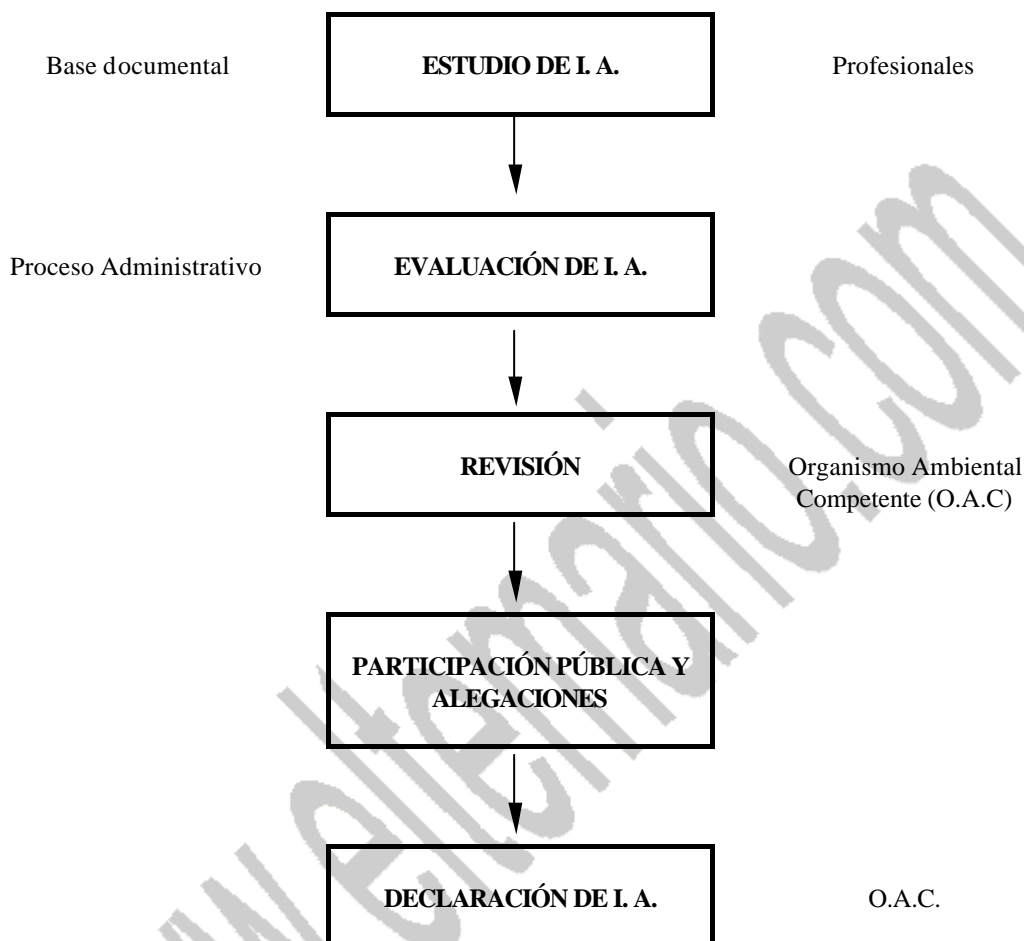
Los factores del medio ambiente deben formar parte del conjunto a considerar en la toma de decisiones respecto a la promoción y a la localización de las acciones; no deben, en cambio, tratarse como restricciones a posteriori. La **evaluación del impacto ambiental** debe ser vista como un componente del procedimiento conjunto de planificación, y no como un engorroso aditamento añadido a aquél.

La **Evaluación de Impacto Ambiental** no es más que la declaración de intenciones por parte del ente que pretende llevar a cabo una determinada actividad. En ella deben figurar las características de la misma para poder realizar, posteriormente, la correspondiente **estimación** de los posibles impactos que ésta pueda causar en el medio en que se ubique.

Para poder llevar a cabo la evaluación se usa como instrumento el "**Estudio de Impacto Ambiental**". En este trabajo científico-técnico, se hace inventario de la situación antes de la actividad y la

previsión de lo que sucederá tras ella. Este estudio lo deben realizar, previo encargo del propietario del Proyecto, profesionales cualificados como biólogos, geólogos, ingenieros, etc.

El estudio es elevado a la Administración correspondiente (las comunidades Autónomas tienen competencias al respecto) para que proceda a su evaluación. Tras someterlo a información pública, emite el dictamen administrativo de Declaración de Impacto Ambiental, mediante el Organismo Ambiental Competente (OAC).



(OPCIONAL) Contenido del estudio del impacto ambiental y proyectos a los que debe aplicarse

El R.D. de 28-6-1986 sobre evaluación de impactos, como hemos dicho, completa la normativa europea. Otras legislaciones estatales y autonómicas la van ampliando. En la actualidad la exigencia de evaluar los efectos en el medio se aplica a la mayor parte de los proyectos, bien de forma abreviada de estimación de impacto, o bien de forma más compleja. Los contenidos que fija el Reglamento son:

1. Relacionados con el proyecto

- **Descripción detallada del proyecto** que se pretende realizar así como su localización y análisis de las posibles alteraciones que pueda producir en el medio, tanto en la fase de ejecución de la obra como en la de explotación, para el caso de obras como los embalses.
- **Examen de alternativas** técnicamente viables y justificación de la solución o soluciones aceptadas. En este examen de alternativas debe figurar cada una de las opciones estudiadas, con sus posibles impactos, así como la intensidad de los mismos, aunque en la práctica suele hacerse al evaluar e identificar los impactos. (ver punto 2)

2. Relacionados con el medio ambiente.

- **Inventario ambiental** y descripción de las interacciones ecológicas o ambientales clave. Deben detallarse los efectos en los distintos apartados en que dividimos el medio ambiente y todos aquellos

que puedan verse afectados. Para ello, hay que censar, inventariar, cuantificar y cartografiar todos aquellos aspectos que puedan ser de interés actual y futuro.

- **Identificación y valoración de impactos** tanto en la solución propuesta como en sus alternativas, que incluirá valoración de todos aquellos efectos notables que puedan afectar a cualquiera de los aspectos medioambientales.
- 3. **Medidas de protección y control.**
- 4. Propuesta de **medidas protectoras y correctoras** que puedan establecerse para reducir, eliminar o compensar los efectos negativos notables que afecten al medio.
Además se establecerá un programa de vigilancia y seguimiento ambiental, de manera que se garantice el cumplimiento de las medidas correctoras contenidas en el estudio.
- 5. **Documentos de síntesis:** En él se recogen las conclusiones relativas a la viabilidad de las actuaciones propuestas y al examen y elección de las distintas alternativas, así como las medidas correctoras propuestas y el programa de vigilancia, tanto en la fase de ejecución de la actividad proyectada como en la de funcionamiento.

Desde el 6-10-2000 España se ha visto obligada a aplicar la directiva comunitaria 97/11 sobre obligatoriedad a declarar impactos ambientales en sus diferentes leyes mediante la publicación de un Decreto Ley.

Se presta especial atención a las áreas como los humedales (unos 38 en España), zonas costeras, de montaña y de bosque, reservas y parques naturales, o aquellas áreas en que existe gran densidad demográfica, e incluso los paisajes considerados de significación histórica, cultural y arqueológica.

Otros factores tenidos en cuenta son: la extensión del impacto ambiental, población afectada, si rebasa o no fronteras, grado de probidad y frecuencia, duración y, por último, si resulta reversible una vez ocurrido.

Los proyectos obligados a la declaración de impacto según el R. D. aludido y la directiva comunitaria 97/11 son:

- **Agricultura, silvicultura, acuicultura y ganadería.** Repoblaciones forestales, transformación de usos del suelo, concentraciones parcelarias, instalaciones ganaderas y de acuicultura.
- **Industrias extractivas.** Explotaciones a cielo abierto de yacimientos minerales y demás recursos geológicos, minería subterránea, dragados y extracción de petróleo.
- **Industria energética.** Refinerías de petróleo bruto; centrales térmicas y nucleares; instalaciones para la producción de electricidad, vapor y agua caliente; tuberías para el transporte de gas y petróleo, parques eólicos.
- **Industrias siderúrgica y del mineral.** Producción y elaboración de metales (amianto, hierro, acero, fabricación de materiales plásticos de cemento y vidrio y productos cerámicos).
- **Industria química, petroquímica, textil y papeleras.** Incluye curtido de pieles y cuero, pasta de papel y carbón, tratamiento de celulosa.
- **Industria de productos alimenticios.** Incluye las instalaciones para el sacrificio de animales.
- **Proyectos de infraestructura.** Carreteras, ferrocarriles de largo recorrido, aeropuertos, puertos comerciales, pesqueros y deportivos; diques, espigones, etc.
- **Proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión de residuos.** Instalaciones de tratamiento o eliminación de residuos peligrosos y no peligrosos mediante incineración o tratamiento químico; vertederos que reciban más de 10 toneladas/día o que tengan más de 25.000 toneladas de capacidad, excluidos los vertederos de inertes y de materiales de construcción.
- **Otros proyectos** si afectan a humedales. En este grupo también se incluyen aeródromos, urbanizaciones, complejos hoteleros, pistas de esquí, parques temáticos, etc.

Esta directiva pretende que los daños ambientales o la contaminación se puedan prever antes de que determinadas obras de infraestructura acaben. Existe, sin embargo, una serie de proyectos que no tendrán que pasar evaluación obligatoria, a no ser que ello sea decidido, en función de cada caso, por el órgano ambiental competentes que deberá motivar públicamente esta medida: por ejemplo, en esa categoría entran los metros, los campings, almacenes de chatarra, pistas de carreras o las obras de aportación de arena a las playas.

8.2.1. Métodos de evaluación de impactos (OPCIONAL)

Estos métodos pretenden relacionar parámetros ambientales (economía, sociedad, paisaje, flora, fauna, procesos geológicos, suelo, agua, clima, aire, etc.) con posibles alteraciones de los mismos, determinando además a priori el grado de alteración que se producirá. Los sistemas más sencillos son los cartográficos y

las matrices causa-efecto. No existe una metodología universal, toda vez que es imposible incluir todos los distintos parámetros ni todos los posibles impactos. Por ello existen las guías metodológicas que orientan sobre la determinación de impactos para cada actividad distinta.

➤ **Métodos cartográficos**

Se basan en la elaboración de mapas, primero de mapas de distribución de parámetros ambientales y, después, de áreas afectadas por cada impacto. Son métodos muy intuitivos, ya que la representación gráfica ayuda a reconocer rápidamente la extensión de los posibles problemas, pero no son muy exactos, ya que se debería trabajar con multitud de mapas, tanto de parámetros ambientales como de posibles impactos. Son necesarios otros métodos para completar el estudio.

➤ **Matrices causa-efecto**

Estos métodos se basan en la representación de una matriz con dos entradas, parámetros ambientales y acciones, intentando relacionarlos entre sí. Las matrices estándar sólo son aplicables a casos generales. Para estudiar un caso concreto hay que adaptarlas. Se deben elegir factores ambientales fácilmente identificables y representativos de las características del entorno

- **Matrices de correlación**, qué indican simplemente si cada una de las acciones efectuadas alterará o no un parámetro. No establecen ninguna valoración de los impactos. Una variante son las matrices de compatibilidad, que indican simplemente qué tipo de acciones pueden generarse y en qué tipo de ambientes sin generar grandes cambios.
- **Matrices de valoración**, en las que además de incluir las posibles influencias, se valoran. La más conocida es la matriz de Leopold, uno de los primeros intentos de desarrollar un sistema de referencia para la evaluación para la EIA. Recoge 88 parámetros ambientales distintos y 100 posibles alteraciones (8.800 cuadrículas). En la matriz de Leopold se incluyen, para cada cuadrícula, dos valores que determinan el grado de impacto: su magnitud (de 0 a 10, 0 = ausencia de impacto; positivo o negativo según el signo del impacto) y su intensidad (de 0 a 10). La suma de cada fila determina la fragilidad y la de cada columna la agresividad.

8.3. El impacto ambiental de la extracción de recursos terrestres

Entre los **recursos no renovables** de la tierra se incluyen los yacimientos metalíferos y no metálicos, combustibles fósiles y nucleares. Se requieren millones de años para su acumulación, a través de lentos procesos geológicos. La Geología económica se encarga del estudio científico de los recursos minerales y sus orígenes.

Los países industriales consumimos con una rapidez cada vez mayor recursos naturales. En décadas venideras, con el aumento de la demanda de materiales y energía, los ritmos de extracción de menas y de combustibles se intensificarán. Los yacimientos más ricos pueden agotarse, lo que obligará a localizar otros nuevos.

La tectónica de placas abre la esperanza de descubrir nuevos y ricos yacimientos de minerales. Pero mientras esto no se materialice, se explotarán menas cada vez más pobres y ubicadas a mayor profundidad, lo que provocará un aumento de gastos de explotación y mayores daños ambientales.

Conviene que tomemos conciencia de que la extracción de recursos minerales de la tierra produce muchos impactos ambientales considerables, de los más graves causados por las actividades humanas.

Aunque los más aparentes se concentran en las zonas mineras propiamente dichas, suelen afectar a los lugares adyacentes y pueden alcanzar regiones muy lejanas, incluso la totalidad del planeta.

Sus características, de tipo y grado muy variable, dependen en gran medida de la naturaleza del recurso extraído, de las rocas que lo acompañan, de la magnitud de las explotaciones, de los métodos de extracción y tratamientos utilizados, del clima y de las condiciones geográficas locales. Sin embargo, una gestión consciente de los impactos ambientales que pueden causarse y decidida a evitarlos es capaz de reducirlos a niveles comparativamente bajos.

Las operaciones mineras ocupan una gran extensión y afectan a zonas agrícolas, repoblaciones, bosques y otros espacios rurales o más o menos naturales, sobre los que los impactos ambientales son graves, incluso, frecuentemente, de carácter terminal.

La morfología local sufre importantes cambios: vías de acceso, pozos, galerías, zanjas, excavaciones, movimiento de grandes volúmenes de tierra, desmontes, escombreras, balsas de sedimentación, terraplenes más o menos inestables sujetos a movimientos de masa y erosión, etc. Las

modificaciones son más importantes si las explotaciones se realizan a cielo abierto, pero la minería subterránea puede producir fenómenos de subsidencia o hundimientos. El que se presenten unos u otros, su alcance y otras características depende del **tipo de roca** (si es de plasticidad elevada tenderá a haber subsidencia, si es más baja son más probables los hundimientos, que suelen causar mayores daños), de la **profundidad de las labores** (las rocas aumentan su plasticidad con la profundidad) y de **su extensión**. Las vibraciones que acompañan a los hundimientos pueden afectar también a lugares próximos: edificios, embalses, puentes y otras obras públicas.

8.3.1. Extracción de minerales y rocas.

La gran diversidad en cuanto a la naturaleza y a la localización de los yacimientos minerales da lugar a que los métodos de extracción sean muy variados. Por tanto también lo son los impactos ambientales que produzcan, que se encuentran entre los más graves que puede provocar el hombre.

a) La explotación minera subterránea

La explotación de minas subterránea ocasiona la remoción de rocas y minerales útiles y, conjuntamente, los montones de materiales inútiles procedentes de los desechos modifican la topografía local. El acceso al yacimiento puede hacerse mediante uno o más pozos verticales y/o a través de planos inclinados. Las mineralizaciones estratiformes o tabulares (carbón) se explotan, generalmente, mediante un sistema de galerías, rampas y pasadizos que se entrecruzan, no siempre siguiendo una pauta regular.

El desguarnecimiento y apertura de grietas provocados por las explotaciones mineras destruyen muchos millares de hectáreas de suelo. Además de estos efectos directos, gran cantidad de tierras pueden verse afectadas negativamente por sedimentos ácidos y otros materiales tóxicos derivados del lavado de los residuos y llegar hasta los ríos.

Una vez acabada la explotación de las minas, los pozos se suelen llenar de agua, convirtiéndose en áreas insanas; sin embargo, convenientemente cuidados, pueden convertirse en fuentes de recreo local.

b) Explotaciones a cielo abierto.

Las grandes explotaciones a cielo abierto puede llegar a tener varios kilómetros cuadrados de extensión y una profundidad de centenares de metros. Los impactos ambientales prácticamente todos de carácter terminal en la zona de explotación, se extienden a otras zonas limítrofes, en ocasiones manteniendo su gravedad.

Las explotaciones de cielo abierto se realizan cuando el yacimiento es superficial o cuando, aún estando a cierta profundidad, sus características (tipo de mineral, distribución, volumen de reservas, etc.) aseguren la rentabilidad. Las grandes excavaciones de este tipo tienen forma de cono invertido, con paredes escalonadas que se utilizan como vías de acceso y plataformas de trabajo. Son frecuentes para la extracción de minerales de hierro, cobre, zinc y otros metales. Alteran completamente la topografía local y pueden causar otros numerosos impactos ambientales.

La explotación a cielo abierto también se puede realizar por bandas, que da lugar a una intensa remoción de terreno, en el que quedan las escombreras dispuestas en filas paralelas. Así se explotan carbones, minerales de uranio, limonitas, rocas industriales, fosfatos, etc. En particular la extracción de carbón a cielo abierto plantea uno de los problemas ambientales mayores, dado que parte de nuestro suministro de energía procede del carbón. Aunque la mayor parte de estos recursos se encuentran a gran profundidad para explotarse a cielo abierto, existe una fuerte tendencia a extraer así todo el carbón somero. La extracción de carbón de profundidad también produce grandes montones de escombros, y puede registrarse subsidencia del terreno situado encima de las instalaciones mineras. Si el precio del mineral hace factible la explotación a grandes profundidades, los impactos ambientales son considerables; así mismo lo son si las escombreras contienen uranio, plomo, mercurio, carbón, etc.

En zonas con fuerte relieve puede explotarse solamente el mineral que está situado a menor profundidad dando lugar a una variante de esta forma de explotación, pues las trincheras y las escombreras se disponen a lo largo de los fondos de valle o de las laderas, a veces durante Km. y con trazado irregular. Son considerables los impactos ambientales que provocan, degradando intensamente el territorio.

La apertura de profundas grietas en el terreno y la acumulación de escombreras (Portmán, Llano del Beal, etc.) coinciden en las explotaciones a cielo abierto. Además de las profundas grietas que se

abren en la superficie natural del terreno y de que éste queda enterrado bajo grandes masas de escombreras, la extracción a cielo abierto afecta negativamente a la calidad del agua de los ríos y lagos cuyo caudal sale de regiones así explotadas. La recuperación de las explotaciones a cielo abierto, restaurando la topografía, el suelo y la vegetación, es costosa y muy difícil si la pendientes es igual o superior al 15 %.

c) Canteras.

Explotan a cielo abierto materiales cuyo valor unitario en el mercado es bajo, como las rocas industriales (calizas, areniscas, arcillas, granitos, mármoles, fosfatos, etc.). Aunque su configuración y técnicas de explotación son variables, generalmente hay uno o más frentes y el material se extrae en bloques (para la construcción, como ornamental) o triturado (para productos cerámicos, áridos, fertilizantes, etc.). Los posibles impactos son muy variados, posiblemente los más graves son los de tipo paisajístico, independientemente del tamaño de las canteras.

d) La extracción de recursos minerales en **Graveras, Areneros** y en general de sedimentos sin consolidar o poco consolidados, se realiza generalmente mediante excavaciones y/o dragados, sobre todo si se trabaja en zonas aluviales o costeras. En la explotación de **placeres** es frecuente utilizar agua a presión, método poco costoso si la disponibilidad de líquido es elevada; posteriormente se separa el metal (oro, platino, estaño, etc.) por gravedad. Los impactos ambientales pueden degradar el territorio intensamente y si se utiliza agua a presión puede aparecer también una pérdida en la calidad de las aguas a causa de los sedimentos transportados, aterramientos, aumento de riesgo de inundaciones, daños graves en los cauces, etc.

e) Algunos minerales pueden obtenerse también por **disolución**: halita, potasas, sales de azufre, óxidos de uranio. La evaporación de las salmueras, si es posible, permite realizar el proceso con un bajo consumo energético. Además de otros problemas ambientales se puede producir la contaminación de parajes naturales, o de interés agrícola o forestal con aguas salobres.

f) Sondeos.

Se obtienen recursos minerales de elevada fluidez (agua, petróleo, gas natural, salmueras). Los **sondeos por percusión** se suelen utilizar para abrir pozos de escasa profundidad (agua). En los demás casos se utilizan **sondeos de rotación**, que pueden alcanzar grandes profundidades.

Aunque en ciertas ocasiones el agua o los hidrocarburos puedan fluir espontáneamente, en general es preciso realizar **bombeos** o utilizar técnicas especiales de recuperación. Estas permiten extraer cantidades adicionales en campos que, de otra forma, habría que considerar agotados. Consisten en inyectar, bajo ciertas condiciones, las siguientes sustancias: Aire caliente (el aumento de la t° aumenta la fluidez); agua (supresión y mayor densidad que el crudo ayuda a desplazarlo); Agua con dióxido de carbono (disminuye la densidad del crudo); vapor de agua (aumento de t° y consiguiente aumento de la fluidez del crudo); etc. Las salmueras se obtienen por inyección de agua caliente en yacimientos salinos.

La degradación ambiental producida por los sondeos es, en general, menor que la producida por los otros procedimientos de extracción. Los mayores impactos se deben a subsidencia, degradación del paisaje, vertidos y derrames.

Conforme se extrae petróleo, puede ir produciéndose compactación de los estratos, lo que provoca un descenso de la superficie terrestre. La **subsidencia del terreno** llegó a más de 8 m. en la zona portuaria de Long Beach (California), como consecuencia de la producción de petróleo en el transcurso de un cuarto de siglo. La subsidencia costera puede llevar consigo inundaciones por invasión del agua marina, y hay que construir diques y terraplenes para impedirlo.

Otro efecto colateral es el **derrame de petróleo** en pozos marinos abiertos para extraer el petróleo de la plataforma continental. El petróleo a presión se puede abrir paso a través de fallas en rocas contiguas al pozo, y salir incontrolado. En 1969 en Santa Bárbara, California, se produjo un reventón de este tipo, provocando la salida de gran cantidad de petróleo contaminando, gravemente, las playas y el puerto de la ciudad.

Las **Mareas negras** producidas por los naufragios y accidentes de grandes petroleros que transportan crudo, producen unos problemas ambientales difíciles y costos de reparar. Estas mareas producen efectos devastadores cuando llegan a las costas, pues contaminan tanto la fauna como la flora.

La limpieza de petroleros en alta mar, en menor medida, pueden acarrear la contaminación de las playas por alquitrán.

En general, los principales efectos negativos se producen no durante la extracción propiamente dicha, sino como consecuencia del transporte, tratamiento posterior o utilización.

g) La explotación de los océanos.

Aparece como una solución al crecimiento de la demanda y al posible agotamiento de los yacimientos continentales. El potencial es muy alto para diversos recursos, pero también lo son los riesgos y los problemas técnicos, legales y de financiación. El método de explotación más importante en la actualidad son las **plataformas petrolíferas** que posibilitan la extracción de hidrocarburos mediante sondeos en zonas poco profundas de las plataformas continentales. Los riesgos ambientales son mayores que en las perforaciones terrestres.

También se explotan sedimentos marinos someros para la obtención de gravas y arenas. Reviste importancia la producción de minerales pesados. Las técnicas que se emplean son parecidas a las usadas en graveras y areneros.

Aunque se ha especulado mucho, no parece que las aguas marinas puedan ser, al menos en un próximo futuro, una fuente importante de recursos minerales (si se exceptúan sales de sodio, magnesio o bromo). Por ejemplo, tan sólo la energía que se necesitaría para bombear el agua lo hace muy problemático. La explotación de rocas submarinas, pese a las recientes experiencias de Japón o de Inglaterra, es técnica y económicamente muy difícil que sea viable. Ver tema 20.

En el futuro se espera conseguir recursos minerales a partir de salmueras calientes (obtención de Cu, Au, Ag en el mar Rojo) y de materiales sobre la superficie del fondo oceánico (extracción mediante dragados o succión de nódulos de manganeso situados a más de 4000 m.). Actualmente parece especialmente interesante la obtención de níquel.

8.3.2. Impactos ambientales de la minería

a) Impactos paisajísticos.

Las modificaciones morfológicas se traducen en impactos paisajísticos, agravados con frecuencia por la destrucción o degradación de la vegetación, por la existencia de torres, barracones, plantas de concentración y tratamiento, por la combustión espontánea de las escombreras, etc. Los impactos paisajísticos pueden trascender a zonas alejadas de la explotación, por causa del polvo de aterramiento, agua o aire contaminados, construcciones de vías de acceso, tendido eléctrico, etc. La mayor frecuencia de las explotaciones a cielo abierto, la demanda creciente de rocas, junto a otros factores, hacen suponer que éstos y otros impactos acrecentarán su magnitud en el futuro.

La excesiva extracción de áridos, efectuado en el cauce de los ríos (Jarama, Henares), produce un encajamiento del río sobre el lecho, llegando a descalzar pilares de puentes y, por consiguiente, inutilizarlos.

b) Impactos sobre las aguas.

La contaminación de las aguas superficiales y subterráneas a causa de las actividades mineras pueden causar impactos muy diversos. Su origen es vario: uso de agua para disgregar, lavar y transportar sustancias o para refrigerar; filtración a través de escombreras u otros materiales vertidos o escapes de plantas de concentración o refinado, etc. Los agentes más importantes son:

b₁) SUSTANCIAS TÓXICAS solubles (Pb, Hg, Cu, Zn, Cr, Cd, Mo), FH, cianuros (usados en los procesos de concentración), etc., constituyen un importante riesgo sanitario para el hombre y sus ganados. La toxicidad depende de la concentración, de la forma (el Hg o el Pb en compuestos orgánicos es más tóxico que en inorgánicos, en el Cu es al revés). Los contaminantes de metales pesados son responsables de lesiones de gran alcance en los órganos vitales. El mercurio y el plomo atacan al sistema nervioso central; el níquel y el berilo dañan los pulmones; el antimonio y el plomo pueden afectar al corazón; el cadmio produce lesiones renales, etc. Desde los años treinta, en que el único metal carcinógeno conocido era el arsénico, se han añadido a la lista el berilo, cadmio, cobalto, cromo, hierro, plomo, níquel, selenio, titanio y zinc.

METAL	ORIGEN	EFECTOS
ARSENICO	Minería. Pesticidas.	Tóxico. Dermatitis. Posiblemente cancerígeno
CADMIO	Combustión del carbón. Pilas. Residuos mineros. Chapado de metales.	Enfermedades cardiovasculares. Hipertensión. Reemplaza bioquímicamente al Zn. Desórdenes gastrointestinales.
MERCURIO	Combustión del carbón. Minería. Residuos industriales	Toxicidad aguda y crónica. Erupciones cutáneas Alucinaciones
NÍQUEL	Combustión del carbón. Aditivos de la gasolina. Catalizadores	Cáncer de pulmón. Dermatitis. Náuseas. Dolores de cabeza
PLATINO	Catalizadores de combustión	Conjuntivitis. Dermatitis. Asma bronquial.
PLOMO	Combustión gasolina. Industria. Pinturas	Tóxico. Nefro y neuropatologías. Anemia. Convulsiones

La destrucción del suelo debido a las explotaciones mineras modifica la vida animal y vegetal retrasando el retorno de una vegetación que recomponga el paisaje destrozado y se prolongue el período de erosión destructora. Se reduce la tierra cultivable causando, inevitablemente, un aumento en el coste de la vida.

Son dignos de resaltar los efectos que sobre el mar tienen los **vertidos de minas** (Bahía de Portmán). En esta bahía, cuyo calado en los años cuarenta era de unos 7 m., hoy día es tierra firme, debido a la colmatación producida por el vertido incontrolado de los estériles procedentes de la explotación minera. En el terreno destaca la silueta y los puntos de amarre de un antiguo puerto, en donde atracaban grandes buques para cargar blenda, galena y pirita.

b₂) SULFATOS procedentes de yacimientos metálicos o minas de carbón, junto con otras sustancias capaces de provocar la acidificación de las aguas, letal para los organismos acuáticos y hace a las aguas químicamente agresivas requiriendo gran dilución o tratamiento específico para su reutilización.

b₃) SALES FERROSAS, que al pasar a férricas enturbian el agua y precipitan en los lechos de los cauces (precipitados pardos) que pueden llegar a una degradación total del medio acuático y otros problemas.

b₄) MATERIA ORGÁNICA que provoca el descenso del oxígeno disuelto. La explotación de áridos lleva consigo el abandono de grandes hendiduras o depresiones en medio del paisaje. Se abandona, en muchos casos, al alcanzarse el nivel freático que dificulta la explotación de gravas o arenas. Esto puede suponer un peligro de contaminación de las aguas subterráneas (Ver tema 12). Además se suelen utilizar como estercoleros clandestinos, incrementándose el peligro de contaminación de las aguas.

b₅) NUTRIENTES que pueden ocasionar una eutrofización. O bien que, una excesiva oxigenación (Ej. por agitación mecánica) puede causar la destrucción de cantidades masivas de materia orgánica.

b₆) SEDIMENTOS, particularmente cuando se realizan disgregado hidráulico, dragados, etc. Esta carga sólida puede obstruir cauces y canales, dando lugar o agravando inundaciones; aterrar embalses, campos de cultivo, praderas y ecosistemas más o menos naturales, llegar a zonas costeras y dañar puertos, zonas pesqueras o de interés turístico.

b₇) ISÓTOPOS RADIATIVOS que suponen un importante riesgo sanitario. La industria nuclear en lugar de representar una energía barata y abundante, capaz de satisfacer la demanda mundial en un futuro previsible, ha resultado ser una fuente de energía cara, repleta de problemas técnicos insolubles, y riesgos ambientales inaceptables. La sombra de los residuos radiactivos de larga vida alcanza a varias generaciones.

En el caso de la **minería del Uranio**, existe el peligro adicional de la exposición a la radiación ionizante del gas radiactivo **Radón**, desprendido por la desintegración natural del uranio. Otro producto peligroso generado en la desintegración radiactiva es el **Radio**, que puede **lixiviarse** desde las escombreras resultantes de las operaciones de extracción y procesamiento del uranio, llegar a los ríos y contaminarlos. A estos peligros de extracción se suman las posibilidades de contaminación de ríos y lagos

por escape de isótopos radiactivos generados en el procesamiento de combustibles nucleares y en el funcionamiento de centrales de energía nuclear.

Treinta y cinco años después de que el primer reactor nuclear comercial empezara su funcionamiento, sigue sin existir una solución aceptable al problema de los residuos radiactivos. Las varillas de combustible pueden reciclarse para recuperar Uranio y Plutonio, pero este proceso sigue dejando residuos altamente radiactivos de los que hay que prescindir. Otros residuos radiactivos incluyen los producidos por la minería del uranio y las centrales nucleares que han sido cerradas o "clausuradas".

La fosa atlántica no es el lugar más apropiado para depositar los residuos radiactivos procedentes de centrales nucleares; sobre todo si se tiene en cuenta que los dobles bidones de plomo en donde se guardan, antes o después, se pueden romper y no son previsibles sus efectos sobre los ecosistemas marinos. Por ello, hoy día, se tiende a guardar los residuos radiactivos o bien en recintos blindados de granito, o en pozos especiales en zonas profundas de la tierra.

Frente a la creciente preocupación por la opinión pública y a los controles ambientales, cada vez más estrictos, algunas empresas de eliminación de residuos han intentado resolver el problema exportándolos a países del tercer Mundo. Una alarmante industria exportadora.

b₈) CONTAMINACIÓN TÉRMICA DE LAS AGUAS. Otro impacto ambiental del uso de combustibles fósiles y nucleares proviene de la eliminación de calor de grandes centrales generadoras de electricidad. Allí donde se emplean grandes volúmenes de agua como refrigerante, esta es vertida a los ríos, lagos o estuarios a una t° mucho más alta que la de toma. Esta contaminación térmica del agua puede afectar gravemente a la vida acuática.

c) Impactos sobre el aire y el suelo.

La contaminación del aire puede ser grave y suponer graves riesgos para la salud. Se origina al dividir, triturar o remover suelos, sedimentos y rocas; a partir de escombreras, balsas de sedimentación o detritos de cualquier tipo, por vertidos o escapes de las plantas de tratamiento, talleres, ventilación, vehículos, etc. Los agentes más importantes son:

c₁) AEROSOLES y POLVO. Dependen del tipo de materiales y de las técnicas de extracción, en menor medida dependen del clima.

c₂) GASES, óxidos de carbono, nitrógeno, azufre, y en ocasiones SH_2 y FH . La quema de combustibles fósiles, como todos sabemos, es generalmente nuestra principal fuente de contaminación del aire. Además de la emisión de sustancias contaminantes como compuestos hidrocarbonados, óxidos de nitrógeno y de azufre, la quema de combustibles suelta grandes cantidades de calor en la atmósfera. Como consecuencia de ellos los climas urbanos se ven sustancialmente modificados y pueden producirse importantes efectos planetarios sobre el clima del futuro, dado el progresivo aumento de la cantidad de combustible quemado. Además la fusión, en particular las sulfurosas, constituye una importante fuente de contaminación del aire en zonas contiguas a las fundiciones, que puede afectar gravemente a la vegetación y al agua superficial. (Ver tema 11)

La extracción superficial de cualquier recurso mineral, sea mena metálica o carbón, siempre ha sido peligrosa. La inhalación de polvo de carbón o de silicatos pulverizados supone un grave peligro para la salud de los mineros (silicosis).

Las modificaciones de la morfología y la contaminación de las aguas y aire influye negativamente en los suelos, que pueden ser destruidos, degradados o contaminados (metales pesados, isótopos radiactivos, etc.), por aguas ácidas, por sedimentos que los aterren, por gases nocivos, etc., con consecuencias que van desde el descenso de la productividad primaria hasta la práctica desaparición de vegetación y microorganismos. Un estudio más detallado se tiene en el Tema 17.

d) Ruido.

La **contaminación acústica** suele ser elevada, causando diversos daños ecológicos y a personas. Las vibraciones (maquinaria pesada, explosiones, movimientos de masas) pueden también dar lugar a impactos ambientales.

e) Excedentes

La producción minera y la economía mundial evolucionan en paralelo. Pero además de los grandes ciclos del desarrollo económico, otras variables pueden influir en la explotación de determinados minerales.

Por ejemplo, el uso generalizado del mercurio en pinturas, desinfectantes, fertilizantes y electrónica ha provocado la concentración de este metal en cantidades peligrosas en los mares, y su entrada, a través de peces, en la cadena alimentaria humana. Como consecuencia de varios accidentes graves, el mercurio ha sido sustituido paulatinamente en algunas de sus aplicaciones: esto explica el descenso de su producción en España en la última década.

Otros datos de la negativa situación de la producción minera se explica también por causas medioambientales. En este caso, la desulfuración del petróleo para evitar la contaminación por óxidos de azufre ha producido enormes cantidades de éste, lo que ha hecho caer en picado su precio. En otros casos, los descensos se deben simplemente al agotamiento progresivo del yacimientos que en buena parte se explotan desde la época romana, y a la competencia de la minería del Tercer Mundo, con mano de obra mucho más barata.

8.4. Impacto de las obras públicas

Las fuerzas de deformación y modelado de la corteza terrestre pueden tener un origen interno o externo, cuyo estudio corresponde a la Geodinámica interna o externa, respectivamente. Este conjunto de procesos geológicos constituye un riesgo para el hombre cuando puede afectarle a él directamente o a sus obras o propiedades.

En general, el hombre convive con el riesgo geológico, ya sea por ignorancia de su existencia, ya sea porque se habitúa a su presencia: forma comunidades en zonas inundables, en las laderas de los volcanes, en zonas sísmicamente activas, etc. Otras veces es el hombre mismo con su actividad el causante de la situación de riesgo, desencadenando un fenómeno geológico donde antes existía una situación estable, al acelerar el proceso o al provocar un desequilibrio de las fuerzas presentes. Los daños producidos por los procesos geológicos, naturales o provocados, son cuantiosos y pueden cifrarse en términos de pérdidas económicas o de irreparables pérdidas humanas.

Se conoce como **riesgo natural inducido** el derivado de procesos generados o acelerados como consecuencia de acciones antrópicas. En este caso se pone de manifiesto la relación que existe entre los riesgos y los impactos ambientales, su mutua complementariedad como interferencia medio-hombre y hombre-medio, respectivamente.

La actividad humana pone en marcha toda una serie de procesos geológicos o suministra energía adicional a otros. Entre los procesos geológicos antrópicos hay ejemplos de fenómenos gravitacionales derivados de la creación de taludes artificiales; sismicidad y hundimiento derivados de la minería subterránea, sobreexplotación de acuíferos, o construcción de grandes embalses, etc. Entre los fenómenos de aceleración de procesos, la erosión del suelo, principalmente favorecida por la deforestación y el laboreo agrícola es el ejemplo más evidente, aunque otros, como la aceleración de fenómenos gravitatorios pueden ser importantes desde el punto de vista humano.

Es necesario, por tanto, un conocimiento de los riesgos existentes de modo que se puedan evitar o aminorar, mediante las oportunas medidas. Para la previsión y prevención se dispone de la **cartografía de la previsión de riesgos**, que permite una planificación y ordenación del territorio más correcta de forma que las actividades humanas sean correctas y se puedan efectuar las obras de prevención necesarias para eliminar los riesgos en la medida de lo posible. El Instituto Geológico y Minero de España confecciona Mapas previsores de riesgos, a distintas escalas, de todo el país.

La Geología aplicada a la ingeniería o Geotécnica se ocupa del estudio de los materiales en los que se van a realizar obras de ingeniería (autopistas, túneles, canales, etc.). Su objetivo básico es llegar a conocer el comportamiento mecánico de las rocas y suelos, para planificar, los aspectos técnicos de la construcción, y de este modo evitar deslizamientos, hundimientos o roturas de dichas obras.

En los trabajos previos a la construcción de autopistas, carreteras o líneas férreas, los estudios geotécnicos consisten en levantar un mapa geológico y un mapa geotécnico. En este último se representan las rocas y su grado de resistencia con vistas a la construcción deseada. Se delimitan terrenos firmes, terrenos con posibles desprendimientos, zonas de deslizamiento de ladera, terrenos con problema de drenaje, terrenos salinos, etc. A la vista de estos mapas y de los datos topográficos y socioeconómicos se marca el trazado de las vías de comunicación, en el que se procura que el recorrido por terrenos con problemas mecánicos sea mínimo.

Tras este estudio general se entra en un estudio en detalle en el propio emplazamiento, y sobre todo en las áreas más problemáticas. Mediante sondeos eléctricos se estudia los metros más superficiales del subsuelo, y el comportamiento de las rocas con la presión. Así se determina el tipo de cimentación

necesaria. En el estudio de túneles es preciso conocer el tipo de roca que se va a perforar, para prever problemas de filtraciones de agua, hundimientos, etc., que pueden ser causa de accidentes.

En los **embalses** y **presas** es preciso conocer la estabilidad del área de emplazamiento de la presa, características de la cuenca que alimenta el embalse, para sí poder calcular la velocidad de relleno del mismo, por materiales llevados en suspensión (**colmatación**).

Uno de los **impactos ambientales** más frecuentes en las Obras Públicas, son los derivados de los movimientos de terrenos. En España se conocen espectaculares casos de movimientos de laderas con consecuencias desastrosas de todo tipo, como el caso de Olivares (Granada). El deslizamiento movilizó 4 millones de m³ de material arcilloso, que alcanzó una velocidad de más de 2 m/h., amenazando con sus 19 Ha. de terreno en movimiento represar el río Velillos y destruir parte de la localidad de Olivares. Los principales tipos de movimiento de laderas que pueden provocar son:

Caídas. Los materiales siguen una trayectoria total o parcialmente aérea, cayendo sobre laderas o suelos (desprendimiento de bloques). La caída en vertical se debe a desprendimientos por descalce. Pueden darse vuelco de bloques o de estratos, cuando el centro de gravedad queda fuera de la base del estrato.

Deslizamientos. Se producen por resbalamientos o desplazamientos, pudiendo afectar a materiales menos consistentes y a capas más profundas. Hay distintos tipos de deslizamientos: rotacionales, planos, en bloques, reptación de terreno en laderas arcillosas (estos se detectan fácilmente por la incurvación de bases o arbustos), etc.

Fluencias lentas y rápidas. Se trata de desplazamientos de terrenos a velocidades variables, según el material afectado. Las fluencias de arcillas, si son muy plásticas, se pueden producir de forma rápida. La fluencia de valles se produce en vaguadas de alta pendiente en cursos torrenciales en las que se han acumulado detritus de laderas con alto contenido en agua.

Entre las causas de numerosos deslizamientos y desprendimientos que se producen cotidianamente se cuentan los socavamientos de bases de pendiente, modificaciones de perfiles por apertura de taludes, labores mineras, acumulación de materiales escombreras, terraplenes, desmontes, etc. En general, una gran parte de las obras públicas acompañadas de grandes movimientos de tierra afectan seriamente al equilibrio estático existente o a la red de drenaje y circulación de las aguas, causando la puesta en marcha del fenómeno.

Las medidas más eficaces son las de tipo preventivo. El conocimiento previo del tipo y alcance del fenómeno es fundamental. La realización de mapas de riesgos facilita la adopción de medidas para su prevención y ayuda a definir las directrices más adecuadas para la ordenación del territorio.

Las **medidas correctivas** a adoptar dependen del tipo de fenómeno que tiene lugar. La aplicación y el seguimiento de tales medidas deberían correr a cargo de la “policía ambiental” mediante la aplicación del correspondiente plan de vigilancia ambiental.

El **Plan de vigilancia Ambiental** son un conjunto de criterios técnicos que, en base a la predicción, permitirá a la Administración competente realizar un sistemático seguimiento del grado de cumplimiento de la Declaración de impacto ambiental, de las medidas correctoras y reconocer posibles impactos nuevos residuales o imprevistos, de difícil estimación

Algunas de las medidas correctoras consisten en:

1. La construcción de **muros de contención** y **contrafuertes**, para prevenir el desmoronamiento de taludes, en caso necesario se construyen **escolleras** acumulando grandes piedras en la base del talud.
2. El tendido de redes metálicas puede prevenir la caída de piedras por un escarpe; en ocasiones se procede al fijado de los bloques inestables con **bulonados** y **anclado** de forma que quedan literalmente cosidos.

El hormigón se emplea para crear apoyos a bloques sueltos, calzándolos por medio de pilares, uniéndolos a las partes sanas, sellando grietas, etc. El **gutinado** (mortero proyectado sobre las superficies o grietas) es otra medida destinada a impedir o dificultar una futura activación del proceso. Dado el papel

central que el agua subterránea juega en los deslizamientos, las **medidas de drenaje** son siempre necesarias.

Las favorables condiciones que tienen las zonas potencialmente inundables para los asentamientos humanos hacen que los efectos destructivos de las avenidas se incrementen notablemente. Las llanuras y las zonas costeras, por su fertilidad y abundancia de agua potable superficial o subterránea, y por sus buenas condiciones para la construcción y para las comunicaciones, han llevado al hombre a elegir las sobre otras zonas, para vivir y desplegar su actividad. De esta forma se desafía y acepta el riesgo, consciente o inconscientemente. Ej. Ramblas (Albuñol, Almería, Puerto Lumbreras) o cauces secos de Levante y Sur.

Entre las **medidas estructurales para luchar contra las inundaciones** están la construcción de defensas contra las aguas: diques, muros de contención, encauzamientos, presas de regulación, etc. Lamentablemente no siempre útiles (presa de Tous en el río Júcar). Entre las medidas **no estructurales**, siempre preventivas, señalamos las repoblaciones forestales y las prácticas agronómicas de laboreo no agresivo y la ordenación del territorio a partir de mapas de riesgos.

8.5. Algunas soluciones para evitar los impactos ambientales producidos por la explotación de recursos naturales y actividades derivadas.

La rehabilitación o recuperación de estas zonas es, en gran medida, posible. Sin embargo los costes son elevados aunque solamente se trate de establecer una morfología sin riesgos y un suelo estable, capaz de sostener una vegetación suficiente, de forma que el paisaje vuelva a ser armónico y atractivo. Resulta significativo que cuando se exige la rehabilitación del territorio afectado ello lleve consigo, frecuentemente, el cierre de la explotación. La eliminación completa de la degradación ambiental, en la medida en que sea posible, exige desembolsos aún superiores.

De cada al futuro es de temer un aumento de impactos. El aumento de la demanda, la proliferación de explotaciones a cielo abierto, etc., parecen presionar con más intensidad al medio ambiente. A más largo plazo no hay certidumbre de cuál será la situación, que dependerá de los precios económicos, energéticos y ambientales que se está dispuesto a pagar, así como de los avances técnicos. Por ejemplo si la gasificación de carbones en profundidad llega a ser una realidad se podrán evitar graves impactos ambientales. En cambio la minería de los nódulos de los fondos oceánicos daría lugar a importantes impactos en los puertos y zonas de concentración (habría hasta un 90 % del material extraído que habría que rechazar como "estéril"), probablemente más graves que los originados por la minería actual.

Por otra parte estamos muy lejos de poder utilizar de forma masiva elementos geoquímicamente abundantes o minerales comunes como fuentes alternativas para metales y otros recursos escasos, pues su obtención sería, en general, económica y energéticamente prohibitiva con las actuales tecnologías. Pese a todo lo dicho señalamos algunas de las medidas que, a nivel local, se han tomado para corregir algunos impactos ambientales.

1. Residuos industriales.

Se trata de construir depósitos de alta seguridad para almacenar los residuos industriales. En San Fernando de Henares (Madrid) está el único que hay en España; no admite el almacenamiento de sustancias explosivas, radiactivas u orgánicas y sí permite el almacenamiento de metales pesados, amianto, productos químicos, residuos de pintura, etc.

Está construido sobre materiales arcillosos muy extensos que impiden, en caso de lluvia, el drenaje y contaminación de las zonas próximas. Esta gran cubeta (del tamaño de un campo de fútbol), está forrada por una gran lámina de PVC y puede dar cabida a unas 60.000 Tm. de residuos sólidos, o pastosos con bajo contenido en agua. Recibe unas 4000 Tm. al año.

Cuando se colmate se rellenará de arcilla y, en la parte superior, se replantará la vegetación autóctona de la zona. También se considera posible construir, sobre el depósito, unas instalaciones deportivas y recreativas para uso y disfrute de la zona.

2. Vertederos de basuras.

Teniendo en cuenta que cada habitante suele generar 800 gr. diarios de basura doméstica, son enormes las cantidades de basura que, diariamente, genera una gran ciudad.

El vertedero de residuos urbanos de "La Rendija", de San Fernando de Henares, está ubicado en una antigua cantera de arcilla. Cuando se rellenó de basura dicho depósito, también se cubrió de arcilla sobre la que se plantó vegetales autóctonos.

3. Graveras abandonadas.

Tomamos como punto de referencia otra experiencia desarrollada en la comunidad de Madrid. Al sur de Rivas de Vaciamadrid, existían unas antiguas graveras abandonadas que dieron lugar a unas lagunas y humedales que eran focos de vertidos urbanos. La Comunidad de Madrid ha puesto en marcha un plan de recuperación y las ha convertido en estanques y lagos de recreo, para embellecer el paisaje y para esparcimiento de los pueblos de alrededor.

Otras veces las graveras se han desecado y, sobre ellas, se han construido camping o espacios verdes. También, las canteras abandonadas, se han utilizado para recogida y almacenamiento de escombros.

La explotación de los recursos geológicos y la ubicación de los vertidos industriales se deben compaginar con la ley del Suelo.

En la legislación española los Proyectos de actividades sometidos obligatoriamente a la realización previa de Estudios de Impacto Ambiental (EIA), son las siguientes:

- ☐ Extracción a cielo abierto de hulla, lignitos y otros minerales
- ☐ Refinerías de petróleo.
- ☐ Instalaciones de almacenamiento y eliminación de residuos radiactivos o tóxicos peligrosos.
- ☐ Centrales térmicas y nucleares.
- ☐ Plantas siderúrgicas integrales.
- ☐ Construcción de grandes presas.
- ☐ Instalaciones químicas integradas.
- ☐ Instalaciones destinadas a la extracción y producción de amianto.
- ☐ Construcción de autopistas, líneas de ferrocarril y aeropuertos.
- ☐ Puertos y vías de navegación.
- ☐ Primeras repoblaciones forestales.

8.6. Reflexión final

Al examinar la energía, minerales, el agua, etc., hemos visto hasta que punto necesitamos emplear más eficazmente nuestros recursos. Tenemos suficiente para todos siempre y cuando no dilapidemos. Afortunadamente hay buenas perspectivas de mejora. El desafío no está tanto en "parches tecnológicos" como en nuestro enfoque del mundo que nos rodea. Nuestro planeta es un ecosistema cerrado y estamos alcanzando los límites de nuestra biosfera. Por eso la mayor parte de los materiales tienen que ser reciclados.

Tenemos que ser consciente, como ciudadanos de una sociedad conservacionista, de que raramente existe lo que llamamos "desperdicios"; más bien existen materiales que en ocasiones aparecen donde no deben.

El reciclaje del acero ahorra un 50 % de la energía, el del cobre un 90 % , el del hierro un 60 %, y el del aluminio un 95 % (cada vez que se tira un recipiente de aluminio de un refresco se desperdicia en equivalente en energía a media lata de gasolina); el del vidrio tan sólo el 8 %. En Noruega, el precio de un automóvil nuevo incluye una partida de amortización del coste del desguace del automóvil. Están surgiendo grandes empresas para explotar los residuos químicos y los restos de petróleo.

El reciclaje contribuye también a resolver el problema de la eliminación de los residuos. La sociedad conservacionista depende, fundamentalmente, del compromiso de sus individuo. Pero éstos pueden ser motivados por incentivos y penalizaciones de los gobiernos (que se deberían aplicar con la misma fuerza en las industrias y sobre los intereses comerciales). También los gobiernos pueden favorecer las campañas en contra del desperdicio.