

CIENCIAS DE LA TIERRA Y DEL MEDIO AMBIENTE

1.- Santiago de Chile es una de las ciudades del mundo con mayor contaminación atmosférica. Sin embargo es una ciudad muy agradable. Desde cualquiera de sus puntos se divisan las cumbres de la impresionante cordillera de los Andes. A menos de 50 km están las pistas de esquí. El viajero, que llega en avión, sufre una emoción indescriptible y un molesto nudo en la garganta cuando, de repente, el capitán comunica que, en el transcurso de pocos minutos, se descienden más de 3.000 metros hasta las pistas de su aeropuerto.

- a) Teniendo en cuenta los datos que proporciona el texto, señale una de las causas fundamentales de la gran contaminación atmosférica de Santiago de Chile. Indique las razones.
- b) Cite algunos contaminantes atmosféricos muy frecuentes, y explique su origen.
- c) Indique algunas repercusiones de la contaminación atmosférica en el medio ambiente y en la salud humana.
- d) Desde el punto de vista del “desarrollo sostenible”, señale una regla básica respecto al volumen de contaminantes que pueden ser emitidos a la atmósfera.

a) La gran contaminación que presenta Santiago de Chile se debe a su *situación geográfica* y al *relieve*. Se encuentra situada en un valle y rodeada por la cordillera de los Andes, que actúa de barrera dificultando la dispersión de los contaminantes, pues impide la circulación de las capas inferiores de aire con las de alrededor. Esto crea una situación de inversión térmica al quedar la masa de aire frío por debajo de la de aire caliente, de menor densidad, y por tanto se impide el desarrollo de corrientes de aire ascendentes que dispersarían los contaminantes.

b) y c) Los principales contaminantes atmosféricos, su origen y las repercusiones que pueden ocasionar sobre el medio ambiente y la salud de las personas se reflejan en la tabla siguiente:

Tabla de contaminantes atmosféricos

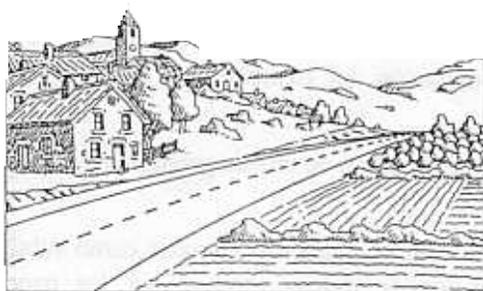
Contaminantes	Origen	Efectos
<i>Partículas</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Combustiones industriales y domésticas. • Actividades industriales extractivas (minería, cementeras, etc.) • Incendios. • Volcanes. • Erosión eólica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteraciones en la vegetación al obstruir los estomas y producir caída de hojas. • Erosión por abrasión y deposición en edificios. • Enfermedades respiratorias en el hombre (fibrosis pulmonar, alergias, etc.)
<i>Compuestos de azufre</i> -Óxidos de azufre (SO ₂ y SO ₃)	<ul style="list-style-type: none"> • Quema de combustibles fósiles (carbones y petróleo) en automóviles, calefacciones y centrales térmicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • En la atmósfera húmeda se forma ácido sulfúrico que produce la lluvia ácida y en consecuencia la acidificación en los ecosistemas.

Tabla de contaminantes atmosféricos (*continuación*)

Contaminantes	Origen	Efectos
<p><i>Compuestos de azufre</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Óxidos de azufre (SO₂ y SO₃) (<i>continuación</i>) - Sulfuros (H₂S) 	<ul style="list-style-type: none"> • Refinerías de petróleo. • Fabricación de papel, curtidos, etc. • Metabolismo anaerobio. 	<ul style="list-style-type: none"> • El SO₂ produce irritaciones en los ojos y en las vías respiratorias. En los vegetales produce clorosis en las hojas. Amarilleo del papel. Corrosión en los metales. • Tóxico.
<p><i>Óxidos de nitrógeno</i> (NO₂ y NO)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Procesos de combustión a temperaturas elevadas en motores diésel y centrales eléctricas. • Volcanes y relámpagos. • Formación de lluvia ácida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Interviene en los procesos de formación de <i>smog</i>. • Enfermedades en las vías respiratorias, agravando los procesos asmáticos. • Para algunos animales resulta tóxico. • Anula el crecimiento de algunos vegetales Ej.: tomates.
<p><i>Óxidos de carbono</i> (CO y CO₂)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El CO en combustiones incompletas en motores de gasolina, centrales eléctricas, calefacciones, humo de cigarrillos, etc. • Combustión de productos orgánicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • El CO es tóxico pues impide el transporte de oxígeno en la sangre. • Incremento del efecto invernadero y alteración del clima.
<p><i>Compuestos orgánicos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Hidrocarburos (HC) - Volátiles (COV) - Policlorobifenilos (PCB) - Dioxinas y furanos 	<ul style="list-style-type: none"> • Combustiones, motores de gasolina, refinerías de petróleo. • Evaporación de sustancias orgánicas. • Reacciones en el tratamiento de productos químicos clorados. • Incineración de basuras. 	<ul style="list-style-type: none"> • Formación del <i>smog</i> fotoquímico. Efectos cancerígenos y mutagénicos.
<p><i>Compuestos halogenados</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Fluoruros - CFCs 	<ul style="list-style-type: none"> • Industrias de cerámica y de abonos. • Industrias de obtención de aluminio. • Aerosoles, refrigerantes y espumas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto poder corrosivo en atmósferas húmedas. • Agujero en la capa de ozono.
<p><i>Metales pesados: Hg, Cd y Pb</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Industrias y presentes como partículas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tóxicos.
<p><i>Contaminantes secundarios:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - SO₃, NO₃, H₂SO₄, HNO₃ - Ozono - PAN 	<ul style="list-style-type: none"> • Se forman a partir de los contaminantes primarios mediante reacciones químicas en la atmósfera. 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Smog</i> fotoquímico.
<ul style="list-style-type: none"> - Olores - Radiaciones ionizantes - Ruido 	<ul style="list-style-type: none"> • Diferentes fuentes. • Rayos X. • Industria, medios de transporte, interior de edificios, ocio, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Efectos cancerígenos y mutagénicos. • Alteraciones fisiológicas y psíquicas (pérdida de audición, estrés, dificultades en los procesos que requieren más concentración, etc.).

- d) Según Herman Daly, el director del Banco Mundial, una regla básica respecto al volumen de contaminantes que pueden ser emitidos a la atmósfera, desde el punto de vista del desarrollo sostenible, es que las tasas de emisión de los mismos no excedan la capacidad de asimilación o de dispersión en la atmósfera de dichos contaminantes.

2.-



A



B



- a) Observe estos tres dibujos de paisajes (A, B y C), e indique qué impactos se han producido en cada uno de ellos por la construcción de la carretera.
- b) Tomando como punto de partida la matriz de Leopold, indique de qué tipo son los factores ambientales afectados por la construcción de la carretera, en los paisajes dibujados.
- c) Represente una matriz de tipo Leopold simplificada, situando en abscisas y en ordenadas los datos de los problemas ambientales planteados.

a) Las principales alteraciones producidas en estos paisajes son las siguientes:

* Disminución de la calidad del paisaje. Causas:

- Aumenta la intervisibilidad o número de puntos desde los que se puede ver la carretera, ya que se produce una intrusión visual de elementos artificiales a causa de la nueva vía.
- Se producen cambios en el contraste cromático.
- Aparecen cambios estructurales en la geomorfología como consecuencia de la denudación de superficies, principalmente terraplenes y taludes.
- Se incrementan los ruidos.

* Aumento de la fragilidad visual. Causas:

- Crece la frecuentación.
- Disminuye la diversidad de la vegetación.
- Produce una focalización.

b) Los factores ambientales afectados por la construcción de las vías de comunicación son los siguientes:

- * La *calidad del aire*: aumento de la contaminación atmosférica debido al polvo originado por los movimientos de tierras necesarios para su construcción y a las emisiones de partículas, NOx, CO, HC y metales pesados, derivadas del paso de los vehículos.
- * La *contaminación sonora*: incremento como consecuencia de voladuras, transporte y descarga de materiales y maquinaria pesada en la fase de construcción, y por el aumento del tráfico en la fase de explotación.
- * El *clima*: disminución de la retención hídrica del suelo, debida a la destrucción de la cubierta vegetal y al asfaltado de la superficie del terreno, y cambios en la circulación del viento por la creación de pasillos artificiales.
- * La *geomorfología*: destrucción de yacimientos paleontológicos o puntos de interés geológico y aumento de la inestabilidad de las laderas debido al movimiento de tierras.
- * La *hidrología*: interrupciones o desviaciones de los cauces de agua, tanto superficiales como subterráneos, que pueden provocar la disminución en la recarga de los acuíferos; cambios en los procesos de erosión/sedimentación, inundaciones o contaminación de las aguas.
- * El *suelo*: aplastamiento por maquinaria pesada, destrucción total por asfaltado y contaminación por plomo, debido a las emisiones de los tubos de escape de los vehículos.
- * La *flora*: destrucción directa, degradación de la misma debida a la contaminación emitida por los vehículos, por la destrucción del suelo, por los cambios originados en la disponibilidad de agua o por el incremento en el riesgo de incendios.
- * La *fauna*: pérdida directa de la misma y alteración de su hábitat, también originado por el incremento en la caza furtiva o el efecto barrera.
- * El *paisaje*: (visto en el apartado a)).
- * La *población*: cambios en los procesos demográficos de emigración/inmigración, aumento de empleos temporales durante la construcción de la vía de comunicación, cambios en el número y tipo de empleos con aumento en los del sector hostelería o en los del sector gasolineras y disminución en el empleo agrario. Dificultad de movimientos originada por el efecto barrera, alteraciones en la salud originados por el atropello físico, el aumento de la contaminación y el ruido.
- * El *patrimonio histórico*: repercusión tanto por acción directa, al construir la vía, como indirecta, debido al incremento en los niveles de contaminantes existentes en la atmósfera.
- * La *productividad primaria*: disminución de ésta por incremento de la contaminación, destrucción de suelos o el abandono de tierras.

c) Habría que elaborar una matriz de Leopold para cada uno de los dibujos, señalando en el eje horizontal (abscisas) todas las acciones implicadas en el proyecto, tanto las previas como las de las fases de construcción y de abandono. En cada una de las casillas se valorará el impacto de cada acción sobre cada uno de los factores ambientales, mediante la expresión M/I , siendo M la magnitud (cantidad) del posible impacto, su extensión o grado, e I la importancia (calidad), es decir, el peso relativo de la alteración del factor ambiental considerado en el conjunto del proyecto. Ambas son valoradas de 1 a 10 por medio de unas escalas establecidas por expertos, añadiendo delante el signo “+” si el impacto es beneficioso y “-” si es perjudicial.

Vamos a elaborar una sola matriz acerca de uno cualquiera de los tres dibujos y, según el enunciado de la pregunta, señalaremos después en ella las acciones y los factores ambientales planteados anteriormente, sin entrar en las valoraciones correspondientes a la magnitud e importancia, ya que éstas deben ser realizadas por expertos. Por esa razón, y a modo de ejemplo, sólo rellenaremos una de las casillas para demostrar nuestros conocimientos sobre este tipo de técnicas: 1/10 significa que la magnitud o cantidad del impacto (M) está valorada con el número más bajo (1) dentro de la escala establecida, mientras que la importancia alcanza el grado máximo (10). Esto quiere decir que la construcción de la vía (acción) alcanza poca extensión superficial

o poco grado; sin embargo, la importancia es máxima, pues invalida el suelo (factor ambiental) para otros usos.

Matriz de Leopold

Factores ambientales	Acciones que pueden causar impacto												
	Edificaciones de áreas industriales y de servicios	Aumento de la frecuentación	Necesidad de mano de obra	Circulación de vehículos	Necesidad de suelo y expropiaciones	Escombreras	Vertidos incontrolados	Estructuras (puentes, pasos, túneles)	Asfaltado	Construcción de la vía	Uso de maquinaria pesada	Desmontes y terraplenes	Movimientos de tierra
Calidad del aire													
Contaminación sonora													
Clima													
Geomorfología													
Hidrología superficial y subterránea													
Suelo													
Flora													
Fauna													
Paisaje													
Población													
Patrimonio histórico													
Productividad primaria													

Ahora concretaremos el factor ambiental más afectado en cada una de las figuras. En el dibujo A, éste sería la pérdida de la productividad agraria, porque la carretera origina daños en los cultivos próximos a ella, sobre todo los debidos a las emisiones de gases contaminantes, humo y metales pesados, procedentes de los tubos de escape de los vehículos, por destrucción del suelo, por los cambios originados en la disponibilidad del agua o por el incremento en el riesgo de incendios. En el dibujo B el factor más alterado es el “efecto barrera”, ya que el pueblo queda aislado entre la vía del ferrocarril y la carretera, lo que puede dar lugar a un gran número de accidentes por atropello de personas y animales. En el dibujo C el factor más dañado es el patrimonio histórico-artístico, ya que la carretera que lo atraviesa propicia el deterioro de los monumentos históricos por contaminación y por frecuentación.

3.- De acuerdo con estimaciones recientes, en los últimos diez años los incendios forestales han arrasado en España más de 2.500.000 hectáreas, de las que más de 1.100.000 eran de superficie arbolada.

- a) Señale las principales causas que provocan dichos desastres, enumerando los factores naturales de riesgo de incendio forestal más importantes.
- b) Indique los efectos ambientales negativos que ocasionan los incendios forestales, y sugiera alguna medida de lucha contra ellos.
- c) Comente los principales valores que, como recurso, tienen los bosques.

a) Los principales factores naturales que originan incendios forestales son los *rayos* producidos en las tormentas que, según numerosos estudios, tradicionalmente dieron lugar a los incendios ocurridos en los pinares del sur y oeste de los EE.UU., en los que sólo los pinos viejos, más ricos en resina, eran exterminados, mientras que los jóvenes o los piñones resultaban ilesos. Este hecho supuso ciertas ventajas tales como el control sobre el crecimiento de la vegetación e impidió la existencia de otros incendios mayores y más devastadores.

b) Los principales efectos ambientales de los incendios forestales son:

- * *Contaminación del aire* debida a las emisiones de humo, cenizas y contaminantes atmosféricos como NOx, CH₄ y CO₂.
- * *Alteraciones en el ciclo del agua*, con la disminución de la cantidad retenida en el suelo y en la recarga de acuíferos, y con el incremento en la evaporación, en la escorrentía superficial y en la turbidez.
- * *Reducción drástica de la biodiversidad*, y sustitución de especies más exigentes por otras oportunistas, como es el caso de la aparición de especies pirófilas, que crecen en los lugares quemados (por ejemplo, las jaras).
- * *Regresión del ecosistema*, debido a que los incendios provocan un rejuvenecimiento del mismo. La velocidad de recuperación de la comunidad clímax, específica del bosque primitivo, estará en función del estado de conservación del suelo y de la velocidad de crecimiento de las especies autóctonas.
- * *Degradación del suelo*, por pérdida de la materia orgánica que contenía, con mineralización del humus, hecho que conduce a una pérdida de la estructura del suelo y a un incremento del riesgo de erosión.
- * *Aumento de la periodicidad y gravedad de las inundaciones*, por incremento de la escorrentía y de la cantidad de materiales transportados por las aguas.
- * *Mayor rigurosidad climática*, al desaparecer el microclima específico del bosque, con un incremento de los contrastes térmicos y un mayor riesgo de sequías debidas al descenso en las precipitaciones.
- * *Pérdidas económicas*, que en nuestro país se elevan a unos 12.000 millones de pesetas/año.

Las medidas para luchar contra todos estos efectos puede ser de carácter personal o de carácter legal.

No hace falta que sepa de memoria las leyes sobre incendios, ni ninguna otra, pero al menos ha de indicar alguna idea de lo reflejado en ellas. Con esta finalidad ha de consultar el manual de Legislación sobre el Medio Ambiente, en particular la Ley 81/1968 de 5 de diciembre, sobre incendios forestales (art. 5.2, 10.1, 10.2 y 12.2) y el Decreto 3.769/1972 de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley anteriormente citada (arts. 136, 137 y 138). Además, ha de consultar el nuevo Código Penal (Ley Orgánica 10/1995 de 23 de noviembre) en el Título XVII (arts. 351 a 355).

Entre las medidas de carácter personal podemos citar el respeto a la legislación anteriormente citada, no tirar colillas encendidas ni cristales al suelo, no hacer fuego en el bosque, ni utilizarlo como vertedero de basura, ya que si se acumula la de tipo orgánico y queda enterrada, fuera del contacto con el oxígeno se produce una autocombustión debido a las emisiones de metano.

c) Entre los principales valores de los bosques, destacamos los siguientes:

- * Generan suelo y moderan el clima, amortiguando los contrastes térmicos.
- * Controlan las inundaciones.
- * Almacenan agua y previenen la sequía, haciendo que las precipitaciones sean más abundantes porque retienen el agua y la devuelven a la atmósfera, contribuyendo así al incremento de las precipitaciones.
- * Amortiguan la erosión sobre todo en las pendientes donde dicho efecto puede verse identificado.
- * La biodiversidad es alta, ya que albergan y soportan la mayor parte de las especies vivientes de la Tierra.
- * Toman y fijan el dióxido de carbono, contribuyendo a rebajar el efecto invernadero.
- * Ayudan al reciclaje del nitrógeno y de otros nutrientes, impidiendo sus pérdidas hacia las aguas o hacia la atmósfera.
- * Proporcionan recursos a la Humanidad: combustible en forma de leña y carbón, madera para la construcción de viviendas, muebles y otros enseres; alimentos, medicinas, aceites, gomas, resinas, materias textiles, tintes y forraje.

4.- *Artículo 105.1. "Los vertidos autorizados, conforme a lo dispuesto en los artículos 92 y siguientes de esta Ley, se gravarán con un canon destinado a la protección y mejora del medio receptor de cada cuenca hidrográfica".*

Jesús G.C.

Ley 29/1985 de Aguas

- a) Indique qué se entiende por vertidos, cuáles son sus orígenes más comunes y cuál es el significado del término "vertidos autorizados".
- b) Enumere los agentes contaminantes de tipo inorgánico, orgánico y biológico más comunes presentes en los vertidos de las aguas urbanas, destacando aquellos que son especialmente problemáticos para la salud de las personas.
- c) Explique qué es un canon, en qué situaciones se suele aplicar, qué tipo de instrumento de política ambiental es y a qué principio responde.
- d) Indique otras medidas que suelen aplicarse en situaciones similares desde una política ambiental, pero que no respondan al mismo principio que el canon.
- a) Los vertidos son, según la Ley de Aguas 29/1985, deposiciones de residuos o productos residuales que se realizan directa o indirectamente sobre los cauces de agua, sea cual sea su naturaleza, incluyendo las que se realizan sobre el subsuelo o sobre el terreno, balsas o excavaciones, mediante evacuación, inyección o depósito. El origen de los vertidos puede ser de varios tipos:
- * Urbano: se generan por el uso del agua en las viviendas, en actividades comerciales y servicios. Contienen residuos fecales, restos de alimentos, productos químicos como lejías, etc.
 - * Agrícola-ganadero: resultan del empleo de plaguicidas, pesticidas, abonos y fertilizantes que son arrastrados por el agua de riego. Llevan compuestos que contienen nitrógeno, fósforo, azufre y trazas de elementos organoclorados, que pueden contaminar las aguas subterráneas. También se incluyen en este apartado los residuos de industrias agropecuarias y los purines de los animales estabulados.
 - * Industrial: su contenido es fundamentalmente materia orgánica (grasa y aceites), pero también contienen metales pesados y radiactividad. Los vertidos de algunas industrias provocan un aumento de la temperatura o del pH del agua. Las industrias que ocasionan vertidos más peligrosos son las petroquímicas, las de producción de energía y las papeleras.

El término “vertidos autorizados” hace referencia a aquellos que la Administración permite bajo unas determinadas condiciones: tenencia de instalaciones de depuración previa y dispositivos de control de su funcionamiento, límites de composición de los efluentes e imposición de un canon de vertido.

- b) Los contaminantes de tipo inorgánico que suelen contener los vertidos de aguas urbanas son cloruros, nitritos y nitratos, fósforo y derivados, y azufre, principalmente.

Los contaminantes de tipo orgánico son carbohidratos, grasas animales y vegetales y proteínas.

Los contaminantes biológicos son la materia orgánica, resultante de los procesos de descomposición de los seres vivos y la presencia de microorganismos como bacterias, virus y protozoos, gusanos y larvas de insectos.

Entre los contaminantes de mayores repercusiones para la salud de las personas podemos citar los microorganismos que ocasionan enfermedades como gastroenteritis, cólera, hepatitis, poliomeilitis; ciertos protozoos parásitos, como el que produce la disentería amebiana y algunos gusanos que originan esquistosomiasis.

- c) El canon de vertido es un gravamen impuesto a las industrias que realizan vertidos autorizados y se destina a la protección y mejora del medio receptor de cada una de las cuencas. El importe económico, y por tanto el cálculo de dicho canon, se recoge en el capítulo I, Artículo 289 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico y en la Ley de Aguas 29/1985 (Título VI, art. 105). Debe consultar el contenido de estos artículos para poder referirse a ellos.

Este canon se aplica a los vertidos autorizados, es percibido por los Organismos de las cuencas y será destinado a las actuaciones de protección de la calidad de las aguas previstas en los planes hidrológicos de las cuencas.

Están obligados al pago del canon de vertido las empresas u otros titulares de vertidos autorizados (vertido de aguas residuales procedentes de saneamientos urbanos, establecimientos industriales y otros focos de degradación de la calidad de las aguas). El canon es un instrumento de política ambiental que responde al principio según el cual “quién contamina paga”, por tanto se trata de un instrumento de tipo económico.

- d) Existen otras medidas que se suelen aplicar desde una política ambiental que son:

- * *Jurídicas*: mediante el establecimiento de leyes encaminadas al control de la contaminación de las aguas. Debe consultar en el nuevo Código Penal, Ley Orgánica 10/1995 (Título XVI, art. 325, 236 y 328), las novedades en cuanto a las sanciones impuestas por vertidos.
- * *Técnicas*: como el empleo de sistemas de depuración de aguas en núcleos de población e industrias y sistemas de recuperación y restauración de cauces, y sus márgenes.
- * *Sociales*: a través de políticas de educación ambiental, tanto desde el punto de vista formal, mediante su inclusión en los planes de estudio, como desde el punto de vista no formal, a través de los medios de comunicación, que fomentan la toma de conciencia ciudadana.

5.- Cada día son mayores las cifras referidas a la energía utilizada en nuestro país y en el mundo, en general.

- a) ¿Qué tipos de energía utilizamos preferentemente en España? ¿Cuál es su origen? Estime las cuatro o cinco fuentes de energía más importantes en nuestro país.
- b) Comente el grado de dependencia exterior que tiene la energía utilizada en España, indicando al menos tres países de los que importemos otros tantos productos energéticos diferentes.
- c) Señale las principales ventajas e inconvenientes que presentan las “energía convencionales” frente a las denominadas “energías alternativas”.

- a) El consumo energético por habitante y día no para de crecer en nuestro país al igual que en el resto de la UE. La energía utilizada en España procede principalmente de recursos energéticos no renovables, como los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) y de la fisión del uranio. Además, también se utiliza la hidroeléctrica, de carácter renovable.

Según datos publicados por el Ministerio de Industria en 1996, el petróleo fue el recurso más utilizado, aportando el 54% de la energía, el carbón el 19%, que mantiene su tasa de consumo. La energía nuclear se ha estabilizado a partir de la década de los ochenta y aporta actualmente el 15% de la energía. El gas natural, cuyo consumo se ha incrementado, aporta el 7% y las energías renovables tan sólo el 5%.

- b) España no posee recursos energéticos suficientes, por lo que presenta un elevado grado de dependencia del exterior.

El petróleo procede mayoritariamente, según datos de 1994, de Nigeria, México, Arabia Saudita, Libia, Irán y Reino Unido, aunque estos datos puedan variar en función de la oferta y la demanda y de los acuerdos internacionales.

La hulla energética procede, según datos de 1993, de Sudáfrica, EE.UU., Colombia y la CE, y el gas natural, según datos de 1994, de Argelia, Libia, Noruega y Australia.

- c) Las energías convencionales son las más ampliamente utilizadas en la actualidad. En este grupo se incluyen el petróleo, el carbón, el gas natural y las energías nuclear e hidroeléctrica.

* El petróleo presenta como ventajas que existen todas las infraestructuras necesarias para su extracción, transporte y utilización, y además su bajo precio. Entre los inconvenientes podemos citar que sus reservas conocidas durarán tan sólo unos cuarenta años, además de los escapes y vertidos de hidrocarburos producidos en los accidentes que tienen lugar en su explotación y transporte, el deterioro del paisaje, la contaminación del agua y del suelo en los lugares donde se produce su extracción, la enorme cantidad de productos de desecho que se liberan durante su combustión, provocando una gran polución, el incremento del efecto invernadero y la lluvia ácida.

* El carbón tiene las ventajas de que es el combustible fósil más abundante, posee un gran poder calorífico y existe una industria bien desarrollada, tanto para su extracción como para su uso. Los impactos más importantes que provoca su extracción son la contaminación atmosférica por partículas sólidas, polvo y gases, la contaminación acústica por empleo de maquinaria pesada y por voladuras, la contaminación de las aguas y suelos, la ocupación irreversible del mismo, las perturbaciones en el paisaje por cambios en la geomorfología, y la destrucción de la flora por la instalación de escombreras.

Durante su combustión resulta ser el más sucio, y cuando se quema expulsa, además de dióxido de carbono, una gran cantidad de SO_2 , lo que le convierte en el principal responsable de la lluvia ácida. Por último, sus explotaciones en minas profundas pueden originar riesgos por colapso de galerías, explosiones de gas grisú y la enfermedad de la silicosis en las vías respiratorias de los trabajadores.

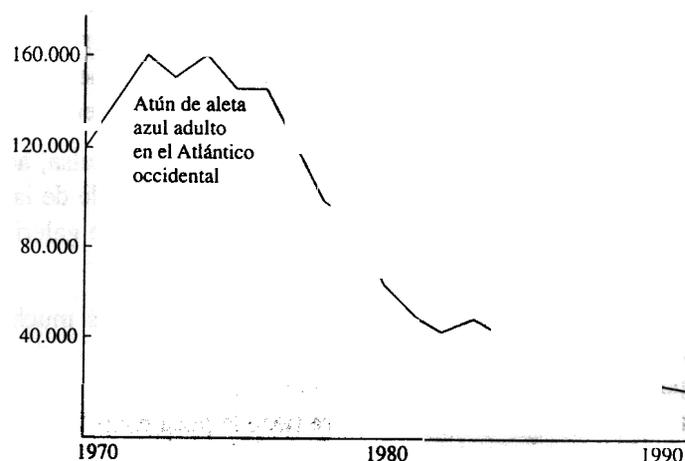
* El gas natural es de alta calidad y su impacto en medio ambiente es mucho menor que el de los otros combustibles fósiles, ya que, aunque produce emisiones de dióxido de carbono, no produce contaminantes sulfurados, que originarían el problema de la lluvia ácida. Además, su extracción es muy sencilla y económica, pues el gas fluye por sí solo. En su contra tiene la poca cantidad de reservas existentes.

* La energía hidroeléctrica es inagotable y limpia, pero origina transformaciones irreversibles debido a la construcción de las infraestructuras necesarias, que modifican los cursos de los ríos, tienen un gran impacto social, ya que la construcción de embalses implica la destrucción de tierras de labor y el traslado de aldeas y pueblos, cambian los estilos de vida, modifican la calidad del agua, provocan erosión, requieren grandes inversiones y producen impacto paisajístico. Además su eficiencia es bajísima, presentando muchas pérdidas debido a las grandes distancias que separan centrales de producción de los centros de consumo y a las enormes oscilaciones temporales en su producción, que cae drásticamente durante las épocas de sequía.

Las **energías alternativas** son las denominadas “limpias” y tienen en común las ventajas de ser renovables y de originar un bajo impacto ambiental. Pero uno de sus principales inconvenientes es que, hoy por hoy, no resultan rentables a gran escala y que para algunas, como la mareomotriz, la de fusión o la procedente del hidrógeno, se encuentran aún en la fase de investigación básica. Otro grave inconveniente que presenta su implantación es la carencia de infraestructuras necesarias para conseguirlo. Pertenecen a este grupo la energía de fusión, la térmica solar, la fotovoltaica, la mareomotriz, la geotérmica, la eólica, la procedente de la biomasa y la del hidrógeno. Entre las que se encuentran más avanzadas destacamos la eólica, la solar y la fotovoltaica.

- * La eólica tiene en su pro que es gratuita, inagotable, limpia y la infraestructura no es muy costosa; sin embargo, provoca contaminación acústica, muerte de aves, impacto visual, existen problemas de almacenamiento, y la energía es dispersa respecto a la distribución y la cantidad.
- * La energía solar es inagotables, limpia (no produce contaminación química ni atmosférica), gratuita y de elevada calidad; sin embargo, presenta problemas de almacenamiento y oscilaciones en la producción diarias, estacionales y según las condiciones meteorológicas; necesita de grandes superficies, por lo que se origina un impacto visual alto; por último, el kW solar es más caro que el hidráulico, el fósil o el nuclear.
- * La energía fotovoltaica genera electricidad sin producir contaminación ni ruido. Su instalación y mantenimiento son fáciles y no requiere agua, por lo que se podría implantar en lugares muy áridos. Sin embargo, el cristal de silicio monocristalino necesario para su fabricación resulta caro, y además necesita mucho espacio, por lo que origina impacto visual. Su implantación en lugares donde no exista red de distribución hidroeléctrica sería mucho más rentable.
- * La biomasa es renovable, barata y de tecnología de tratamiento sencilla. Es proporcionada por una amplia gama de productos como madera, leña, paja, excrementos de animales, basura o biocombustibles procedentes de la transformación de los residuos orgánicos (como el biogás) o procedentes de la fermentación y posterior destilación de maíz, remolacha o caña de azúcar (como el etanol) o los bioaceites producidos a partir de semillas oleaginosas. Los mayores problemas que presenta esta fuente energética son los de transporte, dado su elevado volumen, y la emisión de contaminantes derivados de su combustión a la atmósfera.

6.-



- a) Analice el gráfico, sacando conclusiones sobre la evolución de la población de atún en el Atlántico occidental entre 1970 y 1990, e indique algunas causas que dan lugar a esta situación.
- b) Sugiera alguna medida que pueda paliar o corregir esta progresiva reducción de los recursos pesqueros, desde el punto de vista de un modelo de “desarrollo sostenible”, que trate, además, de buscar nuevas alternativas.

c) Cite, al menos, otros dos tipos de recursos naturales que estén sufriendo una evolución similar y algunas alternativas de arreglo o cambio de esa tendencia.

a) La captura de pescado ha aumentado en los últimos años, situándose en torno al límite máximo, señalado por la FAO, de 100 millones de toneladas/año.

El atún de aleta azul vive en aguas superficiales (zona pelágica) del océano Atlántico. Al analizar el gráfico se observa que el número de capturas de esta especie se eleva en los años sesenta con la implantación de las industrias conserveras, la aparición de los frigoríficos y el aumento del consumo de pescado. A partir de esas fechas la producción ha caído en picado debido a la sobreexplotación de los bancos pesqueros y a la implantación de las ZEEs de 200 millas.

La ligera subida de los años ochenta puede ser debida a las subvenciones destinadas a mejorar las flotas pesqueras, pero que, lejos de incrementar las capturas, han provocado el agotamiento de los caladeros.

Las técnicas pesqueras tradicionales han sido sustituidas por otras modernas, como las redes de arrastre pelágico (redes de gran tamaño arrastradas por dos barcos), redes a la deriva de más de 65 km de largo o redes de cerco de jareta. Además, el radar, el sonar y hasta los satélites ayudan a que la pesca sea más eficaz. Por esas razones, las pesquerías de atún están en peligro de extinción, y a la vez que aumenta el número y el tonelaje de los barcos se produce una disminución de las capturas.

b) Entre las medidas que se pueden proponer para paliar este problema, aplicando un modelo de desarrollo sostenible, podríamos citar:

- * Reducción del ritmo de capturas de forma que éste sea igual o inferior a la tasa de reproducción de los atunes.
- * Sustitución de los métodos esquiladores de la pesca por otros que respeten el tamaño y el tipo de especies capturadas, suprimiendo la matanza de inmaduros y de los denominados “descartes” (especies pescadas involuntariamente, como el delfín).
- * Declaración de períodos temporales de “paradas biológicas” que propician la recuperación de las poblaciones.
- * Valoración de los costes ocultos o insumos de los procesos pesqueros, como el gasto económico y energético real o el coste ecológico, derivados éstos del uso de los combustibles fósiles o de la construcción de los modernos barcos, empleados para aumentar la eficacia pesquera.
- * Inclusión de los citados costes en los precios de mercado.
- * Supresión de las ayudas estatales encaminadas a aumentar las capturas, tales como exenciones de impuestos de los combustibles o los préstamos de bajo interés para comprar los modernos barcos. Estas ayudas, lejos de paliar el problema, lo acrecentan, ya que no se puede responder al agotamiento de las especies aumentando el número o la eficacia de las técnicas pesqueras, pues lo que se consigue con ello es acelerarlo. Por el contrario, las ayudas deberían ir encaminadas a reconvertir el sector pesquero, cuyo doloroso reajuste resulta inevitable para asegurar el futuro de los ecosistemas marinos y debería realizarse fomentando empleos alternativos y reduciendo el número de pescadores.
- * Respeto de los tratados internacionales, evitando que los países desarrollados exploten los caladeros de los países en vías de desarrollo a cambio de ciertas contraprestaciones económicas.
- * La implantación de leyes que prohíban las técnicas esquiladoras, que dictaminen la cantidad y tamaño de las capturas, la longitud de las redes, el tamaño de las mallas y la máxima profundidad de pesca permitidas.
- * Consumo de las especies típicas de cada temporada o de cada zona pesquera, rechazando los inmaduros (denominados “pescaditos fritos”).

- * La implantación en los productos de una etiqueta explicativa del sistema de pesca utilizado con la finalidad de concienciar a los consumidores. En España existe la Ley 20/1995 de 6 de julio, que prohíbe la comercialización de productos pesqueros de los países de la UE que hayan sido capturados mediante técnicas pesqueras no permitidas en nuestro país.
- * Fomento de la investigación y el desarrollo del sector pesquero para mejorar su eficiencia.
- * Utilización de la alternativa aportada por la acuicultura, solución que no puede considerarse como la panacea, ya que, aunque abastece a la quinta parte del mercado, presenta varios inconvenientes, entre los que se cuentan la tala y destrucción de la mitad de los manglares del mundo, el fomento de la pesca de biomasa marina mediante redes muy finas que se capturan todo lo que pueda servir de alimento a los peces que se comercializan y el privar de espacio y de pesca de supervivencia a los pescadores tradicionales.

c) Algunos otros recursos de similar evolución son los *bosques*, el *suelo* y el *agua*.

La explotación incontrolada de los recursos naturales hace que los denominados renovables dejen de serlo, pues no se puede considerar como tal a un recurso cuya tasa de consumo sea superior a su tiempo de renovación. Dicha situación es insostenible desde todos los puntos de vista:

- * Los síntomas de la insostenibilidad ecológica se manifiestan en la reducción o desaparición de los recursos (bosques, pesca, agua, suelo, etc.), la contaminación de todos los medios, el avance de los desiertos y el acúmulo de residuos.
- * Los síntomas de la insostenibilidad económica se manifiestan en un aumento del paro y de la deuda externa, una disminución de la renta y unas grandes fluctuaciones en los mercados.
- * Los síntomas de insostenibilidad socio-política son el hambre, la pobreza, el aumento en el número de refugiados y los disturbios sociales.

Las alternativas contra la escasez de un recurso no pueden partir de una ampliación o perfeccionamiento en la forma de explotación, ya que estas medidas sólo consiguen, al acelerar el agotamiento del recurso, agravar el problema.

Las soluciones podrían ser las propuestas por Herman Daly, director del Banco Mundial, que señalamos a continuación:

1ª Regla: Para una fuente de energía renovable (tierra, aire, bosque, peces) el ritmo o tasa sostenible de explotación no puede ser mayor que la tasa de regeneración. De esta forma, por ejemplo, la pesca es sostenible cuando la captura se hace a una tasa que puede ser reemplazada por la restante población de peces.

2ª Regla: Para una fuente no renovable (combustibles fósiles, elementos minerales de alta pureza, agua fósil del subsuelo), la tasa sostenible de explotación o uso no puede ser mayor que la tasa a la cual una fuente renovable, usada en forma sostenible, puede sustituir al elemento no renovable. Por ejemplo, un depósito de petróleo será utilizado en forma sostenible si parte de los beneficios que produce fueran invertidos de forma tal que cuando se extinga el petróleo, un flujo equivalente de energía renovable esté disponible.

3ª Regla: Una condición indispensable para lograr un desarrollo sostenible es que las tasas de emisión de los contaminantes no exceda la capacidad de asimilación del entorno.

7.- Artículo 1. “Los proyectos, públicos y privados, consistentes en la realidad de obras, instalaciones o de cualquier otra actividad comprendida en el anexo del presente Real Decreto Legislativo, deberán someterse a una evaluación del impacto ambiental, en la forma prevista en esta disposición, cuyos preceptos tienen el carácter de legislación básica”.

- a) Explicar en qué consiste una evaluación del impacto ambiental (EIA) de un proyecto de obra.
- b) Citar los tipos de obras o instalaciones que, según este Real Decreto, deberán someterse a una evaluación del impacto ambiental.
- c) La evaluación del impacto ambiental es un instrumento de tipo administrativo de una Política Ambiental. Indicar, con ejemplos, otros tipos de instrumentos que se utilizan para abordar los problemas ambientales.
- d) Si se hubiese utilizado la matriz de Leopold para la EIA de un proyecto y apareciese el dato 1/10 en la intersección de un factor ambiental (ordenadas) con la acción concreta que causa el efecto (abscisas), ¿cómo se interpreta dicho dato?

a) La EIA se puede definir como *un proceso de análisis encaminado a identificar, predecir, interpretar y valorar, prevenir y comunicar el efecto de un proyecto sobre la salud y el bienestar humano, incluyendo los ecosistemas naturales*. Consiste, por tanto, en detectar el impacto que originaría en un territorio un determinado proyecto en el caso de llevarse a efecto. Se trata de un procedimiento administrativo que fomenta el consenso de los distintos grupos sociales, ya que es llevado a cabo por técnicos ambientales, se somete posteriormente a la participación ciudadana y, en último término, es el órgano ambiental oficial el que podrá emitir el dictamen final o **Declaración de Impacto Ambiental (DIA)**, permitiendo o impidiendo llevar a efecto el citado proyecto.

b) Según la legislación española (Real Decreto Legislativo 1302/1986, Anexo 6), la EIA es de obligado cumplimiento en los siguientes proyectos:

- * Refinerías de petróleo bruto, así como determinadas instalaciones de gasificación y licuefacción.
- * Instalaciones destinadas al almacenamiento permanente o eliminación definitiva de residuos radiactivos.
- * Instalaciones de eliminación de residuos tóxicos y peligrosos por incineración, tratamiento fisicoquímico o almacenamiento en depósitos de seguridad en tierra.
- * Centrales térmicas y otras instalaciones de combustión con potencia superior a 300 megavatios, así como centrales y reactores nucleares.
- * Plantas siderúrgicas integrales.
- * Instalaciones químicas integradas.
- * Instalaciones destinadas a la extracción, tratamiento, manipulación y transformación del amianto y productos que lo contienen.
- * Construcción de autopistas, autovías, líneas de ferrocarril y aeropuertos.
- * Puertos y vías de navegación.
- * Construcción de grandes presas.
- * Primeras repoblaciones, cuando puedan provocar graves transformaciones ecológicas.
- * Extracción a cielo abierto de hulla, lignito y otros minerales.

c) Los instrumentos utilizados para abordar los problemas ambientales van encaminados a buscar medidas preventivas o correctoras.

Las **medidas preventivas** se llevan a cabo con anticipación a la puesta en práctica de un determinado proyecto. En ellas se encuentran la Educación Ambiental, Evaluación de Impacto Ambiental, la Normativa Legal, la Investigación Básica, la Planificación del Territorio y la denominación de ciertos lugares como zonas de Reserva de la Biosfera.

La *educación ambiental* es el instrumento más eficaz para evitar el deterioro ambiental, ya que está encaminada a educar a la ciudadanía en el respeto por el medio ambiente. Esta educación se puede impartir tanto desde el punto de vista formal o académico, por medio de su inclusión en los planes de estudio, como desde un punto de vista no formal, a través de los medios de comunicación.

La *evaluación del impacto ambiental* fue definida en los apartados anteriores.

La *normativa legal* engloba una serie de leyes ambientales que se dictan en cada país. En España existe una legislación ambiental a nivel nacional y otra específica de cada Comunidad Autónoma. En ellas se determinan una serie de medidas preventivas o correctoras de los principales problemas ambientales entre las que destacamos la protección del ambiente atmosférico, de las aguas, de las costas, de los espacios naturales y de la fauna y flora silvestre, de las actividades mineras, de los incendios, legislación sobre residuos y sobre evaluación del impacto ambiental.

La *investigación básica* se incluye dentro de los programas marco de la UE sobre I+D, y está basada en la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías respetuosas con el medio ambiente, sobre el cambio climático, las relaciones entre la economía y el medio ambiente, los sistemas de depuración de efluentes y las observaciones por vía satélite.

La *planificación del territorio* supone una serie de medidas encaminadas a evaluarlo para dedicar cada zona del mismo a la actividad para la que es más apto, evitando de esta manera tanto los riesgos como los impactos.

La *denominación de reservas de la biosfera* a ciertos lugares es determinada por la UNESCO a partir de las propuestas de múltiples países participantes en el programa "Hombre y Biosfera" en función de su singularidad y su mínima alteración, sirviendo como ejemplos de convivencia en armonía con el entorno. En cada reserva se determinan tres zonas: una de núcleo, solamente dedicada a la conservación; otra tampón que protege a la anterior y en la que se permiten usos sostenibles, y, por último, otra de transición en la que se permite un mayor grado de explotación pero con criterios de sostenibilidad.

Las *medidas correctoras* están dirigidas a reparar los daños ambientales. Entre ellas citaremos la restauración o rehabilitación de zonas deterioradas, las ecoauditorías y las ecoetiquetas.

La *restauración* consiste en dejar al territorio en idénticas condiciones a las que se encontró antes de su uso. La *rehabilitación* consiste en recuperar el territorio con fines distintos a los del original.

Las *ecoauditorías* son evaluaciones realizadas a ciertas empresas que se prestan a ello voluntariamente. Son llevadas a cabo por un técnico auditor que revisa los procesos de fabricación que el grado de respeto o agresión al medio ambiente de la empresa, que se compromete a corregir los que no sean adecuados desde el punto de vista ambiental. A las empresas evaluadas se les podrá conceder el logotipo establecido por la UE que podrán exhibir con fines publicitarios.

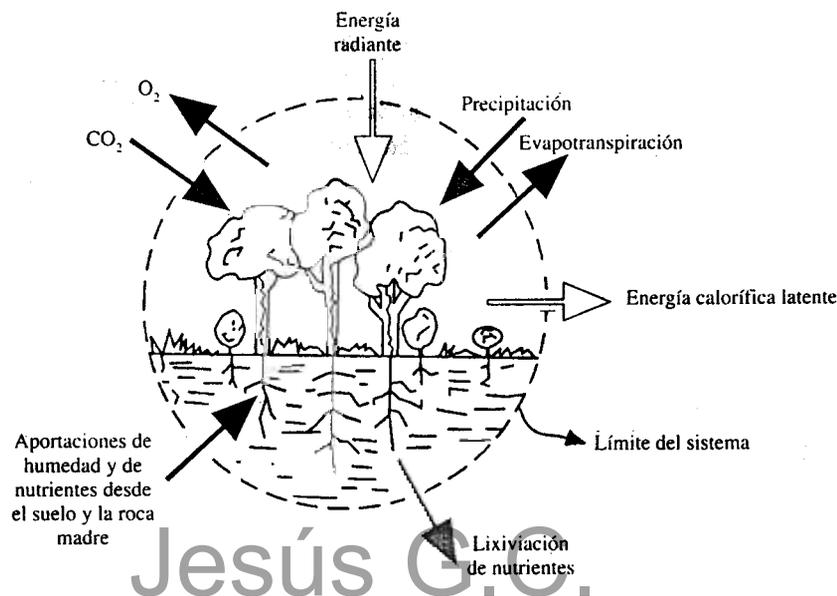
Las *ecoetiquetas* (de la UE) se otorgan a los productos limpios que se hayan evaluado y que, tras un estudio de su ciclo de vida completo (materias primas, producción, distribución, utilización y eliminación) hayan pasado la prueba demostrando que son respetuosos con el medio ambiente. También éstos podrán exhibir dicha etiqueta con fines publicitarios.

- d) En cada una de las casillas correspondientes a una matriz de Leopold se valora el impacto de cada acción situada en el eje horizontal (abscisas) sobre cada uno de los factores ambientales situados en el eje vertical (ordenadas), mediante la expresión M/I , siendo M la magnitud (cantidad) del posible impacto, su extensión o grado, e I la importancia (calidad), es decir, el peso relativo de la alteración del factor ambiental considerado en el conjunto del proyecto. Ambas son valoradas de 1 a 10 medio de unas escalas establecidas por expertos, añadiendo delante el signo "+" si el impacto es beneficioso y "-" si éste es perjudicial.

En el ejemplo propuesto no aparecen en signos delante de los valores y, por lógica, los interpretaremos como impactos negativos. La magnitud o cantidad del impacto (M) está valorada con el número más bajo dentro de la escala establecida, mientras que la importancia alcanza el grado máximo. Esto quiere decir que la acción realizada alcanza poca extensión superficial o poco grado; sin embargo, la importancia es máxima, pues

invalida al territorio para otros usos. Algunos ejemplos podrían ser la construcción de edificios (acción), el suelo (factor ambiental) o la construcción de una carretera (acción), y los cultivos (factor ambiental).

8.-



- Describir el sistema *bosque* representado en la figura, en términos de intercambio de materia y energía.
- Identificar el tipo de sistema al que pertenece el bosque e indicar las propiedades que lo caracterizan.
- Indica las repercusiones que se pueden producir en un bosque respecto a sus intercambios de materia y energía, cuando se produce el impacto de un incendio.

- El sistema representado en la figura es un bosque. En él se observan sus fronteras o límites, que permiten distinguir el interior del exterior y determinar las entradas y salidas de materia y energía.

En cuanto a la energía vemos que:

- * Entra energía radiante procedente del sol que será transformada por los productores en energía química, de esta forma será transferida a los otros seres vivos del sistema.

Por otra parte, tanto los productores como el resto de los organismos del sistema, al respirar, utilizan la energía contenida en la materia orgánica para sus procesos vitales y liberan calor que sale del sistema.

Por lo que se refiere a la materia tenemos que:

- * Entra agua por precipitación o procedente del suelo y sale por escorrentía superficial, por infiltración hacia las capas inferiores del suelo o evapotranspiración hacia la atmósfera.
- * Entra CO_2 y sale oxígeno, como consecuencia del proceso fotosintético llevado a cabo por los organismos productores.
- * Entren nutrientes (fosfatos, nitratos, etc.) procedentes del suelo, presentes en él como resultado de la descomposición de la materia orgánica llevada a cabo por los organismos descomponedores o que, procedentes de otros lugares han sido arrastrados hasta él por las aguas, o incluso que proceden de la roca madre. Los nutrientes escapan del sistemas como consecuencia del lixiviado.

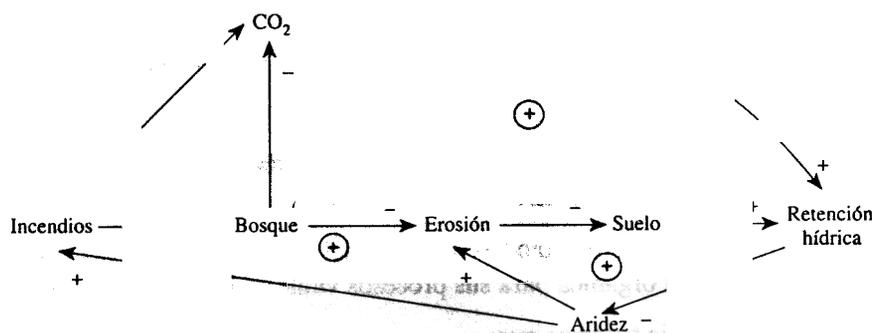
- El sistema se caracteriza por lo siguiente:

- * Se trata de un modelo “caja negra”, pues sólo vienen señaladas las entradas y salidas y no los elementos o variables que lo comprenden ni, por tanto, las relaciones entre ellos.
- * Es un sistema abierto, ya que se produce la entrada y salida de materia y energía.
- * Ha de cumplir los principios termodinámicos. El primero de ellos es el de la conservación de la energía. Según éste, la energía que entra en el sistema (energía radiante) ha de ser igual a la suma de la energía acumulada dentro de él (en forma de biomasa) más la energía desprendida (calor). En cuanto al segundo principio, establece que la tendencia general del universo es hacia el estado de máxima entropía, es decir, del mayor desorden posible; sin embargo, el sistema representado está constituido por seres vivos que se oponen a dicha tendencia, ya que consiguen mantener una baja entropía a base de aumentar la del entorno, en este hecho reside la clave de la vida. Por esa razón, están constituidos por moléculas orgánicas de baja entropía y, para ello, han de respirar para degradar azúcares de las que obtener la energía vital, liberando como consecuencia moléculas de elevada entropía (CO_2 y vapor de agua). Se trata, pues, de un sistema abierto que rebaja su entropía a base de aumentar la del entorno.

Hemos de añadir finalmente que, al tratarse de un bosque que es ecosistema maduro y próximo a la comunidad clímax, el gasto respiratorio será inmenso, por lo que el oxígeno liberado el sistema está sobrevalorado en la figura, ya que la cantidad desprendida de este gas será más insignificante cuanto más maduro sea el sistema.

- c) Cuando se produce un incendio no dejan de cumplirse los principios termodinámicos. Por esta razón, para que se cumpla el primero de ellos han de aumentar considerablemente las salidas en forma de calor, ya que la biomasa ha sido destruida por combustión. Este hecho significa que la entropía del sistema aumenta bruscamente al producirse la muerte de los organismos y la transformación de toda la materia orgánica en moléculas de alta entropía (vapor de agua y dióxido de carbono) y en energía calorífica de menor “calidad” (mayor incapacidad de realizar un trabajo). Además, se liberará una gran cantidad de CO_2 y vapor de agua pero no se liberará O_2 .

Por último, y a modo de ejemplo, elaboramos un diagrama casual que pone de manifiesto algunas repercusiones en cadena derivadas del impacto de un incendio.



9.-

Virus	Protozoo	Helminto	Bacteria
Adenovirus	<i>Balantidium</i>	<i>Ascaris lumbricoides</i>	<i>Escherichia coli</i>
Enterovirus		<i>Enterobius vermicularis</i>	patógena
Poliovirus	<i>Entamoeba histolytica</i>	<i>Fasciola hepática</i>	Salmonelas
Echovirus	<i>Giardia lamblia</i>	<i>Schistosoma haematobium</i>	<i>S. typhi</i>
Coxsackievirus		<i>Taenia saginata</i>	<i>S. paratyphi</i>
Hepatitis A		<i>Taenia solium</i>	Otras salmonelas
Reovirus			<i>Shigella</i>
Rotavirus			<i>Vibrio Cholerae</i>
			<i>Yersinia enterocolitica</i>

Organismos patógenos presentes en las aguas residuales

- a) A menudo en muchos países se utilizan las aguas residuales sin previo tratamiento para el riego de cultivos, o incluso como bebida. Indicar algunas de las enfermedades más comunes producidas por agentes patógenos presentes en el agua contaminada.
- b) ¿Qué procesos de desinfección deberían sufrir las aguas residuales si luego van a ser usadas en el riego de vegetales que solemos consumir crudos, como lechugas, tomates u otras hortalizas?
- c) ¿Qué hábitos familiares son fundamentales para evitar enfermedades producidas por los agentes patógenos presentes en las aguas residuales?

a) Las enfermedades producidas por las bacterias presentes en el agua son las siguientes:

- * *Gastroenteritis*: ocasiona dolor estomacal severo, náuseas, vómitos, pero rara vez es mortal.
- * *Fiebre tifoidea*: produce diarreas, vómito severo, alteraciones en el bazo y en el intestino y puede ser mortal si no se trata a tiempo.
- * *Cólera*: ocasiona diarreas, vómitos severos y deshidratación, y puede ser mortal.
- * *Disentería bacteriana*: origina diarreas, pero raramente es mortal, excepto en niños sin tratamiento adecuados.

Las enfermedades ocasionadas por los virus son:

- * *Hepatitis A*: ocasiona fiebre, dolores de cabeza, pérdida de apetito y dolores abdominales, no es mortal pero da lugar a lesiones permanentes en el hígado.
- * *Poliomielitis*: origina fiebres altas, dolores severos de cabeza, úlceras en la garganta, dolores musculares intensos, cuello rígido y temblores, llegando incluso a producir parálisis en piernas, brazos y cuerpo; puede ser mortal.

Las enfermedades provocadas por los protozoos son:

- * *Disentería amebiana*: cursa con diarreas severas, dolores de cabeza, fiebre, daños en el hígado e incluso perforación intestinal pudiendo ocasionar la muerte.

La enfermedad que pueden provocar algunos de los helmintos es la esquistosomiasis, cuyos síntomas son: dolor intestinal, erupciones cutáneas, fatiga crónica y malestar general. También pueden ocasionar la presencia de lombrices en el intestino, así como la tenia o solitaria.

b) Los procesos de desinfección tienen lugar en la fase final de depuración tecnológica, y su función consiste en evitar problemas de salud, eliminando bacterias, virus y otros organismos patógenos que puedan quedar aún en el agua.

Los procesos que se emplean son los siguientes:

- * **Cloración:** Se emplea cloro gaseoso, poderoso agente oxidante que se combina con facilidad y de forma rápida con compuestos orgánicos. Al ser un gas venenoso requiere un cuidadoso manejo y ocasiona problemas de sabor y olor en el agua. Para evitar estos problemas se le añade amoníaco para formar cloraminas que dan menos problemas de olores y sabores. En algunas plantas pequeñas, donde el control de cloro gaseoso puede ser difícil, o en grandes, en las que pueden dar fugas de este gas, se trata de sustituirlo por hipocloritos.
 - * **Organización:** Se realiza a través del empleo del ozono, gas azul, tóxico, de olor picante y poderoso oxidante. Es un proceso más caro que el anterior.
 - * **Radiación ultravioleta:** Consiste en el empleo de estas radiaciones, que son agentes desinfectantes poderosos cuando los organismos se exponen a ellas, pero es necesario evitar la turbidez del agua, que impediría la radiación de las absorciones por los compuestos orgánicos. La descarga se realiza a través de tubos de arco de mercurio y tubos reflectores de metal por las que se hace circular el agua. No ocasiona problemas de olores ni de sabores, ni quedan residuos como en los casos anteriores, pero es un procedimiento caro y el agua ha de estar muy clara.
- c) Entre los hábitos fundamentales para evitar los problemas ocasionados por los organismos patógenos del agua se podrían mencionar el empleo de lejías aptas para la desinfección de aguas de consumo humano y los métodos de cocción o hervido del agua.

10.-



- a) Describir las situaciones meteorológicas que se dan en los dibujos A y B, relacionando cada una de ellas con el fenómeno de la contaminación atmosférica.
 - b) Indicar los contaminantes del aire más frecuentes que aparecen en una gran ciudad, sus orígenes y algunos de sus efectos perjudiciales.
 - c) Explicar en qué consiste un procedimiento de tipo biológico para detectar la contaminación del aire, señalando cómo se reconocería según dicho procedimiento una situación de aire muy contaminado y otra de aire limpio.
 - d) Sugerir alguna medida que permita reducir la contaminación atmosférica, tanto en el medio urbano como industrial, disminuyendo la emisión de partículas y eliminando gases.
- a) La situación meteorológica de la figura A representa unas condiciones atmosféricas normales en las que se produce una disminución de la temperatura con la altura, las masas de aire caliente al ser menos densas, ascienden y se llevan los contaminantes que se dispersan con facilidad. Sin embargo, en la figura B se observa una situación de inversión térmica en la que una capa de aire frío queda atrapada bajo una masa de aire caliente, al producirse un cambio en el comportamiento térmico normal de la troposfera (aumento con la altura) o por la presencia de altas presiones (situación anticiclónica) que impiden el movimiento ascendente de las masas de aire (movimientos verticales del aire). Este hecho conduce a una dificultad para la dispersión de los contaminantes y, por tanto, quedan atrapados.

- b) Entre los contaminantes más frecuentes que nos podemos encontrar en una gran ciudad tenemos partículas; sustancias químicas (óxidos de azufre, de nitrógeno, de carbono, contaminantes fotoquímicos); metales pesados; olores; radiaciones ionizantes y ruidos.
- c) Entre los métodos biológicos utilizados para la detección de contaminación atmosférica destaca el empleo de los líquenes como bioindicadores de contaminación del aire, dada su especial sensibilidad a sustancias como el SO₂.

Así, en un aire muy contaminado se pueden encontrar líquenes del género *Lecanora*, que soportan concentraciones de SO₂ de 150 g/m³. En el aire limpio se pueden desarrollar líquenes de los géneros *Evernia*, *Ramalina* y *Usnea*, que pertenecen a los denominados líquenes fruticulosos y que únicamente resisten condiciones del aire que no superen los 35 g/m³ de concentración.

- d) En relación con las medidas para reducir las emisiones de partículas tenemos los procesos de separación y retención de partículas basados en los principios de inercia y gravedad.

* *Ciclones*: son separadores formados por un tubo cilíndrico y cónico por el que circulan los gases de forma tangencial, en los que debido al movimiento circular, las partículas se ven sometidas a fuerzas centrífugas que las empujan a las paredes del tubo, donde quedan retenidas.

* *Filtro de tejidos*: en los que se hace pasar una corriente de aire sucio a través de tejidos (naturales, como algodón o lana, o sintéticos como poliéster) de forma que las partículas más grandes quedan retenidas y forman una película que luego retiene las partículas más pequeñas.

* *Precipitadores electrostáticos*: las partículas pasan a través de una carcasa metálica en cuyo interior existen dos electrodos, uno emisor y otro colector. El primero se encarga de cargar las partículas eléctricamente y el segundo las retiene al atraerlas hacia sí y de esa forma se depositan.

Para la reducción o eliminación de gases contaminantes, se emplean los siguientes métodos:

* *Absorción*: consiste en la circulación, de forma contraria a la del "gas sucio", de un líquido capaz de disolver los gases nocivos. Los líquidos a emplear dependen de las sustancias a eliminar, pero normalmente se utiliza agua o amoníaco.

* *Adsorción*: proceso que emplea un sólido, habitualmente carbón activo o alúmina, sobre el que se fijan las sustancias a eliminar.

* *Procesos de combustión*: consisten en la utilización de antorchas, quemadores o incineradores, que son hornos a grandes temperaturas por los que se hacen circular los gases que contienen los compuestos orgánicos a eliminar.

* *Procesos de reducción*: consisten en el empleo de un agente reductor que al combinarse con los compuestos tóxicos a eliminar los transforme en sustancias no tóxicas.

Estos procesos pueden realizarse en presencia de catalizadores.

11.- Es frecuente leer en los periódicos que en una determinada región se ha vuelto a producir un nuevo temblor de tierra.

- a) Señalar, al menos, tres regiones o países en que se registren frecuentes terremotos y explicar a qué se puede deber la reiteración de este fenómeno en esos lugares.
- b) Existen muchas áreas en la que la actividad sísmica está acompañada por una notable actividad volcánica. ¿A qué se debe esta coincidencia?
- c) Indicar algunas medidas que permitan reducir las consecuencias catastróficas derivadas de la actividad sísmica, en relación con el diseño de edificios o grandes obras y con la distribución y asentamiento de la población.

- a) Las regiones más susceptibles de sufrir riesgos sísmicos son las situaciones en las zonas de contacto entre las placas litosféricas.

El hecho de que los terremotos se originen con mayor frecuencia en determinados lugares se debe a la brusca liberación de la energía elástica acumulada en las rocas que están sometidas a algunos de estos tres tipos de esfuerzos; presiones horizontales que producen fallas inversas, tensiones horizontales que producen fallas normales, y presiones y tensiones horizontales (cizalla) que producen fallas de desgarre.

El primer tipo suele ser más frecuente en los bordes destructivos, como por ejemplo en la cordillera de los Andes, originada por la subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana, o los ocurridos en Japón como consecuencia de la subducción de la placa Filipina bajo la de China.

El segundo tipo suele ser más frecuente en bordes constructivos o dorsales oceánicas, como los terremotos de Hawai, situado sobre la dorsal pacífica.

El tercer tipo suele ser más frecuente en las zonas donde se producen fallas de desplazamiento horizontal o transformantes, como es el caso de los terremotos de California.

La localización de las áreas geográficas históricamente castigadas por los seísmos es de gran importancia para valorar la peligrosidad de los mismos, siendo este factor de riesgo de gran importancia para poder tomar las medidas adecuadas para hacerle frente.

El factor peligrosidad se define como *“probabilidad de ocurrencia de un determinado fenómeno cuya intensidad o severidad lo hacen potencialmente perjudicial en un determinado tiempo y espacio”*. Según esta definición, además de la localización de las zonas históricamente castigadas, es necesario conocer el tiempo de retorno o frecuencia con la que el evento se ha repetido y su magnitud o su grado de peligrosidad recogidos también a partir de los datos históricos.

- b) En muchas áreas la actividad sísmica está acompañada de actividad volcánica porque ambos fenómenos están mayoritariamente asociados a las zonas de contacto entre dos o más placas tectónicas. A través de los volcanes se libera de forma súbita la energía geotérmica que procede del calor residual del interior de la Tierra y, sobre todo, de la desintegración atómica de los elementos radioactivos presentes en la corteza terrestre. Mediante los terremotos se libera energía elástica, aunque esta última procede de aquella, ya que es la energía geotérmica la fuerza motriz de las placas, y los terremotos se originan como consecuencia de las fricciones producidas por dicho movimiento.

- c) Muchas veces el daño originado por un terremoto se debe a causas ajenas a su peligrosidad. Por este motivo, la normativa básica en las zonas sísmicas va encaminada a la reducción de los otros dos factores de riesgo: vulnerabilidad y exposición, ya que la peligrosidad, hoy por hoy, no se puede reducir.

Para reducir la exposición hay que evitar el hacinamiento de la población en las grandes ciudades, en las zonas susceptibles de ser afectadas por un seísmo.

Para reducir la vulnerabilidad existen las normas siguientes de construcción sismorresistente:

* Sobre sustratos rocosos es conveniente la construcción de edificios lo más simétricos posible, equilibrados en cuanto a la masa, altos y rígidos (la rigidez hace que se comporten como una unidad independiente del suelo durante las vibraciones, y se consigue reforzando los muros con contrafuertes de acero). Además serán flexibles (mediante la instalación de cimientos aislantes, como el caucho, que absorben las vibraciones del suelo y permiten la oscilación del edificio). Y, por último, deben mantener una distancia de separación que impida su choque durante la vibración.

* Sobre sustratos blandos se recomiendan edificios bajos, rígidos y que no sean muy extensos superficialmente, ya que la vibración diferencial de las distintas zonas podría originar su derrumbamiento.

Otras medidas son: la elaboración de mapas de riesgo de las zonas propensas que sirven para tomar medidas preventivas contra los seísmos o los riesgos derivados (incendios, escapes de gas, rotura de cañerías,

avalanchas, etc.), la ordenación del territorio que aplique medidas de restricción en los casos que sea preciso, la protección civil (vigilancia, alerta y emergencia) y el establecimiento de normas sobre seguros.

12.- Véase el cuadro siguiente:

Año	Carbón (1)		Petróleo		Gas natural		Hidráulica		Nuclear		Saldo (2)		Total (3)	
	Ktep.	(%)	Ktep.	(%)	Ktep.	(%)	Ktep.	(%)	Ktep.	(%)	Ktep.	(%)	Ktep.	(%)
1973	9.875	18,2	39.455	72,9	794	1,5	2.489	4,6	1.705	3,1	-173	-0,3	54.145	—
1980	13.337	19,4	50.070	72,8	1.567	2,3	2.544	3,7	1.351	2,0	-119	-0,2	68.750	3,0
1985	19.121	27,0	39.538	55,9	2.195	3,1	2.701	3,8	7.308	10,3	-92	-0,1	70.771	1,4
1986	18.695	25,4	40.676	55,2	2.336	3,2	2.282	3,1	9.761	13,3	-108	-0,1	73.642	4,1
1987	18.003	23,6	42.520	55,8	2.648	3,5	2.358	3,1	10.755	14,1	-132	-0,2	76.152	3,4
1988	15.248	19,3	44.282	56,0	3.440	4,4	3.035	3,8	13.151	16,6	-115	-0,1	79.041	3,8
1989	19.173	22,3	46.025	53,6	4.505	5,2	1.640	1,9	14.625	17,0	-157	-0,2	85.811	8,6
1990	19.094	21,7	47.741	54,2	5.000	5,7	2.203	2,5	14.138	16,0	-36	-0,0	88.140	2,7
1991	19.122	21,1	49.367	54,4	5.511	6,1	2.348	2,6	14.484	16,0	-58	-0,1	90.774	3,0
1992	19.335	21,2	50.880	55,7	5.851	6,4	1.721	1,9	14.537	15,9	55	0,1	92.379	1,8
1993	18.425	20,2	50.155	54,9	5.829	6,4	2.154	2,4	14.609	16,0	109	0,1	91.280	-1,2
1994	17.942	19,1	52.326	55,8	6.480	6,9	2.418	2,6	14.415	15,4	160	0,2	93.740	2,7

(1) Incluye residuos sólidos urbanos y otros combustibles sólidos consumidos en generación eléctrica.

(2) Saldo de intercambios internacionales de energía eléctrica. Importación-Exportación.

(3) Incremento respecto al año anterior.

Fuente: MINER SGERM.

- a) A la vista de los datos de la tabla, indicar algunas conclusiones que se pueden obtener respecto al consumo de carbón en nuestro país en los últimos veinte años.**
- b) Durante el año 1989 se observa un aumento considerable del consumo de carbón. ¿Qué ocurre con el consumo de las demás fuentes energéticas este año? ¿Qué explicación daría a lo que sucede con el consumo de energía hidráulica ese mismo año?**
- c) Clasificar en tipos las fuentes energéticas que se citan en la tabla y definir las características de cada tipo.**

a) A partir de los datos expuestos en la tabla podemos deducir que, en nuestro país, el consumo de carbón sufrió un incremento entre 1973 y 1987 y que, tras el descenso observado en 1988, se produce un nuevo aumento cuya cifra se mantuvo hasta 1993, año en el que su consumo comenzó a descender. Este hecho puede ser debido a la política de subvenciones para sustitución de calderas de calefacción de carbón por las de gas natural, ya que aunque éste emite a la atmósfera CO_2 , no produce contaminantes sulfurados.

Si comparamos el consumo de carbón con el resto de las fuentes energéticas que aparecen en la tabla, podemos señalar que su lento descenso va acompañado por un fuerte ascenso en el del petróleo y gas natural y un mantenimiento de la producción de energía hidroeléctrica, con dos años de descensos, anteriormente señalados.

En lo que respecta a la energía nuclear, se puede observar que tras un fuerte descenso hasta 1986, año en el que el accidente de Chernobyl puso en tela de juicio los graves riesgos que este tipo de energía conlleva, los frecuentes fallos y paradas de los reactores, el problema de los residuos y la mala gestión la han convertido en una fuente de energía problemática y controvertida. Por estos motivos, la construcción de centrales y la producción de energía de las mismas se ha estancado o se ha reducido en casi todos los países, entre ellos el nuestro (a partir de 1989), como podemos observar en la tabla.

- b) Durante 1989 se observa un incremento considerable en el consumo del carbón a la par que un fuerte descenso en la energía hidráulica, que se redujo a la mitad, produciendo tan sólo 1.640 Ktep. Esto puede deberse a que fue un año en el que la sequía redujo considerablemente la cantidad de agua de los embalses destinados a este fin, haciendo necesario incrementar la producción de energía de las centrales térmicas. Lo observado en 1992 parece obedecer a similares motivos.
- c) Las fuentes energéticas que aparecen en la tabla son carbón, petróleo, gas natural y energías hidráulica y nuclear. Tienen en común que son convencionales, las más ampliamente utilizadas en la actualidad. Estas fuentes podemos clasificarlas en dos grupos: no renovables y renovables.

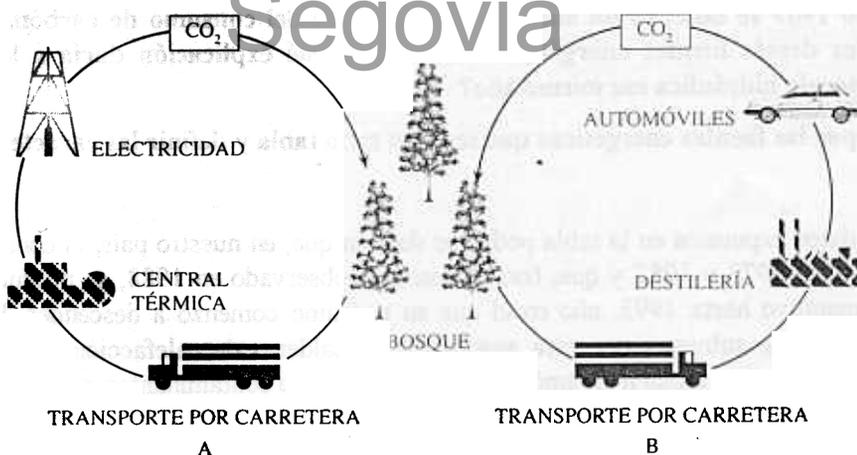
Las **no renovables** son aquellas que necesitan millones de años para su formación y que existen en cantidades fijas sobre la corteza terrestre. Son el carbón, el petróleo, el gas natural y el uranio, mineral utilizado en las centrales nucleares.

Dentro de las **renovables** algunos autores establecen dos grupos: potencialmente renovables o renovables propiamente dichas.

Las potencialmente renovables son aquellas que, aunque se consuman, son repuestas por la naturaleza. Sólo una de las que aparecen en la tabla puede ser incluida en este apartado: la hidráulica.

Las energías renovables propiamente dichas, que no aparecen en la tabla, son aquellas que, aunque se utilicen, no se agotan. A este grupo pertenecen la solar, la eólica y la mareomotriz que en el momento actual, aunque no resulten rentables a gran escala, son motivo de numerosos trabajos de investigación y desarrollo encaminados a propiciar su posible implantación en un futuro en sustitución de las no renovables, ya que además de ser inagotables son más limpias.

13.-



- a) Describe, a partir del dibujo, las posibles utilizaciones energéticas de los recursos forestales.
- b) Señala en cada caso las distintas fases de los sistemas energéticos representados, desde la fuente de energía originaria hasta sus usos finales.
- c) ¿Por qué se considera la biomasa como un recurso renovable? Cita otras fuentes energéticas renovables utilizadas en nuestro país?
- d) Teniendo en cuenta el dibujo, elabora una regla que garantice una gestión sostenible del bosque como recurso energético.

- a) El dibujo representa dos posibles utilizaciones energéticas de los recursos forestales. La biomasa de los bosques se traslada a una central térmica donde se obtiene directamente su energía al ser incinerada como combustible, o se puede destilar para obtener bioalcohol que podrá ser empleado como combustible de los motores de los automóviles.
- b) Denominamos **sistema energético** al conjunto de procesos a los que se somete la energía desde las fuentes originarias hasta sus usos finales.

* En el sistema energético A se distinguen las siguientes fases:

- *Fase de extracción.* Consiste en la tala de los árboles para obtener madera. En esta fase se producen pérdidas porque se generan muchos desperdicios, como ramas u hojas, que no se utilizan posteriormente. Además, si el ritmo de tala excede al de regeneración, el bosque se agota.
- *Fase de transporte.* Realmente se trata de uno de los mayores problemas que presenta esta fuente energética, dado su elevado volumen, por lo que resulta muy poco rentable y requiere gastos de energía fósil no renovable y altamente contaminante.
- *Fase de transformación.* La transformación de unos tipos de energía en otros implica una serie de pérdidas energéticas debidas, por un lado, al incremento de entropía y, por otro, a las imperfecciones o fallos de funcionamiento de los convertidores involucrados. Por esta razón, al quemar la madera en una central térmica, su energía calorífica se convierte en energía eléctrica, que es más concentrada. Este proceso de concentración conlleva gasto de energía suplementario, aumentando con ello la entropía en el entorno. Pero, además, existen ciertas pérdidas energéticas asociadas al rendimiento de las máquinas, que es muy bajo, debido a imperfecciones de las mismas o a fallos en su funcionamiento.

* El sistema energético B es parecido al anterior, pero su rendimiento energético es menor porque pasa por dos fases de transformación: de madera a biocombustible en las destilerías, y de biocombustible a energía mecánica en el motor en el automóvil.

Además de estas valoraciones sobre el rendimiento de un determinado sistema energético habría que valorar toda una serie de costes ambientales ocultos, como los daños originados en el entorno por la emisión de contaminantes derivados en cualquiera de sus fases o el problema del agotamiento de los recursos.

- c) Se puede considerar la biomasa como una fuente energética renovable, barata y de tecnología fácil. Se obtiene directamente por la combustión de una amplia gama de productos como madera, leña, paja, excrementos de animales, basuras; también mediante su conversión en biocombustibles, como el biogás, resultando de la transformación de los residuos orgánicos; procedente de la fermentación y posterior destilación de maíz, remolacha o caña de azúcar, como el etanol, o a partir de semillas oleaginosas, como los bioaceites.

Algunos autores clasifican las energías renovables en dos grupos: potencialmente renovables o renovables propiamente dichas.

Se consideren **potencialmente renovables** aquellas energías que aunque se consuman son repuestas por la Naturaleza. A este apartado pertenecen la biomasa citada con anterioridad y la hidráulica, en la que se aprovecha la energía potencial del agua retenida en los embalses para obtener electricidad.

Las **energías renovables propiamente dichas** son aquellas que, aunque se utilicen, no se agotan. A este grupo pertenecen la solar, la eólica y la mareomotriz que, aunque actualmente no resulten rentables a gran escala, son motivo de numerosos trabajos de investigación y desarrollo encaminados a propiciar su posible implantación en un futuro en sustitución de las no renovables, ya que, además de no agotarse, son más limpias.

Las denominadas **energías alternativas o limpias** tienen en común la ventaja de ser renovables y de originar un bajo impacto ambiental. Pero el principal inconveniente de muchas de ellas es que, hoy por hoy, no resultan rentables a gran escala. Pertenecen a este grupo la energía de fusión, la térmica solar, la fotovoltaica, la mareomotriz, la geotérmica, la eólica, la procedente de la biomasa y la del hidrógeno.

Según datos facilitados por el Ministerio de Industria, en 1996, el 54% de la energía gastada en España procedía del petróleo, el 19% del carbón, el 15% aportaron las centrales nucleares y el 7% el gas natural. Estos datos nos indican que el 95% del consumo energético de nuestro país procede de recursos no renovables y sólo el 5% de renovables, donde la hidroeléctrica, la eólica y la solar son las más utilizadas.

De las energía alternativa que se encuentran más avanzadas, en cuanto a su implantación en nuestro país, destacamos la eólica, la solar y la fotovoltaica.

La eólica tiene a su favor el hecho de que es gratuita, inagotable y limpia, y la infraestructura necesaria no es muy costosa; sin embargo, provoca contaminación acústica, muerte de aves e impacto visual. Además presenta problemas de almacenamiento, pues es una energía dispersa respecto a la distribución y a la cantidad.

La energía solar es inagotable, limpia y gratuita, no provoca contaminación química ni atmosférica, y posee elevada calidad energética. Sin embargo, presenta problemas de almacenamiento y oscilaciones en la producción diaria y estacional, dependiendo de las condiciones meteorológicas; además, su instalación necesita de grandes superficies, por lo que origina un gran impacto visual. Por último, el kw solar es más caro que el hidráulico, el fósil o el nuclear.

La energía fotovoltaica genera electricidad sin contaminación ni ruido. Su instalación y mantenimiento son fáciles y no requieren agua, por lo que se podría implantar en lugares muy áridos. Sin embargo, el cristal de silicio monocristalino imprescindible para su fabricación resulta caro, y además necesita mucho espacio, por lo que origina gran impacto visual. Su implantación en lugares donde no exista red de distribución hidroeléctrica sería mucho más rentable.

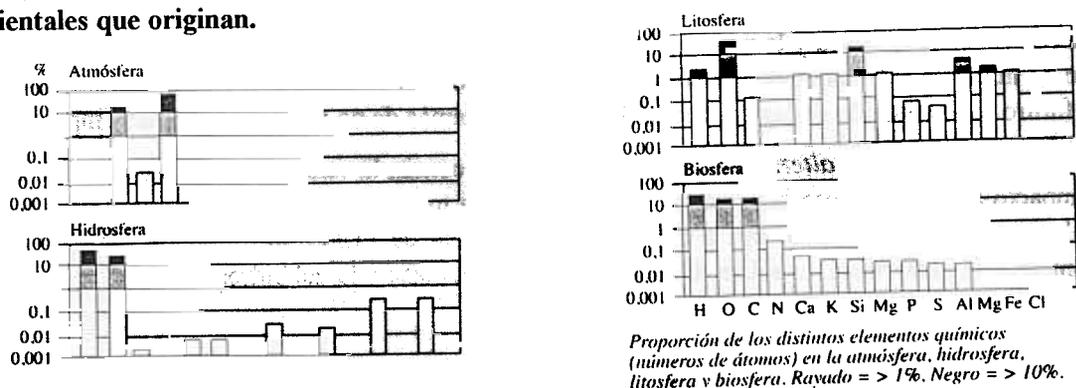
Por otra parte, la energía mareomotriz, la de fusión o la procedente del hidrógeno se encuentran aún en la fase de investigación básica, y otro grave inconveniente que presenta su implantación es la carencia de las infraestructuras necesarias para ello.

d) Basándonos en las reglas expuestas por Herman Daly podemos proponer las nuestras:

- Que el ritmo de tala de los árboles sea inferior a su tasa de renovación.
- Que el ritmo de la liberación de dióxido de carbono a la atmósfera sea equivalente al de absorción del mismo por parte de la vegetación al realizar la fotosíntesis.
- Que el ritmo de emisión de otros contaminantes no exceda la capacidad de asimilación de los mismos llevada a cabo por el entorno.
- Además, habría que reducir las distancias entre las fases de transformación y las de consumo para disminuir las pérdidas de energía.

14.-

- a) Razona por qué, pese a su abundancia, el nitrógeno constituye un elemento limitante de la producción primaria.
- b) Explica la importancia económica de la fijación biológica y cita algunos organismos implicados.
- c) Señala, al menos, dos actividades humanas que alteren el ciclo de este elemento, y las repercusiones ambientales que originan.



- a) El crecimiento de una planta está determinado por la presencia de ciertos elementos en unas cantidades determinadas (según Liebig), de forma que la escasez de uno de ellos sólo permite el crecimiento del vegetal hasta el agotamiento de dicho elemento. Es decir, **el crecimiento está limitado por la ausencia del único elemento que se encuentra en cantidad inferior a la mínima necesaria**; esta conclusión fue llamada por Liebig “ley de mínimo”.

Si todos los factores (luz, temperatura y humedad) y elementos (fósforo, nitrógeno, etc.) están en las cantidades necesarias, excepto uno de ellos, este último que escasea se denomina **factor (o elemento) limitante**.

En la biosfera, el nitrógeno se encuentra en proporciones inferiores al 1% sin embargo en la litosfera su presencia es mínima. En la atmósfera es el componente mayoritario, ya que constituye el 78% de la misma (según la gráfica >10%). De hecho, se considera que la atmósfera es el sistema terrestre que actúa como reserva del mismo. A pesar de esta abundancia, la mayor parte del nitrógeno atmosférico se encuentra de forma inerte, N_2 , por lo que resulta prácticamente inaccesible para la mayoría de los seres vivos. Existen otros componentes atmosféricos nitrogenados, que se mueven con mayor facilidad de unos sistemas terrestres a otros, como son: el NH_3 , que procede de las emanaciones volcánicas o de la putrefacción de los organismos vivos: NO , N_2O y NO_2 , denominados comúnmente óxidos de nitrógeno, NO_x , que se forman espontáneamente a partir del N_2 durante las tormentas eléctricas (fijación atmosférica) o que son enviados hacia la atmósfera en las erupciones volcánicas.

Finalmente, el nitrógeno es necesario para los seres vivos, ya que es un elemento constituyente de los aminoácidos que forman las proteínas. Las plantas lo asimilan del suelo en forma de nitratos disueltos en agua. El resto de los seres vivos lo toma a partir de los productores del ecosistema. Dada la escasez de nitratos en el suelo, el nitrógeno constituye uno de los nutrientes limitantes de la producción primaria, tras el fósforo, ya que cuando existe fósforo en cantidad suficiente y el nitrógeno es escaso, este último no constituye un factor limitante porque aparecen microorganismos capaces de captarlo de la atmósfera.

- b) La fijación biológica es un mecanismo de gran importancia económica, ya que los microorganismos fijadores son capaces de captar, de manera gratuita, la forma inerte del nitrógeno atmosférico y de transformarla en otra aprovechable por las plantas. De esta manera enriquecen el suelo y hacen innecesario el coste adicional que supone el abonado con nitratos de elaboración química.

Los microorganismos fijadores forman un variado grupo al que pertenecen ciertas bacterias y hongos.

Dentro del grupo de las bacterias las hay de vida libre, como el género *Azotobacter*, que vive en el suelo, o las *cianobacterias* (algas verdeazuladas) que forman parte del fitoplancton. Otras viven en simbiosis con algunas plantas, como es el caso del género *Rhizobium*, presente en las raíces de las leguminosas.

En cuanto a los hongos, destacamos un actinomiceto del género *Frankia*, que forma nódulos radiculares en ciertos árboles, como el aliso o el árbol del paraíso.

- c) Algunas de las actividades humanas que alteran el ciclo del nitrógeno son:

- El abonado excesivo de los cultivos que provocan una liberación de N_2O hacia la atmósfera. Este gas contribuye al incremento del efecto invernadero, unas 230 veces más que el CO_2 .
- El pisoteo causado por el empleo de maquinaria pesada o el encharcamiento de los cultivos de riego excesivo fomentan condiciones anaerobias. Estas circunstancias favorecen la actuación de ciertas bacterias denominadas desnitrificantes que, en ausencia de oxígeno, realizan transformaciones de NO_3^- en N_2 que escapa a la atmósfera, empobreciendo el suelo.

Los procesos de combustión a altas temperaturas, en los que entra el aire cargado con oxígeno y nitrógeno en la cámara de combustión de los motores, y ambos reaccionan formando moléculas de NO_2 . Estas moléculas reaccionan, a su vez, en la atmósfera húmeda con el vapor de agua para formar ácido nítrico que cae junto

con el agua de lluvia, dando lugar a “lluvia ácida”, al igual que el ácido sulfúrico procedente de la transmisión de los SO_x .

Además, los NO_x , junto con los COV (compuestos orgánicos volátiles) y otras sustancias presentes en la atmósfera, pueden reaccionar por mediación de la radiación solar para formar los PAN o el ozono, que son los contaminantes secundarios responsables del *smog* fotoquímico. Estos contaminantes secundarios son aún más tóxicos que sus precursores.

- La fijación industrial del nitrógeno atmosférico para su conversión posterior en amoníaco y en fertilizantes mediante el sistema Haber-Bosch que pasa el nitrógeno de la forma inactiva N_2 , a formas activas. Este método se fundamenta en el mismo principio que la fijación de nitrógeno atmosférico, basado en la conversión de N_2 en NO_x por acción de los rayos de las tormentas eléctricas.

Este sistema fue inventado por los alemanes con el objetivo de obtener dinamita en la época en la que se les prohibía fabricar armas, tras su derrota en la Primera Guerra Mundial.

15.- “Las autoridades nacionales deberían procurar fomentar la internacionalización de los costes ambientales y el uso de instrumentos económicos, teniendo en cuenta el criterio de que el que contamina debería, en principio, cargar con los costes de la contaminación, teniendo debidamente en cuenta el interés público y sin distorsionar el comercio ni las inversiones internacionales”. (*Principio 16 de la Declaración de Río de Janeiro sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*, junio, 1992).

- a) ¿Qué significado tiene la expresión “internacionalización de los costes ambientales”?
- b) ¿Qué principio básico en materia medioambiental se pone de manifiesto en el texto? Señala la utilización y vigencia de este principio en la legislación española.
- c) Indica algunos instrumentos de gestión ambiental encaminados a evitar o prevenir posibles daños en el entorno.

a) En el precio de un producto debe repercutir no sólo la materia utilizada, la energía consumida, la mano de obra, los gastos de transporte, etc., es decir, sus *costes internos*, sino que debe reflejar, además, el agotamiento de los recursos, la contaminación del aire o del agua, los residuos generados, la degradación de los suelos, el deterioro del paisaje y otros impactos provocados. Estos gastos no están incluidos en los costes de los productos por considerarlos *externalidades*. Esta concepción se basa en una política de “explotación incontrolada” en la que el sistema económico se encuentra aislado, sin que exista preocupación alguna por el medio ambiente. El hecho de incluir dichos costes supone la *internacionalización* de los mismos, que significa un sistema económico limitado, tanto por sus fuentes como por sus sumideros, por el sistema ecológico en el cual se incluye. Se trataría de una nueva opción política basada en el “desarrollo sostenible”.

b) El principio básico es *quien contamina paga*. En el caso de los efluentes que se emiten a las aguas, este pago se denomina **canon de vertido**, y es un gravamen impuesto a las industrias con vertidos autorizados y que se destina a la protección y mejora del medio receptor de cada una de las cuencas. El importe económico, y por tanto el cálculo de dicho canon, se recoge en el Capítulo I, artículo 289, del Reglamento del Dominio Público Hidráulico y en la Ley de Aguas 29/1985 (Título VI, art. 105). Debes consultar el contenido de estos artículos para poder hacer referencia a ellos.

Este canon se aplica a los vertidos autorizados, es percibido por los organismos de las cuencas y será destinado a las actuaciones de protección de la calidad de las aguas previstas en los Planes Hidrológicos de dichas cuencas.

Están obligados al pago del canon las empresas u otros titulares de vertidos autorizados (vertido de aguas residuales procedentes de saneamientos urbanos, establecimientos industriales y otros focos de degradación de la calidad de las aguas).

El nuevo Código Penal de 1995 establece modificaciones, entre ellas las relativas al “delito ecológico”, que modifica el principio anterior, “el que contamina paga”, en el Título XVI, capítulo 3º, referente a los delitos contra los recursos naturales y el medio ambiente (art. 325-331).

- c) Los instrumentos utilizados para abordar los problemas ambientales van encaminados a buscar medidas preventivas o correctoras.

Las **medidas preventivas** se llevan a cabo con anticipación a la puesta en práctica de un determinado proyecto. Entre ellas se encuentran la educación ambiental, evaluación del impacto ambiental, la normativa legal, la investigación básica, la planificación del territorio y la denominación de ciertos lugares como zonas de reserva de la biosfera.

La *educación ambiental* es el instrumento más eficaz para evitar el deterioro ambiental, ya que está encaminada a educar a la ciudadanía en el respeto por el medio ambiente. Esta educación se puede impartir tanto desde el punto de vista formal o académico, mediante su inclusión en los planes de estudio, como desde un punto de vista no formal, educando a través de los medios de comunicación.

La *evaluación del impacto ambiental* o EIA se puede definir como *un proceso de análisis encaminado a identificar, predecir, interpretar y valorar, prevenir y comunicar el efecto de un proyecto sobre la salud y el bienestar humano, incluyendo los ecosistemas naturales*. Consiste, por tanto, en detectar el impacto que originaría en un territorio un determinado proyecto en el caso de llevarse a efecto. Se trata de un procedimiento administrativo que fomenta el consenso de los distintos grupos sociales, ya que es llevado a cabo por técnicos ambientales, es decir sometido a discusión por los ciudadanos y, en último término, es el órgano oficial el que podrá emitir el dictamen final o **Declaración de Impacto Ambiental (DIA)** que permitirá o impedirá llevar a cabo el citado proyecto.

La *normativa legal* es un conjunto de leyes ambientales que se dictan en cada país. En España existe una legislación ambiental a nivel nacional y otra específica de cada comunidad autónoma. En ellas se determinan una serie de medidas preventivas o correctoras de los principales problemas ambientales, entre los que destacan: la protección del ambiente atmosférico, las aguas, las costas, los espacios naturales y fauna y flora silvestre, así como el control de las actividades mineras, de los incendios, los residuos y la evaluación del impacto ambiental.

La *investigación básica* se incluye dentro de los Programas Marco de la UE sobre I+D basados en la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías respetuosas con el medio ambiente, sobre el cambio climático, las relaciones entre la economía y el medio ambiente, los sistemas de depuración de efluentes y las observaciones por vía satélite.

La *planificación del territorio* supone una serie de medidas encaminadas a evaluarlo para dedicar cada zona del mismo a la actividad para la que es más apto, evitando de esta manera tanto los riesgos como los impactos.

La UNESCO es el organismo encargado de conceder a ciertos lugares la denominación de *reservas de la biosfera*, a partir de las propuestas de múltiples países participantes en el programa “Hombre y Biosfera” en función de su singularidad y su mínima alteración, lo que las conservación; otra **tampón**, que sirve de protección y en la que se permiten usos *sostenibles*, y, por último, otra de **transición**, en la que se autoriza un mayor grado de explotación con criterios de sostenibilidad.

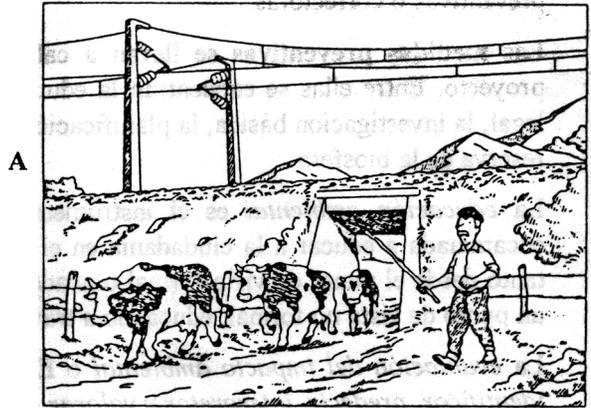
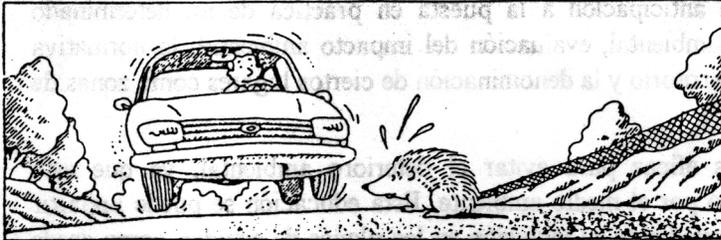
Las **medidas correctoras** están destinadas a reparar los daños ambientales. Entre ellas citaremos la restauración o rehabilitación de zonas deterioradas, las ecoauditorías y las ecoetiquetas.

La *restauración* consiste en dejar el territorio en idénticas condiciones a las que estaba antes en uso. La *rehabilitación* es la recuperación del territorio con fines distintos al original.

Las *ecoauditorías* son evaluaciones realizadas a ciertas empresas que se prestan a ello voluntariamente. Un técnico auditor revisa los procesos de fabricación y el grado de respeto o agresión al medio ambiente de la empresa, que se compromete a corregir las actuaciones desde el punto de vista ambiental. Si cumple los requisitos, se le concede el logotipo establecido por la UE, que podrá exhibir con fines publicitarios.

Las *ecoetiquetas* de la UE se otorgan a los productos *limpios* que se hayan sometido a evaluación y que, tras un estudio de su ciclo de vida completo, hayan pasado la prueba, demostrando que son respetuosos con el medio ambiente. Estos productos podrán exhibir dicha etiqueta con fines publicitarios.

16.-



- Observa el dibujo A e indica el impacto ambiental que representa, señalando la acción realizada y el factor ambiental afectado.
- ¿Qué es la evaluación del impacto ambiental y para qué sirve? La acción realizada en el dibujo anterior, ¿requiere que se realice dicho estudio? ¿Qué dice la legislación española en relación con este aspecto?
- Observa el dibujo B. ¿Qué tipo de medida se ha tomado?, ¿para qué sirve esta medida?, ¿qué impacto ambiental trata de corregir?
- Representa una matriz de tipo Leopold simplificada en relación con una obra pública que elijas, incluyendo en ordenadas algunas actuaciones causantes de posibles impactos ambientales, y en abscisas algunos elementos y características ambientales que pueden resultar afectados.

- El corte en el terreno, al construir la carretera, da lugar a la aparición de un impacto sobre la fauna. Se trata del “efecto barrera”, que dificulta los movimientos de la misma. Los efectos para la fauna se manifiestan en la erradicación o pérdida de las zonas de alimentación o reproducción, la dificultad para efectuar los desplazamientos necesarios o la elevación en su tasa de mortalidad debido a los atropellos.

Otros impactos sobre la fauna, que no se aprecian en la figura aunque están implícitos en ella, son los debidos a voladuras, movimientos de maquinaria pesada y remoción del terreno, que pueden originar una desaparición de lugares de reproducción o de anidación.

Por último, el aumento de accesibilidad provoca un incremento del furtivismo y de la presión cinegética que será fatal para las poblaciones.

- Se puede definir la EIA como un proceso de análisis encaminado a identificar, predecir, interpretar, valorar, prevenir y comunicar el efecto de un proyecto sobre la salud y el bienestar humano, incluyendo los ecosistemas naturales. Consiste, por tanto, en detectar el impacto que originaría en un territorio un determinado proyecto en el caso de que se llevase a efecto. Se trata de un procedimiento administrativo que fomenta el consenso de los distintos grupos sociales, ya que lo realizan técnicos ambientales, se somete posteriormente a la opinión de los ciudadanos y, en último término, es el órgano ambiental oficial el que podrá emitir el dictamen final o **Declaración de Impacto Ambiental (DIA)**, permitiendo o impidiendo llevar a efecto el citado proyecto.

La actividad presentada en al figura requiere una EIA porque, según la legislación española (Real Decreto Legislativo 1302/1986, Anexo 6), es de obligado cumplimiento en los siguientes proyectos:

- * Refinería de petróleo bruto, así como determinadas instalaciones de gasificación y licuefacción.
- * Instalaciones destinadas al almacenamiento permanente o eliminación definitiva de recursos radiactivos.
- * Instalaciones de eliminación de residuos tóxicos y peligrosos por incineración, tratamiento fisicoquímico o almacenamiento en depósitos de seguridad en tierra.
- * Centrales térmicas y otras instalaciones de combustión con potencia superior a 300 megavatios, así como centrales y reactores nucleares.
- * Plantas siderúrgicas integrales.
- * Instalaciones químicas integradas.
- * Instalaciones destinadas a la extracción, tratamiento, manipulación y transformación de amianto y productos que lo contienen.
- * Construcción de autopistas, autovías, líneas de ferrocarril y aeropuertos.
- * Puertos y vías de navegación.
- * Construcción de grandes presas.
- * Primeras repoblaciones, cuando puedan provocar graves transformaciones ecológicas.
- * Extracción a cielo abierto de hulla, lignito y otros minerales.

c) En la figura B se ha construido un paso subterráneo para facilitar el trasiego de la fauna, evitando el efecto barrera y, además, las interferencias en la actividad pecuaria de la zona. Con esta medida se trata de aumentar la accesibilidad, de forma que sea posible el traslado de ganado a las zonas de abrevadero, pastoreo y descanso. Sin embargo, el posible furtivismo puede verse aumentado al facilitar el acceso.

d) En cada una de las casillas correspondientes a una matriz de Leopold se valora el impacto de cada acción situada en el eje horizontal (abscisas) sobre cada uno de los factores ambientales situados en el eje vertical (ordenadas), mediante la expresión M/I , siendo M la magnitud (cantidad) del posible impacto, su extensión o grado, e I la importancia (calidad), es decir, el peso relativo de la alteración de un factor ambiental concreto considerado en el conjunto del proyecto. Ambos factores son valorados de 1 a 10 por medio de unas escalas establecidas por expertos, añadiendo delante el signo “+” si el impacto es beneficioso y “-” si es perjudicial.

Ahora vamos a elaborar una matriz de Leopold, para lo que elegimos un proyecto de construcción de una vía de ferrocarril.

1. Seleccionamos unas cuantas acciones que puedan causar impactos sobre unos factores ambientales concretos del medio (abióticos, bióticos y antrópicos):

* *Acciones:*

- Tala y desbroce.
- Movimientos de tierras.
- Voladuras.
- Desvío de cursos de agua.
- Estructuras (puentes, pasos a nivel, túneles, etc.).
- Cerramientos.
- Necesidades de suelo (expropiaciones).

- Construcción de la vía.
- Líneas de comunicación y tendidos eléctricos.
- Tráfico previsto.
- Vertidos incontrolados.
- Necesidades de mano de obra.

* *Factores ambientales:*

- Calidad del aire.
- Ruidos.
- Clima.
- Geomorfología.
- Hidrología.
- Suelos.
- Vegetación.
- Fauna.
- Paisaje.
- Usos del territorio.
- Intereses socioeconómicos.

2. Diseñamos la matriz de forma que los impactos (de cada acción sobre cada factor) queden señalados con un punto en la matrícula correspondiente, tal y como indica la Figura. Con esto habríamos respondido a la pregunta formulada.

FACTORES AMBIENTALES	ACCIONES											
	Tala y desbroce	Movimientos de tierras	Voladuras	Desvío de cursos de agua	Estructuras (puentes, pasos, túneles...)	Cerramientos	Necesidades de suelo (expropiaciones)	Construcción de la vía	Líneas de comunicación y tendidos eléctricos	Tráfico previsto	Vertidos incontrolados	Necesidad de mano de obra
Calidad del aire		*	*					*		*		
Ruidos		*	*					*		*		
Clima	*	*		*	*							
Geomorfología		*	*				*					
Hidrología				*							*	
Suelos	*	*	*	*			*			*	*	
Vegetación	*	*		*	*		*			*		
Fauna	*	*	*	*	*	*			*	*		
Paisaje	*	*			*	*			*		*	
Usos del territorio	*	*		*	*	*	*	*	*			*
Intereses socioeconómicos					*				*	*		*

(Nota: Esta matriz está diseñada de forma similar a la de Leopold. Las acciones se indican en abscisas y los factores ambientales en ordenadas. Sin embargo, según el enunciado de la pregunta deberían representarse al revés).

3. Si queremos hacer análisis más preciso podríamos intentar colocar las fracciones **M/I** en cada cuadrícula. Por ejemplo, si en una ponemos $1/10$, significa que la magnitud o cantidad el impacto (**M**) está valorada con el número más bajo (1) dentro de la escala establecida, mientras que la importancia alcanza el grado máximo (10). Esto quiere decir que la construcción de la vía (acción) alcanza poca extensión superficial o poco grado; sin embargo, la importancia es máxima, pues invalida el suelo (factor ambiental) para otros usos. En el ejemplo propuesto no se colocan signos delante de los valores y, por lógica, los interpretaremos como impactos negativos.

Pero dado lo impreciso y subjetivo que nos parece este método para los no expertos, proponemos un alternativo que consiste en **añadir en cada cuadrícula en la que existe un impacto** otros datos que aportarán una importantísima información:

* Señalar la fase en la que se produce el impacto, añadiendo:

- **C**, si se trata de un impacto originado en la fase de construcción.
- **E**, el impacto tiene lugar en la fase de explotación.
- **A**, el impacto se produce en la fase de abandono (dato que es menos frecuente en muchos casos).

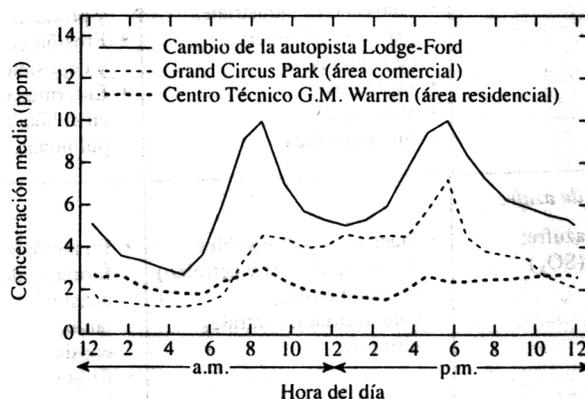
* Valorar la **magnitud** del impacto de una forma sencilla, añadiendo:

- **B**, si el impacto es bajo.
- **M**, si es moderado.
- **S**, si es severo.
- **C**, si es crítico.

* También podríamos valorar la **importancia** de una manera sencilla mediante una lista de los factores ambientales ordenados según resulten más o menos afectados por los impactos causados por las acciones del proyecto.

4. Sería interesante que añadiéramos algunas medidas preventivas para cada tipo de impacto (por ejemplo, instalación de ventanillas sin apertura para evitar los vertidos incontrolados durante la fase de explotación, o de pantallas acústicas para evitar los ruidos).

17.- El gráfico adjunto muestra la variación diaria de los niveles de monóxido de carbono en una ciudad norteamericana en días laborables.



- a) Analiza y comenta las variaciones en la concentración de **CO** representadas en la gráfica.
- b) Cita los contaminantes más frecuentes en las grandes ciudades y señala alguno de sus efectos negativos en el medio ambiente y en la salud humana.

c) Desde el punto de vista sostenible, diseña una regla básica respecto al volumen de contaminantes que pueden ser emitidos a la atmósfera.

a) Las mayores concentraciones de CO se producen en la autopista. En el gráfico se observan dos picos que indican un ascenso de los niveles de emisión del contaminante a las 8 de la mañana y 6 de la tarde, períodos que coinciden con la entrada y la salida del trabajo y, por tanto, con el empleo de un mayor número de automóviles y una mayor circulación (horas punta), con el consiguiente aumento de la combustión de gasolina que provoca un ascenso en dichas emisiones.

La menor concentración de CO se encuentra, a lo largo del día, en la zona residencial, pero también se observan dos incrementos a las 8 de la mañana y a las 4 de la tarde. El primero puede coincidir con el encendido de calefacciones que emplean combustibles fósiles, que al entrar en combustión desprenden CO. El segundo, 4 de la tarde, se puede deber a un nuevo encendido de las calefacciones de aquellas personas que regresan a casa después de la jornada laboral.

En el área comercial se produce un incremento de los niveles de CO a partir de las 6 de la mañana, alcanzando el máximo sobre las 5 de la tarde, hora de mayor afluencia de vehículos a dicha zona. A partir de entonces se observa una disminución.

b) Los contaminantes más frecuentes en las ciudades son los siguientes:

- Partículas.
- Sustancias químicas: óxidos de S., óxidos de N, óxidos de C, contaminantes fotoquímicos.
- Metales pesados.
- Olores.
- Radiaciones ionizantes.
- Ruido.

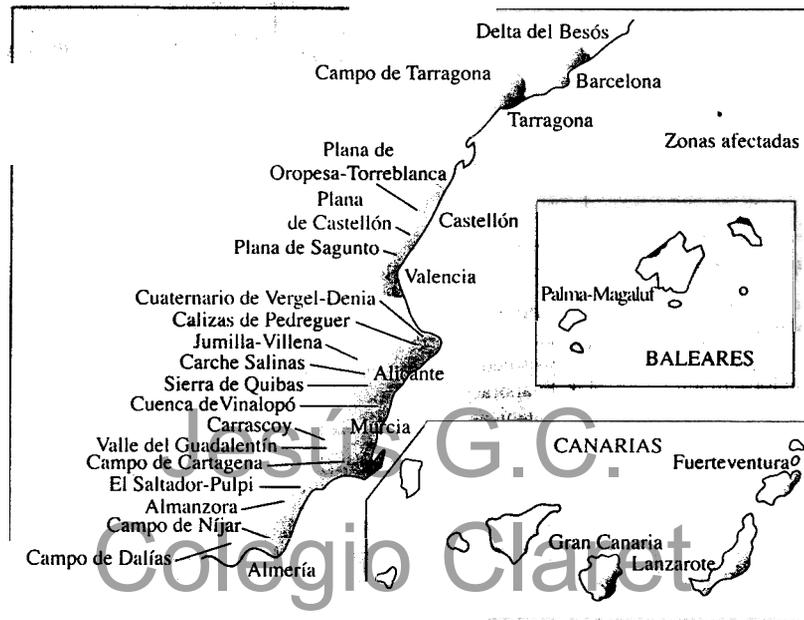
Tabla de contaminantes atmosféricos

Contaminantes	Origen	Efectos
<i>Partículas</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Combustiones industriales y domésticas. • Actividades industriales extractivas (minería, cementeras...). • Incendios. • Volcanes. • Erosión eólica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteraciones en la vegetación al obstruir los estomas y producir caída de hojas • Erosión por abrasión y deposición en edificios. • Enfermedades respiratorias en el hombre (fibrosis pulmonar, alergias...)
<p><i>Compuestos de azufre:</i></p> <p>- Óxidos de azufre: SO₂ y SO₃ (SO_x)</p> <p>- Sulfuros (H₂S)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Quema de combustibles fósiles (carbones y petróleo) en automóviles, calefacciones, centrales térmicas. • Refinerías de petróleo. • Fabricación de papel, curtidos, etc. • Metabolismo anaerobio. 	<ul style="list-style-type: none"> • En atmósfera húmeda se forma ácido sulfúrico que ocasiona la lluvia ácida y, por tanto, la acidificación en los ecosistemas. • El SO₂ produce irritaciones en los ojos y en las vías respiratorias. En los vegetales provoca clorosis en las hojas. Amarilleo del papel. Corrosión en los metales. • Tóxico.

Contaminantes	Origen	Efectos
<i>Óxidos de nitrógeno:</i> NO ₂ y NO (NO _x)	<ul style="list-style-type: none"> • Procesos de combustión a temperaturas elevadas en motores diésel y centrales eléctricas. • Volcanes y relámpagos. • Formación de lluvia ácida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Interviene en los procesos de formación de <i>smog</i>. • Enfermedades en las vías respiratorias, agravando los procesos asmáticos. • Para algunos animales resulta tóxico. • Anula el crecimiento en algunos vegetales (por ejemplo, los tomates).
<i>Óxidos de carbono:</i> CO y CO ₂ (CO _x)	<ul style="list-style-type: none"> • El CO en combustiones incompletas en motores de gasolina, centrales eléctricas, calefacciones, humo de cigarrillos. • Combustión de productos orgánicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • El CO es tóxico, impide el transporte de oxígeno en la sangre. • Incremento del efecto invernadero y alteración del clima.
<i>Compuestos orgánicos:</i> – Hidrocarburos (HC) – Volátiles (COV) – Policlorobifenilos (PCB) – Dioxinas y furanos	<ul style="list-style-type: none"> • Combustiones. Motores de gasolina. Refinerías de petróleo. • Evaporación de sustancias orgánicas. • Reacciones en el tratamiento de productos químicos clorados. • Incineración de basuras. 	<ul style="list-style-type: none"> • Formación del <i>smog</i> fotoquímico. Efectos cancerígenos y mutagénicos.
<i>Compuestos halogenados:</i> – Fluoruros – CFC	<ul style="list-style-type: none"> • Industrias de cerámica y de abonos. • Industrias de obtención de aluminio. • Aerosoles, refrigerantes y espumas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto poder corrosivo en atmósferas húmedas. • Agujero en la capa de ozono.
<i>Metales pesados:</i> – Hg, Cd y Pb	<ul style="list-style-type: none"> • Industrias y presentes como partículas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tóxicos.
<i>Contaminantes secundarios:</i> – SO ₂ , NO ₂ , H ₂ SO ₄ , HNO ₃ – Ozono – PAN	<ul style="list-style-type: none"> • Se forman a partir de los contaminantes primarios mediante reacciones químicas en la atmósfera. 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Smog</i> fotoquímico.
<i>Olores</i> <i>Radiaciones ionizantes</i> <i>Ruido</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Diferentes fuentes. • Rayos X. • Industria, medios de transporte, interior de edificios, ocio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Efectos cancerígenos y mutagénicos. • Alteraciones fisiológicas, psíquicas (pérdida de audición, estrés, dificultades en los procesos que requieren más concentración...).

- c) Según Herman Daly, director del Banco Mundial, una regla básica respecto al volumen de contaminantes que pueden ser emitidos a la atmósfera, desde el punto de vista del desarrollo sostenible, es que *el ritmo o las tasas de emisión de los mismos no excedan la capacidad de asimilación o de dispersión en la atmósfera de dichos contaminantes.*

18.- El mapa adjunto muestra de forma esquemática las zonas del litoral español cuyos acuíferos están salinizados.



- a) Analiza las posibles causas que puedan justificar el hecho de que la práctica totalidad de los acuíferos salinizados en España estén localizados en el litoral mediterráneo de la Península y en las islas Canarias y Baleares.
- b) Sugiere alguna medida o acción dirigida a reducir o evitar el riesgo de salinización de las aguas subterráneas.
- c) ¿Qué otros impactos ambientales pueden recibir las aguas subterráneas por la actividad humana? ¿Pueden afectar directa o indirectamente a las aguas superficiales? Justifica la respuesta.

- a) La principal causa de que los acuíferos del litoral mediterráneo, islas Baleares e islas Canarias presenten problemas de salinización es su sobreexplotación como consecuencia de la demanda de agua para usos agrícolas y domésticos, al ser estas zonas de gran desarrollo turístico.

La sobreexplotación de los acuíferos costeros ocasiona un descenso del nivel freático, provocando el proceso de "intrusión salina" según el cual el agua del mar, con su carga de sales y su mayor densidad, invade el espacio libre y desaloja el agua dulce residual, provocando la salinización del acuífero.

- b) Para prevenir el riesgo de salinización de las aguas subterráneas sería necesario evitar la sobreexplotación, es decir, mantener un ritmo de explotación menor que el de recarga. Asimismo, convendría reducir el consumo de agua, fomentando el ahorro y el uso eficiente de la misma.

Como medida correctora, existe la posibilidad de recargar el acuífero con agua dulce, de manera que se desplace el agua salada, aunque esta solución es prácticamente irrealizable. También se puede desalar ésta mediante procesos de ósmosis inversa, para permitir su uso.

- c) Otro impacto que puede recibir las aguas subterráneas debido a la acción humana es la *contaminación*, que hace que disminuya su calidad. Este es un problema más grave que el de la contaminación de las aguas superficiales, dado que cuando se detecta, el grado de contaminación es alto. La causa es la infiltración de los contaminantes en el terreno a través de los poros de las rocas en forma de aguas residuales industriales, agrícolas o urbanas que son vertidas de forma incontrolada (vertederos incontrolados). A esto se añade, además, el problema de la falta de autodepuración.

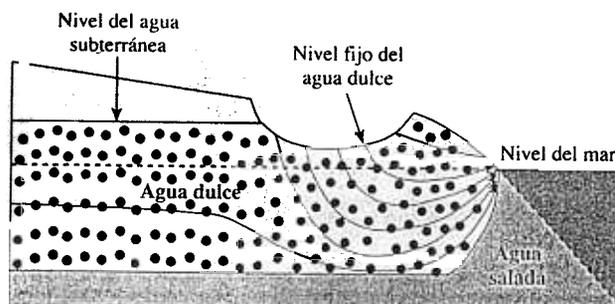
La contaminación de los acuíferos provoca la pérdida de calidad del agua, con lo que se restringen los usos de la misma, imposibilitando su empleo para suministro urbano o para regadío.

Otro efecto sobre las aguas es el de la *sobreexplotación*, como consecuencia, sobre todo, de la creciente demanda de los usos agrícolas, que hace disminuir notablemente la cantidad de agua de los acuíferos, ya que éstos no se pueden recargar con la misma rapidez con la que se hace su extracción. Este problema es más grave en los acuíferos fósiles situados en zona de recarga prácticamente nula.

Como todos los depósitos de la hidrosfera están conectados y el agua discurre a través de ellos constituyendo un circuito cerrado denominado ciclo hidrológico, el agua que se infiltra en el terreno y que procede de la lluvia o de aguas de ríos y lagos vuelve al exterior por evapotranspiración. Ello significa que existe una conexión hidráulica y, por tanto, los impactos de las aguas subterráneas pueden afectar de forma directa a las aguas superficiales. Muchos de los ríos, lagos y embalses reciben aportes de aguas a través del ascenso del nivel freático de las aguas subterráneas y, por tanto, si éstas están contaminadas, los ríos pueden presentar el mismo problema. La sobreexplotación afectaría a los aportes de caudal de los mismos.



Esquema del ciclo hidrológico



Fenómeno de intrusión marina.