

CAPITULO 4. EXPLOTACIÓN GEOLOGICA: RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS



CAPITULO 4.

EXPLOTACION GEOLOGICA: RECURSOS MINERALES Y ENERGETICOS

4.1. Impacto ambiental de la minería. Impacto geológico ambiental de la actividad minera. Prospección, exploración, minado (subterráneo y cielo abierto), beneficio (refinación y fundición).

4.2. Factores geológico ambientales que condicionan la excavación en una mina a cielo abierto.

4.3. Centrales nucleares. Disposición y transporte de desechos radiactivos. Que son y como se clasifican los niveles de desechos radiactivos. Ejemplo de desastres y confinamientos.

4.4. Impacto geológico ambiental de exploración y explotación de hidrocarburos.

4.5. Combustión de hidrocarburos y Efecto invernadero (calentamiento global) Sistema tierra y aire urbano. Termómetros geológicos: continentales y oceánicos. Oscilación del nivel del mar en la historia geológica. Contaminantes atmosféricos.

4.1. Impacto ambiental de la minería. Impacto geológico ambiental de la actividad minera. Prospección, exploración, minado (subterráneo y cielo abierto), beneficio (refinación y fundición).

Los proyectos mineros comprenden distintas fases secuenciales que empiezan con la exploración del mineral metálico y termina con el periodo de post-cierre de la mina. Lo que sigue es una breve descripción de las fases típicas de un proyecto minero. Cada fase está asociada a un conjunto de impactos ambientales.

- **Prospección**

Delimitada definitivamente el área contratada para los trabajos y obras de explotación, más las obras estrictamente necesarias para el beneficio, transporte interno, servicios de apoyo y obras de carácter ambiental, y aprobados el Programa de Trabajos y Obras y el Estudio de Impacto Ambiental, se iniciarán los Trabajos de Construcción y Montaje Minero.

- **Exploración**

En la fase de exploración, algunas de las actividades con impacto ambiental son la preparación de los caminos de acceso, mapeos topográficos y geológicos, el montaje de campamentos e instalaciones auxiliares, trabajos geofísicos, investigaciones hidrogeológicas, aperturas de zanjas y pozos de reconocimiento, tomas de muestras.

- Minado (subterráneo y cielo abierto).

Minado a cielo abierto

- 1) Remoción de vegetación y suelo
- 2) Se dinamita extensamente hasta llegar al yacimiento

Las nuevas tecnologías que mejoran rendimientos en la velocidad de extracción y procesamiento del mineral, acrecientan los problemas ambientales, pues los materiales de desecho no revierten normalmente en la recuperación del lugar.

La agresión al medio ambiente que por sí misma genera este tipo de minería se agrava por su proximidad a las zonas urbanas, pues se busca reducir los gastos de transporte para lograr mayor rentabilidad. Esa proximidad produce nuevos problemas ambientales, pues las excavaciones realizadas, que ya carecen de cubierta vegetal, terminan convirtiéndose en vertederos urbanos, además de afectar las aguas superficiales y subterráneas próximas a la explotación.



Minado subterráneo

Hasta mediados del siglo , la minería subterránea era el método más común de extraer yacimientos masivos. Después de la Segunda Guerra Mundial, los avances en la tecnología y el desarrollo de niveladoras, palas y camiones más grandes y poderosos permitieron el movimiento de enormes cantidades de materiales, que promovieron la explotación en minas a cielo abierto.

Generalmente, este tipo de minería tiene menor impacto ambiental que las minas a cielo abierto. La perturbación en la superficie de la tierra es menor, pero puede igualmente tener efectos sobre el agua al contaminarla con ácidos y metales e interceptar acuíferos. Los trabajadores están expuestos a situaciones aún más peligrosas que los que trabajan en minas a cielo abierto, por el riesgo de hundimientos, mala calidad del aire y explosiones subterráneas.



- Beneficio (refinación y fundición).

Fundición

Las fundiciones emiten SO_2 , el cual junto con NO_x y CO_2 origina lluvia ácida. Esto también ocurre en plantas eléctricas termoeléctricas que usan carbón. Las fundiciones de Caletones de Codelco y Ventanas de Enami liberan alrededor de 400 ton al día de SO_2 al aire (actualmente una parte se recupera para producir ácido sulfúrico, pero todavía la mayor parte se dispersa en el aire).

Las aguas de lluvias normales tienen un pH alrededor de 5,7, pero en el este de EEUU y Europa occidental ellas pueden llegar a pH 2,9 y los lagos de esas áreas han sufrido una disminución de los peces en ellos. Áreas mineras antiguas con varias fundiciones pueden llegar a estar rodeadas de tierra estéril donde la vegetación ha sido destruida por los ácidos y el suelo erosionado. Las tierras muertas alrededor de las fundiciones de cobre-níquel de Sudbury en Ontario, Canadá se extienden por 100 km², pero las emisiones han disminuido en un 50%.



4.2. Factores geológico ambientales que condicionan la excavación en una mina a cielo abierto.

Desgraciadamente, este tipo de minas tiene un impacto ambiental mucho mayor que las subterráneas. Por un lado, aumenta la producción de residuos, y así, según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), genera aproximadamente el 75% de los residuos industriales en España.

Por otro lado, la capa superficial natural que permanecía intacta con la extracción bajo tierra queda alterada irreversiblemente, dejando atrás un paisaje inerte. Asimismo, los acuíferos y los cursos de agua próximos pueden resultar afectados, poniendo en peligro la fauna y flora del lugar. Además, el arrastre de las partículas por el agua perjudica a la agricultura, al erosionar y esterilizar las superficies de cultivo.

EVALUANDO LA LINEA DE BASE AMBIENTAL

Caracterización de la cantidad existente de aguas superficiales y subterráneas.

Las fuentes de aguas subterráneas son sistemas muy complejos. Dependiendo de la zona, las aguas subterráneas pueden ubicarse a poca profundidad, con una gran interacción con las aguas superficiales, o las aguas subterráneas profundas pueden tener poca o ninguna interacción con las aguas superficiales. Las aguas subterráneas también tienen diversos usos, tales como agricultura, consumo humano, e industrial.

Caracterización de la calidad del aire existente.

Es necesario conocer las condiciones de calidad de aire en la zona del proyecto para evaluar la potencial distribución de contaminantes atmosféricos en la zona de influencia del proyecto. Los contaminantes del aire pueden viajar grandes distancias. Es importante pensar sobre las zonas de influencia donde los contaminantes pueden dispersarse. Por lo tanto la información de línea de base de calidad de aire debe considerar con las condiciones meteorológicas, patrones de vientos, formaciones geológicas.

Caracterización de la calidad de suelos existente.

Se define como suelo a la capa superficial de la Tierra, compuesta de pequeñas partículas de roca, humus (materia orgánica), agua y aire, zonas de interés geológico como las rocas debajo de la superficie del suelo. El suelo es un factor importante que afecta las plantas, incluyendo cultivos agrícolas y plantas que pueden servir de alimento y hábitat para animales.

EVALUANDO LA LINEA DE BASE AMBIENTAL

Caracterización del mineral.

La sección de línea de base de un EIA de un proyecto minero debe empezar con una detallada descripción de las condiciones geológicas ambientales, incluyendo la reserva del yacimiento y los materiales que no tienen interés comercial. Estos materiales elevan el volumen de desechos que produce la mina y que debe manejar adecuadamente.

Mineralogía del análisis de la roca entera.

Maest y colaboradores (2005) proporcionan una guía sobre el tipo de análisis geoquímico que el proponente de un proyecto minero debe incluir para predecir los posibles impactos en la calidad del agua para el proyecto minero, incluyendo la liberación de contaminantes y drenaje ácido.

Identificación de contaminantes de interés

Los materiales minados debe decir claramente cuales son las predicciones cuantitativas de las concentraciones de contaminantes de interés (por ejemplo arsénico, plomo, cadmio, níquel, cromo y mercurio) en el agua, y que el proyecto minero pueda anticipar que libere al ambiente. Estas predicciones cuantitativas deben usarse para anticipar los cambios en la calidad de las aguas subterráneas y superficiales causadas por el proyecto minero.

EVALUANDO LA LINEA DE BASE AMBIENTAL

Caracterización del clima existente.

La lluvia es un factor importante que determina la aceptabilidad de un proyecto minero. Las altas precipitaciones pluviales y fuertes tormentas generan mucha escorrentía en zonas tropicales. Por otro lado, las minas en zonas áridas deben enfrentar bajas cantidades de escorrentía. Los proyectos mineros en muchas zonas tropicales enfrentan tensiones no solamente por los impactos en ecosistemas prístinos sino también por las elevadas precipitaciones y las tormentas que pueden rebasar las instalaciones y las medidas preventivas de impactos.

Caracterización de la calidad de las aguas superficiales.

El propósito de la caracterización de las aguas superficiales es obtener información detallada de la ubicación, distribución, cantidad y calidad de todos los recursos hídricos que pueden ser afectados por el proyecto y sus alternativas. Los datos y el análisis deben tener un nivel razonable de detalle necesarios para entender las condiciones de las áreas geográficas ambientalmente importantes.

Caracterización de la calidad de suelos existente.

Los estudios de línea de base de suelos se basan en tres fuentes principales de información: estudios de gabinete, trabajos de campo y análisis de laboratorio. Los estudios de línea de base deben incluir mapas de tipos de suelos, tablas que documentan las concentraciones de componentes químicos, métodos de análisis, revisión bibliográfica, muestreo de suelos y los resultados de análisis de laboratorio. Los mapas deben acompañarse de información que explique y detalle la geología local, los usos de suelo y vegetación.

EVALUANDO LA LINEA DE BASE AMBIENTAL

Caracterización de la vida silvestre.

Debe incluir una descripción de las condiciones regionales, mapas, relaciones entre especies y distribución de estas. Todas las especies de flora y fauna endémicas en la zona del proyecto que se encuentran dentro de un estado especial o categoría de conservación.

Línea de base socio-económica local.

El entorno socio-económico en este caso se define como todas las actividades, procesos sociales, económicos que podrían ser influenciados directa o indirectamente. En la mayoría de los casos, hay un entorno socio-económico definido que será definitivamente afectado en alguna medida por el proyecto minero. La evaluación del impacto sobre la comunidad es de particular importancia. El rango de temas (enfoque) y el nivel de detalle pueden ser altamente variables.

Cómo conseguir minas a cielo abierto más ecológicas??

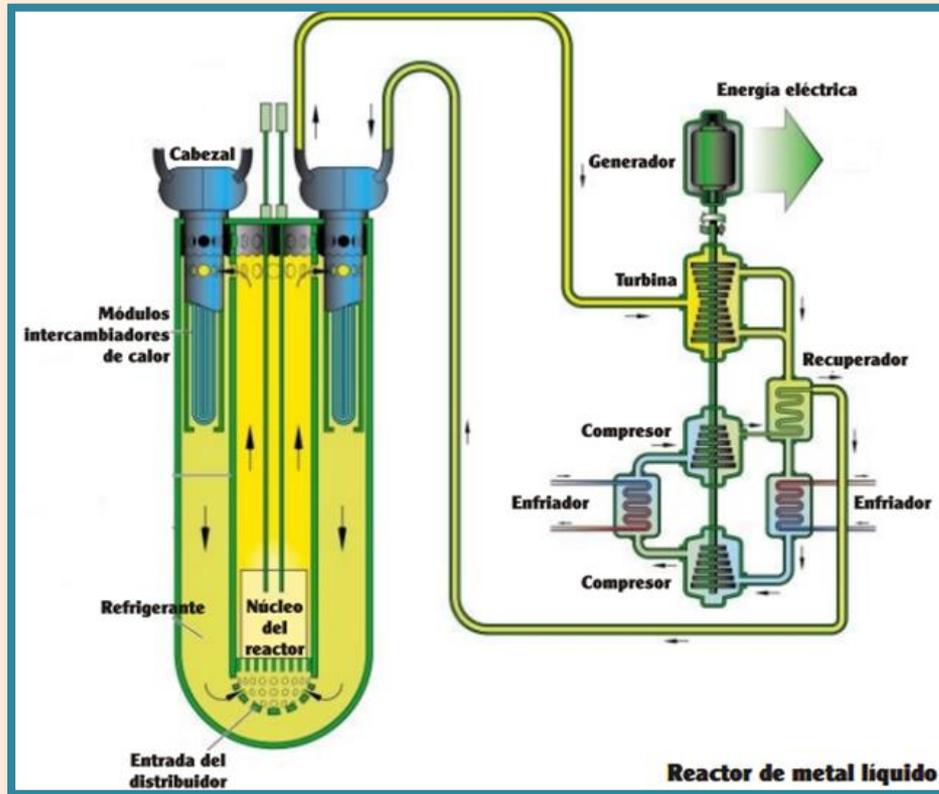
- Extracción selectiva de los materiales y utilización de redes de drenaje y depuración de vertidos
- Reutilización de los escombros, que pueden ser aprovechados como material para firmes de carretera, hormigones, materiales cerámicos; como fuente de energía en el caso del carbón; como fertilizante para la agricultura; o como elemento para restaurar suelos degradados
- Restauración del terreno, rellenando la cavidad minera utilizando las balsas y escombreras. Cuando esto no es posible, se utiliza la denominada "minería de transferencia", que recupera una zona del yacimiento mediante los materiales que se extraen en otra zona del mismo, como en la mina de carbón Emma, en Puertollano (Ciudad Real)
- Mantenimiento de los diques de contención de lodos, con lo que se pueden evitar catástrofes ecológicas como la de las minas de Aznalcollar (Sevilla), cuyos lodos sulfurados alcanzaron el Parque Nacional de Doñana en 1998
- Remediación de los terrenos favoreciendo la formación de **micorrizas** , usando lodos ricos en nutrientes, o añadiendo cal para neutralizar la acidificación. Posteriormente, se procede a la introducción de especies vegetales, siendo recomendable el sembrado de trébol u otras leguminosas.



4.3. Centrales nucleares.

Disposición y transporte de desechos radiactivos. Que son y como se clasifican los niveles de desechos radiactivos. Ejemplo de desastres y confinamientos.

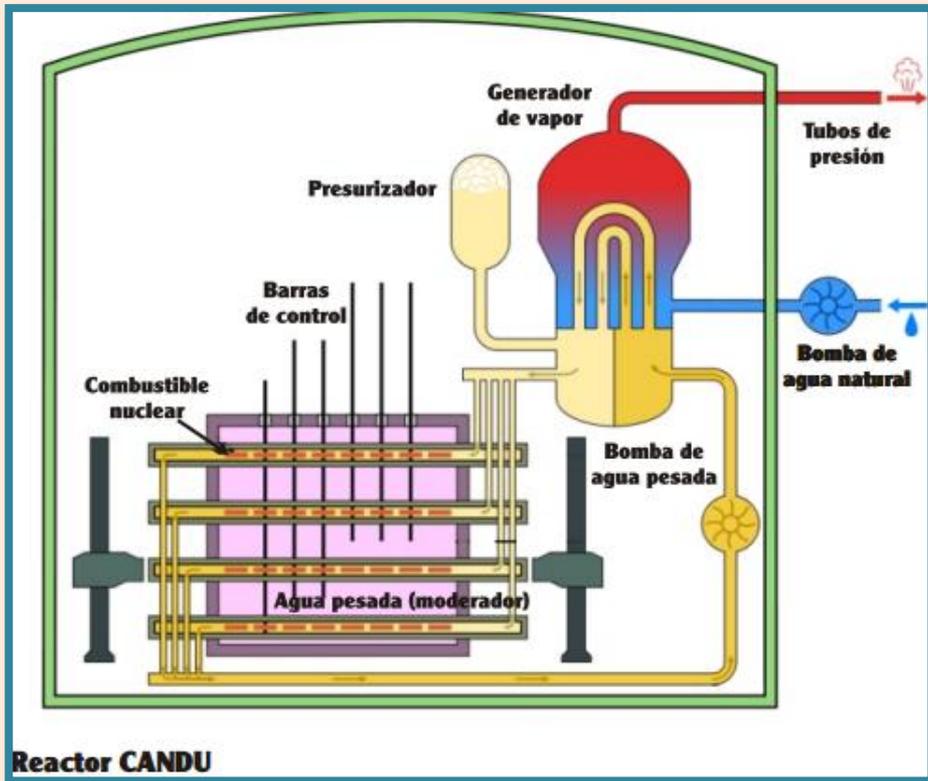
Reactor de metal líquido



Reactor de metal líquido. Son reactores que operan con un flujo de neutrones rápidos y tienen la capacidad de producir material fisible como nuevo combustible. Se enfrían con sodio líquido.

Existe una gran variedad de reactores de este tipo que han sido operados de manera experimental. Algunos ejemplos incluyen a los reactores enfriados y moderados con líquido orgánico, los reactores moderados con grafito y reactores de agua pesada en vasijas a presión.

Reactor CANDU



Reactor de alta T° enfriados con gas (HTGR). En este caso, el combustible es una mezcla de grafito y uranio, lo que permite su operación a muy alta temperatura, gracias a que la T° de sublimación del grafito es extremadamente alta y el helio que se utiliza como refrigerante es químicamente inerte. Reactores de agua pesada.

Disposición y transporte de desechos radiactivos.



• Transporte de desechos radiactivos

Qué riesgos conlleva el transporte de residuos radiactivos??

- Puede haber accidentes durante el transporte de residuos.
- Durante el transporte se irradia a muchas personas.
- Los contenedores en los que se transportan estos materiales no son invulnerables.
- Es casi imposible la prevención de un sistema de evacuación, refugio y descontaminación en caso de accidente para la población que vive a lo largo de dichas rutas.



Conforme al Reglamento General de Seguridad Radiológica un desecho radiactivo es cualquier material que contenga o esté contaminado con radionúclidos o concentraciones o niveles de radiactividad, mayores a las señaladas por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias.

Los residuos radiactivos se generan en las siguientes actividades:

- 1)** Producción de energía eléctrica de origen nuclear. Se incluyen los residuos generados en todas las etapas por las que pasa el combustible nuclear hasta ser usado en los reactores nucleares, los residuos de funcionamiento de las centrales nucleares y los residuos generados en la gestión del combustible gastado.
- 2)** Aplicaciones de los radisótopos en la medicina, industria e investigación.
- 3)** Clausura de instalaciones nucleares y radiactivas. De todas las actividades que producen residuos radiactivos, las que originan una mayor cantidad de residuos tanto en lo que respecta a su volumen, como a su actividad específica, son las relacionadas con la generación de energía eléctrica.

Como se clasifican los niveles de desechos radiactivos?

a) Residuos de baja y media actividad

Sus características principales son:

- Actividad específica por elemento radiactivo baja.
- No generan calor.
- Contienen radionucleidos emisores beta-gamma con períodos de semidesintegración inferiores a 30 años, lo que quiere decir que reducen su actividad a menos de la milésima parte en un período máximo de 300 años.
- Su contenido en emisores alfa debe ser inferior a 0,37 Gbq/t. (0,01 curios/tonelada en promedio).

b) Residuos de alta actividad

Sus características principales son:

- Contienen radionucleidos emisores alfa de vida larga en concentraciones apreciables por encima de 0,37 Gbq/t (0,01 Ci/t).
- Pueden desprender calor.

Los radionucleidos contenidos en residuos de alta actividad tienen un período de semidesintegración superior a 30 años, llegando algunos a alcanzar decenas de miles de años.

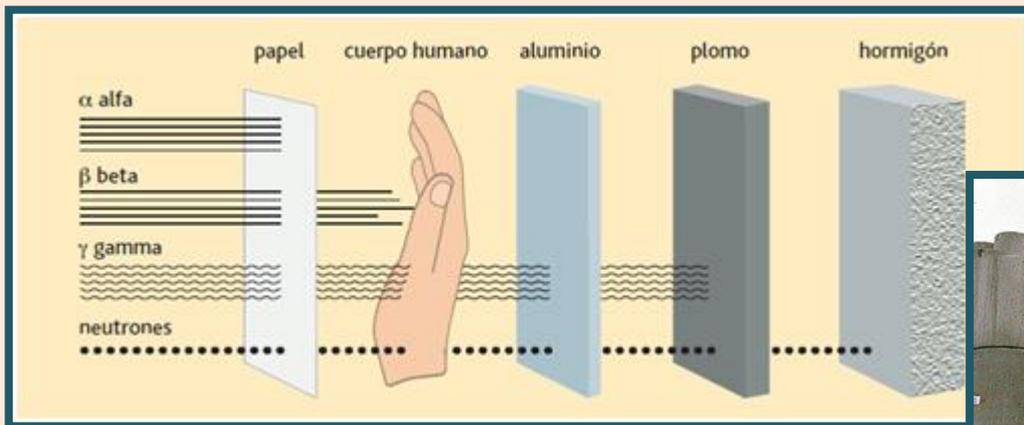
Como se clasifican los niveles de desechos radiactivos?

La clasificación más aceptada internacionalmente es la propuesta por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) que divide a los residuos sólidos, líquidos y gaseosos en distintas categorías.



Confinamientos y ejemplo de desastres.

El aislamiento de residuos nucleares se realiza mediante la interposición de barreras naturales y artificiales entre los residuos radiactivos y el ser humano, de forma que impidan el escape de radionucleidos al medio ambiente. El objetivo es suprimir todas las vías de escape al medio ambiente, impidiendo o retardando la migración de los radionucleidos a través del agua subterránea hacia la superficie.

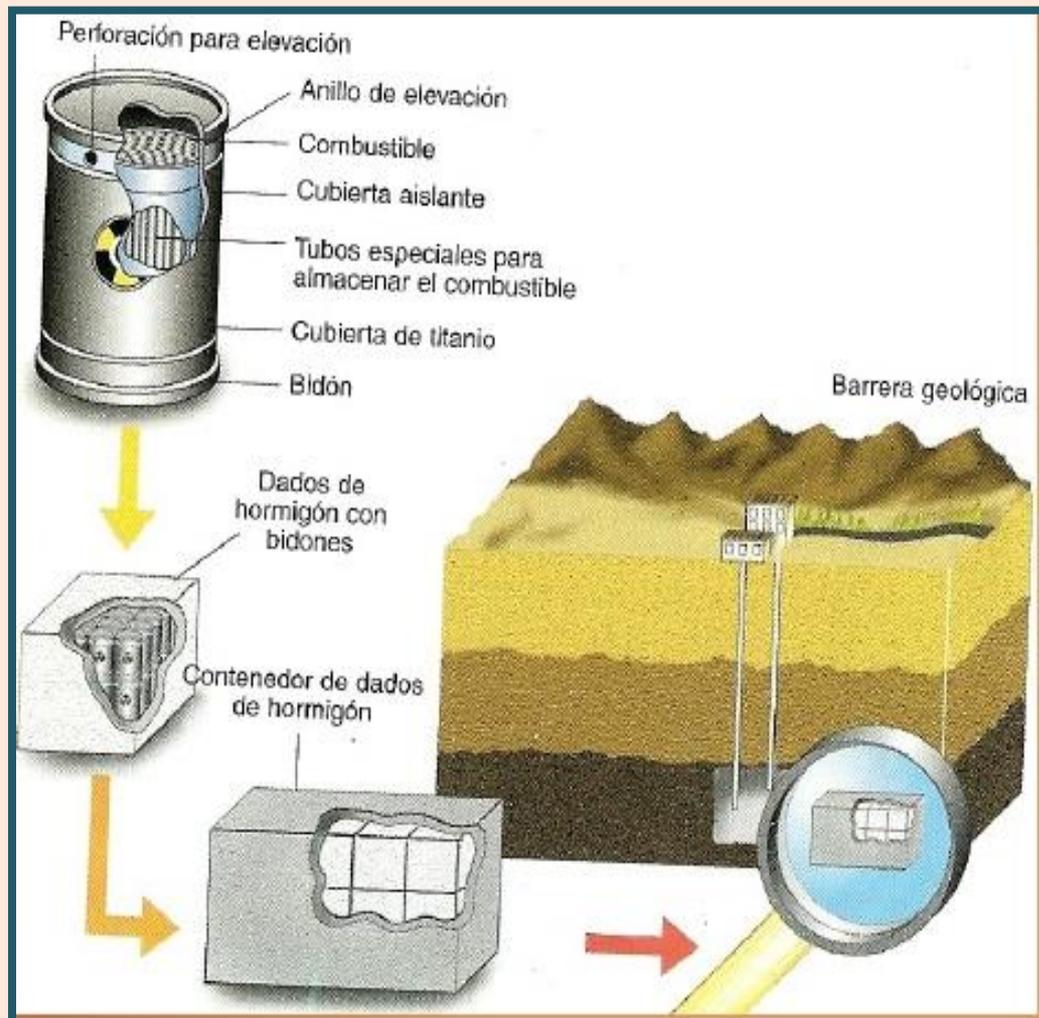


Confinamiento de residuos radiactivos

I) BIDONES Y
CONTENEDORES
ESPCIALES

II) CONTENEDORES
DE HORMIGÓN

III) LUGARES
GEOLOGICAMENTE
ESTABLES



Confinamientos

Las barreras naturales están constituidas por formaciones geológicas diversas, y las barreras artificiales están compuestas por matrices de inmovilización, paredes de hormigón y arcillas especiales.

Las cuatro barreras empleadas son las siguientes:

- Barrera química: inmoviliza el residuo en una matriz sólida, estable y duradera, que sea químicamente inerte. Esta operación se conoce como acondicionamiento. Los materiales más empleados para la matriz son: cemento, asfalto y polímeros.
- Barrera física: es el contenedor donde están confinados los residuos nucleares inmovilizados evitando así su contacto con el exterior y su posible dispersión. Los contenedores son bidones metálicos, resistentes a la corrosión y con una elevada conductividad de energía calorífica que permita la evacuación del calor residual.
- Barrera de ingeniería: constituida por las estructuras, blindajes y sistemas de almacenamiento.
- Barrera geológica: está constituida por la formación geológica de la corteza terrestre donde se almacenan los residuos nucleares. Debe ser estable e impermeable, deteniendo así el escape de los radionucleidos al medio ambiente en el caso de que superasen las tres barreras anteriores.

Ejemplo de desastres

Tragedias en el transporte

A pesar de las precauciones tomadas, aviones de la Fuerza Aérea, misiles y satélites de los Estados Unidos, con material radioactivo, han sufrido múltiples accidentes, demostrando que no hay transportes seguros. Un considerable número de colisiones produjeron víctimas y contaminación radiactiva.



Tragedias Aéreas

- Sucesos graves acaecieron en marzo de 1956, cuando se hundió un avión B- 47, que se dirigía a Florida, con dos cabezas nucleares "Florida".
- En enero de 1961, un bombardero B- 52 se estrella, cargado con dos bombas nucleares de 24 megatones, mil veces más potentes que la de Hiroshima, en Carolina del Norte.
- En junio de 1962, fracasaron dos ensayos con misiles nucleares, que dispersaron parte de su carga en la Isla Johnston del Pacífico; cuatro meses después, colisionaba un bombardero B- 52 con un avión nodriza KC-135, dejando caer otras dos bombas atómicas de 24 megatones sobre Kentucky.
- En abril de 1964, al dispersar plutonio un satélite norteamericano.
- En diciembre de 1965, cuando se hundió cerca de Okinawa un avión A-4E Skyhawk del portaaviones USS

Tragedias Aéreas

- Ticonderonga cargado con una bomba atómica.
- En 1968, un bombardero B- 52, con cuatro bombas atómicas, se estrella al aproximarse a la base de Thule en Groenlandia, el incendio provoca una dispersión de plutonio contaminante.
- También, muchos navíos y submarinos, con reactores o misiles atómicos, se han hundido, tanto de la flota americana, como en la soviética.
- En 1959, la marina norteamericana hundió en el Atlántico los elementos del reactor del submarino USS Seawolf (SSN- 575) a 120 millas de Maryland.
- En abril de 1963, el submarino nuclear Thresher (SSN- 593) se hunde a 100 millas de Massachusetts, con 129 personas a bordo.



Tragedias por vía terrestre

La carretera no aporta más seguridad a los transportes de substancias radioactivas. He aquí algunos ejemplos..

- El 19 de diciembre de 1980 se produce un accidente en un transporte de plutonio y otros materiales radioactivos por la Autopista 25 (Estados Unidos).
- El 2 de noviembre de 1982 un camión militar con un misil Pershing- 1 sufrió un accidente en Walprechtsmeier (Alemania): un ciudadano murió, dos soldados resultaron heridos y mil doscientas personas fueron evacuadas.
- En septiembre de 1984, otro transporte sufría un accidente en las carreteras alemanas, esta vez con un misil Pershing- II. El 20 de junio de 1985, dos camiones con cabezas explosivas colisionan en Helensburgh (Escocia).
- El 10 de enero de 1987 se produce un accidente en una caravana con diez camiones, cargados con armas atómicas, cerca de Salisbury (Gran Bretaña).
- Nuevamente el 5 de mayo de 1987 un transporte con un misil Pershing del ejército norteamericano sufría un accidente en Heilbronn (Alemania).s que ratifican esta afirmación:

4.4. Impacto geológico ambiental de exploración y explotación de hidrocarburos.

La actividad petrolera es una de las industrias que más impactos ambientales y en la biodiversidad genera a nivel local y global.

Todas fases de las operaciones petroleras impactan al medio ambiente y a la biodiversidad. Las dos principales causas de afectación ambiental son:

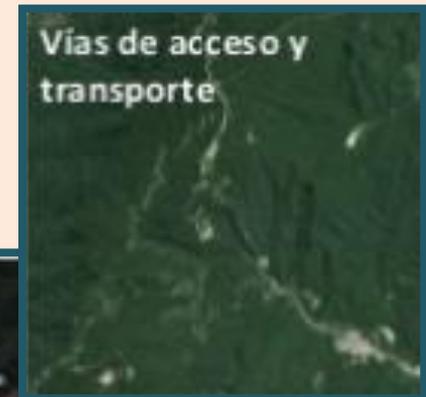
- I) Contaminación
- II) Deforestación



La deforestación se produce por tres causas..

En la construcción de infraestructura como plataformas de perforación, campamentos, helipuertos y pozos, así como la apertura de carreteras de acceso, el tendido del oleoductos y líneas secundarias, se produce deforestación.

- a) Porque se clarea el bosque para instalar toda esta infraestructura
- b) Para la construcción de campamentos, empalmar las carreteras, etc. se utilizan miles de tablones extraídos de los bosques aledaños
- c) Un impacto indirecto es que las carreteras constituyen una puerta abierta a la colonización y la deforestación



Los contaminantes pueden ser de distinta naturaleza..

- Química, entre los que se incluye el propio petróleo crudo y sus componentes, que ingresan al ambiente a través de las distintas prácticas operacionales, los químicos que se usa para facilitar la extracción petrolera, los compuestos asociados al crudo, etc.
- Sonora por las detonaciones que tienen lugar en la prospección sísmica y por el funcionamiento de la maquinaria petrolera
- Umínica generada en la quema de gas.

Cada tipo de contaminación produce distinto tipo de impactos en la biodiversidad y el ambiente..

PERFORACIÓN

Luego de la prospección sísmica, y una vez que se inicia la perforación, se empieza a generar desechos contaminantes, siendo los más importantes los cortes y lodos de perforación.

Durante la perforación básicamente se tritura la roca, a profundidades que pueden llegar hasta unos 6 Kilómetros, produciendo un tipo de desechos llamados cortes de perforación.

Los cortes de perforación están compuesto de una mezcla heterogénea de rocas, cuya composición depende de la estratología local, que puede incluir metales pesados, substancias radioactivas u otros elementos contaminantes. Pueden contener en mayor o menor grado por hidrocarburos. Son pues agentes contaminantes. Entre mayor es la profundidad a la que se perfora, se generan mayor cantidad de desechos, los mismos que contienen niveles mas altos de toxicidad.



En la perforación se utiliza los lodos de perforación, que pueden ser en base a aceite o agua.

Contienen una gran cantidad de aditivos químicos, que se bombea al pozo productor para actuar como lubricante y refrigerante a la broca o como herramienta, para levantar la roca cortada por la broca, evitar la corrosión, el derrumbe de las paredes del pozo, controlar que los líquidos en las diferentes formaciones del subsuelo (aguas de formación y crudo) y el gas, fluyan sin control hacia la superficie. Contienen además biocidas para controlar la presencia de agentes biológicos presentes en las distintas formaciones geológicas (Reyes y Ajamil, 2005^a).

Los lodos de producción pueden estar basados en agua o en petróleo.



PLATAFORMAS

En resumen se puede decir que durante la perforación se producen los siguientes impactos: deforestación, pérdida de la biodiversidad, erosión del suelo, interrupción de flujos de agua, uso de recursos naturales (flora y fauna) y generación de desechos domésticos por parte de los trabajadores petroleros, generación de residuos contaminantes provenientes de los corte y lodos de perforación, ruido y vibraciones, lo que puede producir impacto en el comportamiento en la fauna, desplazamiento de fauna e interrupción permanente de corredores, interrupción de vías de drenaje naturales, y contaminación por el ruido generado.



METALES PESADOS PRESENTES EN LOS CORTES DE PERFORACIÓN

- **Cadmio.** Es un micronutriente esencial para los humanos, animales y plantas. Sus propiedades tóxicas son similares a las del zinc. Es persistente en el ambiente y si es absorbido por el organismo humano puede persistir por décadas antes de ser excretado. En humanos, la exposición prolongada se relaciona con la disfunción renal. También puede llevar a enfermedades pulmonares, se la ha relacionado con el cáncer de pulmón y puede provocar osteoporosis en humanos y animales. El ingreso medio diario, para humanos se estima en 0,15 µg proveniente del aire y 1 µg del agua. Fumar unos 20 cigarrillos puede provocar la inhalación de unos 2 a 4 µg. Es un metal absorbido rápidamente por las plantas.
- **Plomo.** El plomo es tóxico para la mayoría de organismos vivos por sus efectos sobre el sistema nervioso. Se acumula en el organismo hasta que alcanza niveles tóxicos y produce sus efectos.
- **Mercurio.** El mercurio es un metal pesado, neurotóxico y peligroso, que se bioacumula en la cadena alimenticia. El mercurio es un metal no esencial y altamente tóxico. Los mecanismos de eliminación biológica son escasos. El mercurio es el único metal que se haya comprobado pueda biomagnificarse, es decir acumularse progresivamente en la cadena alimentaria. El mercurio inorgánico puede ser metilado por microorganismos nativos del suelo, el agua dulce o los sedimentos marinos. La forma más común de mercurio orgánico es el mercurio de metilo (MeHg), que es soluble, voluble y de rápido ingreso en la cadena alimentaria acuática (Goyer, 1996).
- **Arsénico.** La toxicidad de los compuestos del arsénico varía considerablemente. Los compuestos inorgánicos son generalmente más tóxicos que los compuestos orgánicos. Ciertos derivados del arsénico son además carcinogénicos. Las intoxicaciones en el ambiente de trabajo juegan un papel particularmente importante. La exposición a altos niveles de arsénico puede causar la muerte.
- **Cobre.** Es un elemento esencial para la vida humana, pero en dosis elevadas puede provocar anemia, irritación del estómago e intestino y daño renal y hepático. Los pacientes con la enfermedad de Wilson, pueden tener mayores riesgos en caso de sobreexposición al cobre. El cobre puede encontrarse en el agua potable, proveniente de las cañerías de ese metal o de aditivos empleados para evitar la proliferación de algas.
- **Cromo.** Frecuentemente se acumula en ambientes acuáticos, por lo que existe cierto riesgo de ingerir pescado contaminado. Los bajos niveles de exposición pueden provocar irritación de la piel y úlceras, mientras que la exposición prolongada puede causar daños hepáticos y renales, al tejido nervioso y al sistema circulatorio.
- Se puede presentar además Cobalto, Hierro, Selenio, Manganeso, Molibdeno, Antimonio, Bario, Plata, Talio, Titanio, Estaño, Zinc, Cromo, Vanadio.

EXTRACCIÓN

La primera fase de la extracción es exploratoria, para evaluar el tamaño de las reservas presentes. Una vez perforado el pozo, se extrae una cantidad de crudo diariamente.

El crudo extraído (desechos de pruebas) es colocado en la piscina de desecho, contribuyendo aun más a la contaminación presente en esas piscinas. En otros casos se quema. Se calcula que por cada pozo se generan unos 42.000 galones de desechos de prueba (Reyes y Ajavil, 2005). Una vez declarada su viabilidad comercial, se incrementa el número de pozos, y con ello los impactos antes descrito.

Cuando el pozo empieza a extraer petróleo de manera regular, se realiza cada año o dos veces al año, el reacondicionamiento de los pozos, cuyos desechos tóxicos son colocados en las piscinas.

A partir de estas piscinas puede haber una migración vertical de los contaminantes hacia los acuíferos, pero también desde las piscinas de desechos, las mismas que en algunos casos son excavados hasta el nivel de los acuíferos.

Dado que las piscinas están abiertas, cuando llueve estas rebosan y los contaminantes migran a las áreas aledañas entre las que se incluye esteros, ríos, lagunas, zonas boscosas, otros ecosistemas naturales o áreas agrícolas. Junto con el petróleo, salen del subsuelo dos tipos de compuestos asociados: las aguas de formación y el gas.

GAS ASOCIADO

En muchos campos petroleros se extrae gas natural que está asociado con el petróleo. Aunque a veces el gas natural es utilizado como fuente de energía en las mismas instalaciones o es procesado, en otros casos simplemente se lo quema. Las principales emisiones atmosféricas provenientes de la quema de gas son el CO₂, Metano, Etano, Butano, Propano, Hidrógeno, Helio y Argón, Hidrocarburos Aromáticos Volátiles, Oxido de Nitrógeno, Dióxido de Sulfuro, Ozono, Monóxido de Carbono, Halones, CFCs.

La quema de gas acelera el proceso de calentamiento global y afecta a la biodiversidad.

El crudo está formado por una mezcla de sustancias que son tóxicas para el medio ambiente. El petróleo contiene, además de los hidrocarburos, otros compuestos asociados como son azufre, metales pesados como es el vanadio, sales inorgánicas y otras sustancias tóxicas, algunas de ellas radioactivas.



DERRAMES

Los derrames petrolero ocurren por un manejo rutinario negligente (goteo de las tuberías y otra infraestructura, corrosión de la infraestructura), por accidentes y por atentados. Aunque los segundos tienen mayor impacto por su magnitud, los primeros constituyen una fuente de contaminación permanente.

El impacto de los derrames petroleros varía de acuerdo al tipo de crudo transportado, el tamaño del derrame, las condiciones climáticas al momento del derrame y de los ecosistema aledaños.

Cuando suceden derrames en el mar, existe un promedio de recuperación del crudo, cuando las condiciones de limpieza son óptimas del 10-15%, por lo que éstos tienen generalmente efectos a largo plazo ya que el crudo permanece en los sedimentos, constituyendo una fuente continua de contaminación. Los impactos del crudo en el medio ambiente marino se observa en forma más inmediata en la biota sésil. La mortalidad de plantas e invertebrados sésiles es mayor en sitios donde se acumula el petróleo (IPIECA, 2000).

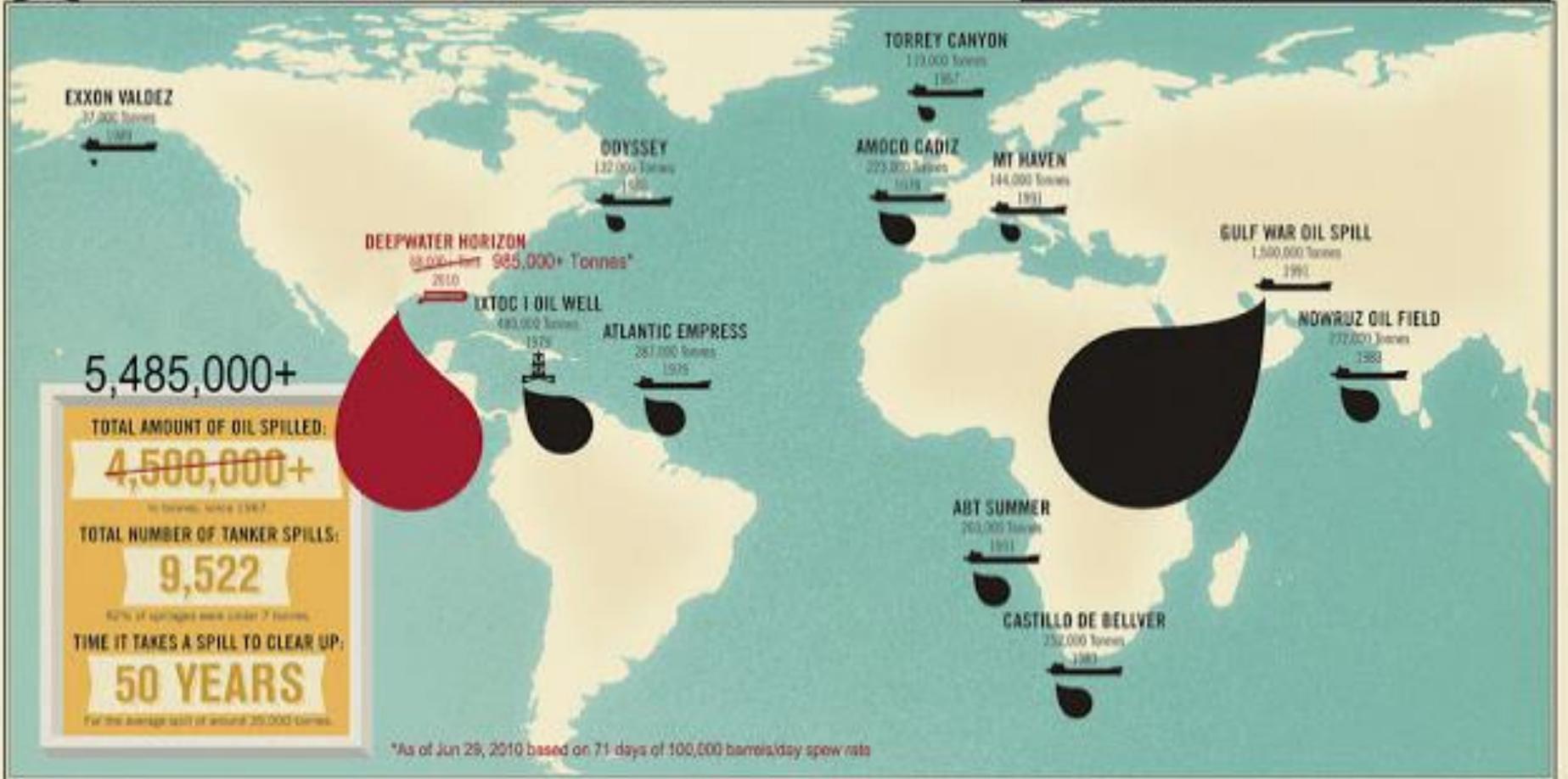




THE WORST OIL SPILLS IN HISTORY

INFOGRAPHIC BY GAVIN POTENZA

SOURCE: ITOFF



**4.5. Combustión de hidrocarburos
y Efecto invernadero
(calentamiento global) Sistema
tierra y aire urbano. Termómetros
geológicos: continentales y
oceánicos. Oscilación del nivel del
mar en la historia geológica.
Contaminantes atmosféricos.**

Combustión de hidrocarburos y efecto invernadero

Aunque la intensidad del calor generado en la combustión de un combustible fósil es muy grande, su efecto es fugaz. En cambio, la liberación de gases con efecto invernadero durante esa combustión provoca un calor sutil pero de larga duración que acaba siendo superior que el de la combustión. Una investigación ha examinado a fondo el fenómeno y lo ha cuantificado de forma detallada.

Cuando un combustible fósil es quemado, se libera calor. Parte de él es utilizado para producir electricidad o para darnos calor a nosotros o a estructuras artificiales, y parte de él escapa hacia el entorno y contribuye a calentar el planeta. Pero este proceso de combustión también produce dióxido de carbono, que es un gas con efecto invernadero que se acumula en la atmósfera durante miles de años y atrapa el calor que de otra forma escaparía hacia el espacio, lo cual alimenta el cambio climático global



Termómetros geológicos: continentales y oceánicos.

Se ha desarrollado una gran diversidad de métodos, basados en la desintegración de los isótopos radiactivos o en la acumulación de isótopos hijos, que permiten determinar la edad de las aguas subterráneas, hielo, rocas, sedimentos y otros.

En climatología se pueden aplicar, en principio, numerosos métodos de datación isotópica para fijar la escala de tiempo correcta de sucesos climáticos anteriores; la selección depende del intervalo de edad y de la naturaleza del sistema que se investiga. Se utilizan radisótopos tanto naturales (cosmogénicos o originados in situ) como antropogénicos. Con mucho, el método de datación más difundido era, y quizás sigue siendo, el basado en el carbono 14, isótopo radiactivo del carbono con un período de semidesintegración de 5730 años, que permite determinar edades que oscilan entre algunos cientos de años y, aproximadamente, 40 000 años. En climatología se pueden aplicar, en principio, numerosos métodos de datación isotópica para fijar la escala de tiempo correcta de sucesos climáticos anteriores; la selección depende del intervalo de edad y de la naturaleza del sistema que se investiga. Se utilizan radisótopos tanto naturales (cosmogénicos o originados in situ) como antropogénicos. Con mucho, el método de datación más difundido era, y quizás sigue siendo, el basado en el carbono 14, isótopo radiactivo del carbono con un período de semidesintegración de 5730 años, que permite determinar edades que oscilan entre algunos cientos de años y, aproximadamente, 40 000 años.

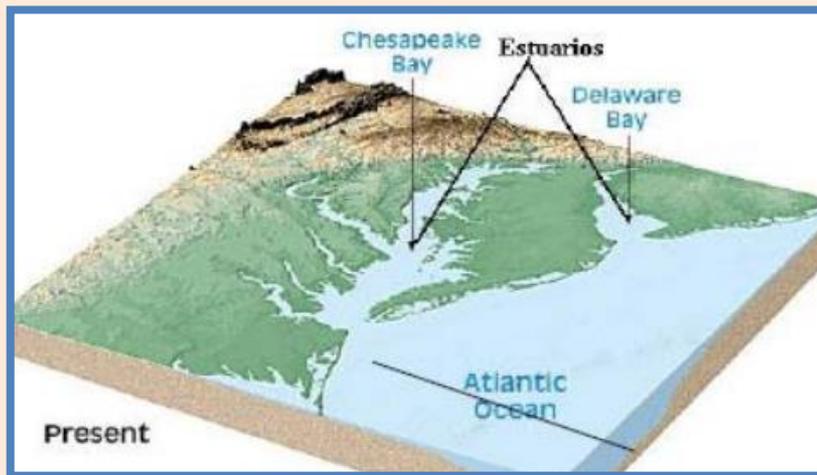
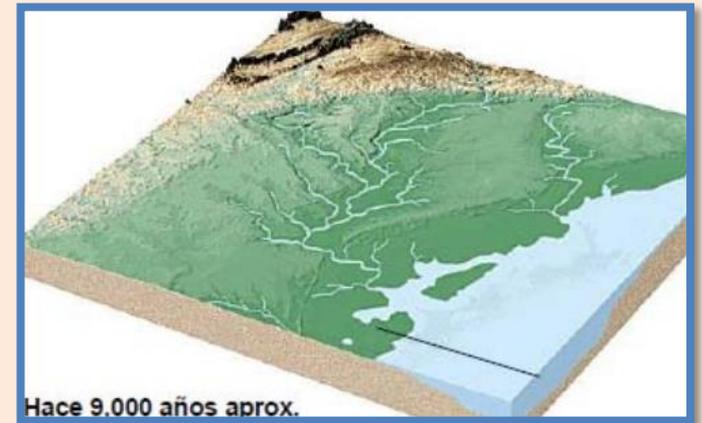
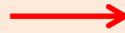
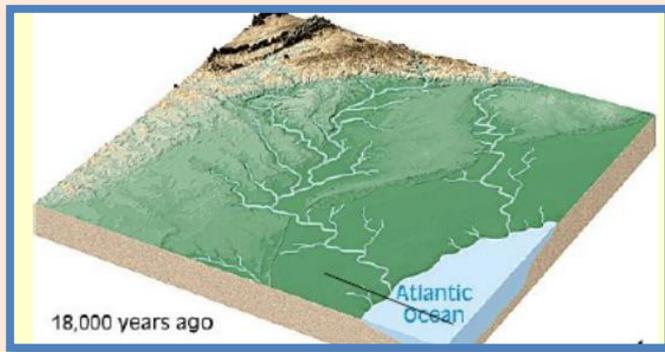
Quizás la aplicación más característica de los isótopos ambientales en la geoquímica es su empleo como instrumento de datación. Se ha desarrollado una gran diversidad de métodos, basados en la desintegración de los isótopos radiactivos o en la acumulación de isótopos hijos, que permiten determinar la edad de las aguas subterráneas, hielo, rocas, sedimentos y otros.

Cuadro 2. Isótopos utilizados en la investigación climatológica

Isótopo	Tipo de material investigado	Tipo de información climática derivada
Isótopos estables: Deuterio (hidrógeno 2) Oxígeno 18 Carbono 13	— sedimentos marinos — sedimentos lacustres — capas de hielo — depósitos de cuevas — aguas subterráneas — precipitación	Temperatura del océano, circulación oceánica, volumen de las capas de hielo, temperatura del aire, humedad relativa, dinámica del ciclo del agua a escala regional y mundial
Radiosótopos antropogénicos: Tritio (hidrógeno 3) Criptón 85 Cesio 137 Carbono 14	— agua de los océanos — carbonatos oceánicos — sedimentos lacustres — aguas subterráneas — precipitación — atmósfera	dinámica de los océanos, dinámica de la atmósfera, tasas de sedimentación
Radiosótopos naturales: Radón 222, plomo 210, argón 39 Carbono 14, torio 230, protactinio 231 Uranio 234, uranio 238, potasio 40	— sedimentos marinos — sedimentos lacustres — depósitos de cuevas — agua de los océanos — aguas subterráneas — atmósfera	Datación de sedimentos de fondos marinos, datación de sedimentos lacustres, datación de depósitos de cuevas datación de aguas de los océanos, datación de aguas subterráneas, dinámica de la atmósfera

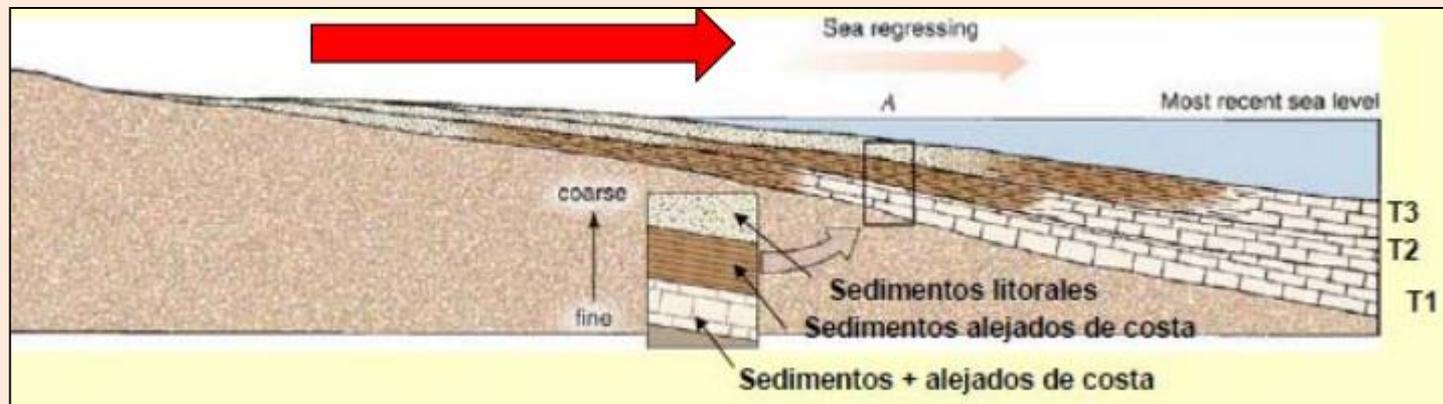
Trasgresión

El nivel del mar aumenta: invade (transgrede) al continente = trasgresión



Regresión

El nivel del mar desciende: regresa hacia el lado del mar = regresión

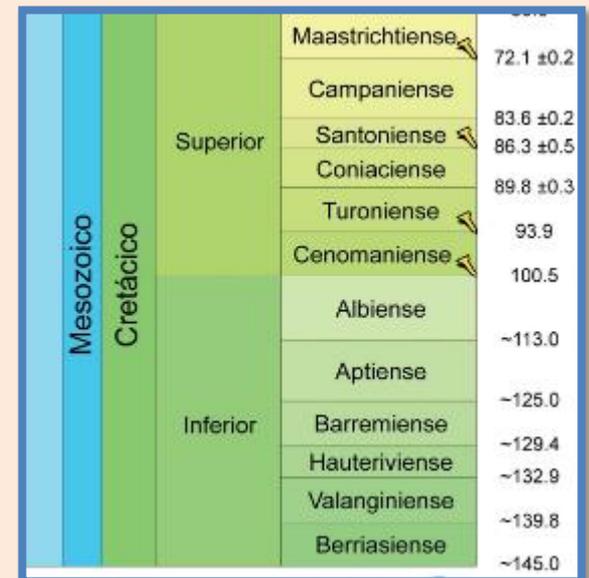


Oscilación del nivel del mar en la historia geológica.

Los análisis de las oscilaciones del nivel del mar son muy importantes por su estrecha relación con los procesos de acreción y erosión costeras que, a largo plazo controlan la ganancia o pérdida de los ecosistemas costeros.

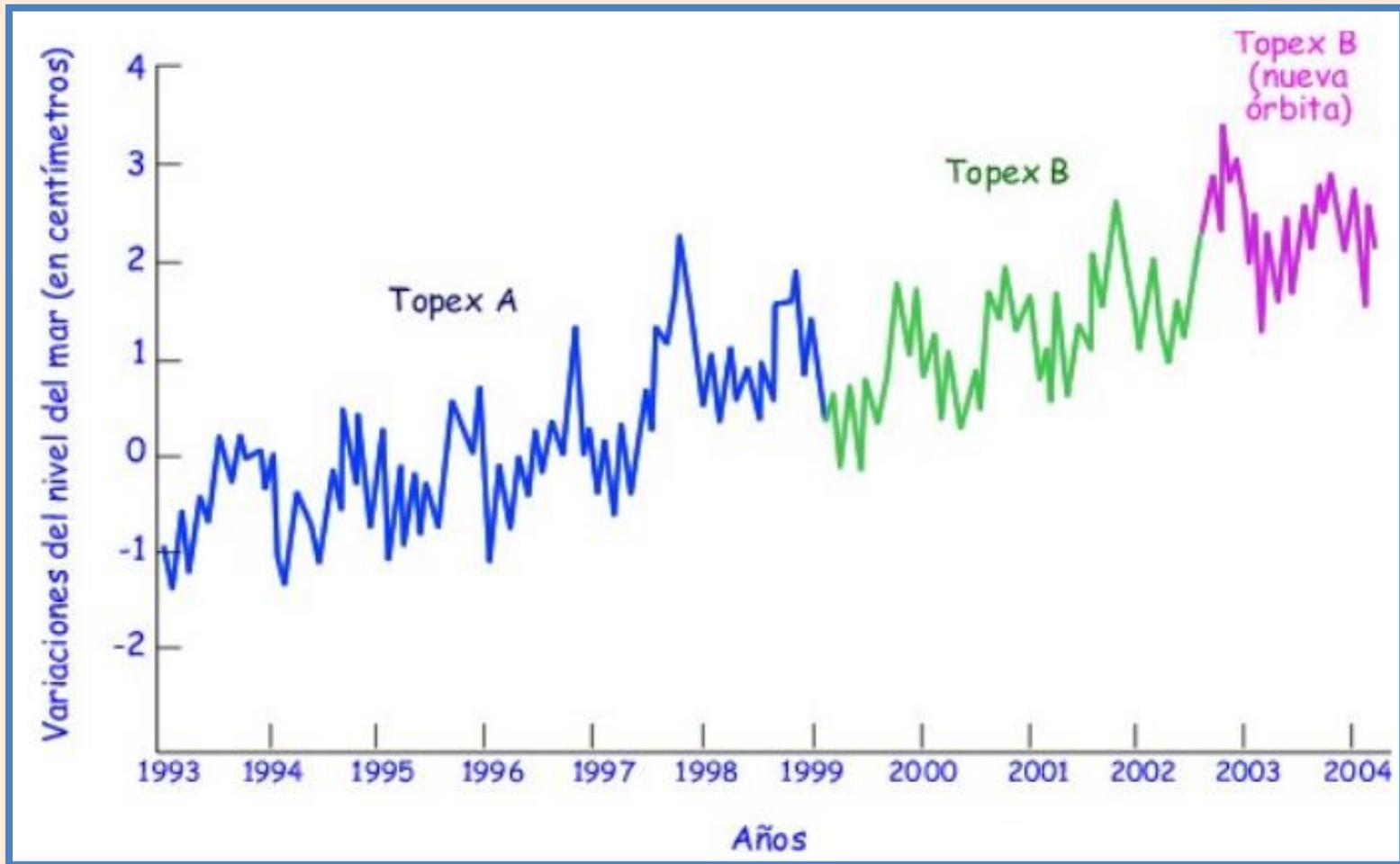
D'Orbigny consideraba que las discordancias correspondían a cambios globales del nivel del mar y que cada piso era depositado durante un ciclo de transgresión-regresión.

Suess, quien apoyaba esta globalidad, fue el primero en introducir el término "eustatismo" para indicar las fluctuaciones generalizadas: como por ejemplo la transgresión del Cenomaniano y la regresión del Maastrichtiano, ligadas a los hundimientos de las cuencas (movimientos eustáticos negativos) o a la acumulación de sedimentos (movimientos eustáticos positivos).



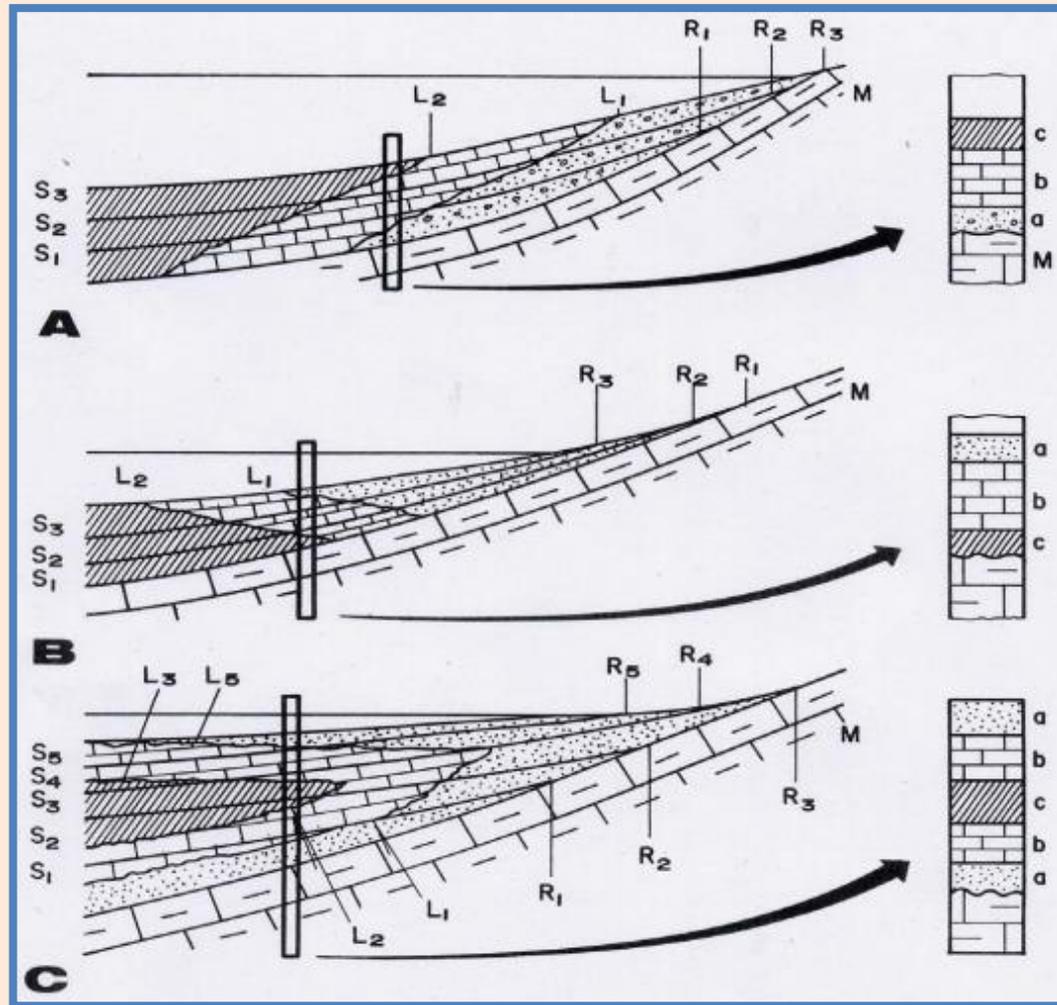
Evolución del nivel del mar durante el período 1993-2004 (en centímetros) según la misión satelitaria Topex-Poseidón.

En nivel del mar ha variado 18 cm en 100 años, (S XX).

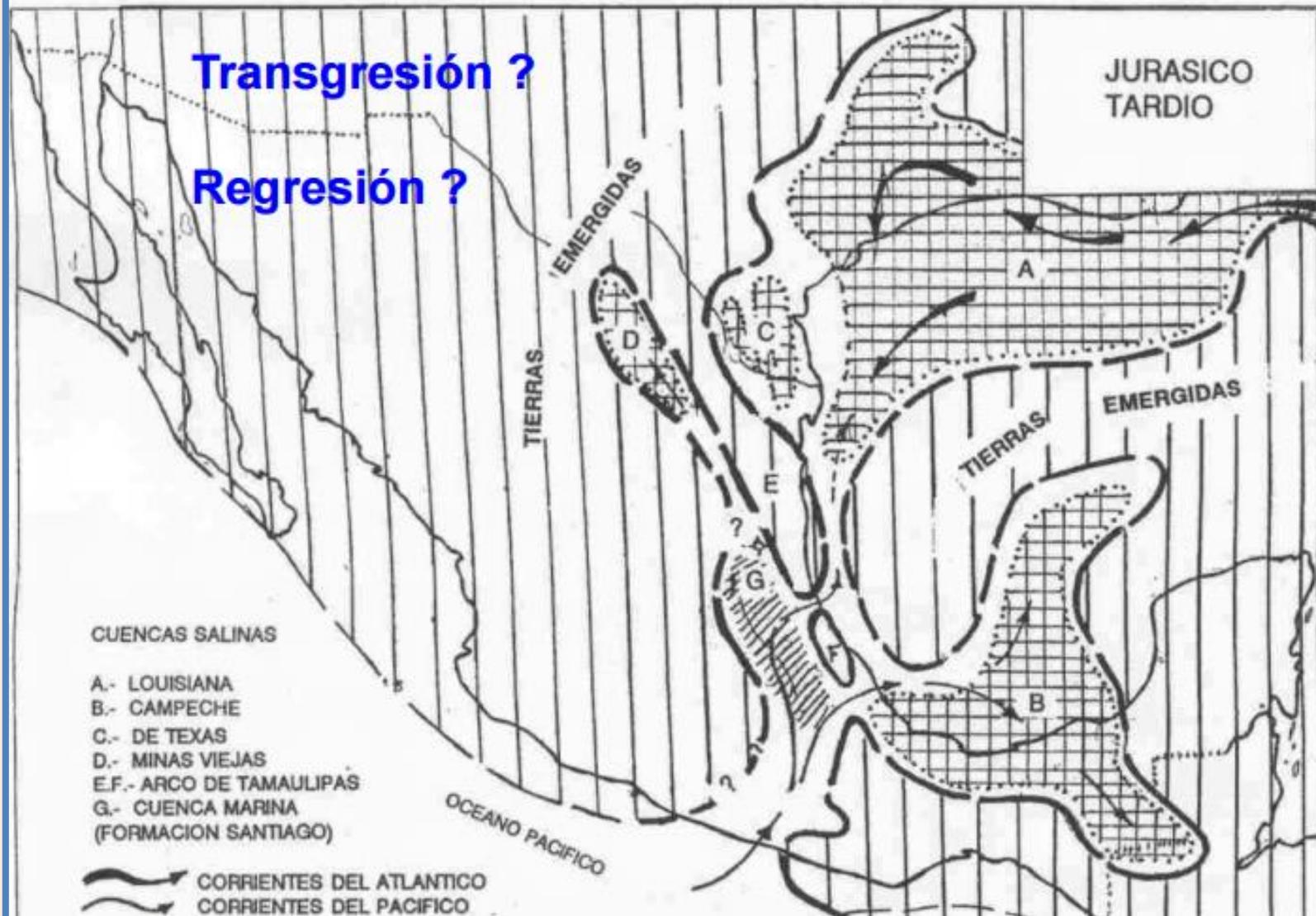


Esquemas:

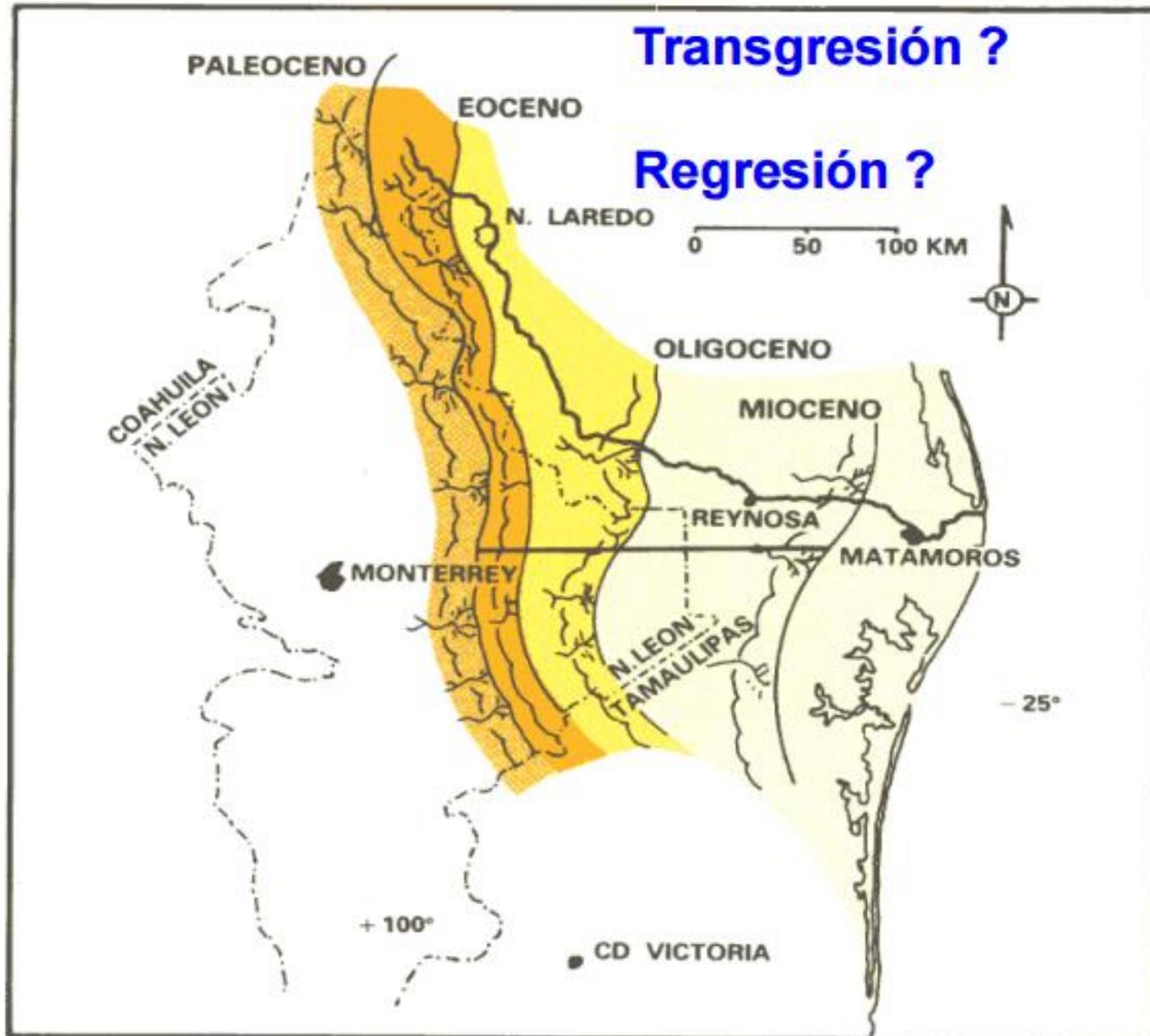
a) transgresión b) Regresión c) ciclo transgresivo -Regresivo



PALEOGEOGRAFÍA DEL OXFORDIANO (163-156 ma)



PALEOGEOGRAFÍA DEL CENOZOICO (65 - 0 ma)



Contaminantes atmosféricos

Contaminantes gaseosos: en ambientes exteriores e interiores los vapores y contaminantes gaseosos aparece en diferentes concentraciones. Los contaminantes gaseosos más comunes son el dióxido de carbono, el monóxido de carbono, los hidrocarburos, los óxidos de nitrógeno, los óxidos de azufre y el ozono.

- CFC
- Monóxido de carbono
- Dióxido de carbono
- Monóxido de nitrógeno
- Dióxido de azufre
- Metano
- Ozono

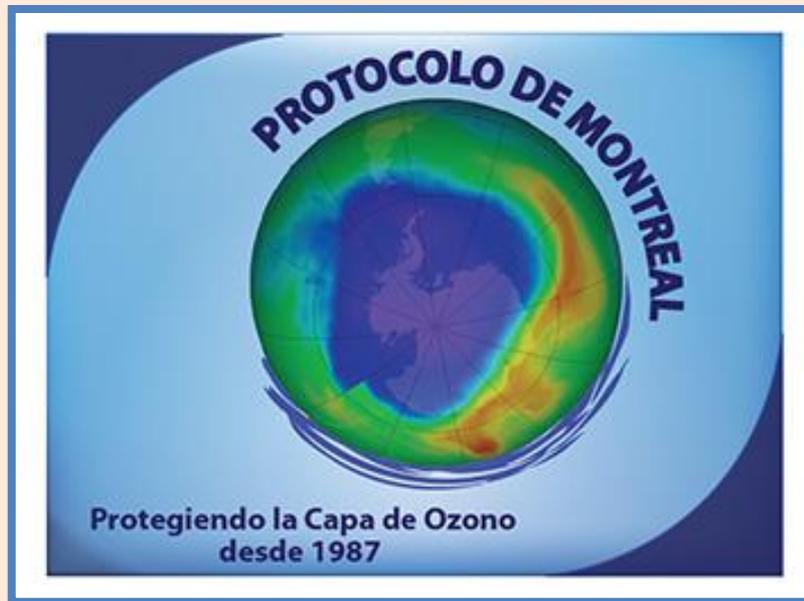


CONVENIO DE MONTREAL

Es relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono fue diseñado para reducir la producción y consumo de sustancias que agotan la capa de ozono reduciendo su abundancia en la atmosfera protegiendo así la frágil capa de ozono de nuestro planeta.

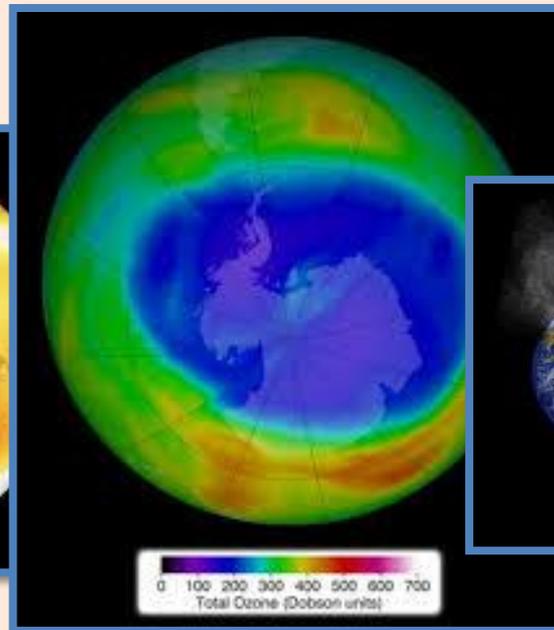
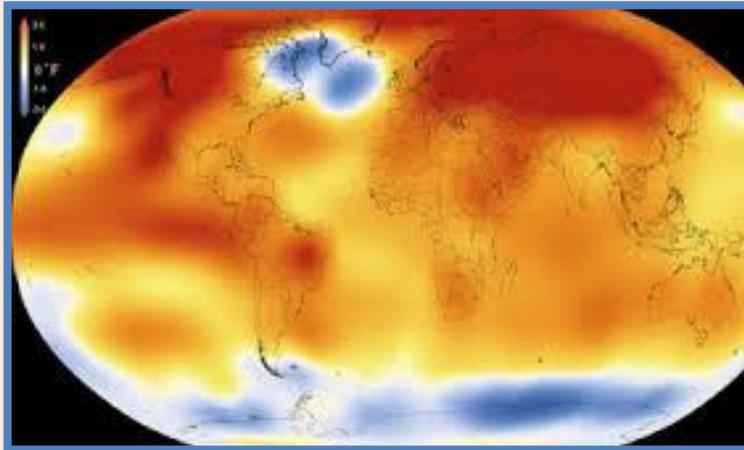
El Protocolo de Montreal original se concertó el 16 de septiembre de 1987 y entró en vigor el 1° de enero de 1989.

Sustancias que agotan la Capa de Ozono



Efectos de los gases de la atmósfera en el clima

Efectos climáticos: generalmente los contaminantes se elevan o flotan lejos de sus fuentes sin acumularse hasta niveles peligrosos. Los patrones de vientos, las nubes, la lluvia y la temperatura pueden afectar la rapidez con que los contaminantes se alejan de una zona. Los patrones climáticos que atrapan la contaminación atmosférica en valles o la desplacen por la tierra pueden, dañar ambientes limpios distantes de las fuentes originales. La contaminación del aire se produce por toda sustancia no deseada que llega a la atmósfera. Es un problema principal en la sociedad moderna. A pesar de que la contaminación del aire es generalmente un problema peor en las ciudades, los contaminantes afectan el aire en todos lugares.



Bibliografía.

- 4.1. Impacto ambiental de la minería. Impacto geológico ambiental de la actividad minera. Prospección, exploración, minado (subterráneo y cielo abierto), beneficio (refinación y fundición).
<http://www.cec.uchile.cl/~vmaksaev/IMPACTO%20AMBIENTAL%20DE%20LA%20ACTIVIDAD%20MINERA.pdf>
- 4.2. Factores geológico ambientales que condicionan la excavación en una mina a cielo abierto.
<http://www.elaw.org/files/mining-eia-guidebook/Guia%20%20para%20Evaluar%20EIAs%20de%20Proyectos%20Mineros.pdf>
- 4.3. Centrales nucleares. Disposición y transporte de desechos radiactivos. Que son y como se clasifican los niveles de desechos radiactivos. Ejemplo de desastres y confinamientos.
<http://www.inin.gob.mx/publicaciones/documentospdf/51%20QUE%20SON.pdf>
<https://www.youtube.com/watch?v=7MvCiw0UjC8>
- 4.4. Impacto geológico ambiental de exploración y explotación de hidrocarburos.
https://www.iaea.org/sites/default/files/32406880915_es.pdf
<http://es.slideshare.net/IreneOjara/deforestacin-en-bolivia-con-relacin-a-las-actividades-de-la-industria-petrolera>
- 4.5. Combustión de hidrocarburos y Efecto invernadero (calentamiento global) Sistema tierra y aire urbano. Termómetros geológicos: continentales y oceánicos. Oscilación del nivel del mar en la historia geológica. Contaminantes atmosféricos.
[http://www.sociedadgeologica.es/archivos/geogacetas/Geo20%20\(5\)/Art20.pdf](http://www.sociedadgeologica.es/archivos/geogacetas/Geo20%20(5)/Art20.pdf)