



**COMPETENCIA SOBRE AGUA, ENERGÍA, MINERÍA Y
AMBIENTE**

11º CICLO – AÑO 2017

BIBLIOGRAFÍA 2º PROGRAMA:

TEMAS:

1) DISPONIBILIDAD DE AGUA EN EL MUNDO

2) CLASIFICACIÓN DE LA ENERGÍA

3) GEODINÁMICA INTERNA DE LA TIERRA

1 - Disponibilidad de agua en el mundo

Introducción

Cuando se publicaron por primera vez las fotografías en que se veía la tierra desde el espacio tuvimos una revelación: vimos un planeta asombrosamente bello. Es la existencia de agua abundante lo que hace de la tierra un planeta tan bello. No causaron sorpresa las enormes extensiones de océano de un azul vívido cubiertas por brillantes nubes, pero la realidad superó las expectativas de todos. Las fotografías trajeron a casa de todos los que las vieron, la importancia del agua en nuestro planeta.

(E.C. Pielou, Fresh Water, Preface, 1998)

El agua potable y limpia representa una cuestión de primera importancia, porque es indispensable para la vida humana y para sustentar los ecosistemas terrestres y acuáticos. Las fuentes de agua dulce abastecen a sectores sanitarios, agropecuarios e industriales. La provisión de agua permaneció relativamente constante durante mucho tiempo, pero ahora en muchos lugares la demanda supera a la oferta sostenible, con graves consecuencias a corto y largo término.

Grandes ciudades que dependen de un importante nivel de almacenamiento de agua sufren períodos de disminución del recurso, que en los momentos críticos no se administra siempre con una adecuada gobernanza y con imparcialidad. La pobreza del agua social se da especialmente en África, donde grandes sectores de la población no acceden al agua potable segura, o padecen sequías que dificultan la producción de alimentos. En algunos países (como nuestro país Argentina) hay regiones con abundante agua y al mismo tiempo otras que padecen grave escasez.

Un problema particularmente serio es el de la calidad del agua disponible para los más pobres, que provoca muchas muertes todos los días. Son frecuentes las enfermedades relacionadas con el agua, incluidas las causadas por microorganismos y por sustancias químicas. Las enfermedades diarreicas y el cólera, por ejemplo, son un factor significativo de sufrimiento y mortalidad infantil.

Las aguas subterráneas en muchos casos están amenazadas por la contaminación que producen algunas actividades extractivas, agrícolas e industriales, sobre todo en países donde no hay una reglamentación y controles suficientes. No pensemos solamente en los vertidos de las fábricas. Los detergentes y productos químicos siguen derramándose en ríos, lagos y mares sin previa depuración.

Mientras se deteriora constantemente la calidad del agua disponible, en algunos lugares avanza la tendencia a privatizar este recurso escaso, convertido en mercancía que se regula por las leyes del mercado. En realidad, *el acceso al agua potable y segura es un derecho humano básico, fundamental y universal, porque determina la sobrevivencia de las personas, y por lo tanto, es condición para el ejercicio de los demás derechos humanos.*¹

Nuestro mundo tiene una grave deuda social con los pobres que no tienen acceso al agua potable, porque eso es negarles el derecho a la vida radicado en su dignidad inalienable. Esa deuda se salda en parte con más aportes económicos para proveer agua limpia y saneamiento a los pueblos más pobres. Pero se advierte un derroche de agua no sólo en países desarrollados, sino también en aquellos menos desarrollados que poseen grandes reservas. Eso muestra que el problema del agua es en parte una **cuestión educativa y cultural**, porque no hay conciencia de la gravedad de estas conductas en un contexto de gran inequidad.

¹ El 28 de julio de 2010, la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció explícitamente el derecho humano al agua y al saneamiento, reafirmando que un agua potable limpia y el saneamiento son esenciales para la realización de todos los derechos humanos.

Una mayor escasez de agua provocará el aumento del costo de los alimentos y de distintos productos que dependen de su uso. Algunos estudios han alertado sobre la posibilidad de sufrir una escasez aguda de agua dentro de pocas décadas si no se actúa con urgencia.

Los impactos ambientales podrían afectar a miles de millones de personas, y es previsible que el control del agua por parte de grandes empresas mundiales se convierta en una de las principales fuentes de conflictos de este siglo.

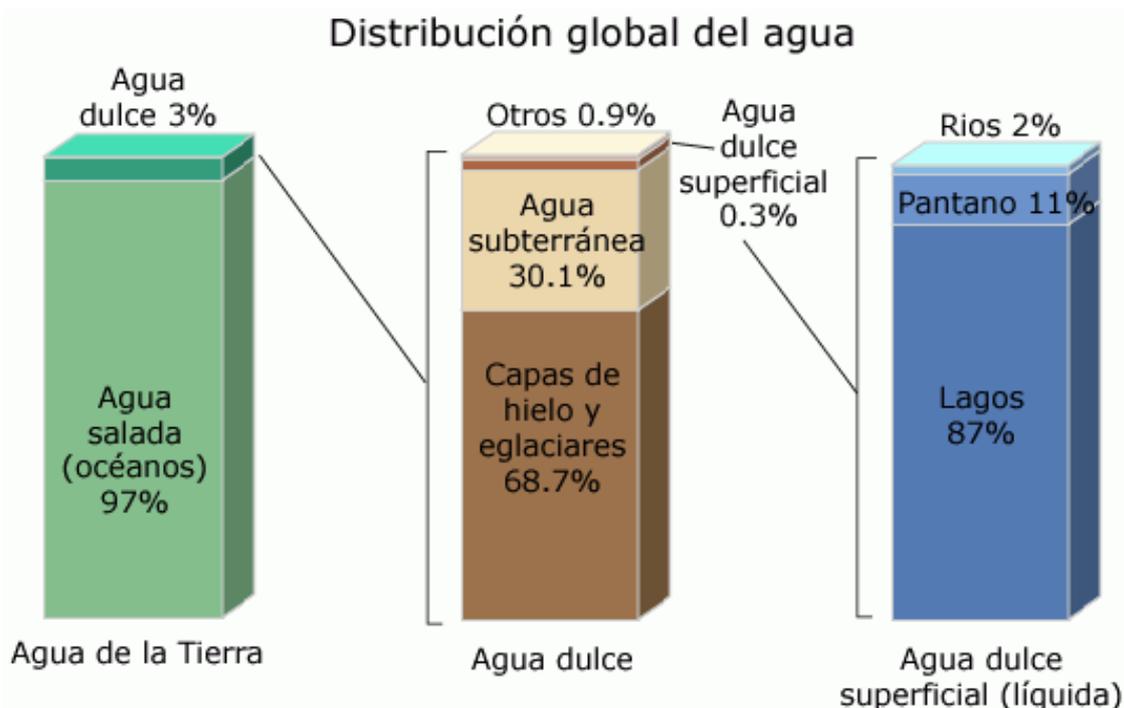
“Hago una invitación urgente a un nuevo diálogo sobre el modo como estamos construyendo el futuro del planeta. Necesitamos una conversación que nos una a todos, porque el desafío ambiental que vivimos y sus raíces humanas, nos interesan y nos impactan a todos...”

Carta Encíclica LAUDATO SI'
Alabado seas, mi señor
Sobre el cuidado de la casa Común
Del Sumo Pontífice FRANCISCO
Capítulo II “La cuestión del agua”

DISTRIBUCIÓN GLOBAL DEL AGUA

Para una descripción detallada de dónde se encuentra el agua de la Tierra, mira el gráfico de barras de abajo y la tabla de datos. Observa que, del total de agua de la Tierra, 1,386 millones de kilómetros cúbicos (332.5 millones de millas cúbicas), alrededor de un 97 por ciento, es agua salada. Del agua dulce total, un 68,7 por ciento está confinada en los glaciares y la nieve. Un 30 por ciento del agua dulce está en el suelo.

Las fuentes superficiales de agua dulce, como lagos y ríos, solamente corresponden a unos 93,100 kilómetros cúbicos lo que representa un 1/150 del uno por ciento del total del agua. A pesar de esto, los ríos y lagos son la principal fuente de agua que la población usa a diario.



La diferencia entre el agua de mar y el agua dulce está en su composición. La primera contiene disuelta entre 20 y 35 partes por mil de sal, o sea entre 20 y 35 mil miligramos por litro. El agua dulce prácticamente no contiene sal: entre 0 y 0,5 partes por mil, esta es la razón por la cual casi no tiene sabor.

Fuente de agua	Volumen de agua, en km cúbicos	Volumen de agua, en millas cúbicas	Porcentaje de agua dulce	Porcentaje total de agua
Océanos, Mares y Bahías	1,338,000,000	321,000,000	--	96.5
Capas de hielo, Glaciares y Nieves Perpetuas	24,064,000	5,773,000	68.7	1.74
Agua subterránea	23,400,000	5,614,000	--	1.7
Dulce	10,530,000	2,526,000	30.1	0.76
Salada	12,870,000	3,088,000	--	0.94
Humedad del suelo	16,500	3,959	0.05	0.001
Hielo en el suelo y gelisuelo (permafrost)	300,000	71,970	0.86	0.022
Lagos	176,400	42,320	--	0.013
Dulce	91,000	21,830	0.26	0.007
Salada	85,400	20,490	--	0.006
Atmósfera	12,900	3,095	0.04	0.001
Agua de pantano	11,470	2,752	0.03	0.0008
Ríos	2,120	509	0.006	0.0002
Agua biológica	1,120	269	0.003	0.0001
Total	1,386,000,000	332,500,000	-	100

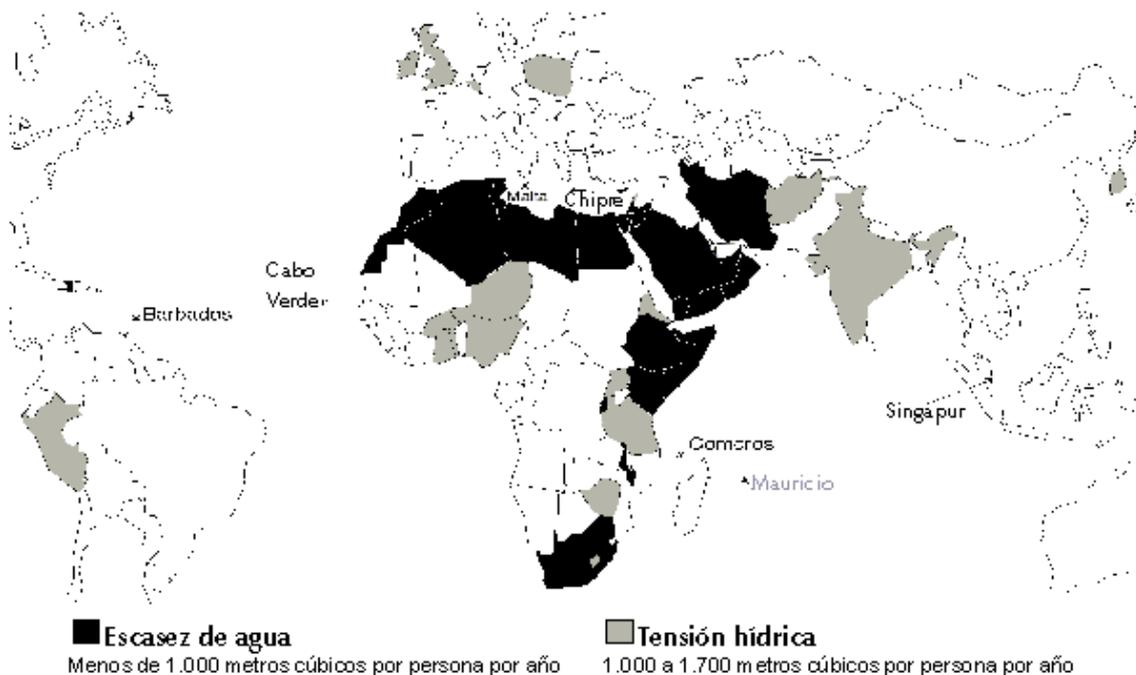
Fuente: Gleick, P. H., 1996: Water resources. In Encyclopedia of Climate and Weather, ed. by S. H. Schneider, Oxford University Press, New York, vol. 2, pp.817-823.

Un 70% de la superficie de la tierra es agua, pero la mayor parte de ésta es oceánica. En volumen, sólo 3% de toda el agua del mundo es agua dulce, y en su mayor parte no se halla generalmente disponible (39, 57). Unas tres cuartas partes de toda el agua dulce se halla inaccesible, en forma de casquetes de hielo y glaciares situados en zonas polares muy alejadas de la mayor parte de los centros de población; sólo un 1% es agua dulce superficial fácilmente accesible. Ésta es primordialmente el agua que se encuentra en los lagos y ríos y a poca profundidad en el suelo, de donde puede extraerse sin mayor costo. Sólo esa cantidad de agua se renueva habitualmente con la lluvia y las nevadas y es, por tanto, un recurso sostenible. En total, sólo un centésimo del uno por ciento del suministro total de agua del mundo se considera fácilmente accesible para uso humano. Se considera que, mundialmente, se dispone de 12.500 a 14.000 millones de metros cúbicos de agua (12.500 a 14.000 kilómetros cúbicos) por año para uso humano. Esto representa unos 9.000 metros cúbicos por persona por año, según se estimó en

1989 (Nota: 1 metro cúbico es igual a 1.000 litros.) Se proyecta que en el año 2025 la disponibilidad global de agua dulce per cápita descenderá a 5.100 metros cúbicos por persona, al sumarse otros 2.000 millones de habitantes a la población del mundo.

Aún entonces esta cantidad sería suficiente para satisfacer las necesidades humanas si el agua estuviera distribuida por igual entre todos los habitantes del mundo. Pero las cifras per cápita sobre la disponibilidad de agua presentan un cuadro engañoso. El agua dulce mundialmente disponible no está equitativamente distribuida en el mundo, ni en todas las estaciones del año, ni de año a año. En algunos casos el agua no está donde la queremos, ni en cantidad suficiente. En otros casos tenemos demasiada agua en el lugar equivocado y cuando no hace falta. "Vivimos bajo la tiranía del ciclo del agua", observa el hidrólogo Malin Falkenmark, refiriéndose al ciclo hidrológico de la tierra.

Países con escasez de agua y con tensión hídrica, proyección para 2025



Fuente: Gardner-Outlaw y Engelman 1997 (69) y Cuadro 1

EL AGUA EN LOS OCÉANOS

La cantidad de agua "almacenada" en los océanos por largos períodos de tiempo, es mucho mayor a la que actualmente se encuentra en movimiento en el ciclo del agua. Se estima que, de los 1.386.000.000 kilómetros cúbicos (332.500.000 millas cúbicas) que hay de agua en la Tierra, alrededor de 1.338.000.000 kilómetros cúbicos (321.000.000 millas cúbicas) son almacenados en los océanos. Esto es, alrededor de un 96.5%. También se estima, que los océanos proveen un 90% del agua que se evapora hacia la atmósfera.

Durante los períodos de clima más frío, se forman grandes capas de hielo y glaciares, en la medida que una mayor cantidad de agua se acumula en forma de hielo, menor será el agua disponible en las otras componentes del ciclo. Lo contrario sucede durante los períodos más cálidos. Durante las últimas glaciaciones, los glaciares cubrieron casi un tercio de la superficie terrestre, y los océanos eran aproximadamente 400 pies (120 metros) más bajos de lo que son hoy día. Alrededor de 3 millones de años atrás, cuando la Tierra era más cálida, los océanos podrían haber estado 165 pies (50 metros) por encima del nivel medio actual.

EL AGUA EN LA ATMÓSFERA

La atmósfera está llena de agua. Es el agua almacenada en la atmósfera como vapor, en forma de humedad y nubes

Si bien la atmósfera no es un importante almacenador de agua, es una vía rápida que el agua utiliza para moverse por el globo terráqueo. Siempre hay agua en la atmósfera.



Las nubes son la forma más visible del agua en la atmósfera, pero incluso el aire limpio contiene agua...partículas de agua que son muy pequeñas como para ser visibles. El volumen de agua en la atmósfera en cualquier momento es alrededor de 12,900 kilómetros cúbicos.

Si toda el agua de la atmósfera cayera como lluvia al mismo tiempo, cubriría la superficie terrestre con una capa de agua de 2.5 cm de espesor, alrededor de 1 pulgada.

AGUA ALMACENADA EN LOS HIELOS Y LA NIEVE

El agua dulce es almacenada en forma congelada, generalmente en los glaciares, campos de hielo y campos de nieve.

El agua que es almacenada por largos períodos de tiempo en el hielo, la nieve o los glaciares, también forma parte del ciclo del agua. La mayor parte de la masa de hielo de la Tierra, alrededor del 90 por ciento, se encuentra en la Antártida, mientras que el 10 por ciento restante se encuentra en Groenlandia. La capa de hielo de Groenlandia es una interesante parte del ciclo del agua. La capa ha aumentado su tamaño a lo largo del tiempo, alrededor de 2.5 millones de kilómetros cúbicos debido que cae más nieve de la que se derrite. La capa de hielo presenta un grosor promedio de 1,500 metros pero puede tener hasta 4,300 metros de grosor. El hielo es tan pesado, que la tierra que está por debajo ha sido presionada hasta adquirir una forma curva. El hielo y los glaciares, vienen y se van.

A escala global, el clima está cambiando continuamente, generalmente no lo hace lo suficientemente rápido como para que lo notemos. Hubo períodos cálidos, como cuando vivían los dinosaurios, hace alrededor de 100 millones de años. También hubo muchos períodos fríos, como durante la última Edad de Hielo, alrededor de 20,000 años atrás. En este período Canadá, la mayor parte del norte de Asia y Europa y, algunas regiones de EE.UU., se encontraban cubiertas por glaciares.

CORRIENTES DE AGUA – CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Se utiliza el término "corriente de agua" para referirse a la cantidad de agua que corre en un río, arroyo o cañada.



Los ríos no son importantes únicamente para las personas, también lo son para el resto de los seres vivos. No son únicamente un lindo lugar para que las personas (y sus perros) jueguen, las personas también los utilizan para abastecerse de agua potable y agua de riego, para producir electricidad, para eliminar residuos (en el mejor de los casos, residuos tratados), para transportar mercadería, y para obtener comida. Los ríos son los principales ambientes donde se desarrollan plantas y animales; ayudan a mantener los acuíferos llenos de agua, ya que descargan agua hacia los mismos a través de sus lechos. Y, los océanos se mantienen con agua, ya que los ríos y la escorrentía continuamente están descargando agua en ellos.

Cuencas

El agua líquida, cumpliendo en la ley de gravedad, se desplaza con facilidad de los planos altos hacia los bajos, tratando siempre de sortear cuanto obstáculo se presente a su paso. Cuando utilizamos el término **cuenca** nos estamos refiriendo a un territorio, considerado como una unidad, porque la lluvia que cae en ella o las aguas provenientes del deshielo de las cumbres montañosas, corren por cañadas, arroyos, riachuelos, y ríos hacia un río principal, ubicado en la parte más baja del territorio. Ese río principal suele darle su nombre a la cuenca.

Cada cuenca incluye al río principal y a todos sus afluentes, por alejados que éstos parezcan estar. Las cuencas están separadas entre sí por grandes líneas divisorias conformadas por la altura del terreno, llamadas **divisorias de aguas**. Significa que las lluvias caídas a un lado de ellas y al otro, seguirán caminos bien diferentes, hasta alimentar ríos principales distantes unos de otros.

Una cuenca, además de agua, captura energía radiante del sol. Al llover sobre un territorio o al derretirse los hielos y la nieve, parte del agua se filtra en el suelo, otra fracción se evapora, pero la mayoría de ella correrá por la superficie pendiente abajo, formando algunos hilos de agua, conformando cañadas o arroyuelos, éstos a su vez alimentarán a arroyos que también, respetando la pendiente del terreno, verterán sus aguas en algún río. Por su parte, el río conduce todo el exceso de agua superficial hacia el mar, aunque a veces desemboca en un lago. En definitiva llamamos **cuenca hidrográfica** a todo el territorio que colabora con esa recolección de agua superficial. Cada cuenca incluye a todas las corrientes de agua de esa porción del territorio por pequeños que sean, siempre y cuando sus caudales finalmente alimenten al río principal.

Toda cuenca está formada por:

1. **La naciente.** Lugar donde nace el río principal de la cuenca.
2. **Los afluentes.** Son los brazos tributarios del río, las corrientes de agua que vierten sus caudales en el río.
3. **El río principal.** Es el río más importante de la cuenca. Por él pasa la gran mayoría de las aguas y sedimentos de la cuenca.
4. **La desembocadura.** Es la zona donde el río finalmente deposita sus aguas.



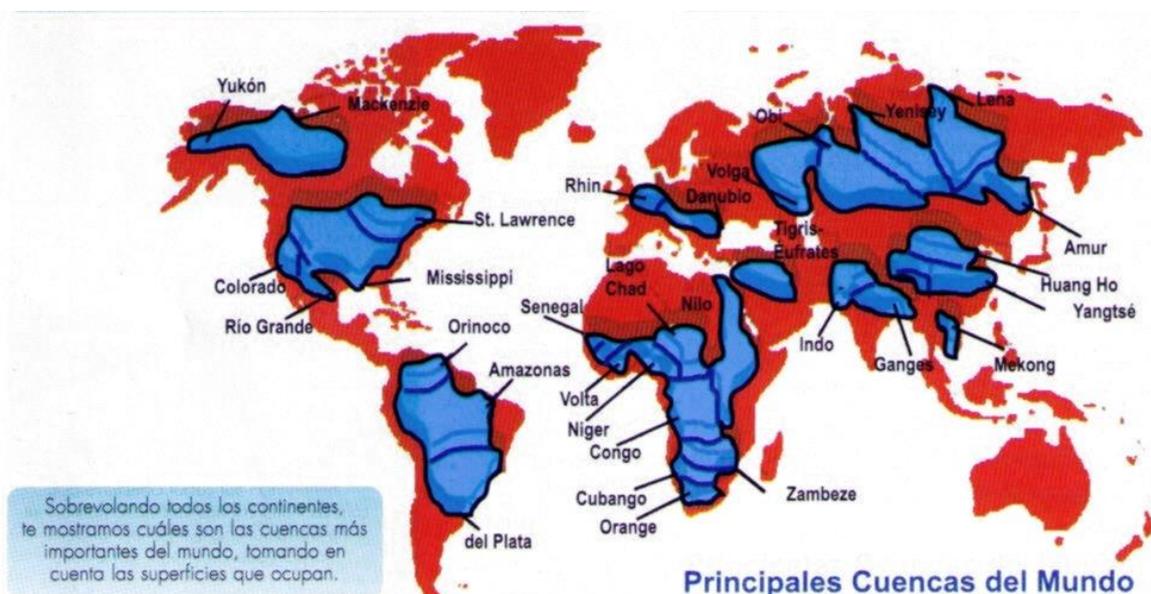
Tomando en cuenta la desembocadura, se puede clasificar a las cuencas en tres grandes grupos:

- **Cuenca exorreica.** Así se denomina a la cuenca cuyo río principal desagua en el océano o en mares exteriores.
- **Cuenca endorreica.** Aquella en la cual el río desemboca en mares interiores, lagos o lagunas.
- **Cuenca arreica.** Denominación asignada a aquellas cuencas en las cuales no hay cursos de agua como tales, no tienen escurrimiento de aguas superficiales. En ellas es muy difícil determinar la divisoria de aguas debido al lento escurrimiento del líquido.

En nuestra región, al río Paraná y su hermoso delta se lo considera una cuenca aluvional. Es tanta la cantidad de sedimentos que arrastra el Paraná que, dada la topografía del terreno que debe atravesar en su última sección, buena parte de ellos se van acumulando a su paso. Por su forma triangular recuerda a la letra griega delta, razón por la cual desde la antigüedad se denomina así a estas estructuras (conjunto de islas formadas por el aluvión transportado por un río). El delta del Paraná tiene unos 14 mil km² y se forma por los sedimentos de buena parte de la cuenca del Plata. Su dinámica determina que el delta avance año tras año unos 80 metros. La singularidad de este delta es que, a diferencia del resto, es el único que no desemboca en el mar, sino en otro río.

Principales Cuencas del Mundo

Teniendo en cuenta su superficie, las mayores cuencas son: en primer lugar la del río Amazonas, con 7,1 millones de kilómetros cuadrados de extensión casi duplica el tamaño de la cuenca que ocupa el segundo lugar, que es la cuenca africana del río Congo con 3,7 millones de km². Le siguen la cuenca del río Nilo, también en África (3,3 millones de km²); la cuenca de los ríos Mississippi-Missouri en América del Norte (3,2 millones de km²); nuestra cuenca del Río de la Plata (3,1 millones de km²); la de los ríos Obi (2,9 millones de km²); Yenisei (2,6 millones de km²) y Lena (2,4 millones de km²) en el norte de Asia. Completan la decena: la del río Níger (2,1 millones de km²) en África, y la del río Chang Jiang o Yangtze (1,8 millones de km²) en China, Asia.



Pobres y ricos en agua

Considerando la caprichosa distribución del agua dulce en el planeta, podemos tener una idea aproximada del desafío que enfrenta la humanidad para solucionar el abastecimiento de agua potable a todas las personas. Unos pueblos luchan contra la escasez de agua que padecen; otros deben asumir la responsabilidad que les cabe de administrar correctamente la abundancia de sus fuentes.

En el siguiente esquema pretendemos visualizar cuál es la relación actual entre las reservas de agua dulce y la población que habita esos territorios. Nos interesa tanto establecer cuáles son las cantidades netas de agua existentes en cada país, como así también cuánta agua le correspondería a cada habitante, en caso de realizarse una distribución equitativa entre la gente de cada nación. Establecer esta relación sería muy importante si se planificara el crecimiento poblacional de los países, porque dejaría en evidencia cuántas personas podrían vivir en un territorio determinado, tomando en cuenta la cantidad de agua disponible.

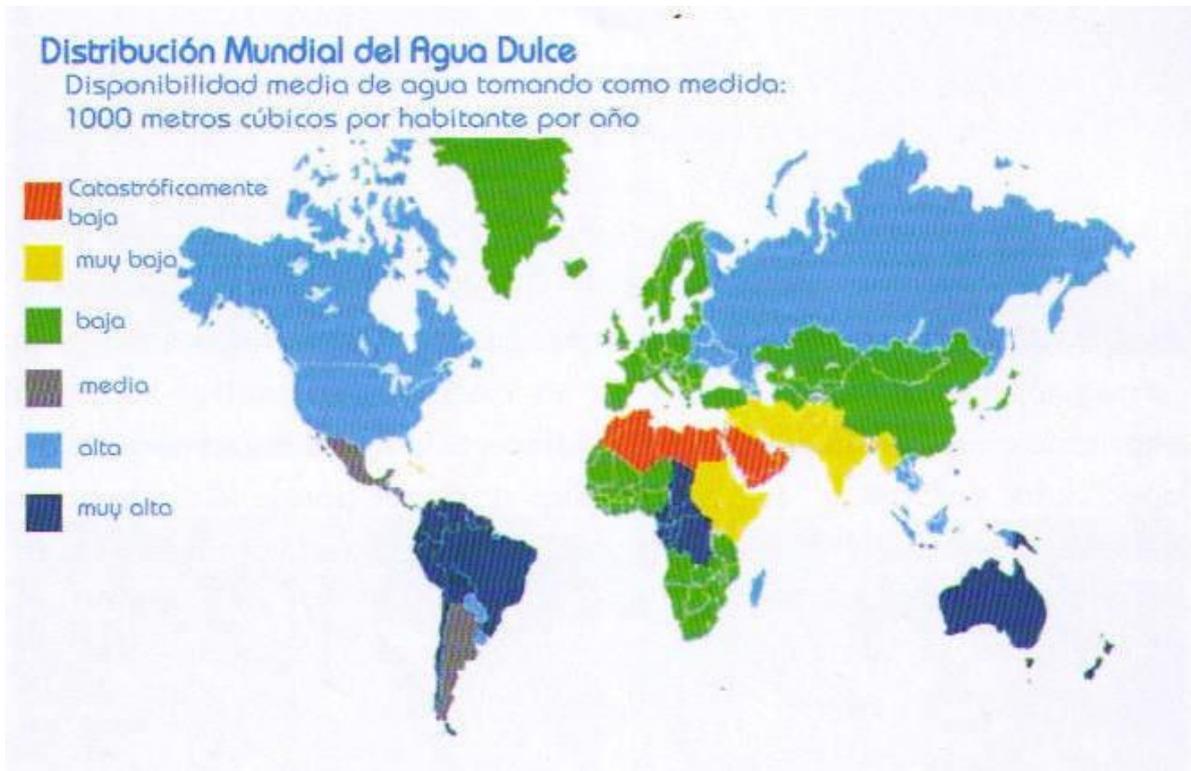
Dividimos el planisferio en cinco grandes categorías, tomando en cuenta la cantidad de agua disponible en proporción a la población que habita cada país. No estamos hablando de cuánta agua necesita cada habitante para satisfacer sus necesidades básicas, por debajo de lo cual corre riesgo su salud y comprometer seriamente su supervivencia, sino de cuánta agua podría estar disponible para cada persona que vive en esa nación, en caso de que se repartiera en partes iguales. Estos números son el resultado de cálculos y consideraciones muy generales, realizadas con el único fin de orientar acerca de cuáles son los pueblos que viven mayores apremios con respecto al agua.

Estas son las categorías identificadas:

1. **Muy baja disponibilidad.** A cada habitante le correspondería entre 1.000 y 2.000 metros cúbicos (uno y dos millones de litros) de agua, a lo largo de todo un año.
2. **Baja disponibilidad.** Entre 2.000 y 5.000 metros cúbicos (2 y 5 millones de litros)
3. **Disponibilidad media.** Entre 5.000 y 10.000 metros cúbicos (cinco y diez millones de litros).
4. **Alta disponibilidad.** Entre los 10.000 y 20.000 metros cúbicos (diez y veinte millones de litros).
5. **Muy alta disponibilidad.** Cada persona que allí vive dispondría de una cantidad de agua dulce por encima de los 20.000 metros cúbicos (20 millones de litros), por año.

La disponibilidad de agua que se refleja en este esquema no significa que en países o regiones donde la disponibilidad de agua figura como alta, todos sus habitantes logren satisfacer sus necesidades diarias de agua dulce potable. Ni que en aquellas naciones donde la disponibilidad de agua es baja o muy baja, toda su gente muera de sed.

Otra aclaración que debemos hacer es que, cuando calculamos la disponibilidad mundial de agua dulce, no tomamos en cuenta la **calidad del agua** que llega a los hogares de la gente.



Otro esquema elaborado por la Organización de las Naciones Unidas ilustra la disponibilidad de agua que tiene la humanidad, pero en lugar de considerar la situación en cada país, toma en cuenta a los continentes.

Allí se ve claramente que Sudamérica es la región del planeta cuyos habitantes disponen de la mayor cantidad de agua dulce. Somos apenas el 6% de la población mundial, pero poseemos nada menos que el 26% del agua dulce del mundo. La otra cara de la moneda corresponde a Asia, pues debe satisfacer las necesidades del 60% de los seres humanos que existen, con casi el 36% de los recursos de agua dulce existentes en el planeta.



Una vez más aclaramos que estos datos, por ser tan generales, no reflejan algunas dolorosas realidades, como por ejemplo, la desigual distribución del agua que existe dentro de los pueblos, donde en muchas ocasiones, a pesar de su riqueza en agua, muchas personas no tienen acceso al agua potable.

2 – Clasificación de la energía

Introducción

La energía es fundamental para el desarrollo y para proporcionar muchos servicios esenciales que mejoren la condición humana.

La energía es el concepto fundamental de toda la ciencia, sin embargo es un término difícil de definir, pese a ello cuando lo empleamos, todo el mundo parece entender bastante bien lo que se quiere decir.

Al mirar a nuestro alrededor se observa que las plantas crecen, los animales se trasladan y que las máquinas y herramientas realizan las más variadas tareas. Todas estas actividades tienen en común que precisan del concurso de la energía.

La energía es una propiedad asociada a los objetos y sustancias y se manifiesta en las transformaciones que ocurren en la naturaleza.

La energía se manifiesta en los cambios físicos, por ejemplo, al elevar un objeto, transportarlo, deformarlo o calentarlo. La energía está presente también en los cambios químicos, como al quemar un trozo de madera o en la descomposición de agua mediante la corriente eléctrica.

Desde una perspectiva científica, podemos entender la vida como una compleja serie de transacciones energéticas, en las cuales la energía es transformada de una forma a otra, o transferida de un objeto hacia otro.

El principio crucial y subyacente en todas las transacciones energéticas es que la energía puede cambiar su forma, pero no puede surgir de la nada o desaparecer. Si sumamos toda la energía que existe después de una transformación energética, siempre terminaremos con la misma cantidad de energía con la que comenzamos, pese a que la forma puede haber cambiado. Este principio denominado “ley de la conservación de la energía”, es una de las piedras angulares de la física, y nos permite relacionar muchos y muy diversos fenómenos. Para que estas transformaciones hayan podido realizarse, ha sido fundamental la creación por parte del hombre de maquinarias, que por sí solas no producirían energía.

Casi toda la energía utilizada por el ser humano se ha originado a partir de la radiación solar llegada a la Tierra.

Como podemos clasificar a la energía

Teniendo en cuenta la manera de obtener energía de la naturaleza podemos hablar de “**energía primaria**” y “**energía secundaria**”

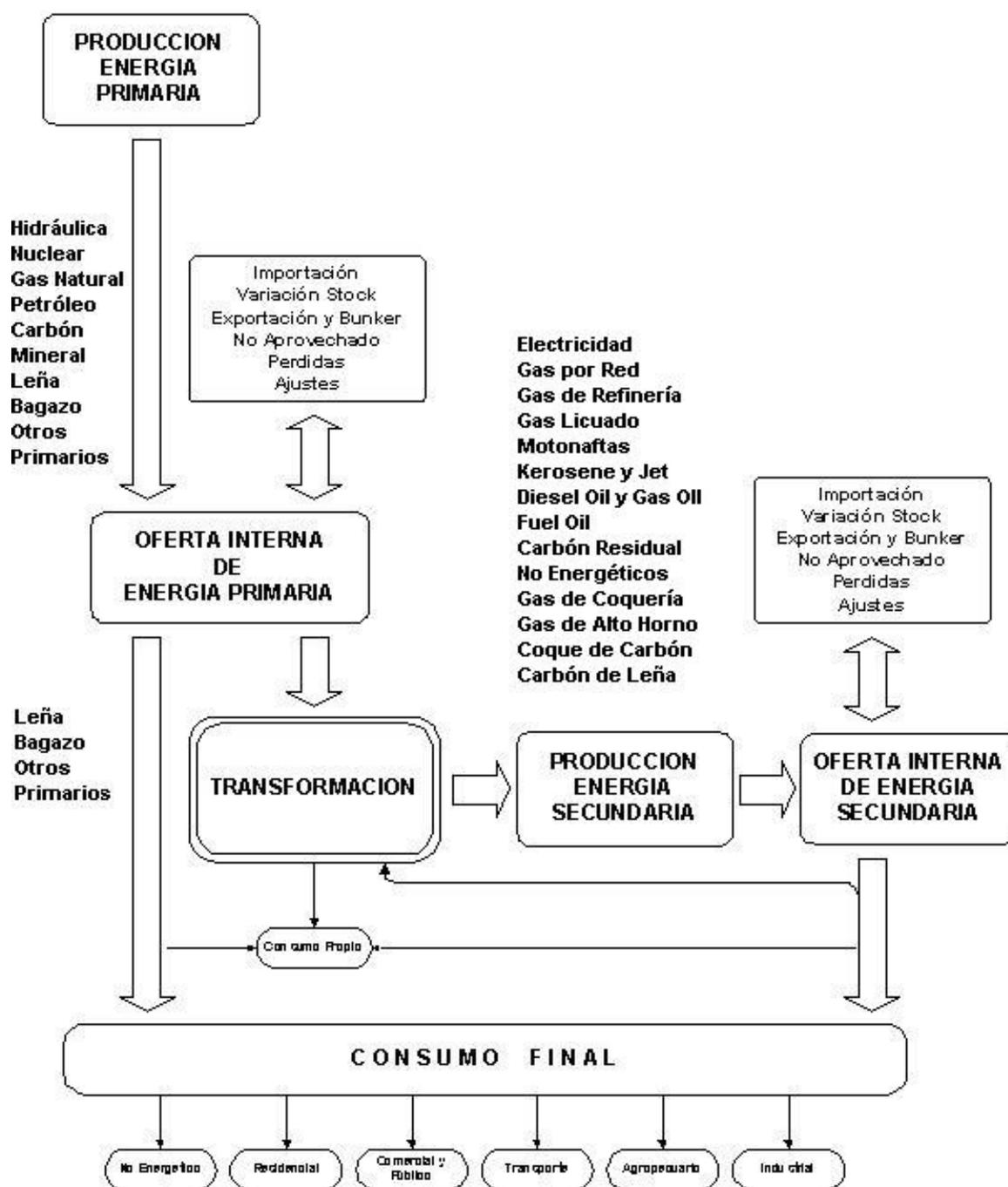
Energía Primaria: Se entiende por energía primaria a las distintas fuentes de energía en el estado que se extrae o captura de la Naturaleza. Sea en forma directa, como en el caso de las energías hidráulicas, eólica, solar, o después de un proceso de extracción o recolección, como el petróleo, el carbón mineral, la leña, etc.

Energía Secundaria: Son los diferentes productos energéticos (no presentes en la Naturaleza como tales) que son producidos a partir de energías primarias o secundarias en los distintos **centros de transformación**, con la finalidad de hacerlas más aptas a los requerimientos del consumo.

Los tipos de energía secundaria consideradas son las siguientes: Electricidad (generada de cualquier recurso), Gas Distribuido por Redes (es el gas natural que resulta después del proceso de acondicionamiento y separación de condensados), Gas de Refinería, Gas Licuado, Motonaftas (son las naftas obtenidas de la refinación

del petróleo y/o del tratamiento del gas natural), Kerosenes (incluye kerosén propiamente de dicho y turbo combustibles), Diesel y Gas Oil, Fuel Oil, Carbón Residual (se refiere al coque de petróleo), No Energéticos (productos que no se utilizan con fines energéticos aún cuando poseen contenido energético), Gas de Coquería (es el gas producido en la coquización del carbón), Gas de Alto Horno (es el gas producido en el proceso de obtención del arrabio), Coque de Carbón (es el coque obtenido de las coquerías siderúrgicas) y Carbón de Leña (obtenido de la pirólisis de la leña en las carboneras).

Centros de Transformación: Se refiere a los centros donde el producto energético que entra se modifica en procesos especiales, produciendo un energético diferente. En estos Centros de Transformación, se producen cambios físicos y/o químicos de la correspondiente fuente de energía con lo que se obtiene otro energético (se producen pérdidas en la transformación, consumos propios e ineficiencias de los procesos de transformación). Esta transformación se puede dar a partir de energéticos primarios o partir de energéticos secundarios producidos previamente (reciclo) en algún otro centro de transformación.



Un primer paso esencial en la comprensión del concepto de energía es su clasificación más primaria y elemental:

- **Energías de tránsito** entre sustancias o regiones de un mismo material como consecuencia de gradientes de algún potencial, tal como una diferencia de presión, temperatura, campos eléctricos o magnéticos, etc.
- **Energías asociadas a la masa.** En determinadas condiciones, un sistema contiene más o menos energía en función de su cantidad de sustancia o masa. Un atributo de estas energías almacenadas en la masa es que su cantidad es dependiente de su estado, es decir, del valor de sus características macroscópicas (temperatura, presión, etc.).

En el primer grupo – *energías de tránsito*- se tienen tanto el CALOR que pasa de una zona caliente a otra fría o viceversa, y el TRABAJO en un eje que gira o un pistón que se desplaza, o bien la electricidad que pasa a través de un conductor. En el caso del calor la propiedad que origina el intercambio es la temperatura, y en el del trabajo cualquier otra variable distinta de la temperatura (presión, campo eléctrico o magnético, etc.).

En segundo grupo – *energías asociadas a la masa*- hay que considerar la energía asociada a la masa de un sistema, en general medida por una variable llamada ENERGÍA INTERNA, que incluye la energía absoluta de Einstein (m_0c^2) y las sumas de las energías cinética y potencial de todo tipo, de cada una de las individualidades que componen el sistema. Se puede decir que la energía interna es la energía que tiene un cuerpo o un sistema cualquiera, por el hecho de existir en las condiciones en que se encuentre, definidas por su temperatura, presión y cualquier otra variable representativa de su estado.

Conviene hacer aquí una distinción entre la energía interna que tiene una sustancia en razón de su temperatura, y que en algunas ocasiones hay quien impropriamente llama calor pues lo que realmente es calor es energía en tránsito entre dos cuerpos que están a distinta temperatura. A la componente de la energía interna dependiente expresamente de la temperatura podemos llamarle *energía interna de tipo térmico*.

Para entender algo mejor el concepto de energía interna recordemos que las moléculas que forman la materia ejercen entre sí fuertes fuerzas intermoleculares de muy diversa naturaleza. Estas fuerzas son un medio de almacenamiento de energía en función de la separación y el estado de movimiento de las moléculas. Por otra parte las moléculas son libres de rotar y vibrar, y por lo tanto modifican sus energías cinéticas y potenciales asociadas. Otras cantidades de energía están relacionadas con la configuración electrónica de sus átomos y con las partículas moleculares. Desde luego las fuerzas intermoleculares permiten explicar los fenómenos de intercambio energético que se producen en las reacciones nucleares y que dan lugar a los procesos energéticos que se aprovechan en las centrales nucleares de fisión y las hipotéticas de fusión.

A escala macroscópica no es posible distinguir las diferentes formas o maneras en que la energía interna es almacenada o el tipo de proceso técnico por el cual se obtiene mayor utilidad de ella. Sin embargo, podemos afirmar que los procesos de interés tecnológico son los asociados con los movimientos moleculares (variaciones de energía cinética y potencial intermolecular). La energía de las reacciones químicas puede asociarse con cambios en la configuración electrónica de los átomos, y la energía nuclear con cambios de la configuración nuclear a nivel subatómico.

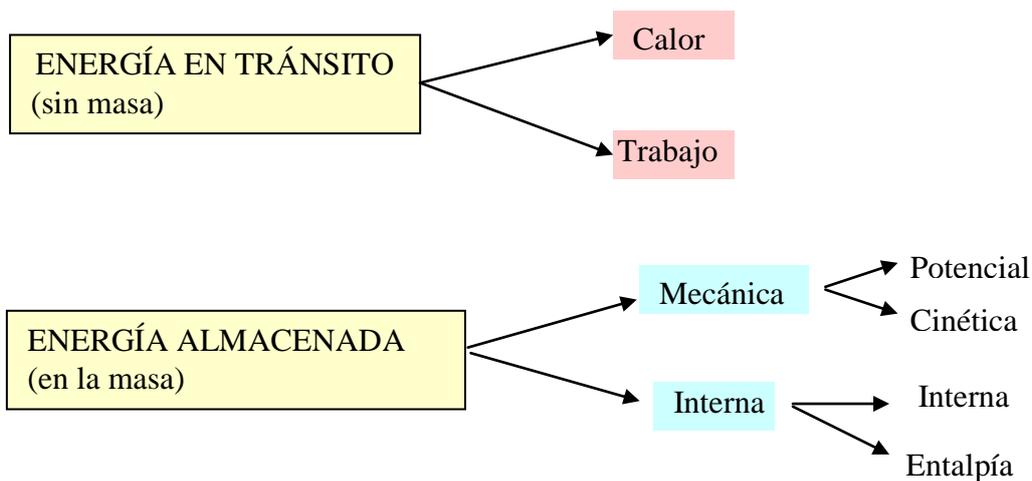
En el momento actual de la tecnología, las energías química y nuclear no pueden usarse directamente en los procesos sin transformarse previamente en movimientos moleculares que se manifiestan normalmente en transferencia de calor y/o trabajo. Muchos de estos procesos energéticos que hacemos referencia se inician con una combustión –reacción química de una sustancia determinada con el oxígeno contenido en el aire- en la que parte de esa energía química almacenada en los enlaces moleculares y atómicos se transforma en energía interna de tipo térmico.

En las reacciones nucleares ocurre un fenómeno similar a la combustión, en el sentido que nos hemos referido. De hecho esta circunstancia se transmite al lenguaje: se habla de “combustible nuclear” para referirse al uranio o al plutonio, cuando en realidad no hay ninguna reacción química con oxígeno, sino una modificación de la estructura nuclear de determinados materiales con modificación de la masa en el proceso que origina la variación de energía interna correspondiente.

A la energía interna normalmente hay que sumarle la *energía cinética* debida al movimiento del sistema, y la *energía potencial* del conjunto del sistema consecuencia de la posición en el campo gravitatorio terrestre. A la suma de estas dos formas de energía suele llamársele **energía mecánica**. En muchos casos tratamos con sistemas en reposo, en los que no suele haber variaciones de energía cinética ni potencial, y por ello sólo se valora la energía interna.

También en este grupo de energías asociadas a la masa hay que incluir una variable energética de gran importancia en las aplicaciones: **la entalpía**. La entalpía representa la energía que tiene una masa que se desplaza, ya que incorpora, además de la energía interna de esa masa, la energía de flujo que la masa inmediatamente anterior a la considerada ha de hacer sobre esta para que fluya o que ella hace sobre la que le precede. Normalmente esta energía adicional que incorpora una masa en movimiento se proporciona por medio de un mecanismo especialmente diseñado para conseguir ese efecto: por ejemplo una bomba.

En la práctica la entalpía es la energía de una corriente fluida, por ejemplo del agua que circula por una tubería o del aire que atraviesa un intercambiador de calor de una instalación de aire acondicionado que incluye la energía interna y la llamada energía de flujo proporcionada por la correspondiente fuente energética adicional (una bomba o un ventilador). Por esa razón, algunos profesionales confunden conceptualmente energía interna con entalpía.



Según como se **manifiesta la energía**, podemos hablar de distintas formas o tipos de energía, algunas de ellas son:

Energía Mecánica

Es la producida por fuerzas de tipo mecánico, como la elasticidad, la gravitación, etc., y la poseen los cuerpos por el hecho de moverse o de encontrarse desplazados de su posición de equilibrio. Puede ser de dos tipos: *Energía cinética* y *energía potencial* (gravitatoria y elástica): Por ejemplo, aquella que poseen los cuerpos en movimiento.



Energía cinética



Energía potencial gravitatoria



Energía potencial elástica

La **Energía cinética** es la energía asociada a los cuerpos que se encuentran en movimiento, depende de la masa y de la velocidad del cuerpo. Ej.: El viento al mover las aspas de un molino.

La **Energía potencial** es la energía que tiene un cuerpo situado a una determinada altura sobre el suelo. Ej.: El agua embalsada, que se manifiesta al caer y mover la hélice de una turbina.

Energía térmica

La Energía térmica se debe al movimiento de las partículas que constituyen la materia. Un cuerpo a baja temperatura tendrá menos energía térmica que otro que esté a mayor temperatura.

La energía térmica se relaciona íntimamente con el calor, o mejor dicho con los fenómenos caloríficos, para comprender un poco mejor esta idea, decimos que este tipo de energía se produce cuando dos cuerpos, que tienen diferentes temperaturas, se ponen en contacto. El cuerpo caliente es el que comunica la energía al cuerpo frío, la diferencia entre ambas temperaturas es lo que se denomina energía térmica.

La transferencia de energía térmica de un cuerpo a otro debido a una diferencia de temperatura se denomina calor. El calor es energía en tránsito, que se hace evidente cuando un cuerpo cede calor a otro para igualar las temperaturas de ambos. En este sentido, los cuerpos ceden o ganan calor, pero no lo poseen.

La temperatura es la medida del calor. Desde un punto de vista microscópico, la temperatura de un cuerpo está relacionada con el movimiento o agitación de las partículas que lo constituyen: a medida que aumenta este movimiento, más energía interna tiene dentro de sí el cuerpo y mayor es su temperatura.

Al calentar un cuerpo aumentan su temperatura y su energía interna, ya que la agitación y el movimiento de las partículas que lo forman es cada vez mayor.

Al tiempo que aumenta la agitación interna de las partículas, estas se van separando unas de otras, y provocan la **dilatación** del cuerpo.

Por el contrario, al enfriar el cuerpo las partículas de aire ralentizan su movimiento y se acercan unas a otras, causando la **contracción** del cuerpo.

Energía Química

La energía química es otra de las manifestaciones de la energía y específicamente se trata de la energía interna que posee un determinado cuerpo y si bien siempre se podrá encontrar en la materia, solo se nos mostrará cuando se produzca una alteración importante de ésta. Poniéndolo en términos más sencillos, la energía química es aquella que está producida por reacciones químicas.

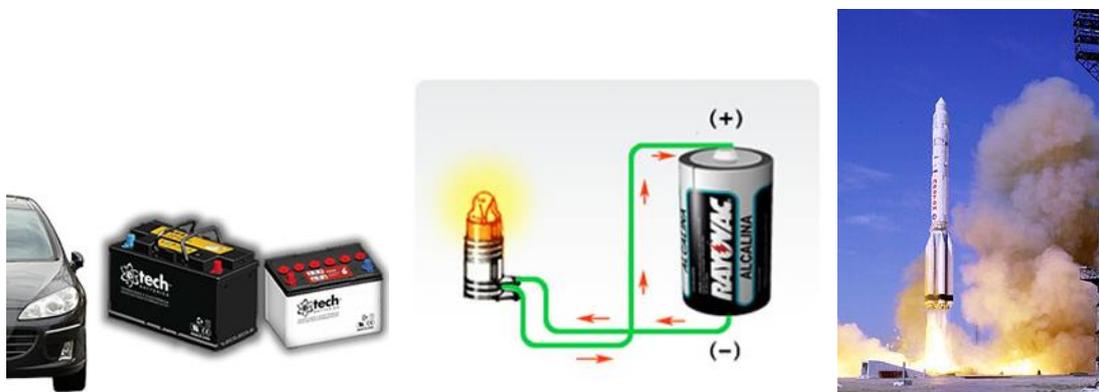
Entre los ejemplos más cotidianos que podemos dar de energía química se cuentan: la energía que emana del carbón cuando este se quema, las pilas, las baterías, entre otros.

Vale destacarse también que este tipo de energía se encuentra siempre presente en la materia, en tanto, se manifestará cuando se produce una modificación concreta de ella. Entonces, la energía química es la que producen lisa y llanamente las reacciones químicas que desprenden calor o en su defecto, por la violencia que manifiestan, desarrollan algún tipo de movimiento o de trabajo.

Los combustibles una vez que son quemados producen reacciones químicas violentas que generan trabajo o movimiento. En la actualidad, la energía química es aquella que permite la movilización de los automóviles, los buques, los aviones y de cualquier otra máquina. Por ejemplo, la combustión del carbón, la del petróleo y la de la leña en las máquinas de vapor así como los derivados del petróleo en el reducidísimo espacio de un cilindro de un motor de explosión, revisten reacciones químicas.

Por otro lado, el carbón y la gasolina gasificada se combinan con el oxígeno del aire, reaccionan con él y logran transformarse lenta y suavemente, tal es el caso del carbón, o de manera instantánea y brusca en el caso de la gasolina dentro de los cilindros de los motores; las mezclas gaseosas inflamadas se dilatan y en tan solo un instante estarán comunicándole a los pistones del motor su energía.

La energía química ha sido producida por el hombre desde prácticamente los comienzos de su existencia, utilizándola como modo de producción de energía. Los hombres primitivos utilizaban la combustión de la madera o del carbón, y hoy encontramos los sofisticados y complejos motores con los cuales funcionan desde motocicletas hasta aviones e incluso naves que viajan al espacio.



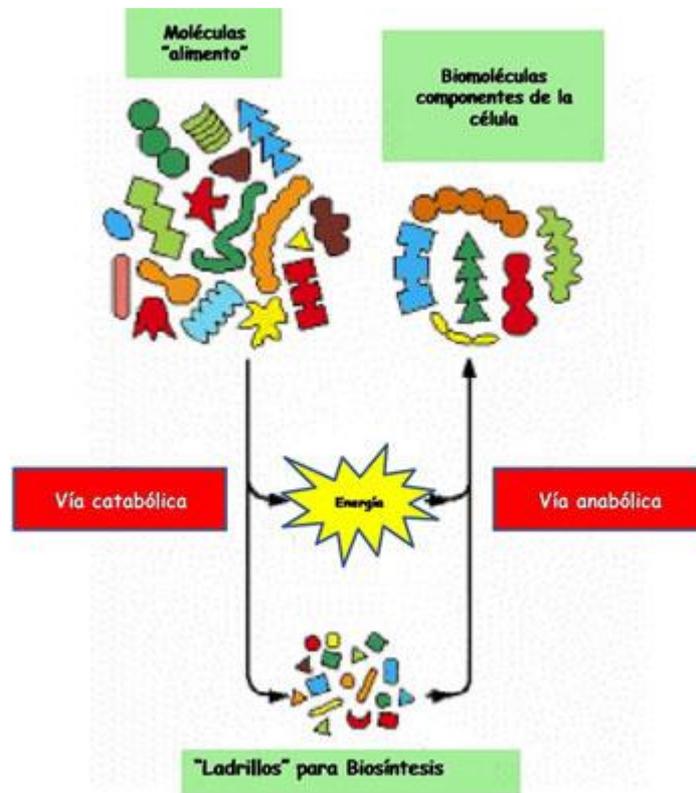
Energía Metabólica

Es la generada por los organismos vivos gracias a procesos químicos de oxidación como producto de los alimentos que ingieren.

El metabolismo es el conjunto de reacciones químicas que realizan las células para obtener energía y sintetizar compuestos. Las reacciones metabólicas pueden ser de dos tipos:

- **Anabólicas**, en donde la célula a partir de los nutrientes que incorpora del medio externo, construye sus propias moléculas y para esto consume energía, son reacciones endergónicas.
- **Catabólicas**, en donde la célula degrada sustancias (por ejemplo, glucosa) y obtiene energía (reacciones exergónicas), que utiliza para cumplir con sus funciones celulares tales como:
 - Síntesis de compuestos orgánicos
 - Transporte de sustancias:
 - Movimientos
 - Reproducirse y continuar la vida.

Ya que la vida es una competencia para una mejor utilización de los recursos energéticos; una célula puede considerarse como un **sistema complejo de transformaciones energéticas**, en donde las reacciones, catabólicas y anabólicas se asocian, la energía liberada en una reacción es utilizada por la otra; en donde las células sintetizan moléculas portadoras de energía (**ATP**) que son capaces de **capturar la energía** de las reacciones exergónicas y las llevan a las reacciones endergónicas, y en donde las células regulan las reacciones químicas por medio de catalizadores biológicos: las ENZIMAS.



Energía radiante

Es la que poseen las ondas electromagnéticas como la luz visible, las ondas de radio, los rayos ultravioleta (UV), los rayos infrarrojo (IR), etc. La característica principal de esta energía es que se puede propagar en el vacío, sin necesidad de soporte material alguno.

Es aquella que más frecuentemente vemos en forma de luz y que nos permite ver las cosas alrededor de nosotros. Se propaga en todas las direcciones, se puede reflejar en objetos y puede pasar de un material a otro. Sobre la Tierra, las plantas verdes se mantienen vivas gracias a la energía radiante del Sol, e incluso la vida de los animales —entre ellos el hombre— depende de esta energía.

INTRODUCCIÓN

La energía radiante o energía electromagnética se encuentra asociada a las ondas electromagnéticas. Es un tipo de energía muy empleado en nuestra sociedad.

La luz y el calor del Sol, las ondas de radio y televisión, los rayos X o las ondas del horno microondas, entre otras muchas, son ondas electromagnéticas.

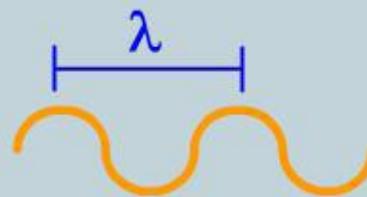


Radiografía

ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

Existen diversos parámetros para describir una onda, válidos también para las ondas electromagnéticas:

- **Longitud de onda (λ):** Es la distancia entre dos puntos del medio que se encuentran en el mismo estado de vibración (oscilación).
- **Amplitud (A):** Es la máxima separación de la onda.
- **Frecuencia (f):** Es el número de oscilaciones que se dan en la unidad de tiempo.



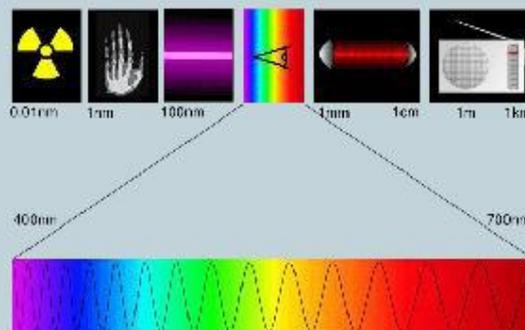
Longitud de onda



Amplitud de la onda

EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

El espectro electromagnético es el conjunto de ondas electromagnéticas (se pueden propagar en el vacío, donde viajan a 300 000 km/s) ordenadas en función de la energía que transportan (cuanta más energía posean, tendrán una longitud de onda menor). de mayor a menor energía tenemos:



➔ Rayos gamma Rayos X Luz ultravioleta Luz visible Rayos infrarrojos Microondas Ondas de radio

RADIACIÓN GAMMA γ

La radiación gamma se produce en desintegraciones de átomos de materiales radiactivos (naturales o fabricados artificialmente por el hombre).

Es una radiación muy penetrante, capaz de ionizar la materia, ya que posee una energía muy elevada. Por este hecho, esta radiación es capaz de producir cáncer en los tejidos vivos.

Se emplean en el tratamiento del cáncer, ya que destruye más fácilmente las células cancerosas que las normales.



Símbolo empleado para indicar material radiactivo.

RAYOS X

Los rayos X son un tipo de radiación electromagnética penetrante, con una longitud de onda menor que la luz visible, producida bombardeando un blanco —generalmente de volframio— con electrones de alta velocidad.

Es una radiación muy penetrante, ionizante y, por tanto, puede producir daños celulares en los tejidos vivos.

Se utilizan para radiografías de huesos y dientes, ya que son capaces de atravesar las partes blandas del cuerpo y, además, pueden impresionar placas fotográficas.



Radiografía

RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

La radiación ultravioleta es emitida por el Sol. La radiación más energética es absorbida por el ozono, llegando a la Tierra la menos energética: UV-A.

La radiación UV puede provocar daños en los seres vivos: cáncer de piel (melanoma), cataratas, ceguera, quemaduras en la piel, etc.

Aplicaciones: La luz negra UV se emplea en ciencia forense para detectar restos de sangre, orina, semen y saliva.



Lámpara fluorescente de luz ultravioleta

LUZ VISIBLE

La luz es una onda electromagnética capaz de ser percibida por el ojo humano y cuya frecuencia determina su color.

Los colores que componen la luz se ordenan como en el arco iris, formando el llamado espectro visible.

Hay dos tipos de objetos visibles: aquellos que por sí mismos emiten luz y los que la reflejan. El color de estos depende del espectro de la luz que incide y de la absorción del objeto, la cual determina qué ondas son reflejadas.



Descomposición de la luz en sus colores

RADIACIÓN INFRARROJA

La radiación infrarroja es la energía que emiten todos los objetos calientes, desde el carbón incandescente hasta los radiadores.

La radiación infrarroja es común en todas nuestras actividades: control remoto de equipos de audio y TV, conexión de un ratón inalámbrico con un ordenador, en equipos de visión nocturna cuando la luz es insuficiente y en fibras ópticas.

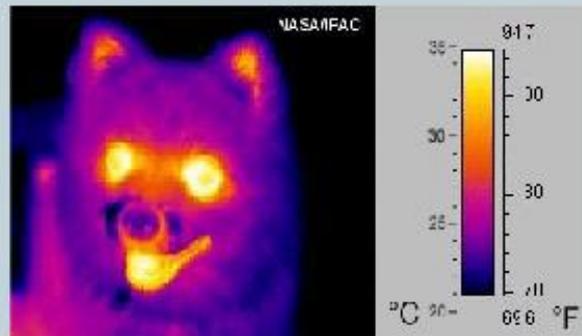


Imagen de un perro tomada con infrarrojo medio.

RADIACIÓN DE MICROONDAS

La radiación de microondas es producida por rotaciones de las moléculas. Tienen menos energía que las infrarrojas y más que las ondas de radio.

Se emplean para: calentar los alimentos con el horno microondas, en radiodifusión, en radares, en televisión por cable, en telefonía móvil, bluetooth, etc.



Horno de microondas

ONDAS DE RADIO

Las ondas de radio son producidas por el hombre con un circuito oscilante.

Se emplean en radidifusión, las ondas usadas en la televisión son las de longitud de onda menor y las de radio son las de longitud de onda mayor.

Este tipo de ondas son las que emiten la TV, los teléfonos móviles, los radares.



Torre de radio

Energía eléctrica o electricidad

La electricidad es un fenómeno íntimamente ligado a la materia y a la vida. Todo lo que vemos a nuestro alrededor –y también lo que no vemos– está integrado por electrones, partículas que giran alrededor de los núcleos atómicos. Son precisamente estas partículas las responsables de los fenómenos electromagnéticos que hacen posible el aprovechamiento de la energía eléctrica por parte de los humanos.

La electricidad es una forma de energía que se manifiesta por el movimiento de los electrones de la capa externa de los átomos que hay en la superficie de un material conductor. En un átomo de cobre (el material conductor más utilizado en los cables eléctricos), alrededor del núcleo, hay una nube de 29 electrones en constante movimiento.

La corriente eléctrica es simplemente la circulación de electrones y los efectos que producen en el conductor y en el entorno.

Esta energía produce, fundamentalmente, 3 efectos: luminoso, térmico y magnético. Se divide a su vez en energía magnética (energía de los imanes), estática y corriente eléctrica. La electricidad es una forma de energía que se puede transmitir de un punto a otro. Todos los cuerpos presentan esta característica, propia de las partículas que lo forman, pero algunos la transmiten mejor que otros. Los cuerpos, según su capacidad de transmitir la electricidad, se clasifican en **conductores y aisladores**. *Conductores* son aquellos que dejan pasar la electricidad a través de ellos. Por ejemplo, los metales. *Aisladores* son los que no permiten el paso de la corriente eléctrica.

La electricidad es uno de los grandes hitos del desarrollo de las tecnologías energéticas a partir del siglo XVIII. De hecho supuso una auténtica revolución tecnológica y ha significado para el ser humano un vuelco en las posibilidades de mejora de su calidad de vida.

Energía nuclear

La Energía nuclear es la energía almacenada en el núcleo de los átomos, que se libera como resultado de una reacción nuclear. Se puede obtener por el proceso de Fisión Nuclear (división de núcleos atómicos pesados) o bien por Fusión Nuclear (unión de núcleos atómicos muy livianos). En las reacciones nucleares se libera una

gran cantidad de energía debido a que parte de la masa de las partículas involucradas en el proceso, se transforma directamente en energía.

Es la energía más poderosa conocida hasta el momento. Se le llama también energía atómica, aunque este término en la actualidad es considerado incorrecto. Aunque la energía nuclear es la descubierta más recientemente por el hombre, en realidad es la más antigua: la luz del Sol y demás estrellas, proviene de la energía nuclear de fusión desarrollada al convertirse el hidrógeno en helio.

Energías de base

No todas las actividades requieren el mismo tipo de energía ni la misma cantidad por eso podemos identificar distintas fuentes de energía que satisfacen distintas necesidades.

La energía solar es importante para hacer germinar las semillas y cubrir los campos de verde, pero no se ha logrado concentrarla lo suficiente como para lograr mover una fábrica: se necesita de un panel fotovoltaico de aprox. 1 metro cuadrado para producir un Kw. de potencia. Por lo tanto puede satisfacer los requerimientos básicos de una vivienda, o el funcionamiento de un equipo de bajo consumo, pero es inapropiada, por ahora, para el uso industrial masivo.

Las llamadas '**energías de base**' son las fuentes energéticas que abastecen la mayor parte de la demanda energética mundial. En la actualidad la energía de base es producida principalmente por tres fuentes:

- La energía hidráulica: producida por el aprovechamiento de las caídas de agua.
- La energía térmica: producida al quemar combustibles fósiles, utilizada mayoritariamente para mover vehículos y generación de electricidad en centrales termoeléctricas. Es la energía por excelencia desde que se inventó la máquina de vapor hace casi dos siglos.
- La energía nuclear: producida por la energía liberada durante la fisión del átomo.

Después del siglo XX, de confianza energética, aunque con grandes tormentas, aparecen dos aspectos críticos en el siglo XXI:

- **Los límites de disponibilidad de los combustibles fósiles.** Muchos países gastan más de un tercio de sus ingresos por exportaciones en comprar la energía comercial que utilizan.
- **Las emisiones crecientes de gases de efecto invernadero**, en particular CO₂, están acelerando el cambio climático. La respuesta pasa por una reducción del consumo de combustibles fósiles y su sustitución por otros vectores energéticos.

La generación y utilización de cualquier tipo de energía supone un efecto sobre el ambiente, en todas las fases de su ciclo: desde la generación hasta el consumo final, pasando por la transformación y el transporte. El impacto ambiental generado depende, básicamente, del tipo de proceso de obtención de la energía y de la tecnología usada para consumirla y transformarla.

Junto al calentamiento global, existen también otros retos que se han vuelto urgentes. La demanda mundial de energía está creciendo a un ritmo asombroso. La excesiva dependencia de las importaciones energéticas de unos pocos países, generando inestabilidad e inseguridad en el suministro, los precios del petróleo y del gas en constante aumento, han colocado la seguridad energética como tema de preocupación en las agendas políticas de los gobiernos de todo el mundo.

Entre los científicos existe el consenso de que un cambio fundamental en los patrones en producción y consumo de energía debe comenzar cuanto antes. Necesitamos una transformación completa de la forma de generar, distribuir y consumir la energía. Este gran cambio debe efectuarse contemplando el uso y **desarrollo de las energías renovables y la adopción de medidas de eficiencia energética.**

Energías renovables y no renovables.

Una de las clasificaciones más actuales de las fuentes energéticas consiste en su capacidad de regenerarse o agotarse. En base a ello se clasifican en:

Fuentes de energía renovables: son aquellas que, tras ser utilizadas, se pueden regenerar de manera natural o artificial. Algunas de estas fuentes renovables están sometidas a ciclos que se mantienen de forma más o menos constante en la naturaleza. Son fuentes de energía renovable: energía solar, eólica, hidroeléctrica, biomasa, mareomotriz, undimotriz, maremotérmica, energía de las corrientes, de potencia osmótica, de hidrógeno, geotérmica.

Fuentes de energía no renovables o temporales: aquellas que se encuentran en forma limitada en nuestro planeta y se agotan a medida que se les consume. Son fuentes de energía no renovables: el Carbón, el Petróleo, el Gas Natural y la energía nuclear (combustibles nucleares).

Entre las principales ventajas de las energías renovables respecto de las tradicionales (no renovables) se destacan las siguientes:

	Energías Renovables	Energías no renovables
Ventajas medioambientales	No producen emisiones de CO2 y otros gases contaminantes a la atmósfera.	Las energías producidas a partir de combustibles fósiles si los producen.
	No generan residuos de difícil tratamiento.	La energía nuclear y los combustibles fósiles generan residuos que suponen durante generaciones una amenaza para el ambiente.
	Las energías renovables son inagotables.	Los combustibles fósiles y nucleares son finitos.
Ventajas estratégicas	Son autóctonas.	Existen en un número limitado de países.
	Disminuyen la dependencia exterior para el abastecimiento energético.	Los combustibles fósiles son importados en un alto porcentaje.
Ventajas socio-económicas	Crean cinco veces más puestos de trabajo que las energías convencionales.	Crean pocos puestos de trabajo respecto a su volumen de negocio.
	Permiten en general desarrollar tecnologías propias.	Utilizan en su gran mayoría tecnología importada.

3- Geodinámica de la tierra

Introducción

La **Geología** estudia la composición, la estructura, el origen y la evolución de la Tierra. De una manera más poética, aunque no menos real, suele decirse que la Geología estudia la historia de la Tierra por medio de las rocas que son las páginas de su autobiografía.

Como la historia involucra tiempos pasados, es necesario introducir un concepto básico y fundamental en Geología. La Historia del planeta es muy larga comparada con la vida y la historia del ser humano. Su orden de magnitud es de 4600 millones de años. Por eso, la unidad de medida de los tiempos geológicos es el millón de años.

La tierra es el objeto de estudio de la Geología. Su forma se define como un **geoide**. Esto es un cuerpo cuya forma es cercana a una esfera algo achatada en los polos.

Los minerales son los componentes de las rocas, y las rocas se distribuyen con arreglo a un complejo conjunto de procesos geológicos que han ocurrido durante la vida del planeta, estimada en 4.600 millones de años.

A través de los tiempos geológicos, los materiales sufren diversos cambios evolutivos y la Geología estudia la historia de esa evolución con el objeto de comprender la composición, características y distribución actual de los terrenos y los materiales que los forman.

Características de los procesos geológicos

Se llama **geodinámica** al conjunto de causas y efectos de todos los cambios estructurales, composicionales y morfológicos que afectan a la tierra y que determinan su constante evolución. También puede definirse como la suma de los procesos geológicos.

La duración de cualquier proceso geológico es muy larga si se compara con el período de vida humana. Como ya se mencionó, la vida del hombre se mide en años y la duración de los procesos geológicos en millones de años. Este es un serio problema para descifrar y entender la evolución geológica.

Los procesos geológicos son casi invisibles ante el ojo humano. Durante nuestra corta vida no percibimos ningún cambio en la ubicación y en las formas de los continentes y los mares, de las montañas, de las llanuras, los valles, los ríos, los desiertos. Tenemos la impresión de que todo está siempre igual. Por ello, definir a la Geología como “el estudio de la historia de la tierra a través de las rocas que son las páginas de su autobiografía”, significa que los geólogos deben recurrir al estudio de las rocas, sus componentes y de las estructuras que las afectan para descifrar su evolución.

Sin embargo, no todo es invisible. Las partes violentas de los procesos son perfectamente visibles y, en muchos casos, lamentablemente terribles. Las erupciones volcánicas son un buen ejemplo.

Por la acción de estos procesos la tierra sufre cambios en forma continua. La extrema lentitud de esos cambios hace que, ante los ojos del ser humano resulten casi imperceptibles. A lo largo de 4.600 millones de años de vida, nuestro planeta sufrió cambios espectaculares que se encuentran perfectamente documentados en las rocas de la corteza.

Ciclo de los Procesos Geológicos

Algunos cambios se deben directamente a la acción de **fuerzas internas**, son los **procesos endógenos** o de la **geodinámica interna**. A este grupo pertenecen las deformaciones que originan relieves (*diastrofismo*), la intrusión y extrusión de rocas fundidas (*magmatismo*) y la transformación mineralógica y textural de rocas por la acción de presión y temperatura (*metamorfismo*).

Otros cambios son la respuesta de **fuerzas externas** a las deformaciones que produce la geodinámica interna. Son los **procesos exógenos** o de la **geodinámica externa**. Aquí se incluyen la fragmentación y alteración de las rocas superficiales, en especial en zonas altas (*meteorización*), la remoción de productos meteorizados (*erosión*), su transporte hacia zonas más bajas y la deposición de los productos transportados (*sedimentación*).

Geodinámica interna
(*procesos endógenos*)

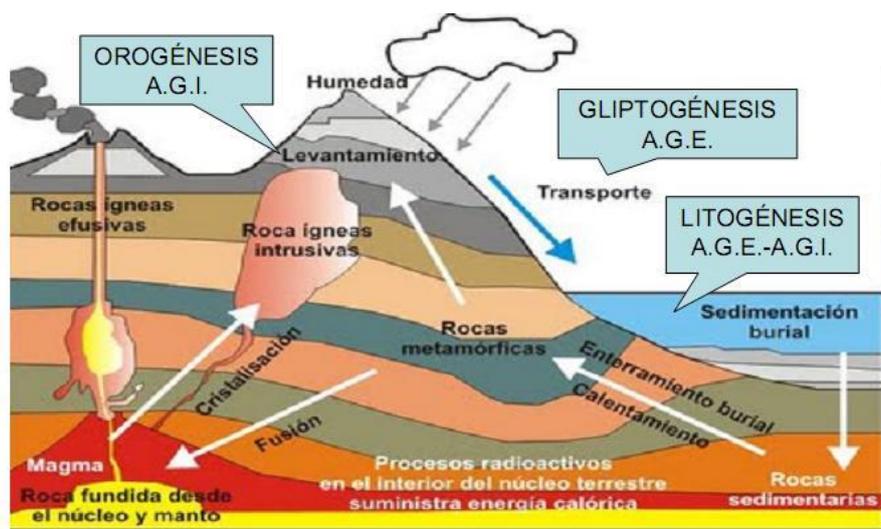
- Diastrofismo
- Magmatismo
- Metamorfismo

Geodinámica externa
(*procesos exógenos*)

- Meteorización
- Erosión
- Sedimentación

En general la geodinámica interna origina relieves y rocas cristalinas de alta temperatura. Los procesos exógenos, en cambio, destruyen el relieve nivelando las superficies y crean rocas de baja temperatura.

Estos procesos componen un ciclo bien definido, el “*ciclo de los procesos geológicos*”, también denominado frecuentemente como “**el ciclo de las rocas**”.



Esquema del ciclo geológico

En efecto, se observa que la meteorización y la erosión atacan y destruyen rocas magmáticas expuestas en los lugares altos. El transporte y la deposición de sus fragmentos originan rocas sedimentarias en lugares más bajos. Las rocas sedimentarias son sepultadas por otras, ganan profundidad y son afectadas por presión y temperatura, transformándose en rocas metamórficas. Si la temperatura y la presión son adecuadas las rocas metamórficas pueden adquirir fluidez transformándose en masas magmáticas que originan nuevas rocas cristalinas.

Cuando esas rocas magmáticas quedan expuestas por acción de los movimientos creadores de relieve, son atacadas por la meteorización y la erosión, comenzando nuevamente el ciclo. Por eso, el conjunto de procesos descritos se denomina ciclo de los procesos geológicos.

El actualismo geológico

Al estudiar el pasado, los geólogos aplican el principio del actualismo geológico. Esto significa suponer que los fenómenos naturales se han dado en la misma forma que se observan actualmente. Por ejemplo, hoy en día se puede determinar de qué manera y en qué condiciones actúa un río erosionando en las partes altas, transportando el producto de esa erosión aguas abajo y sedimentándolo en las depresiones. El actualismo significa suponer que en el pasado los ríos actuaron de esa misma manera. Este es un punto muy importante para reconstruir lo ocurrido en épocas geológicas pasadas.

Tectónica global o de placas

En 1912, el alemán Alfred Wegener lanzó su teoría de la **deriva continental**. Wegener planteó que hace 200 millones de años los continentes estaban todos unidos en un solo supercontinente que llamó **Pangea**. Posteriormente ese supercontinente se habría dividido en fracciones que se desplazaron y originaron los continentes que actualmente conocemos. Los argumentos principales para dicha teoría fueron:

1. La llamativa similitud de las costas de América del Sur y de África, como si fueran dos piezas de un rompecabezas que encajan perfectamente.
2. Además de la similitud de formas costeras hay una coincidencia mucho más importante. Yuxtaponiendo América del Sur y África (como si el Atlántico no existiera) hay una significativa correspondencia de formaciones y estructuras geológicas anteriores al período Triásico en ambas costas.
3. Coincidencias similares, también llamativas, se logran yuxtaponiendo las costas de América del Norte con las de África del Norte y Europa. Aunque menos evidentes, también hay coincidencias si se enfrentan costas de la Antártida, Oceanía, India y África oriental.

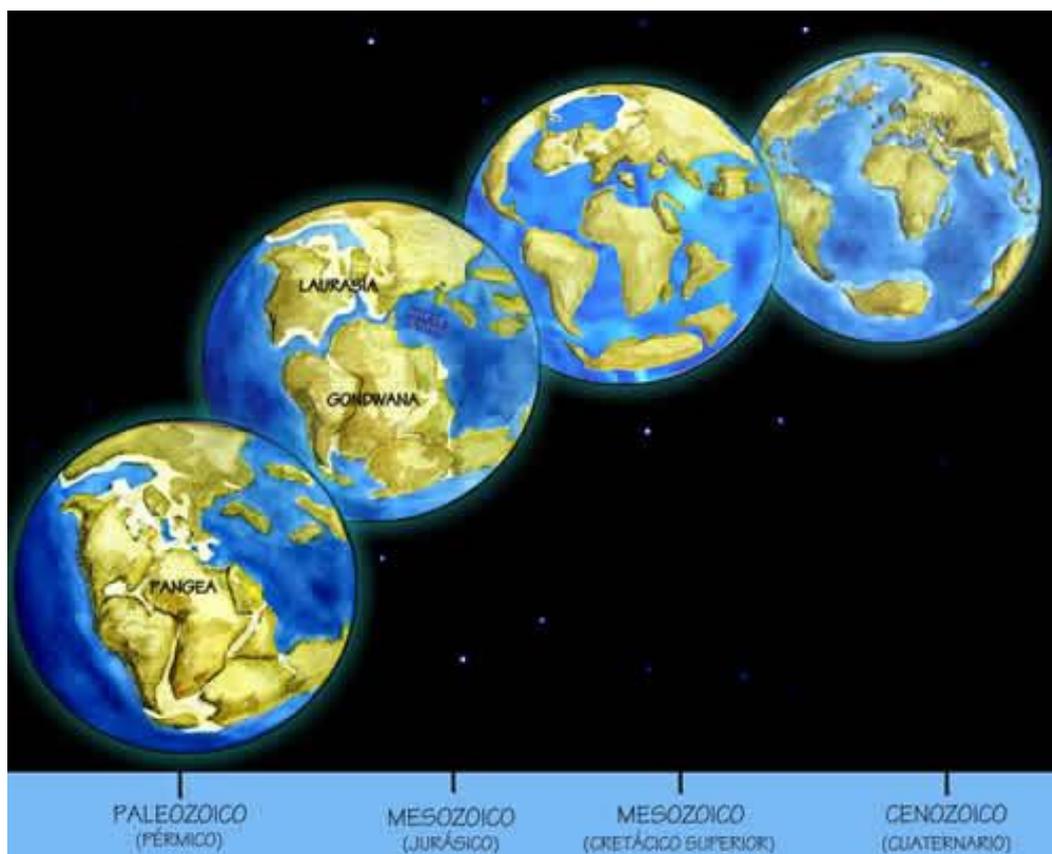


Pangea – 250 million years ago

Wegener supuso que los continentes eran bloques de **sial** que se **desplazaron** horizontalmente, “a la deriva”, apoyados en un **sima** con cierta plasticidad, hasta alcanzar la ubicación actual.

Sial (de silicio y aluminio) y sima (de silicio y magnesio) son antiguas denominaciones. La primera es más o menos equivalente a lo que hoy se llama corteza continental. La segunda, por su composición se correspondería con la

corteza oceánica, pero por las características físicas atribuidas debería corresponderse con la astenósfera.



Durante 50 años la hipótesis de Wegener fue tratada como una idea interesante pero con demasiadas objeciones para ser aceptada en forma general por los investigadores.

Después de 1930 se aportaron nuevos datos y desarrollaron otras teorías que, con el transcurso del tiempo, irían a reforzar la idea de Wegener.

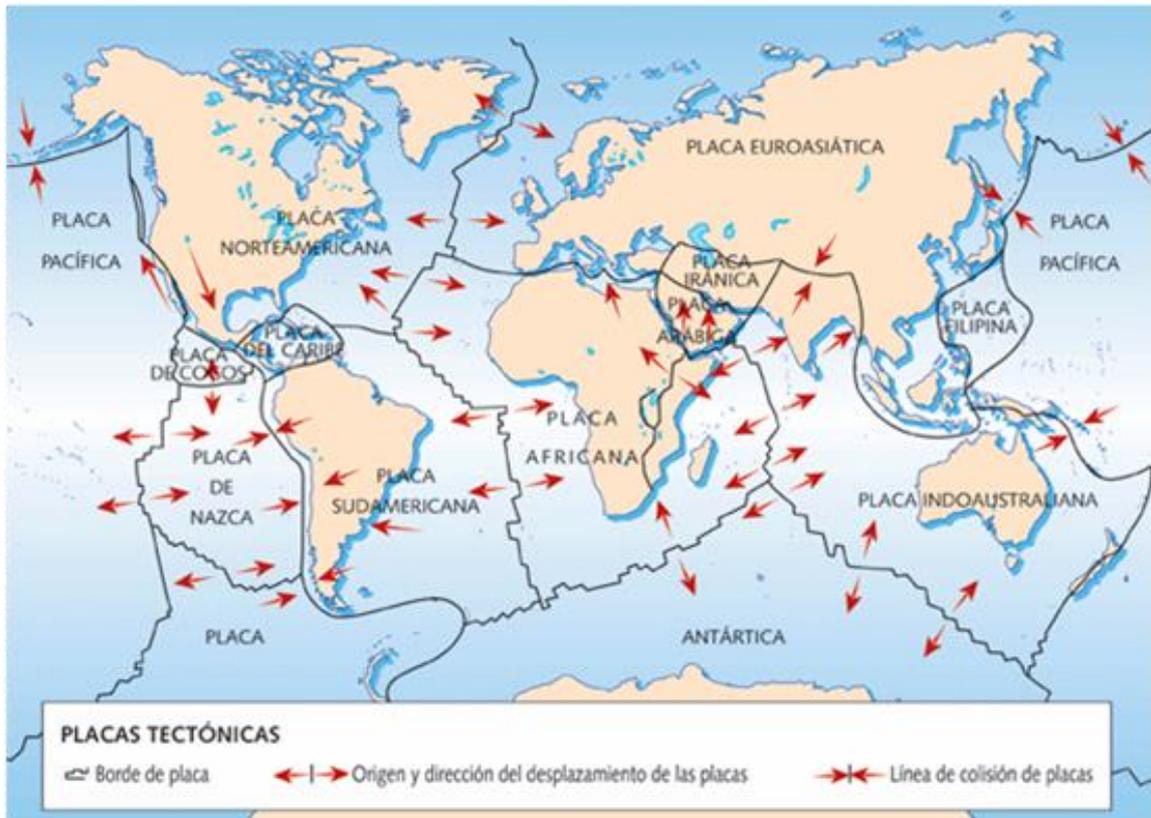
Vening Meinez y otros investigadores plantearon la posibilidad de que existieran corrientes de convección dentro del manto terrestre. Estas corrientes, sumamente lentas, originadas por diferencias de temperatura, proporcionarían los esfuerzos necesarios para crear compresiones y tensiones horizontales en la corteza.

En la década de los años '60 a través del estudio y exploración sistemática de los fondos oceánicos, se encontraron nuevas evidencias a favor de la teoría de la deriva continental.

La exploración de los fondos oceánicos se hizo posible por la introducción de tecnología que permitía observar y tomar muestras desde un barco. Puede decirse que estos estudios hallaron las partes que faltaban para armar el rompecabezas que imaginó Wegener. Nació así la teoría de la **Tectónica Global ó Tectónica de Placas**.

La base de la teoría es la división de la litósfera en fragmentos irregulares, llamados placas, cuyos límites han podido determinarse con bastante precisión. De esta manera se han determinado seis placas principales y otras menores.

Las placas se mueven en distintas direcciones, unas respecto de las otras originando interesantes fenómenos a medida que transcurren los tiempos geológicos.



El movimiento de las placas origina zonas de **convergencia** o “choque” de placas como por ejemplo en la cordillera de los Andes; y zonas de **divergencia** o “separación” de placas, por ejemplo en el medio del océano Atlántico. Esto provoca un engrosamiento de la litósfera en la zona de convergencia y un adelgazamiento en la zona de divergencia.

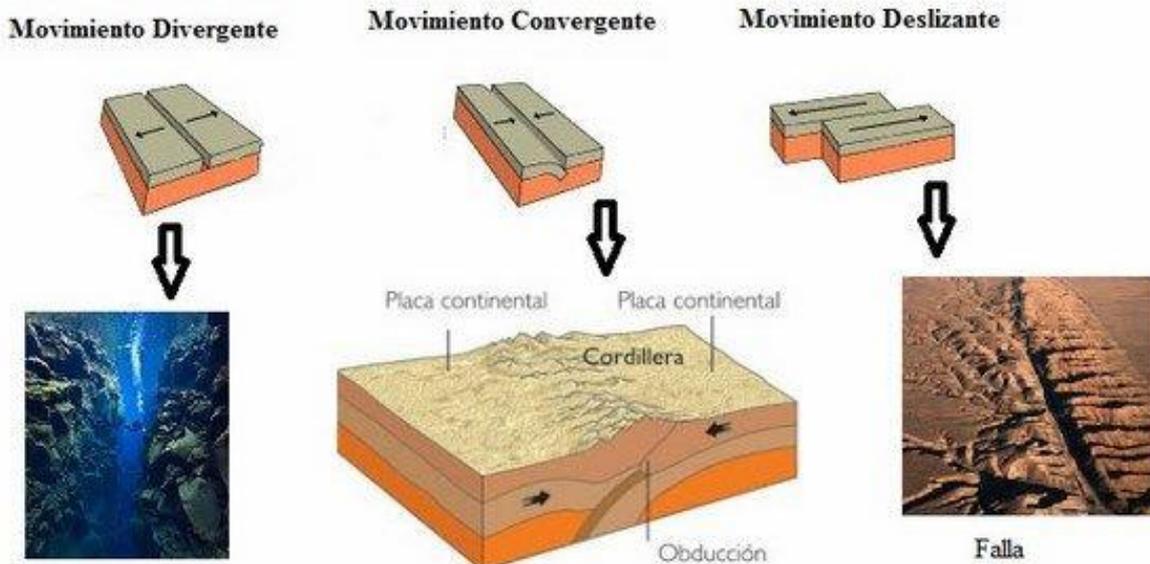
A medida que las placas se separan, las grietas que se originan por esa separación permiten el ascenso de material basáltico proveniente del Manto superior que llena el espacio producido y, en parte, se extruye en forma de lavas. Es así que los suelos oceánicos se encuentran en expansión como consecuencia de la separación de las placas y del aporte de material basáltico del Manto. Es evidente que la expansión de la corteza en los fondos oceánicos tiene que estar compensada por una reducción en otra parte. Es lo que ocurre en las zonas de convergencia mediante la **subducción** de una placa debajo de otra.

En estas zonas de subducción (como la del borde occidental de Sudamérica) todas las rocas corticales están sometidas a intensas compresiones que originan tremendas deformaciones. También se asocian a estas zonas los fenómenos más violentos y catastróficos para el hombre, como los terremotos y los volcanes de erupciones violentas.

Además de las zonas de divergencia y convergencia, hay límites entre placas en los que no hay acortamiento ni alargamiento de la corteza, simplemente se desplaza una respecto de la otra. Es lo que ocurre en la falla de San Andrés, ubicada en California, EEUU. En esta falla se han podido medir los desplazamientos de los últimos 180 años, obteniéndose un promedio de 6,35 centímetros por año para el movimiento de una placa respecto de la otra. Este tipo de fenómeno se denomina **falla de transformación**.

Con respecto a las fuerzas que provocan el movimiento de las placas, actualmente se acepta que deben originarse en corrientes de convección dentro del manto, aunque todavía queden dudas acerca de sus causas, su magnitud, su duración y su ubicación aparentemente cambiante a través de los tiempos geológicos.

MOVIMIENTO DE LAS FALLAS



Por www.areaciencias.com

Orogénesis

Se denomina **orogénesis** al proceso que conduce a la formación de **montañas**. Es una consecuencia de la **tectónica de placas**.

A gran escala las cadenas montañosas se originan en las **zonas de convergencia** de placas donde la litósfera sufre un "abultamiento" debido a la superposición de las placas involucradas.

La orogénesis andina viene ocurriendo desde casi cien millones de años y aún se mantiene activa. Los movimientos no son continuos. En realidad son la suma de pequeños movimientos intermitentes a lo largo de muchos millones de años. Hay períodos de quietud en el que se acumula la energía. Cuando esta energía es suficiente para vencer la resistencia de la superficie de fricción, se produce el movimiento. En la práctica, cada vez que ocurre uno de estos movimientos se percibe un movimiento sísmico.

Geodinámica interna

El magma

Los procesos magmáticos forman parte de la geodinámica interna. Se producen por la formación en profundidad, ascenso y posterior solidificación de una masa silicatada fluida que denominamos **magma**.

El magma se compone de una fase líquida (generalmente dominante), otra sólida y otra gaseosa. Su composición global es la de una mezcla de silicatos fundidos.

La fase gaseosa está compuesta principalmente por agua y cantidades menores de dióxido de carbono, cloruro de hidrógeno, fluoruro de hidrógeno, dióxido de azufre, dihidrogenoborato (H_2BO_3) y otros.

Las temperaturas magmáticas, medidas en lavas, varían entre $700^{\circ}C$ y $1200^{\circ}C$, aunque se supone que en profundidad pueden alcanzar los $1500^{\circ}C$.

Tipos de magmas

Si se tiene presente el gradiente geotérmico del planeta puede deducirse que a cierta profundidad (25 Km o más) las rocas se encuentran a temperatura de fusión, al menos parcial. No obstante, la presión de los materiales que están encima impide que estas rocas pierdan su estado sólido, excepto en aquellos lugares donde profundas fracturas provocan una disminución de presión suficiente para que las rocas calientes adquieran fluidez. Esto ocurre en los límites de las placas litosféricas, especialmente en las zonas de divergencia y convergencia. En esos lugares, y a través de fracturas, el magma formado tiende a ascender hidrostáticamente hacia la superficie. De hecho, la lava de los volcanes es magma que se derrama en la superficie.

Por lo que se ha visto al explicar la Tectónica Global, pueden originarse dos tipos de magmas:

1. En las zonas de divergencia la distensión provoca grietas o fracturas que atraviesan toda la litósfera y permiten el ascenso de material fundido proveniente del manto superior. Es un **magma basáltico**, rico en hierro, calcio y magnesio, y pobre en silicio.
2. En cambio, en las zonas de convergencia, la subducción y la compresión producen grandes engrosamientos corticales. En estas circunstancias, se generan magmas a costa de la fusión de rocas de la corteza, más ricas en silicio y metales alcalinos, dando como resultado un **magma granítico**.

Rocas magmáticas

La solidificación del magma se produce a medida que desciende la temperatura y conduce a la formación de rocas **magmáticas, ígneas o eruptivas**.

Cuando la solidificación se produce a gran profundidad (más de 10 Km.), el proceso es lento y origina, por la cristalización lenta de todos los silicatos, una roca compuesta por individuos minerales cristalinos visibles e identificables a simple vista. A esta roca la llamamos **plutónica** (de grano grueso).

Cuando la solidificación se produce en la superficie (derrame de magma en forma de lava) se forma una **roca volcánica**. Como en este caso el enfriamiento es rápido, la masa rocosa final es microcristalina (cristales visibles al microscopio), y a veces hasta vítrea (no cristalina).

Hay un tipo de rocas intermedias, que son las que se solidifican a poca profundidad, llamadas **rocas hipoabisales**. Estas son generalmente de textura porfírica (son denominadas genéricamente pórfiros o pórfidos) caracterizadas por la mezcla de cristalinos grandes (fenocristales) cristalizados en primer término, distribuidos irregularmente en una masa microcristalina solidificada al final del proceso.

Volcanes

Los volcanes son la expresión superficial de los procesos magmáticos. Su tamaño es insignificante con respecto a la parte del proceso que ocurre en profundidad.

En un volcán se produce la efusión de lava y/o la expulsión de material sólido por medio de explosiones. La efusión de lava es, simplemente, el magma que se derrama en la superficie. Puede producirse a través de una fractura abierta (erupción de fisura) o de un conducto cuya boca superficial se denomina cráter (erupción central).

Las explosiones son la liberación violenta de la presión que se acumula por acción de los gases del magma. Su salida a la superficie siempre se produce desde un

cráter. El material expulsado se compone de fragmentos que se llaman piroclastos. Son de distinto tamaño, desde muy finos (tipo polvo) hasta grandes bloques. El depósito de esos materiales se puede producir alrededor del cráter, formando un cono piroclástico (sobre todo los materiales más gruesos) o ser llevado por el viento (material fino) y depositado en vastas extensiones, lejos del centro volcánico.

Con excepción de las erupciones de fisura, las fases explosivas son frecuentes en casi todos los demás volcanes.

Manifestaciones asociadas a los volcanes

En todas las regiones volcánicas existen manifestaciones relacionadas con los gases magmáticos que, de una forma u otra, se manifiestan en la superficie.

Estas manifestaciones son contemporáneas con la actividad volcánica principal pero también perduran como actividad póstuma mucho tiempo después de terminada la vida de los volcanes.

Fumarolas: son emisiones de gases de origen magmático generalmente a temperaturas muy altas.

Solfataras: son emisiones de gases sulfurados, a menor temperatura que las fumarolas, que suelen producir depósitos de azufre.

Mofetas: son emisiones de gases ricos en bióxido de carbono.

Fuentes de agua termal: en las zonas de influencia de campos volcánicos es frecuente la presencia de afloramientos o fuentes de agua caliente.

Debe aclararse, sin embargo, que existen fuentes termales sin ninguna conexión con volcanes. Las famosas aguas termales de Cacheuta, por ejemplo, son aguas subterráneas calentadas por el gradiente geotérmico normal antes de su afloramiento.

Géiseres: Consisten en verdaderos surtidores de una mezcla de agua y vapor (a temperaturas entre 70 y 100°C), con una gran cantidad de sales disueltas y en suspensión. Es interesante el funcionamiento de estos últimos. La mezcla no tiene por sí suficiente presión como para alcanzar en forma continua la superficie del terreno. Debido a la gran cantidad de sales que lleva disueltas, éstas precipitan y solidifican en la parte cercana al orificio de salida, conformando una especie de "tapa". Esta situación provoca una acumulación de presión que finalmente vence la dureza de la cubierta, produciendo que surja de un chorro de agua y vapor que desaparece al volver a perder vigor. El proceso tiene como especial particularidad la exactitud en los tiempos de duración del ciclo entre una erupción y otra. Este período puede ser de minutos, horas, días o meses, según cada caso, y en algunos de ellos conforman una atracción turística por la espectacularidad que desarrollan. Son célebres los géiseres de Islandia y los del Parque de Yellowstone, en EEUU.

Actividad sísmica: El conjunto de fenómenos físicos que se producen en el interior de un volcán provocan una gran cantidad de movimientos sísmicos que, por lo general, acompañan todo el período de erupción. En todos los casos son sismos locales y de una magnitud muy inferior a los que provocan las grandes fallas y zonas de subducción.

Diastrofismo

Deformaciones de la corteza

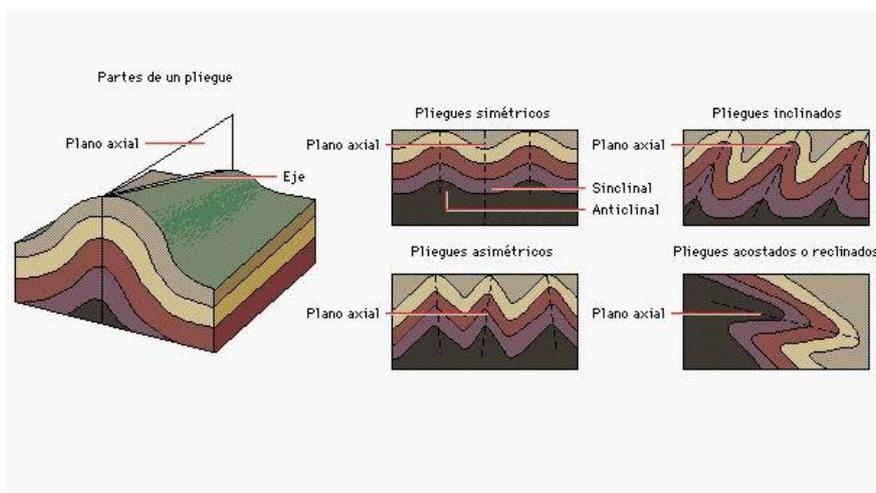
La dinámica interna produce grandes deformaciones en la corteza terrestre a través del proceso denominado tectónica global o de placas. Estas grandes deformaciones son provocadas por la acción de fuerzas internas sus consecuencias se observan especialmente en los límites de las placas corticales.

Todo material sometido a esfuerzo puede tener una deformación elástica hasta cierto límite, dentro del cual se cumple la proporcionalidad entre el esfuerzo y la deformación que establece la ley de Hooke. Dentro de ese límite el material recupera su forma y tamaño original una vez que se deja de aplicar el esfuerzo. Si el esfuerzo es mayor, la deformación puede superar el límite elástico y el material se deforma **plásticamente**, es decir que no recupera su forma y tamaño al dejar de aplicar el esfuerzo. La deformación plástica también tiene límite. Pasado ese límite el material se rompe.

Las rocas de la corteza terrestre, en mayor o menor grado según el lugar donde se encuentren, están sometidas a esfuerzos. Como consecuencias de estos esfuerzos las rocas se deforman.

Plegamiento

La deformación plástica afecta principalmente a las rocas sedimentarias no consolidadas, generalmente agrupadas en conjuntos estratificados, originando una deformación particular llamada **plegamiento**.



Fracturación. Diaclasas y fallas

La fracturación afecta, en realidad, a cualquier tipo de rocas. Las más plásticas, como las sedimentarias inconsolidadas, también se fracturan si los esfuerzos trasponen cierto límite de resistencia.

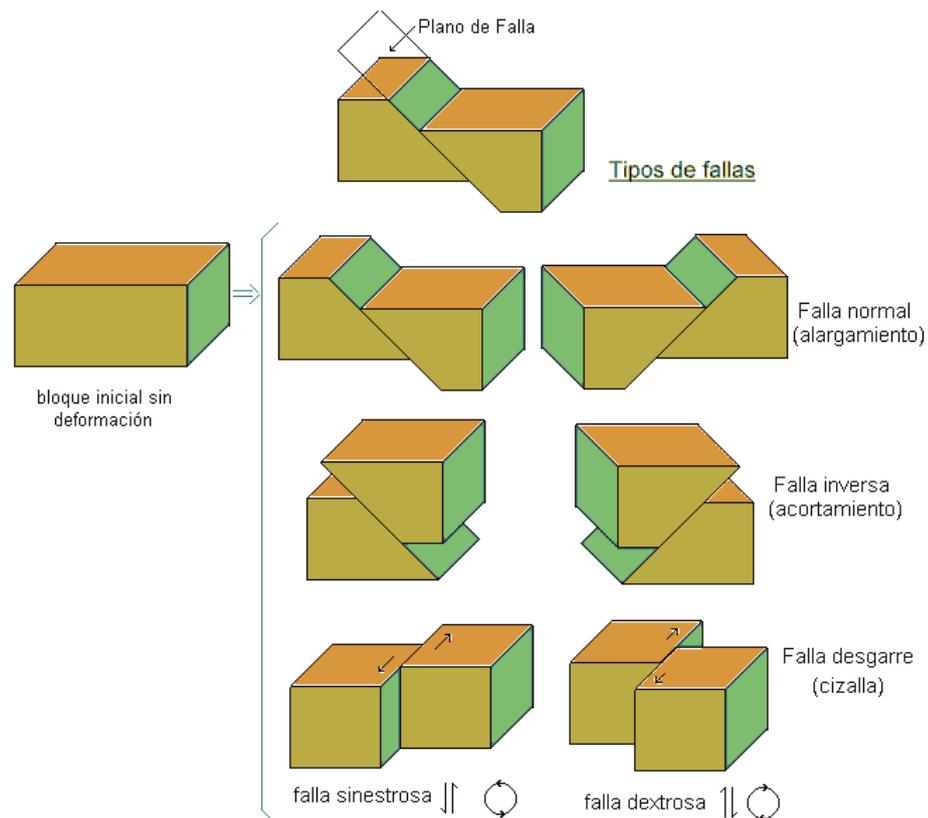
La fractura más simple es la grieta que se origina por contracción. Es un tipo de fractura muy frecuente en las rocas formadas a alta temperatura (las magmáticas, por ejemplo) que se contraen al enfriarse originando grietas. Tales grietas se llaman **diaclasas** de tensión.

También se denominan **diaclasas** las producidas por compresión a condición de que los bloques rocosos involucrados no sufran desplazamiento. Cuando los bloques involucrados sufren desplazamiento, la fractura se llama **falla**.

Según la relación entre la posición de la falla y el movimiento de los bloques con la dirección de los esfuerzos actuantes, se reconocen tres tipos de fallas:

1. **Falla directa o normal:** se origina en condiciones de tracción horizontal de los materiales de la corteza, de manera que la fuerza que normalmente provoca el movimiento de bloques es la fuerza de gravedad.
2. **Falla inversa:** se origina en condiciones de compresión horizontal de los materiales rocosos.

3. **Falla de desplazamiento de rumbo (o de desgarre):** también se origina en condiciones de compresión horizontal. El plano de falla es vertical o subvertical.



Cuando un bloque rocoso se desplaza con respecto a otro a través de un plano de falla que, lejos de ser un plano perfecto, es una superficie irregular, se produce una tremenda fricción entre los dos bloques que tritura y hasta muele las rocas. Como consecuencia de ello una falla no es un simple plano de separación sino una zona de rocas fracturadas, trituradas y molidas entre dos bloques. Las rocas trituradas, que suelen ser el indicio más visible para detectar una falla en el terreno, se denominan **brechas de falla**. Cuando el material está molido, al polvo se lo llama **jaboncillo o harina de falla**. Si el conjunto forma una masa bandeada de grano fino, es una **milonita**.

Metamorfismo

Metamorfismo es el proceso de transformación de la mineralogía y la estructura de las rocas por acción de la **temperatura** y/o la **presión**, en un determinado **ambiente químico**. La temperatura y la presión son, en consecuencia, los **agentes** del metamorfismo, y es común que ambos participen en el proceso.

Sin embargo, hay casos en que solo actúa la temperatura produciendo exclusivamente en metamorfismo **térmico**. En otros casos solo actúa la presión, y el metamorfismo resultante se denomina **dinámico**.

En zonas orogénicas, y a partir de cierta profundidad, las rocas son sometidas a grandes presiones. Estas presiones se deben a los empujes propios de la geotécnica terrestre y al peso de las rocas que se encuentran por encima. Además a partir de cierta profundidad, las rocas se calientan debido al gradiente geotérmico, alcanzando altas temperaturas. Estas condiciones producen el metamorfismo de esas rocas en casi toda la zona afectada por la orogénesis, es decir, en grandes regiones; por esa razón, el metamorfismo resultante se llama **regional**.

A menor profundidad, la temperatura de las intrusiones magmáticas producen un calentamiento de las rocas de caja transformándolas, en la inmediata cercanía del contacto, en rocas metamórficas. Este efecto, esencialmente térmico, se llama metamorfismo **de contacto**, y abarca extensiones relativamente reducidas.

En cualquiera de los casos el proceso de metamorfismo origina un conjunto de rocas nuevas, diferentes a las preexistentes, que se llaman **rocas metamórficas**.

El proceso metamórfico es esencialmente isoquímico, es decir que los mismos elementos químicos de la roca original se recombinan y recristalizan formando nuevos minerales, con una pérdida de agua y, en algunos casos, de dióxido de carbono.

Muchos de los minerales que componen las rocas metamórficas son los mismos que componen otros tipos de rocas, como por ejemplo, cuarzo, feldespato, plagioclasas, micas, anfíboles y piroxenos. Sin embargo hay un grupo de minerales característicos, que aparentemente solo se forman en las condiciones del metamorfismo: sillimanita, andalucita, disteno, cordierita, estaurolita, granate y wollastonita.

Bibliografía

- Geografía Ambiental Planeta Agua (Panda Educación Ambiental – 2006)
- Carta Encíclica LAUDATO SI' del Sumo Pontífice Francisco (Editorial Santa María – 2015)
- Ingeniería y Ciencias Ambientales (Mackenzie L. Davis - Susan J. Masten) Mc Graw Hill Interamericana 2005.
- UNESCO: Programa Hidrológico Internacional para América Latina y el Caribe, en el marco del Programa "Agua y Educación: para las Américas"
- Manual del agua potable (Frank R. Spellman- Joanne Drinan)
- Introducción al concepto de Energía. Anthony Carpi, Ph.D. (www.visionlearning.com)
- Secretaría de Energía de la Nación: Contenidos didácticos.
- Instituto para la diversificación y ahorro de energía. Secretaría de Energía Gobierno de España.
- Curso sobre energía. Proyecto Newton, materiales didácticos. Ministerio de Educación- Gobierno de España.
- www.definicionabc.com/tecnologia/energia-quimica
- Lavandaio, Eddy Omar Luis, 2008. Elementos de geología, mineralogía y materias primas minerales, 2ª edición. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Buenos Aires.
- Eduardo O. Zappettini. Minería, Geología y Sociedad. Publicación FUNDAMIN (Fundación Para el Desarrollo de la Minería Argentina).