

TEMA 5. LA HIDROSFERA (I)

1. La hidrosfera como sistema
2. Distribución del agua en la Tierra
3. Principales propiedades del agua
4. El ciclo del agua
5. El Balance hídrico
6. Dinámica hídrica
 - 6.1. Dinámica hídrica continental
 - 6.1.1. Aguas superficiales
 - Aguas de arroyada. (Estudiado en tema 6)
 - Torrentes. (Estudiado en tema 6)
 - Ríos. (Estudiado una parte en tema 6)
 - Glaciares. (Estudiado en tema 6)
 - Lagos.
 - Humedales.
 - 6.1.2. Aguas subterráneas.
 - 6.2. Dinámica hídrica oceánica.
 - 6.2.1. Olas
 - 6.2.2. Corrientes marinas
 - 6.2.3. Mareas

1. LA HIDROSFERA COMO SISTEMA

La hidrosfera es la envoltura de la superficie terrestre formada por los océanos, mares, ríos, lagos, glaciares,... junto con las aguas subterráneas.

Es un sistema abierto ya que intercambia materia y energía con los otros sistemas terrestres, cambiando de estado y de localización. (Recordar su origen).

El principal elemento que constituye la hidrosfera es el agua, que puede estar en estado sólido o líquido. En la hidrosfera, el agua no se encuentra en estado puro, sino que contiene muchas sustancias en disolución y materiales en suspensión.

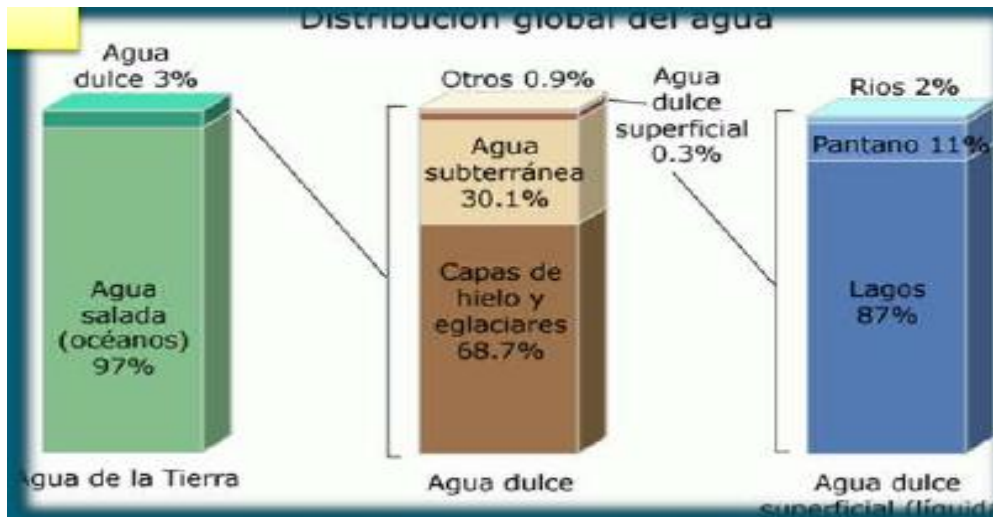
2. DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN LA TIERRA

Aproximadamente el 70% de la superficie de la Tierra está cubierta de agua. En la hidrosfera distinguimos:

- **Las aguas oceánicas:** constituyen el 97% de la hidrosfera, son las aguas de los océanos y los mares. Su profundidad media es de 4000 m.
- **Las aguas continentales:** Representan el 3% de la hidrosfera. Son las aguas que se localizan en los continentes. Se distribuyen a su vez en:

- . Aguas superficiales: constituidas por aguas de escorrentía, ríos, lagos,... Representan el 1%.
- . Aguas subterráneas: circulan por el subsuelo y se acumulan en los acuíferos. Representan el 20%.
- . Casquetes polares y glaciares: donde el agua se encuentra en estado sólido. Representa el 79%.

El agua también se encuentra en la atmósfera en forma de vapor y de nubes.

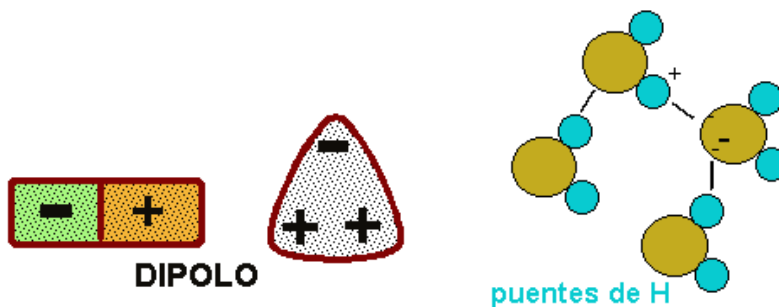


3. Propiedades del agua

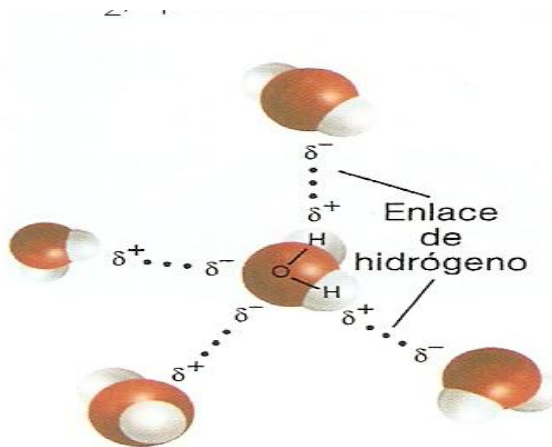
La molécula de agua está formada por dos átomos de H unidos a un átomo de O por medio de dos enlaces covalentes. El ángulo entre los enlaces H-O-H es de $104^{\circ}5'$. El oxígeno es más electronegativo que el hidrógeno y atrae con más fuerza a los electrones de cada enlace desplazándolos hacia él.

El resultado es que la molécula de **agua** aunque tiene una carga total neutra (igual número de protones que de electrones), presenta una distribución asimétrica de sus electrones, lo que la convierte en una **molécula polar**, alrededor del oxígeno se concentra una **densidad de carga negativa**, mientras que los núcleos de **hidrógeno** quedan desnudos, desprovistos parcialmente de sus electrones y manifiestan, por tanto, una **densidad de carga positiva**.

Por eso en la práctica la molécula de agua se comporta como un **dipolo**.



Este carácter dipolar permite a las moléculas establecer puentes de hidrógeno entre ellas.



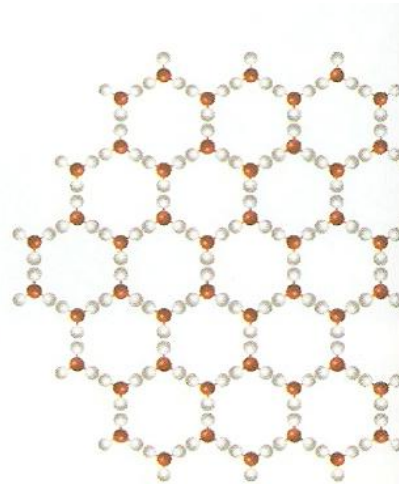
Estructura molecular del agua.

La estructura de la molécula de agua va a determinar la mayoría de sus propiedades, las más importantes son:

- **Gran poder disolvente:** Debido a su carácter polar el agua establece atracciones eléctricas con sustancias polares e iónicas, favoreciendo su disolución. El agua es el líquido que más sustancias disuelve, por eso decimos que es el **disolvente universal**. Esta propiedad tan importante para los s v también favorece su contaminación.
- **Elevado calor específico:** (cantidad de energía que hay que suministrarle a 1 g de una sustancia para elevar 1°C su temperatura). Esta propiedad está en relación con los puentes de hidrógeno que se forman entre las moléculas de agua. El agua puede absorber grandes cantidades de "calor" que utiliza para romper los p.de h. por lo que la temperatura se eleva muy lentamente. Esta propiedad influye directamente en el clima ya que las nubes y océanos almacenan y transportan gran cantidad de E.
- **Elevadas entalpías de cambios de estado:** también los p.de h. son los responsables de esta propiedad. El agua al cambiar de estado cede o adsorbe gran cantidad de E al medio. Para evaporar el agua, primero hay que romper los puentes y posteriormente dotar a las moléculas de agua de la suficiente energía cinética para pasar de la fase *líquida* a la *gaseosa*.
(Para evaporar un gramo de agua se precisan 540 calorías, a una temperatura de 20° C, en la condensación ese calor será liberado al medio).
Los cambios de estado del agua juegan un importante papel en las transferencias de E entre la atmósfera y la hidrosfera. Esta E no se manifiesta como cambio de T^a por eso se llama **calor latente**. (Calor latente de vaporización, de fusión,...).
- **Densidad anómala:** Al contrario que la mayoría de las sustancias el agua en estado sólido es menos densa que en líquido, al tener una estructura cristalina abierta y ocupar más volumen. Por eso el hielo flota sobre el agua líquida impidiendo que una gran parte del océano se congele al igual que muchos lagos. Además la densidad máxima se alcanza a 4°C.



Estructura del agua líquida.



Estructura del agua sólida.

- **Contenido en oxígeno:** Depende de la T° (los gases se disuelven más fácilmente a T° bajas), actividad biológica (fotosíntesis por s v acuáticos) e intercambio con atmósfera (aguas más agitadas tendrán más O_2).
- **Salinidad:** Es la concentración de sales disueltas por volumen de agua (suele expresarse en gramos por kilogramo de agua, es decir, en tanto por mil). El agua de lluvia es pura pero en su descenso va incorporando iones y gases aumentando su mineralización. Al discurrir por la superficie terrestre disuelve las rocas y aumenta más su mineralización. Las aguas continentales tienen una salinidad variable, que dependerá del sustrato geológico, del clima y de la vegetación. La salinidad del agua marina por término medio es de unos 33 o 38 por mil, variando mucho en función a diversos factores: evaporación, cantidad de agua dulce aportada por los ríos que desembocan en dicha cuenca, naturaleza de las rocas contiguas y de la propia cuenca, volumen de dicha cuenca, vulcanismo submarino, fusión de glaciares...

Los principales iones existentes en los medios acuáticos son:

Aniones: Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , HCO_3^- , ...

Cationes: Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++}

La sal más abundante en las **aguas continentales es el bicarbonato cálcico**, mientras que en las **aguas marinas predomina el cloruro sódico**.

La salinidad es uno de los factores abióticos que más condiciona la distribución de los organismos acuáticos por los graves problemas osmóticos que origina

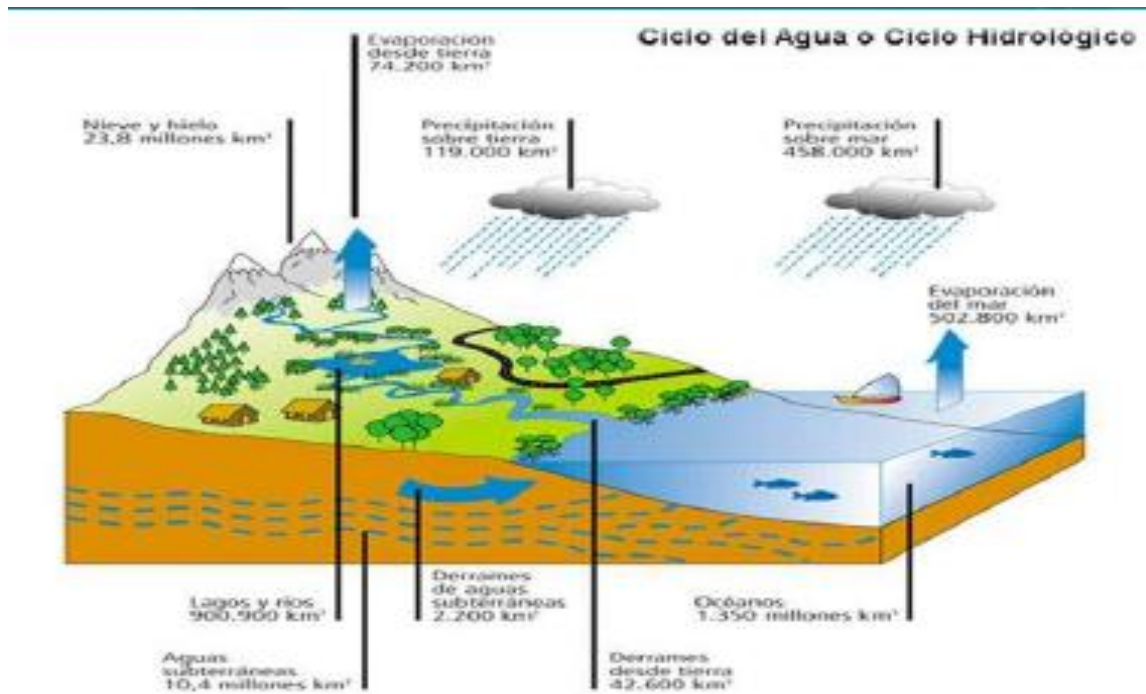
Las aguas naturales se clasifican según su contenido en sales:

- **Dulces:** hasta 1500 mg/litro
- **Salobres:** entre 1500-5000 mg/litro
- **Saladas:** más de 5000 mg/litro

Al aumentar la salinidad aumenta la densidad del agua.

4. EL CICLO DEL AGUA

El agua de la hidrosfera experimenta movimientos y cambios de estado describiendo un ciclo llamado Ciclo del agua.



El calor del sol evapora el agua de los océanos y continentes que pasa en estado gaseoso a la atmósfera. El vapor de agua de la atmósfera **se condensa** formando las nubes que contienen pequeñas gotitas de agua o cristales de hielo. Al condensarse el agua de las nubes, **precipitan** en forma de lluvia, nieve o hielo volviendo a los continentes o al mar. El agua que cae sobre los continentes puede seguir varios caminos:

- Fluye o discurre por la superficie formando torrentes, ríos, lagos,...
- Se acumula en forma de nieve.
- Se infiltra a través de las rocas pasando a formar parte de las aguas subterráneas.
- Finalmente, todas las aguas continentales van a parar al mar.

El agua vuelve a la atmósfera inmediatamente de nuevo por evaporación, o bien a través de la transpiración y respiración de los seres vivos.

La **evapotranspiración** es el paso de agua a la atmósfera a partir de la transpiración de las plantas y de la evaporación del agua del suelo.

El volumen de agua evaporada del mar es mayor que el de las precipitaciones caídas sobre el mismo, mientras que en los continentes es menor, es decir existe un déficit de precipitación en los océanos, que se compensa con el superávit de los continentes, el cual es devuelto al océano mediante la escorrentía. Se calcula que en todo el planeta se evapora cada año unos 500.000 km³ de agua que vuelven de nuevo a la superficie terrestre en forma de precipitaciones. Este es el **balance hídrico global de la Tierra**. Sin embargo, la cantidad de agua que se evapora y precipita varía con la **latitud**, debido a la distinta incidencia de los rayos solares, de forma que en el ecuador predomina la evaporación y en latitudes superiores la precipitación; y con las **estaciones del año**.

La energía que alimenta el ciclo del agua es la **energía solar** y también la **fuerza gravitatoria**.

El ciclo del agua se considera cerrado, el volumen de agua se mantiene prácticamente constante, si bien hay ganancias y pérdidas que consideramos despreciables.

- **Ganancias:** vapor de agua proveniente del manto emitido por los volcanes y la caída de cometas.

- Pérdidas: procesos geológicos como la subducción en el manto de litosfera oceánica, formación de minerales hidratados, como el yeso, que incorporan en su estructura moléculas de agua. El agua se retira así del ciclo durante millones de años.

El **ciclo hidrológico regula térmicamente** la superficie de la Tierra, transportando materia y energía de las zonas más calientes a las más frías.

En el Ciclo del Agua podemos distinguir dos parámetros:

- **Tiempo de residencia:** Es el tiempo que una molécula de agua permanece en un lugar determinado. Varía en función de la zona de la hidrosfera donde se encuentra:
 - . Atmósfera: 9-10 días.
 - . Ríos: 12-20 días.
 - . Lagos: 1-100 años.
 - . Acuíferos subterráneos: 200 años.
 - . Océanos: 3000 años.
- **Tasa de renovación:** Es la cantidad de agua que sale o entra de un determinado compartimento (lago, mar, río,...) por unidad de tiempo, dividido por el volumen del agua de este compartimento.

$$\text{Tasa de renovación} = \text{Cantidad de agua} / \text{unidad de tiempo}$$

Cuanto mayor es el tiempo de residencia, menor es la tasa de renovación. Ambos parámetros influyen en la concentración de sales que se encuentran en disolución en el agua procedentes de la disolución de las rocas. **En el mar** el tiempo de residencia es muy largo, por lo cual el agua se renueva muy lentamente, con lo que su contenido en sales es elevado. Por ello se denominan **aguas saladas**.

Las **aguas continentales** tienen un tiempo de residencia más corto, se renuevan de manera rápida y por esta razón, la mayoría de las aguas continentales tienen un contenido en sales bajo y por ello se les llama aguas dulces.

5. BALANCE HÍDRICO

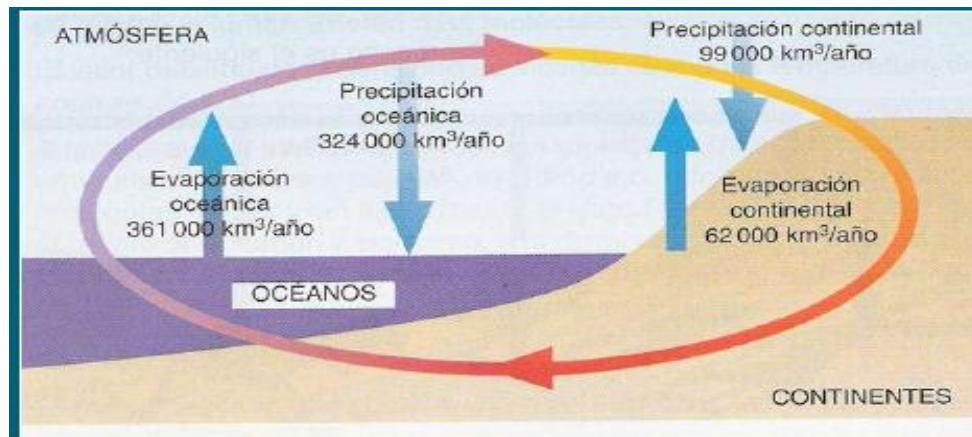
Se refiere a una cuenca hidrográfica, al conjunto de todas las de un país o al balance global del planeta nombrado en el pto. anterior. Es el análisis de la distribución de los distintos componentes del ciclo hidrológico en dicha cuenca o cuencas al cabo de cierto tiempo, normalmente un año (año hidrológico). Ordinariamente se cumple que las entradas de agua en la cuenca son iguales a las salidas. Las primeras se deben a las precipitaciones (P), mientras que las salidas se producen por evapotranspiración (EVT) y por escorrentía (E), tanto superficial como subterránea. $P = EVT + E$. Los resultados de los balances se suelen expresar en términos relativos, como porcentajes de la precipitación. Así el balance hídrico en España es:

$$P (100\%) = EVT (66\%) + E (34\%).$$

Ya que el valor medio de las precipitaciones es $325.000 \text{ hm}^3/\text{año}$. El balance sería $325.000 \text{ hm}^3/\text{año}$ (P) = $215.000 \text{ hm}^3/\text{año}$ (EVT) + $110.000 \text{ hm}^3/\text{año}$ (E).

Los balances hídricos son imprescindibles en la planificación hidrológica de una cuenca o de un país.

Balance hídrico global:



6. DINÁMICA HÍDRICA

La dinámica hídrica estudia los distintos recorridos o circuitos que sigue el agua al circular en la hidrosfera, así como los cambios que experimenta en su recorrido y la forma como repercute el movimiento del agua en el terreno.

6.1. DINÁMICA HÍDRICA CONTINENTAL

Al estudiar las aguas continentales y su relación con el sustrato utilizamos como unidad la **cuenca hidrográfica** que es la superficie del terreno que incluye un río y todos sus afluentes desde el nacimiento hasta la desembocadura. El agua que se infiltra en el suelo formando las aguas subterráneas también forman parte de ésta.



La línea imaginaria que separa dos cuencas se denomina **línea divisoria de aguas** que, generalmente, coincide con la cresta de las montañas, de manera que separa dos vertientes y define dos caminos diferentes a seguir para el agua procedente de las precipitaciones. Los cursos de agua superficiales de la cuenca hidrográfica constituidos por los ríos y afluentes forman una **red hidrográfica**. Según donde desagüen las aguas superficiales, se distinguen dos tipos de cuencas hidrográficas:

- **Cuenca hidrográfica abierta o exorreica:** Son aquellas en las que el agua fluye hasta desembocar en el mar. Es el tipo de cuenca más frecuente. Podemos encontrarla en toda la Península (*Macizo gallego, Litoral Mediterráneo*).

- **Cuenca hidrográfica cerrada o endorreica:** Son aquellas en las que las aguas superficiales se infiltran en el terreno o se acumulan en un lago. Estas aguas **nunca desembocan en el mar**. Son típicas de las zonas áridas o semiáridas en las que las precipitaciones son ocasionales, acumulándose el agua en depresiones del terreno formando lagos. Su contenido en sales es alto, debido a que en estas zonas se produce una elevada evaporación del agua. En España se localizan en algunas zonas de la depresión del Ebro y de la Mancha (*Laguna de Gallocanta en la provincia de Zaragoza*).

En una cuenca hidrográfica se puede distinguir entre:

6.1.1. AGUAS SUPERFICIALES

(Las aguas de escorrentía, Los torrentes, ríos en parte y glaciares están explicados en el tema 6).

Ríos: (Se completará en tema 6)

Un río es una **corriente de agua continua, con cauce fijo**, que desemboca en el mar, un lago u otro río, en este caso se denomina afluente. El agua del río también puede infiltrarse y pasar a formar parte de las aguas subterráneas.

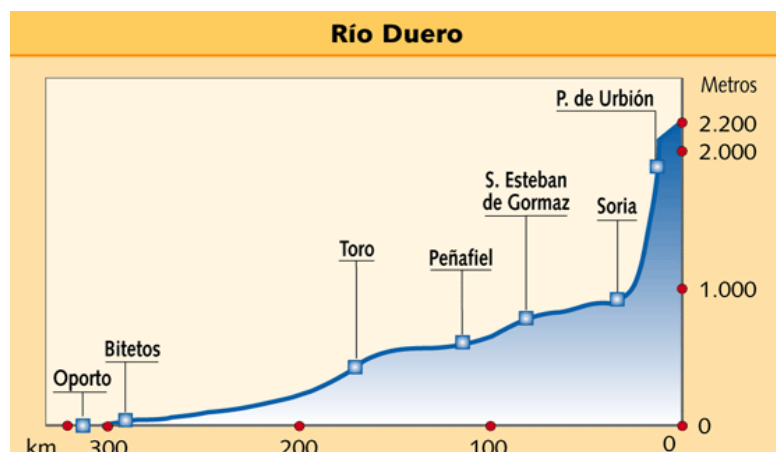
Perfil longitudinal:

Es el perfil que describe el cauce del río desde el nacimiento hasta la desembocadura. La desembocadura se denomina nivel de base. Pueden considerarse niveles de base locales cualquier zona donde el río se remansa; para los afluentes, el nivel de base es su desembocadura en el río principal.

El río tiende a eliminar los accidentes de su cauce, suavizando el perfil. Se llama pendiente de equilibrio al punto en el que el río alcanza un estado en el que solamente transporta materiales sin que realice erosión, ni sedimentación.

Se llama perfil de equilibrio a aquél en el que a lo largo de todo el cauce se ha alcanzado la pendiente de equilibrio, de modo que el río sólo transporta materiales, de modo que el río solamente tendría fuerza para discurrir, sin erosionar. Este es un concepto teórico y nunca llega a alcanzarse debido a la existencia de rejuvenecimientos de la cuenca.

La línea ideal que dibuja un río desde su nacimiento hasta su desembocadura se representa gráficamente como una curva cuya forma ideal es



la de una curva exponencial cóncava.



En un río hay que considerar los siguientes parámetros:

- **Caudal:** Es el volumen de agua que se transporta por unidad de tiempo. Se expresa en metros cúbicos por segundo (m^3/s). El caudal varía en los distintos puntos del curso de un río y también a lo largo de las estaciones, según las precipitaciones. Los ríos españoles presentan mayor caudal en primavera y otoño, épocas en que pueden experimentar grandes crecidas. Los **hidrogramas** son las gráficas que representan las variaciones del caudal de un río en distintas épocas del año. Las medidas que se realizan para confeccionar estas gráficas se deben realizar siempre en el mismo punto para que sean representativas. Se diferencian los hidrogramas anuales y los de crecida.
- **Carga (C):** Es la cantidad de materiales que transporta un río o un torrente en un tramo determinado.
- **Capacidad (Q):** Es la cantidad máxima de materiales que puede transportar una corriente de agua en cada tramo. Cuando mayores son el caudal y la velocidad del agua, mayor es la capacidad. La relación entre la carga y la capacidad varía a lo largo del curso de un río de esta forma:
 - . Si la capacidad es mayor que la carga ($Q > C$): Predomina el proceso de erosión. Normalmente ocurre en el curso alto de un río, donde existe una elevada energía potencial.
 - . Si la capacidad es igual a la carga ($Q = C$): La velocidad disminuye, se produce una situación de equilibrio y el proceso principal es el transporte. Corresponde al curso medio del río.

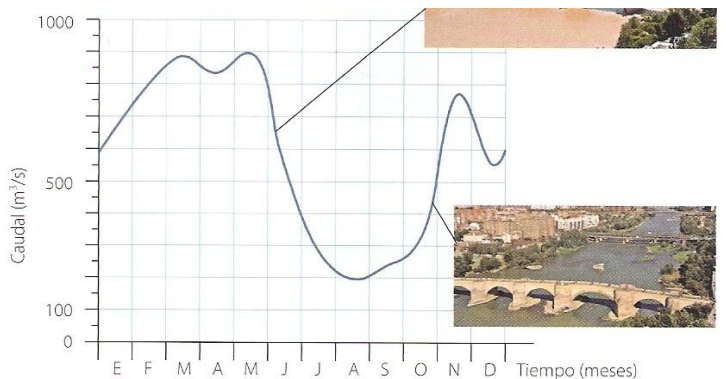
. Si la capacidad es menor que la carga ($Q < C$): Disminuye la velocidad de la corriente, pierde energía cinética y predomina la sedimentación. Este caso se da en la desembocadura.

Interpretación de hidrogramas:

Hidrogramas anuales

Representan la evolución del caudal de un río a lo largo del año.

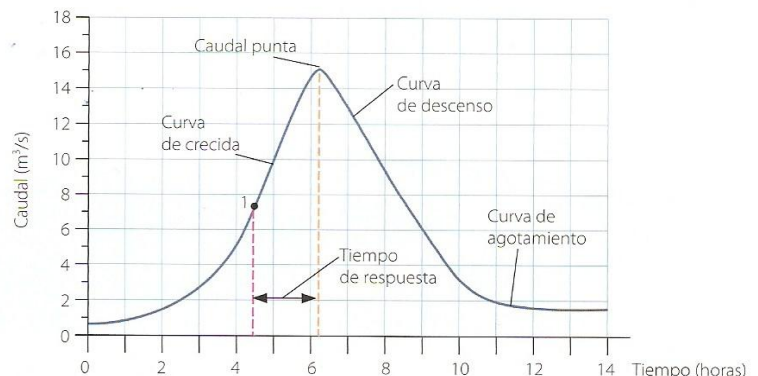
El hidrograma de la derecha muestra el caudal del río Ebro a su paso por Zaragoza durante un año. Se puede observar la variación estacional del caudal. Durante los meses de verano el caudal del río baja sustancialmente con respecto al resto de los meses, presentando un máximo en marzo y otro en mayo, meses en los que las precipitaciones son más abundantes.



Hidrogramas de tormenta

En el hidrograma se representa la respuesta del caudal de un arroyo ante un aguacero.

El tiempo de respuesta es el intervalo de tiempo desde el momento en que las precipitaciones son la mitad del total (1) hasta que se alcanza el caudal punta. Cuanto más corto sea el tiempo de respuesta, más probable es que se produzca una inundación catastrófica.



Estos últimos también se llaman hidrogramas de crecida. Los hidrogramas son muy útiles para prevenir y valorar las inundaciones.

Caudal Punta. Es el caudal máximo que transporta una corriente fluvial.

-Hidrogramas anuales:

Época de crecida Zonas del año en que el caudal de un río aumenta considerablemente (Ej.: épocas de deshielo o épocas de un aumento de las precipitaciones) **Época de estiaje.** Zonas del año en que disminuye considerablemente el caudal de un río. (Ej. En el verano).

LAGOS:

Son masas de agua de gran extensión y profundidad en depresiones del terreno denominadas **cubetas**. En muchos casos, del lago sale un río que va al mar, en otros no hay desagüe, sino que las aguas se evaporan a la atmósfera directamente desde el lago.

Aunque en su mayoría son de agua dulce, también existen lagos salados.

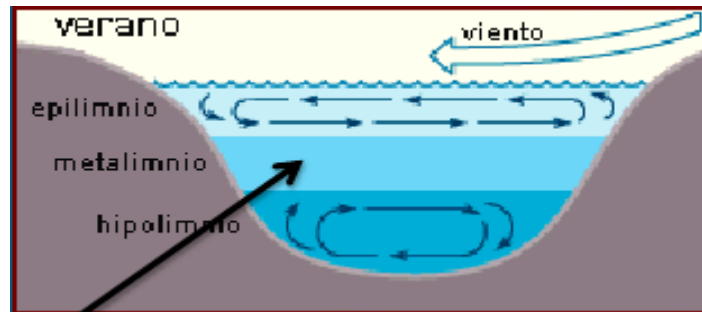
El origen de los lagos puede ser: **cárstico**, **glaciar**, **tectónico** como en la zona del rift africano en el que se sitúan lagos como el de Victoria, Tanganika; **volcánico**: cuando el agua rellena el cráter de un volcán.

Las aguas producen de los ríos, de la escorrentía superficial del deshielo o de acuíferos subterráneos.

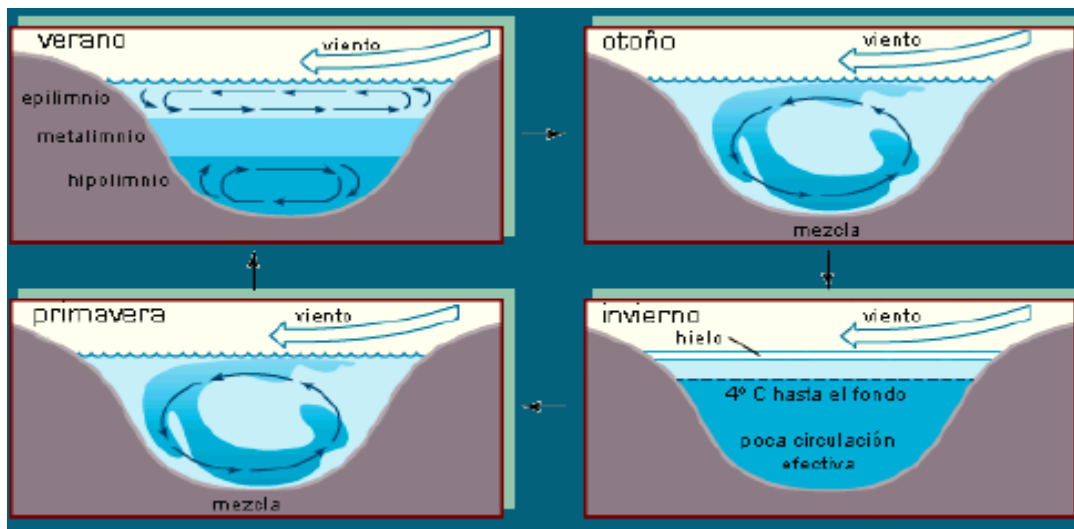
Los lagos tienen una dinámica anual que se rige por las variaciones de temperatura producidas durante las estaciones del año y que ocasionan cambios en la densidad del agua.

Así, en verano se calientan las aguas superficiales y se diferencian dos capas de temperatura y densidad diferentes:

- La **capa superficial** de aguas cálidas, iluminadas y poco densas donde se concentra la vida.
- Las **aguas profundas** más frías y densas.
- En la zona límite entre las dos capas de cambio de temperatura existe una capa intermedia de agua llamada **termoclina**.



Al llegar el otoño (y en algunos la primavera) se produce un descenso de la temperatura que provoca la mezcla de las aguas del lago y la termoclina desaparece. En invierno, si se hiela la superficie del lago, los seres vivos sobreviven en el agua debajo de esta capa de hielo que hace de aislante, de forma que por muy largo que sea el invierno, un lago de tamaño considerado no llega a helarse.

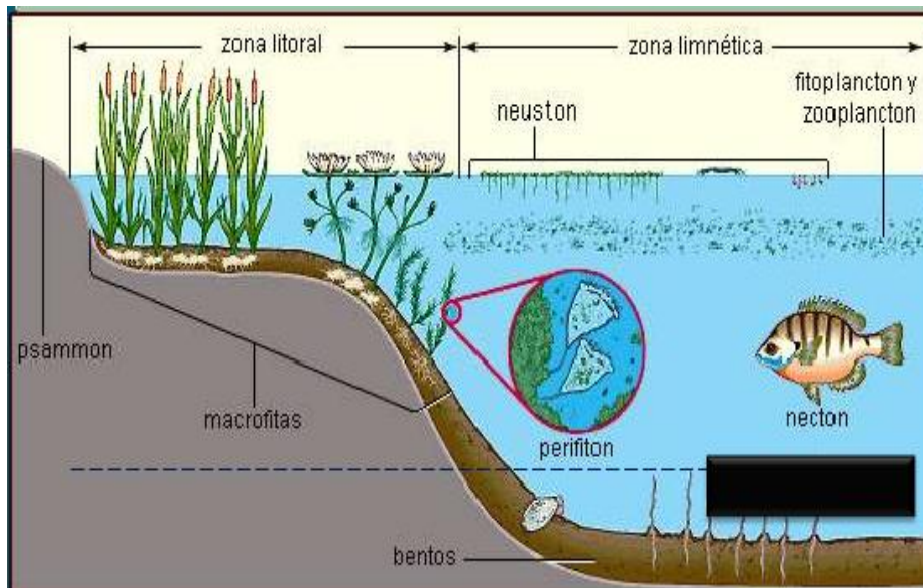


Esta dinámica tendrá lugar en lagos de latitudes medias, pues en latitudes muy altas, clima frío no se diferencian estaciones y en climas tropicales tampoco y en estos durante todo el año habrá una estratificación del agua con termoclina.

En la vertical también se distinguen tres zonas:

- **Zona litoral:** Poca profundidad, existen plantas y se produce más biomasa.
- **Zona Limnética:** Hasta donde llega la luz solar (aproximadamente 30m), el oxígeno consumido por los seres vivos es igual al producido por el fitoplancton.

- **Zona profunda:** No hay luz solar ni fotosíntesis, solo existen bacterias y hongos que descomponen la materia orgánica que cae al fondo, la temperatura permanece constante en torno a los 4°C.



HUMEDALES:

Son extensiones de terreno saturadas de agua (encharcadas), o cubiertas por una capa de agua poco profunda.

A diferencia de los lagos, tienen poca profundidad, lo que permite el establecimiento de la vegetación en el fondo y no se forma termoclina.

Según el origen se distinguen distintos tipos de humedales:

- **Humedales de la costa:** Son los más comunes en la Península y pueden ocupar superficies muy extensas. Se forman en la desembocadura de los ríos, donde se mezcla el agua dulce y el agua salada (*albufera de Valencia, delta del Ebro, marismas de Doñana*).
- **Humedales de montaña:** Se forman por el deshielo de los glaciares de alta montaña y se encuentran dispersos en zonas próximas a los lagos (*los humedales del parque Nacional de Aigües Tortes en el Pirineo de Lleida*).
- **Humedales de las zonas áridas:** Son humedales de alta salinidad debido a la elevada evaporación en estas zonas (*humedales de La Mancha o de la depresión del Ebro*).
- **Humedales que se forman por las aguas subterráneas:** Se forman por ascenso de las aguas subterráneas como las de las *Torcas de Cuenca o las Tablas de Daimiel*.

Tradicionalmente se consideraba a los humedales como zonas sin valor económico e insalubres. Actualmente suelen ser espacios protegidos como reservas de biodiversidad, por ser zonas de invernada de aves migratorias. Además, regulan las escorrentías y evitan grandes crecidas en los ríos e inundaciones.

6.1.2. AGUAS SUBTERRÁNEAS:

Se forman a partir del agua que se infiltra en el terreno en función de:

La porosidad del suelo (relación entre espacios vacíos y el volumen total) p.ej. Una porosidad del 10% indica que 100cm³ de roca contienen o pueden contener 10 cm³ de agua. Puede ser primaria (por la propia naturaleza de la roca) o secundaria (por fracturación o disolución).

Permeabilidad. Es la capacidad de permitir que el agua circule por los espacios vacíos si estos están comunicados unos con otros. Si los huecos están aislados, el agua se acumula, no circula. (Como ocurre en la arcilla).

Un acuífero es una roca permeable cuyos poros e intersticios están llenos de agua. En él se diferencian:

La capa más superficial, se llama **zona de aireación**, donde los poros están llenos de aire. El agua desciende hasta encontrar una capa de roca impermeable y se acumula en los poros, formando la **zona de saturación**. El contacto entre las dos zonas se llama **nivel freático**.

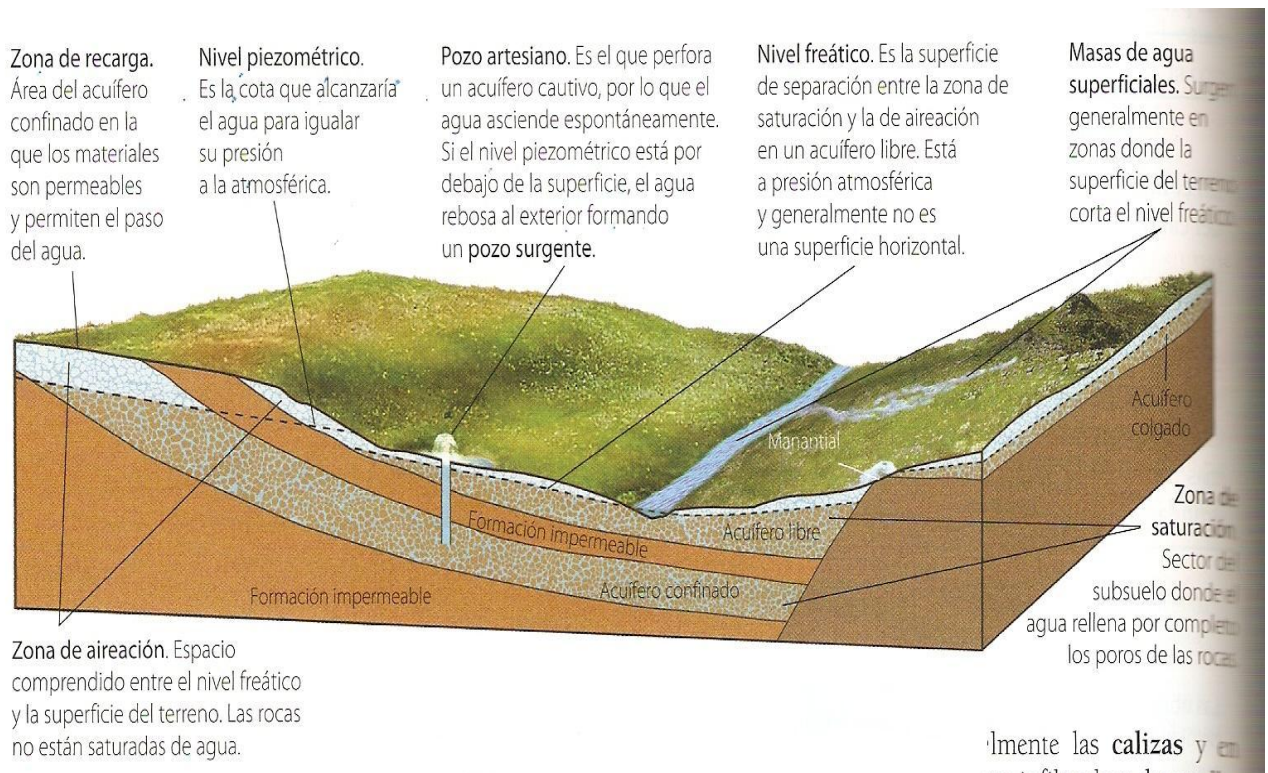
El nivel en el que la presión del agua coincide con la presión atmosférica se llama **nivel piezométrico**.

Tipos de acuíferos:

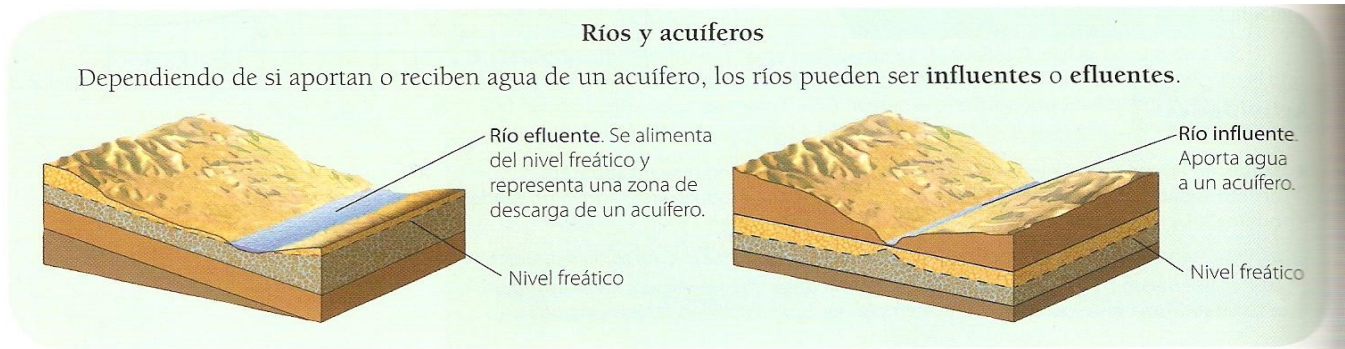
ACUÍFEROS LIBRES: No tienen por encima ningún material impermeable. En estos acuíferos, al perforar pozos que los atraviesen total o parcialmente, el agua alcanza un nivel que sería el mismo que tendría dentro de la formación geológica, es decir el nivel freático (nivel real) coincide con el nivel piezométrico.

ACUÍFEROS CONFINADOS: Situados entre dos capas impermeables. El nivel freático es inferior al nivel piezométrico, lo que provoca que al perforar un pozo el agua ascienda, ya que se encuentra a mayor presión, dando lugar a pozos artesianos y surgentes.

Si la superficie del terreno intercepta o corta al nivel freático se forman manantiales y fuentes.



La lentitud del flujo de agua en un acuífero determina también el tiempo que requiere para su recarga y, como consecuencia, el agua subterránea debe ser considerada como recurso no renovable a escala de la vida humana. Además, esta lenta dinámica determina que sea muy difícil la depuración del agua freática una vez que se ha contaminado.



6.2. LA DINÁMICA HÍDRICA OCEÁNICA

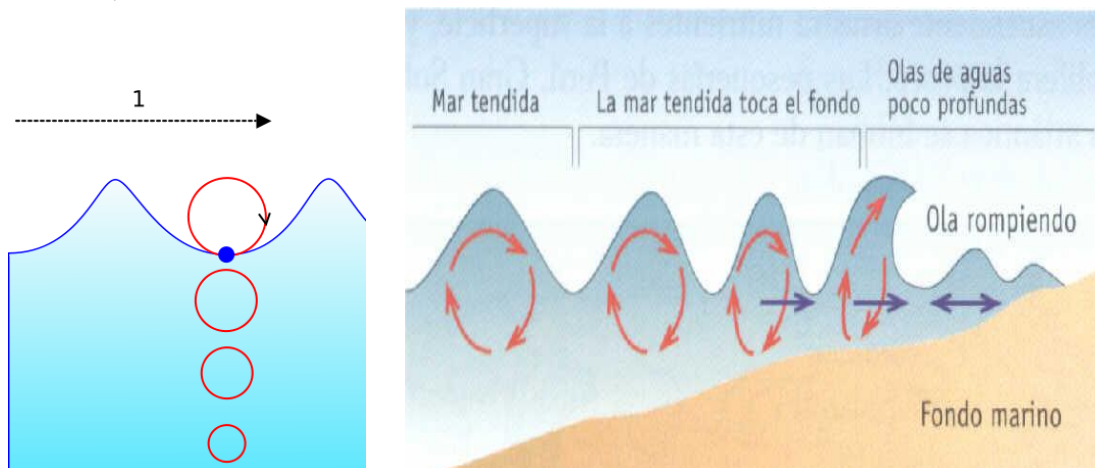
El agua del mar se encuentra en continuo movimiento debido a los vientos, a las diferencias térmicas y de salinidad entre unas zonas y otras, a la atracción del Sol y la Luna, a la morfología de los océanos etc. los movimientos que se originan son: olas, mareas y corrientes marinas.

6.2.1. OLAS

Son movimientos ondulatorios del agua, producidos por el viento, que se originan en la superficie de los océanos y mares y se propagan hasta llegar a las costas.

Las olas se forman porque las partículas de agua, al ser impulsadas por el viento, describen unas órbitas circulares y al llegar cerca de la costa se produce un rozamiento con el fondo, deformando el movimiento circular de las partículas y aumentando la altura de las olas, hasta que la parte superior cae y la ola rompe sobre la costa.

Las ondulaciones de la superficie del agua, se producen debido a las distintas posiciones de las partículas; en su movimiento en el mismo punto, de modo que la masa de agua no se traslada.



Los **tsunamis**, son olas gigantes. (Normalmente por terremotos y vulcanismo).

6.2.2. CORRIENTES MARINAS

Son cursos de agua que se desplazan por el interior de los océanos. Su desplazamiento se debe a: el movimiento de rotación de la tierra, los vientos, y la diferencia de densidad provocada por las distintas temperaturas y la salinidad del agua.

Pueden ser superficiales y profundas.

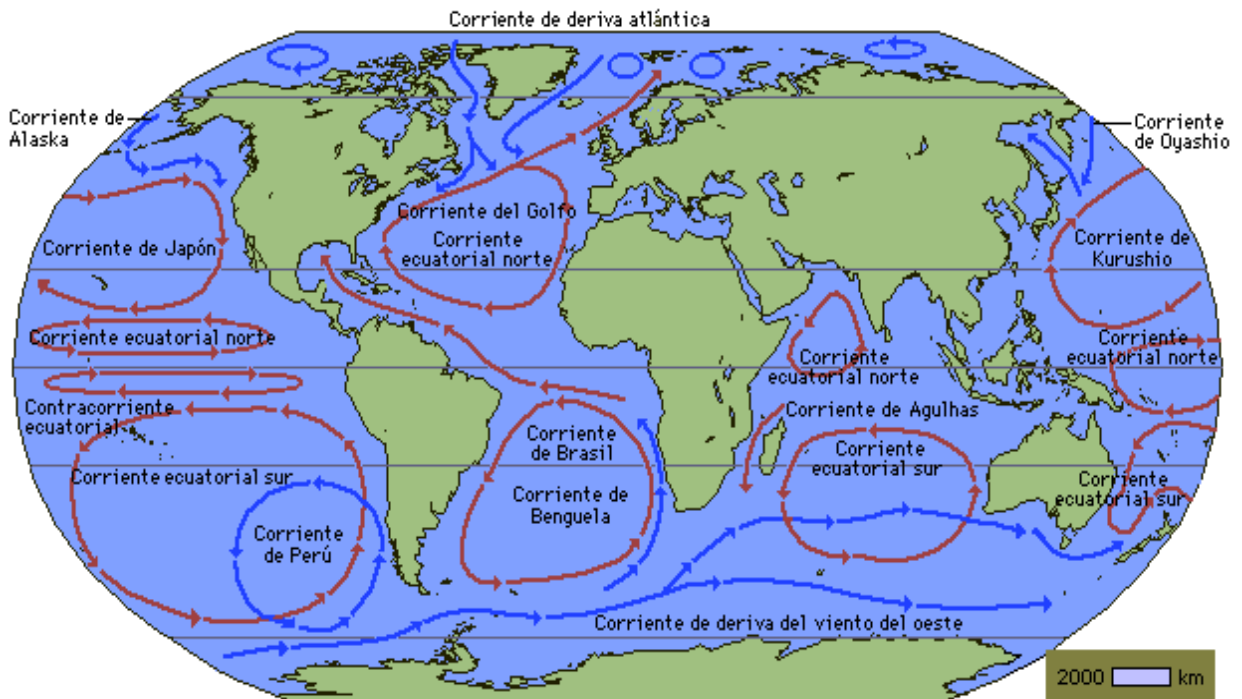
Corrientes superficiales. Se deben a los vientos superficiales que transfieren su energía al agua por rozamiento. En la trayectoria de estas corrientes influye la fuerza de Coriolis así como la presencia de las masas continentales que las rompen o dificultan su movimiento. Esto último hace que entre los 25 y 30 ° de latitud, las trayectorias más significativas sean circulares en ambos hemisferios (también influyen los anticiclones subtropicales). Las principales corrientes superficiales son:

- . **Corrientes Ecuatoriales del Norte y del Sur:** Dirigidas hacia el oeste, provocadas por los vientos **alisios**. Estas corrientes ecuatoriales están **separadas por una contracorriente ecuatorial**. En las costas occidentales de los océanos, las corrientes ecuatoriales giran hacia el polo correspondiente y forman corrientes cálidas paralelas a las costas de los continentes como la **Corriente del Golfo**, que hace que en Europa del norte el clima sea mucho más suave que en Alaska, estando ambas situadas a la misma latitud; o la Corriente de **Kuro Shivo**, que sigue las costas de Japón; o la **corriente de Brasil**.

- . **Corrientes de los Vientos del Oeste:** Producen un lento movimiento del agua llamado deriva del viento del oeste, mucho más extensa en el hemisferio sur, porque el océano es mucho mayor y no queda interrumpida por masas continentales, como pasa en el hemisferio norte. Cuando se aproximan a las costas orientales del océano, estas corrientes se desvían, tanto hacia el norte como hacia el sur, a lo largo de la costa, dando lugar a corrientes frías, como la **Corriente del Perú (o de Humboldt)**, la Corriente de **Benguela** frente a la costa suroccidental de África, que se desvía hacia el norte y las corrientes de **California y de Canarias** que se desvían hacia el sur. Todas ellas son de agua fría y suavizan las temperaturas calurosas de estas costas.

- . **Las corrientes frías de las Zonas Árticas:** En el hemisferio norte hay un flujo de agua fría hacia el ecuador a lo largo del lado occidental de los estrechos que conectan el océano Ártico con el Atlántico y el Pacífico, dando lugar a la Corriente del Labrador, la Corriente de Groenlandia y la Corriente de Kamchatka.

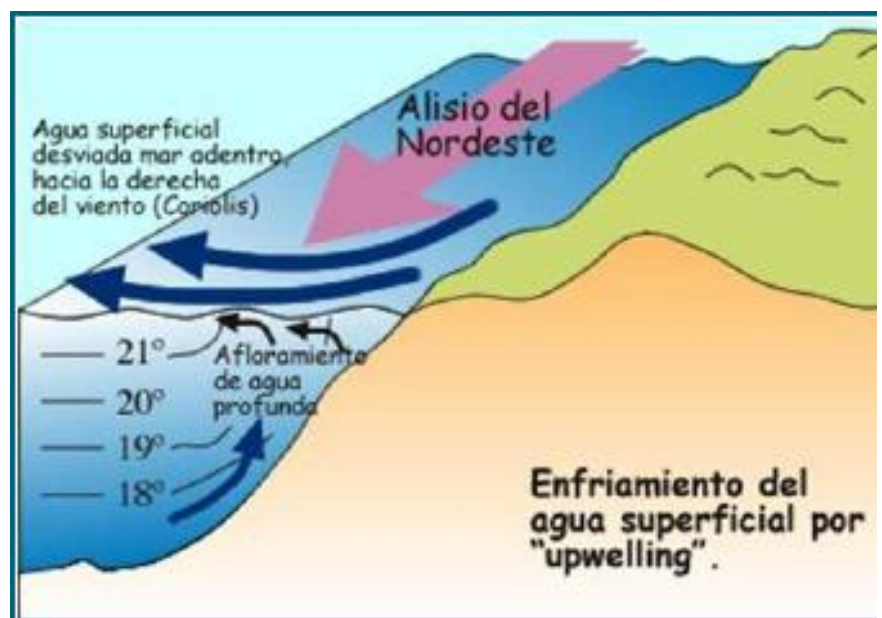
- . **Corriente Circumpolar Antártica:** Gira en sentido de las agujas del reloj unos 50° -60° de latitud sur alrededor de la Antártida.



EFFECTOS DE LAS CORRIENTES SUPERFICIALES

- Las corrientes oceánicas tienen un papel **moderador de las temperaturas**, ya que las corrientes cálidas suavizan el rigor de los climas árticos y las corrientes frías enfrían las costas de las zonas desérticas de los trópicos.
- Además, las corrientes superficiales **transportan pequeños organismos** que viven suspendidos en la capa superior del océano,
- El tercer efecto de las corrientes superficiales es el denominado **afloramiento**, importantísimo desde el punto de vista biológico y económico. Las corrientes ecuatoriales originan el desplazamiento del agua de este a oeste, en la costa occidental del continente el agua se desplaza mar adentro, siendo reemplazada por aguas profundas. Este

agua que aflora, son muy ricas en nutrientes que favorecen el desarrollo de una gran cantidad de organismos entre los que abundan los peces y las aves que se alimentan de ellos. Por este motivo en estas zonas se encuentran las áreas de pesca o caladeros más importantes del mundo, como son el de Perú, el sur de Irlanda (Gran Sol), el de Angola, Sahara occidental, California, etc.



Corrientes Profundas. Se forman por las diferencias en la densidad del agua debidas a cambios en la temperatura y la salinidad, se las denomina termohalinas. El agua fría y densa de los mares polares desciende hacia los fondos oceánicos dirigiéndose hacia el Ecuador y desplazando hacia la superficie las aguas más cálidas. En su descenso, el agua fría arrastra una parte importante del CO_2 atmosférico en disolución, contribuyendo así a la disminución del efecto invernadero.

Corrientes de las cuencas marinas secundarias. Este es el caso del mar Mediterráneo que está comunicado con el Atlántico a través del estrecho de Gibraltar. El Mediterráneo tiene una concentración de sales mayor, debido al aporte de los ríos, mayor que en el Atlántico en proporción al volumen total de agua, también debido a una mayor evaporación. Por ello, el agua del mar Mediterráneo es más densa. Como consecuencia se produce una corriente superficial del agua del océano Atlántico menos densa hacia el mar Mediterráneo y una corriente profunda de agua más densa del mar Mediterráneo hacia el Atlántico.

La cinta transportadora oceánica o cinta transportadora global.

Es una corriente que recorre la mayoría de los océanos del planeta, parte del recorrido como corriente profunda (condicionada por la densidad) y parte como superficial (condicionada por los vientos dominantes).

- Se inicia en la aguas de Groenlandia donde el agua se hunde por ser fría y salada. (Más densa).
- Recorre el fondo del Atlántico de norte a sur.
- En el océano Antártico al encontrar aguas extremadamente frías parte de ella asciende y retorna al origen.
- La otra parte vuelve a sumergirse y continúa hacia el Índico donde se bifurca.
- Parte asciende y otra parte llega hasta el Pacífico donde asciende y se calienta.
- Posteriormente, realiza el trayecto inverso por la superficie como corriente cálida, arrastrando nubes y provocando lluvias, así retorna al punto de origen.

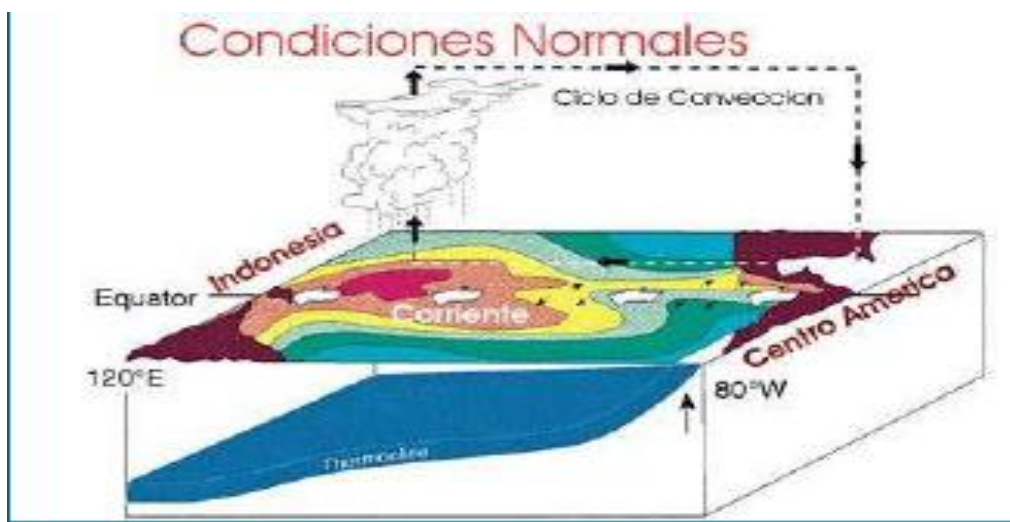


Compensa el desequilibrio salino y térmico entre el Atlántico y el Pacífico (más cálido y menos salado). Regula la cantidad de CO_2 atmosférico, debido a que el agua fría arrastra este gas al hundirse y liberándose mil años después en los afloramientos.

Su estudio es muy importante pues se cree que influye de forma determinante en el clima global.

El niño o ENSO (el niño oscilación meridional).

Situación normal. En la costa de Perú los vientos alisios empujan hacia el oeste el agua superficial de Pacífico, permitiendo el afloramiento del agua profunda fría y rica en nutrientes (ascenso de la termoclina). Los vientos se originan en un anticiclón en la costa Sudamericana, mientras que se forman borrascas en Oceanía e Indonesia.

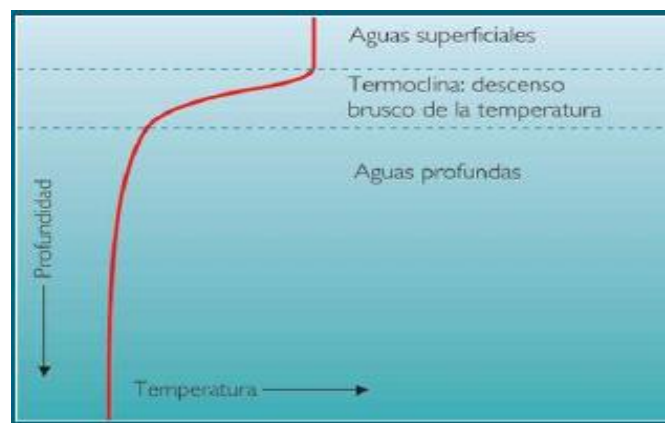


El niño se debe a un excesivo calentamiento de las aguas superficiales en el Pacífico oriental, en la costa del Perú, ocurre cada 3-5-años dura unos 18 meses alcanzando su máximo en Navidad. Se produce cuando los alisios amainan y no arrastran el agua superficial de la costa Pacífica Sudamericana hacia el oeste, el agua superficial se calienta y forma una borrasca en la costa de Perú, que es árida en condiciones normales, de esta forma se producen precipitaciones intensas que pueden producir inundaciones (en Australia y Oceanía se producen fuertes sequías e incendios). No hay afloramiento de nutrientes, pues la termoclina desciende y disminuye la riqueza pesquera con grandes pérdidas económicas en la costa del Perú.



La diferenciación térmica en profundidad se aprecia durante todo el año en zonas tropicales (al igual que ocurre en los lagos), en verano en zonas templadas y no existe en regiones frías.

Las causas del niño se desconocen. Algunos lo achacan al calentamiento global, otros a una mayor actividad volcánica en el fondo oceánico,...Sus efectos se dejan sentir en todo el planeta. (Costas occidentales tropicales de los continentes, como por ejemplo costa de Marruecos).

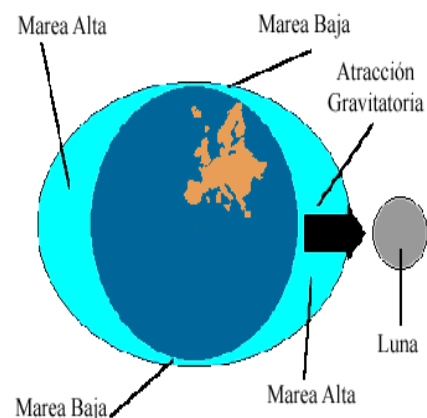


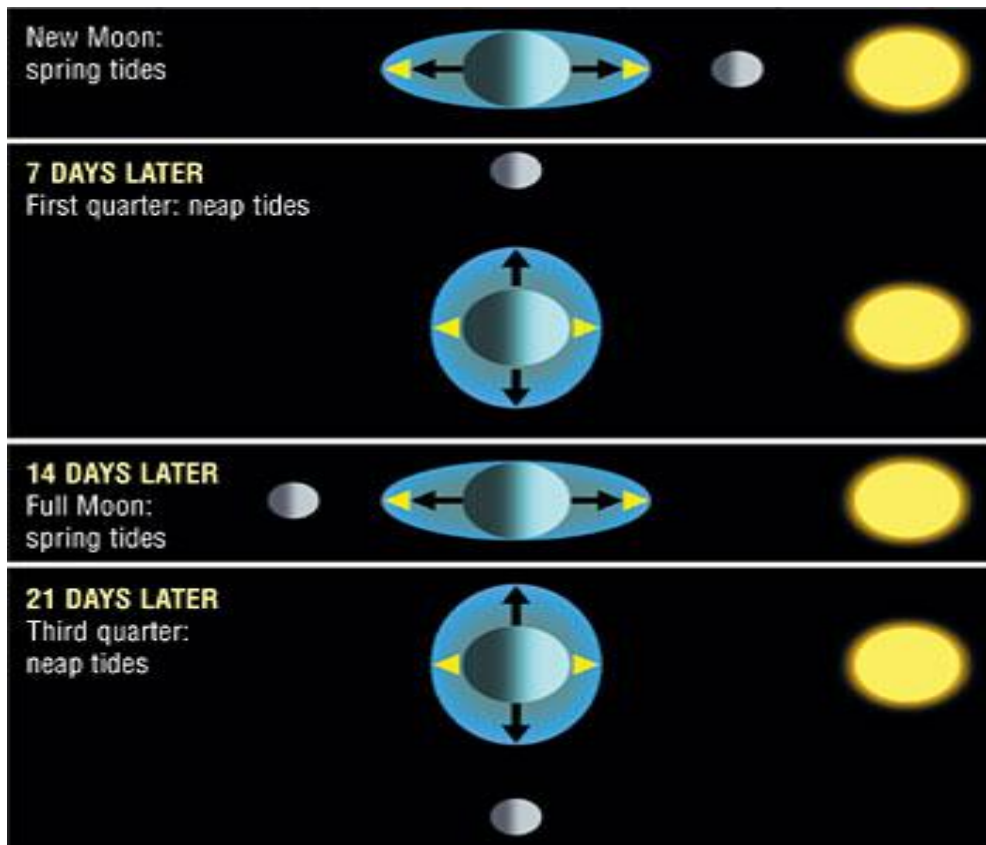
Se llama la Niña a una exageración de la situación normal, los alisios soplan con más intensidad de la normal. (Cada 3-5 años, dura de 1-3 años, producirá inundaciones en Indonesia y Australia).

6.2.3. MAREAS

Son movimientos periódicos del agua del océano que consiste en ascensos y descensos del nivel del agua. Ocurren cada 12 horas (semidiurnas) o cada 24 (diurnas) Son provocados por las fuerzas de atracción que ejercen la Luna y el Sol sobre la Tierra (sobre todo la Luna). Cuando la marea es alta, recibe el nombre de pleamar, y cuando desciende y el agua alcanza el nivel más bajo, se denomina bajamar.

El agua de la Tierra es atraída hacia la Luna por el lado más próximo a ella (A) y alejada de ella por el lado opuesto (B). En ambos puntos se produce pleamar. Mientras que en los puntos C y D se produce bajamar. Como resultado de esta atracción gravitatoria, entre las zonas de marea baja y marea alta, se producen desplazamientos horizontales de agua denominados corrientes de marea. (Flujo-reflujo).





Según la posición del Sol y de la Luna se distinguen dos tipos:

- **Mareas vivas:** Cuando la Luna se interpone entre el Sol y la Tierra y las fuerzas gravitatorias de la Luna y el Sol se suman, se dan los mayores cambios en el nivel del mar. Se producen en semanas alternas cada vez que hay luna llena o nueva.
- **Mareas muertas:** Se produce cada dos semanas, cuando la Luna está en cuarto creciente o cuarto menguante.

Las mareas son perceptibles en las costas donde se observa los cambios de nivel del mar, son más rápidas en costas planas que en las abruptas. La amplitud que alcanzan es mayor en las costas de los océanos abiertos que en los mares cerrados, pues para desarrollarse necesitan grandes extensiones oceánicas, así mientras que en el océano Atlántico oscilan entre 3 y 16 m, en el mar Mediterráneo es de unos 30 cm.

