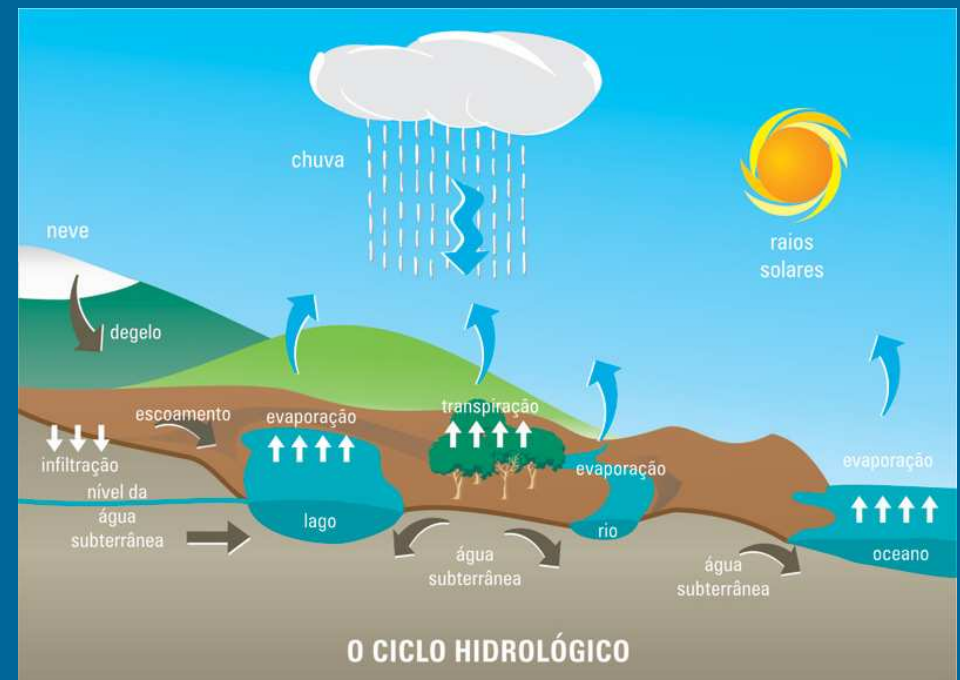


## Lección 3- Propiedades físicas del agua

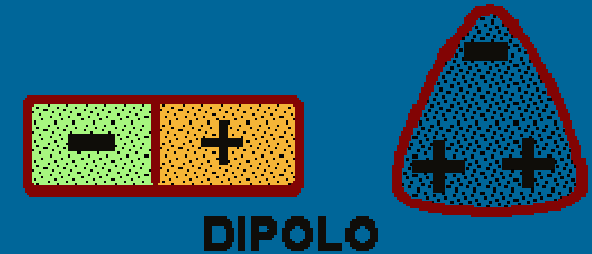
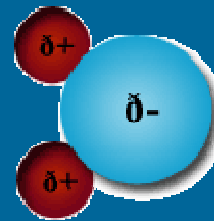
Algunas peculiaridades de la molécula del agua. La luz, su importancia y sus medidas. El color. El albedo. La estratificación térmica: tipos y métodos de estudio. Los movimientos del agua: Flujos laminar y turbulento. El movimiento en los lagos, en los ríos y en los embalses. Adaptaciones de los organismos acuáticos al agua en movimiento.



• Algunas peculiaridades de la molécula del agua

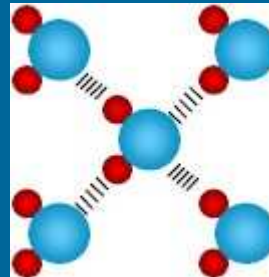
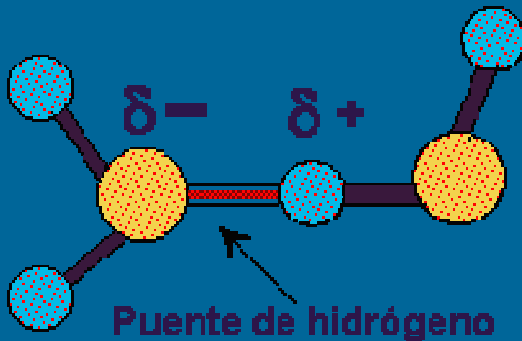
• [http://www.visionlearning.com/library/module\\_viewer.php?c3=&mid=57&l=s](http://www.visionlearning.com/library/module_viewer.php?c3=&mid=57&l=s)

- Naturaleza polar del agua: puentes de Hidrógeno
- Polimerización del agua.



Cargas Eléctricas en H<sub>2</sub>O

[http://www.frm.utn.edu.ar/investigacion/compuquim/imag\\_prop\\_fq/dipolo.gif](http://www.frm.utn.edu.ar/investigacion/compuquim/imag_prop_fq/dipolo.gif)



Enlace de Hidrógeno entre Moléculas de Agua

[http://www.juntadeandalucia.es/averroes/recursos\\_informaticos/concurso1998/accesit6/imagenes/agua15.gif](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/recursos_informaticos/concurso1998/accesit6/imagenes/agua15.gif)

AGUA SOLIDA

Hexagonal: más regular

Menos compacta

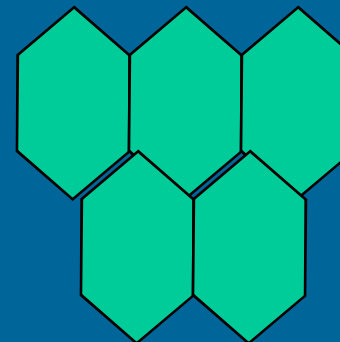
Menor densidad (919.87 kg/m<sup>3</sup>)

AGUA LIQUIDA

Polímetros

Compacta

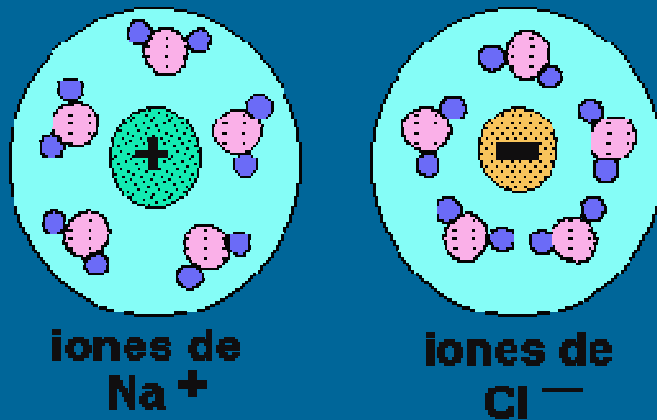
Muy densa (997.075 kg/m<sup>3</sup>)



## PROPIEDADES DEL AGUA

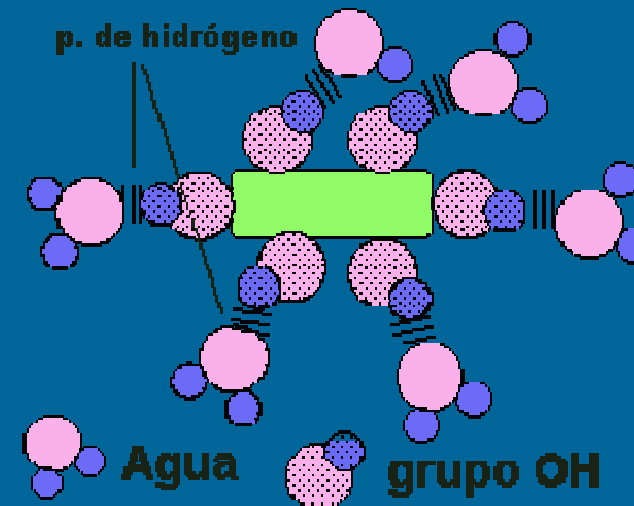
- Disolvente de sales: nunca está en estado puro

Capa de Solvatación



<http://enfenix.webcindario.com/biologia/molecula/agua12.gif>

Molécula Polar con grupos OH



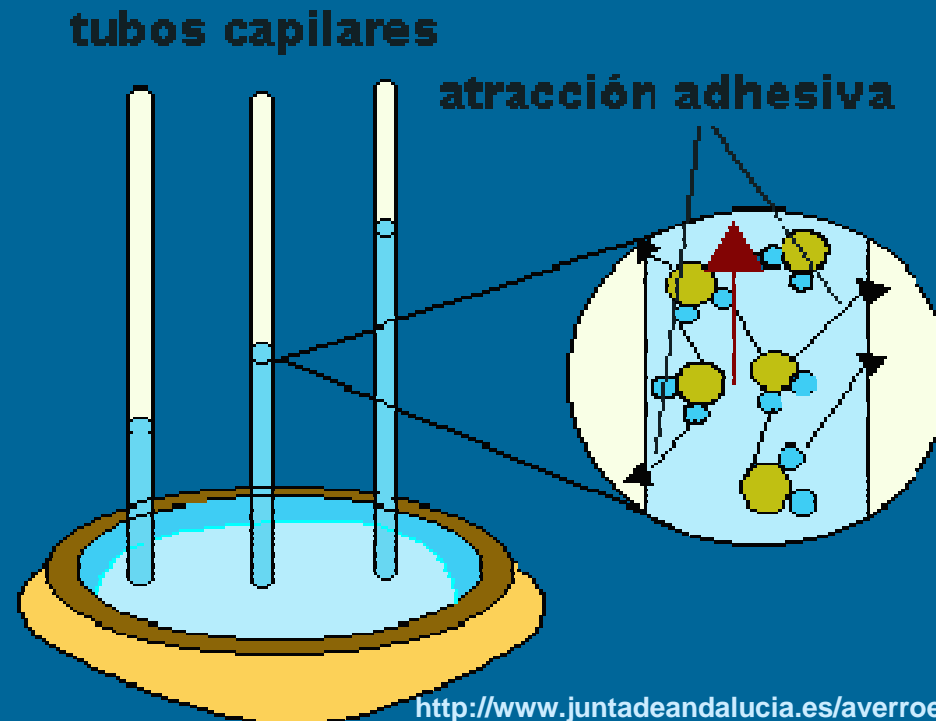
<http://enfenix.webcindario.com/biologia/molecula/agua13.gif>

- Transparencia a los rayos luminosos: mayor absorción de la longitud de onda larga

- Capacidad térmica y alto valor de evaporación y fusión
  - Amortiguador de los cambios de temperatura
  - Alto calor específico
  - Se requieren elevadas cantidades de energía calorífica para romper los enlaces de hidrogeno
  - El hielo funde con relativa rapidez, requiere menos energía
- Expansión termal del hielo (Agua sólida)
  - Debido a cambios de densidad
  - El agua tiene su mayor densidad a 4 °C
  - Proporciona flotabilidad a los organismos frente a la fuerza de la gravedad
  - Reduce la cantidad de energía que debe gastar un organismo para mantener su posición

- **Tensión superficial ( $71,97 \times 10^{-3} \text{ N/m}$ )**

- La superficie del agua actúa como una película sólida y elástica que opone resistencia a la ruptura
- Depende de la temperatura y de las sales disueltas
- Los detergentes son sustancias tensoactivas



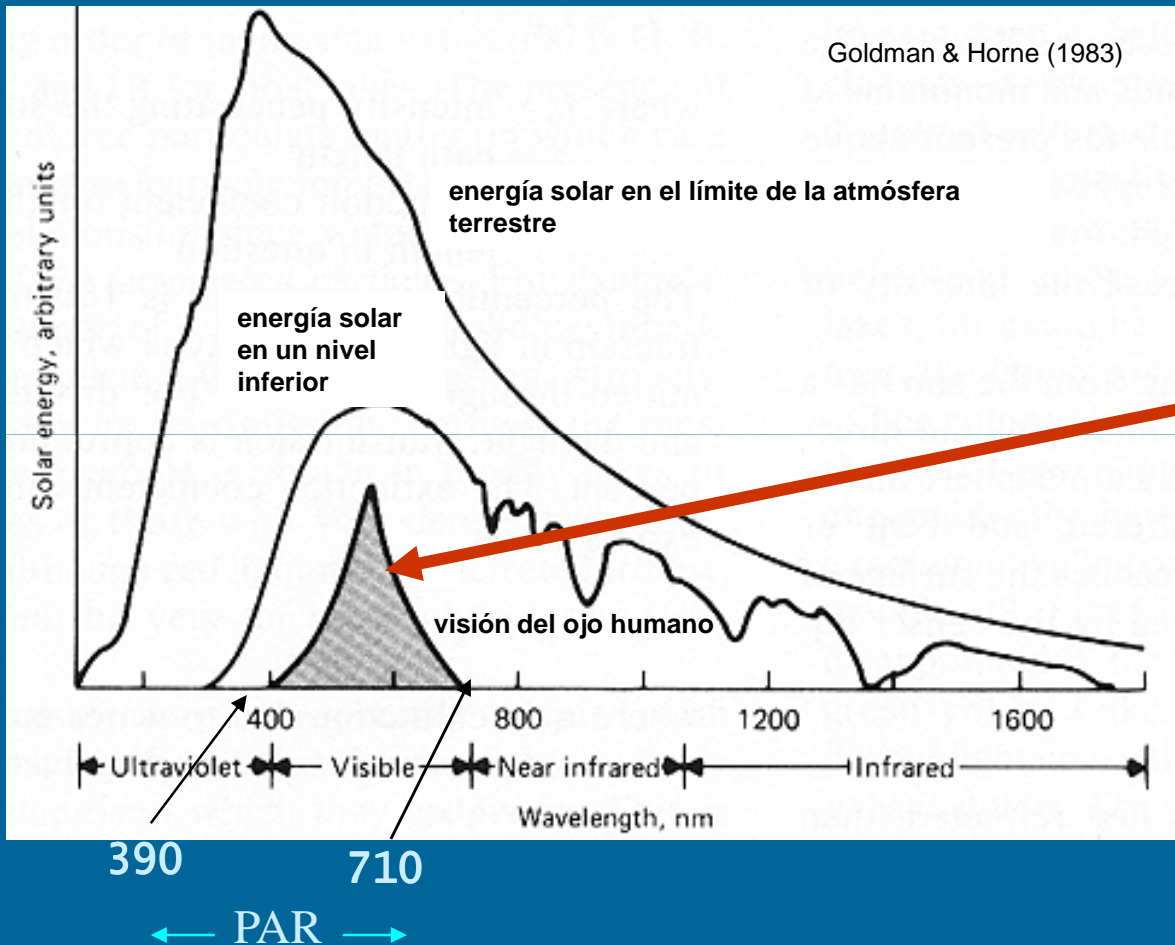
- **Elevada constante dieléctrica (78,54 a 25 °C)**

- Suponen gran capacidad de ionización de sales

[http://www.juntadeandalucia.es/averroes/recursos\\_informaticos/concurso1998/accesit6/imagenes/agua15.gif](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/recursos_informaticos/concurso1998/accesit6/imagenes/agua15.gif)

## La luz, su importancia y sus medidas

Lectura: PDF: [Factores físicos](#)

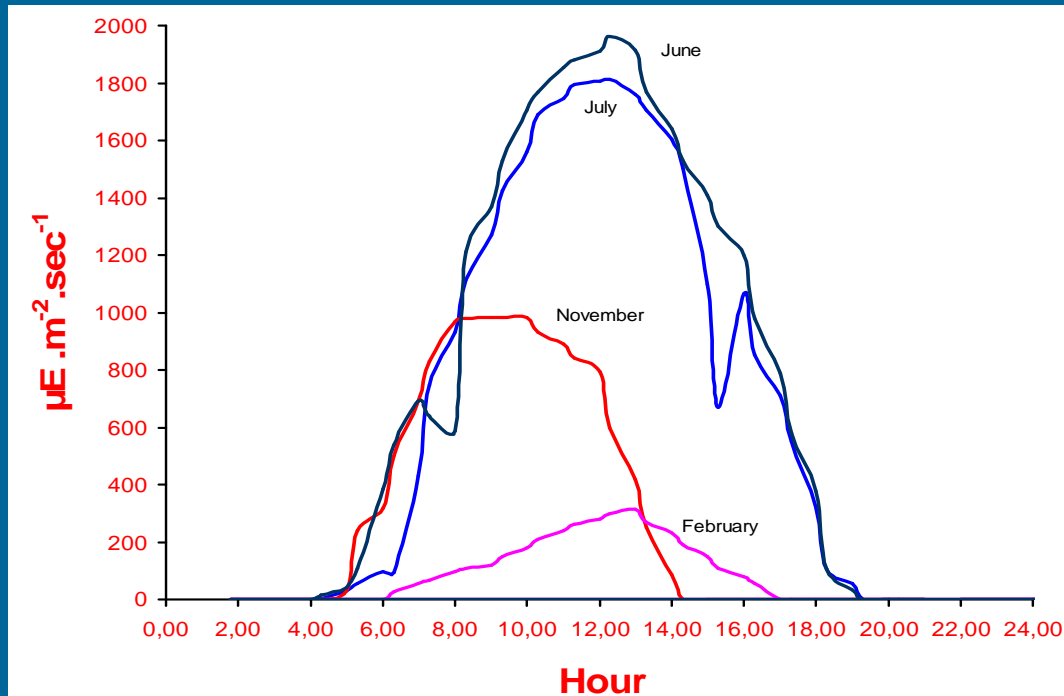


La radiación solar es la fuente de energía que controla el metabolismo de los ecosistemas acuáticos, convirtiendo la energía solar en química a través de la fotosíntesis. Además esta energía sirve para la estratificación térmica y producir movimientos en el agua.

El área oscura muestra la visión del ojo humano del espectro solar: entre 400 y 700 nm

La radiación termal, que no se muestra en la gráfica, está entre 5000 y 14000 nm, y junto con la radiación ultravioleta constituye la mitad, aproximadamente, de la energía que llega a una masa de agua

• ¿qué es la PAR? Radiación fotosintéticamente activa



La radiación solar cambia a lo largo del día y en las estaciones del año, lo cual afecta a la producción primaria de los ecosistemas acuáticos.

La irradiancia de la luz mide el número de fotones que pasan a través de una unidad de área ( $\mu\text{Einstein/s/m}^2$ )

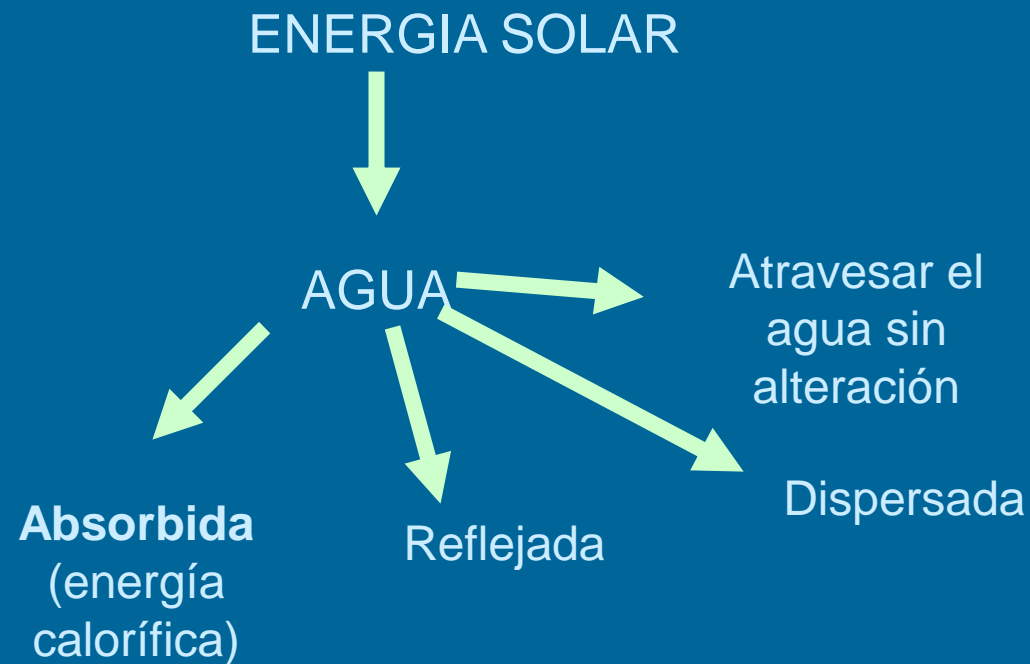
La ecuación de Birge es la que comúnmente se utiliza para expresar la absorción de la luz en el agua

$$\% \text{ absorción} = 100 * (I_0 - I_z) / I_0 = 100 (1 - e^{-n})$$

$I_0$  = irradiancia en la superficie del agua

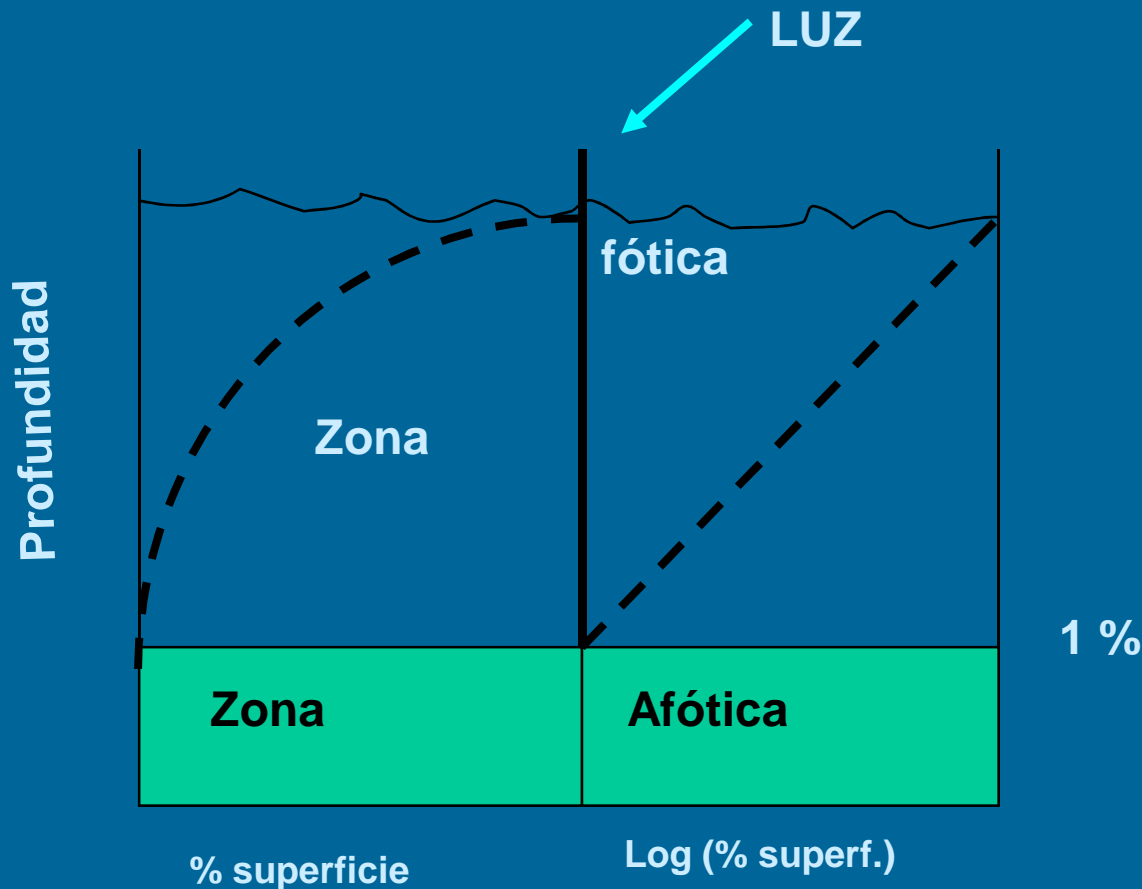
$I_z$  = irradiancia a la profundidad  $z$

$n$  = coeficiente de extinción



- Más del 50 % del total de energía luminosa es absorbida en los primeros metros de la columna de agua.
- La profundidad a la que puede penetrar la luz depende de la cantidad de sustancias disueltas y en suspensión del agua.
- La absorción en una columna de agua uniforme es exponencial, es decir la luz se reduce en una proporción fija respecto a la profundidad.





- La pendiente de la línea recta es el coeficiente de extinción
- El volumen donde la intensidad de la luz está por encima del 1 % del valor de la superficie es la zona fótica (donde la fotosíntesis supera a la respiración)
- Por debajo del 1% está la zona afótica, donde la respiración consume más oxígeno que el que es producido por la fotosíntesis
- El límite entre ambas es la profundidad de compensación

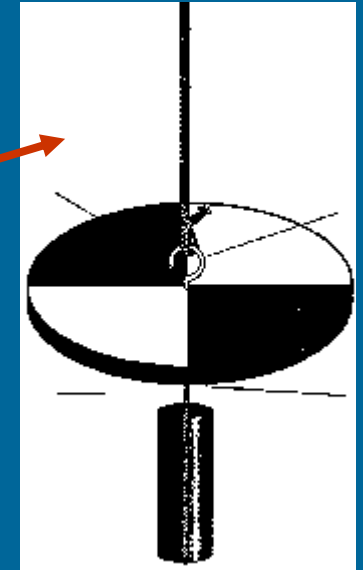
## La luz y sus medidas

- Métodos fotoeléctricos
- Disco de Secchi: es un disco de 20 cm de diámetro. Mide la transparencia, es decir la profundidad de la máxima visibilidad.
- En aguas corrientes no tiene tanta importancia

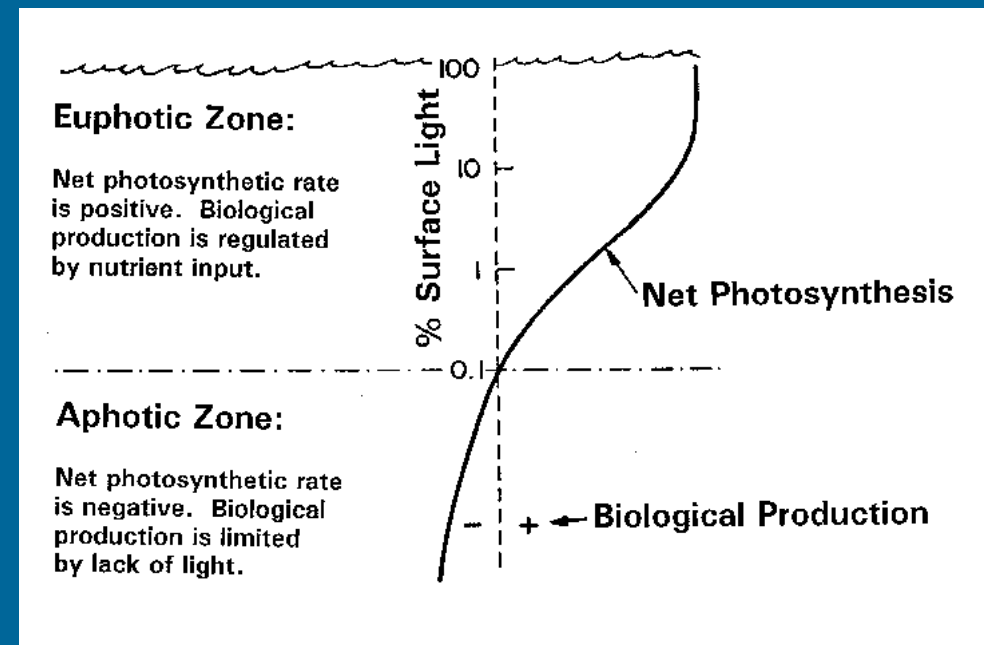
## • IMPORTANCIA DE LA LUZ

### -Fotosíntesis

- Algas y macrófitos necesitan entre 4-9 cuantos de luz para reducir una molécula de  $\text{CO}_2$
- Cada pigmento tiene una absorción específica (clorofila "a" 640-405 nm; clorofila "b" 620-440 nm)
- La tasa de fotosíntesis no es mucho mayor a intensidades altas de luz debido al efecto de inhibición
- -Afecta a la actividad de los organismos acuáticos
  - Deriva
- -En las aguas subterráneas
  - Pérdida de visión: organismos ciegos



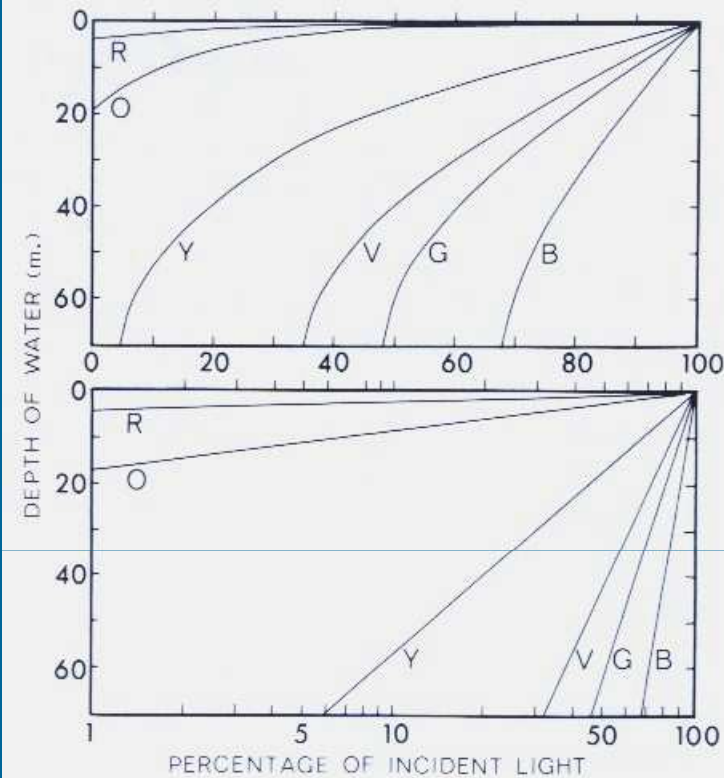
<http://html.rincondelvago.com/files/6/3/6/000556361.png>



<http://www.geology.iastate.edu/gccourse/chem/carbon/images/image8.gif>

## El color del agua

- La absorción de la luz por el agua es alta en el infrarrojo ( $>750$  nm); decrece en la parte visible (750-350 nm) y de nuevo aumenta en el ultravioleta ( $< 350$  nm)



Wetzel & Likens (1991)

**Figure 2.1.** Transmission of light by distilled water at six wavelengths (R = red, 720 nm; O = orange, 620 nm; Y = yellow, 510 nm; G = green, 510 nm; B = blue, 460 nm; V = violet, 390 nm). Percentage of incident light that would remain after passing through the indicated depths of water expressed on linear (*upper*) and logarithmic (*lower*) scales. (Wetzel, 1983 after Clarke.)

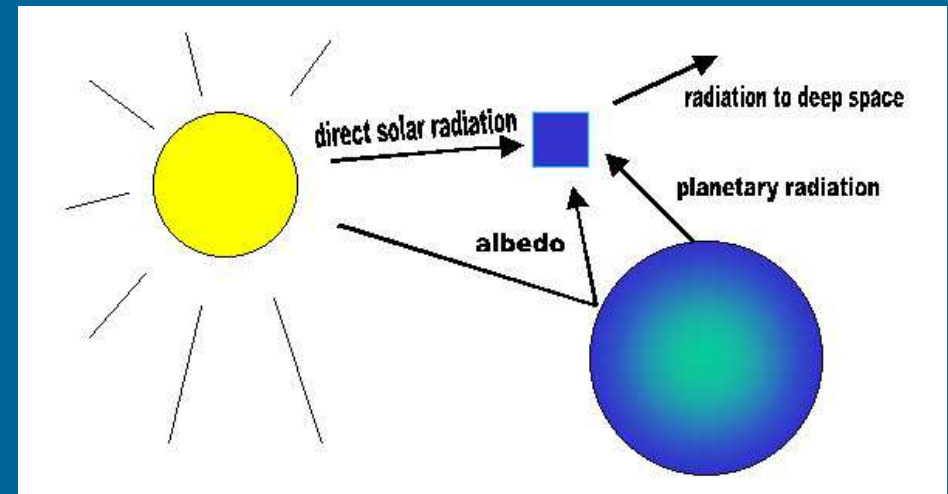
- El color del agua depende del rango del espectro de la luz reflejada (p.e. Azul del cielo)
- También deriva de los materiales orgánicos: ríos y lagos de te, o de coñac (brandy lakes),...
- Las sustancias húmicas son moléculas grandes difícilmente degradables procedentes de organismos que viven en el agua (materiales autóctonos) o que provienen de la cuenca de drenaje (materiales aloctonos).

## El albedo

- El porcentaje de luz que es reflejada de la superficie del agua es el albedo.
- Depende del ángulo de incidencia de la luz; del movimiento del agua; del viento, etc



Extraído: <http://img462.imageshack.us/img462/7179/albedo11il.jpg>

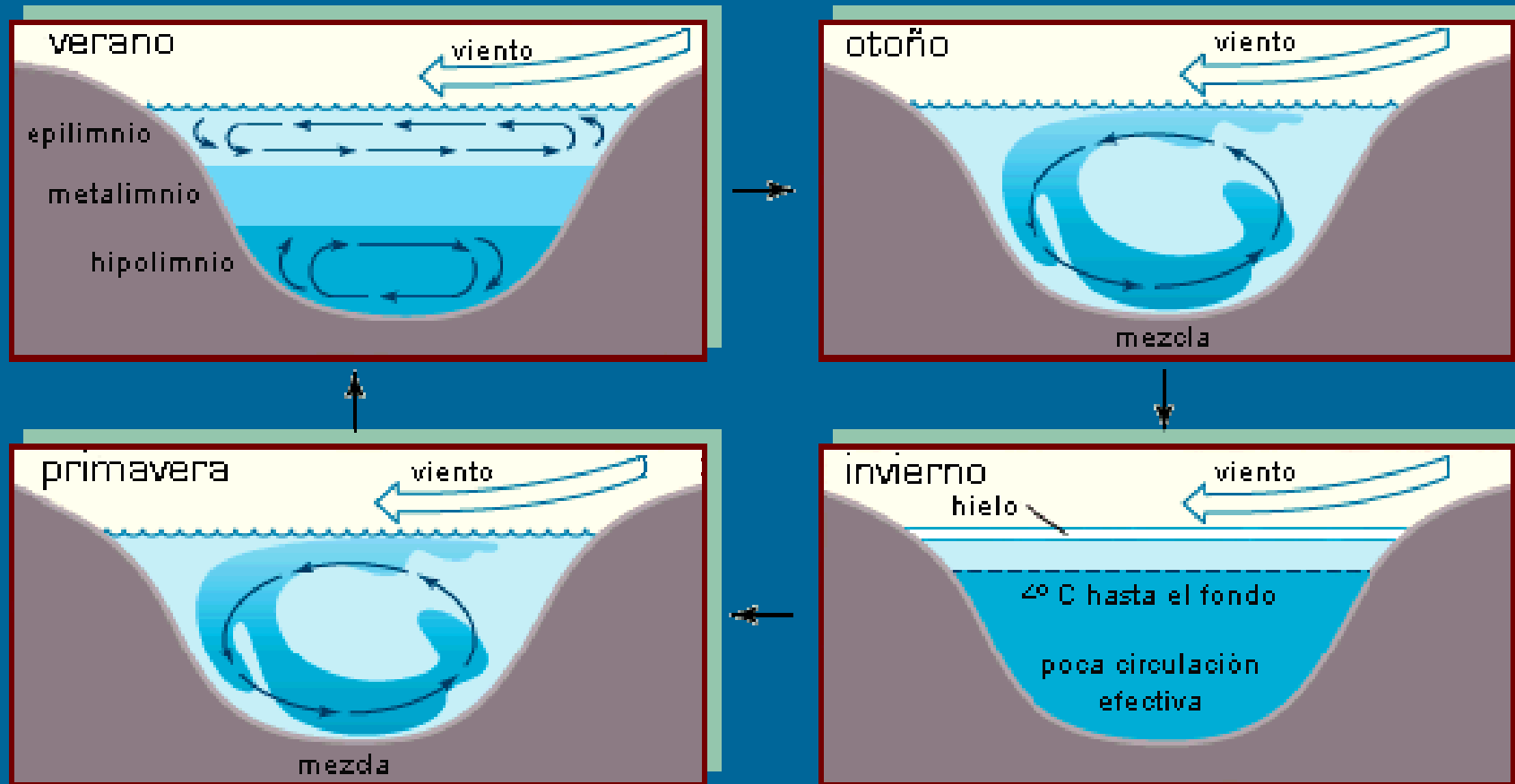


Extraído: <http://arcticstudies.pbwiki.com/f/albedo.jpg>

•La estratificación térmica: tipos y métodos de estudio



### Ciclo estacional de temperatura y circulación en un lago de la zona templada (lago dimictico)

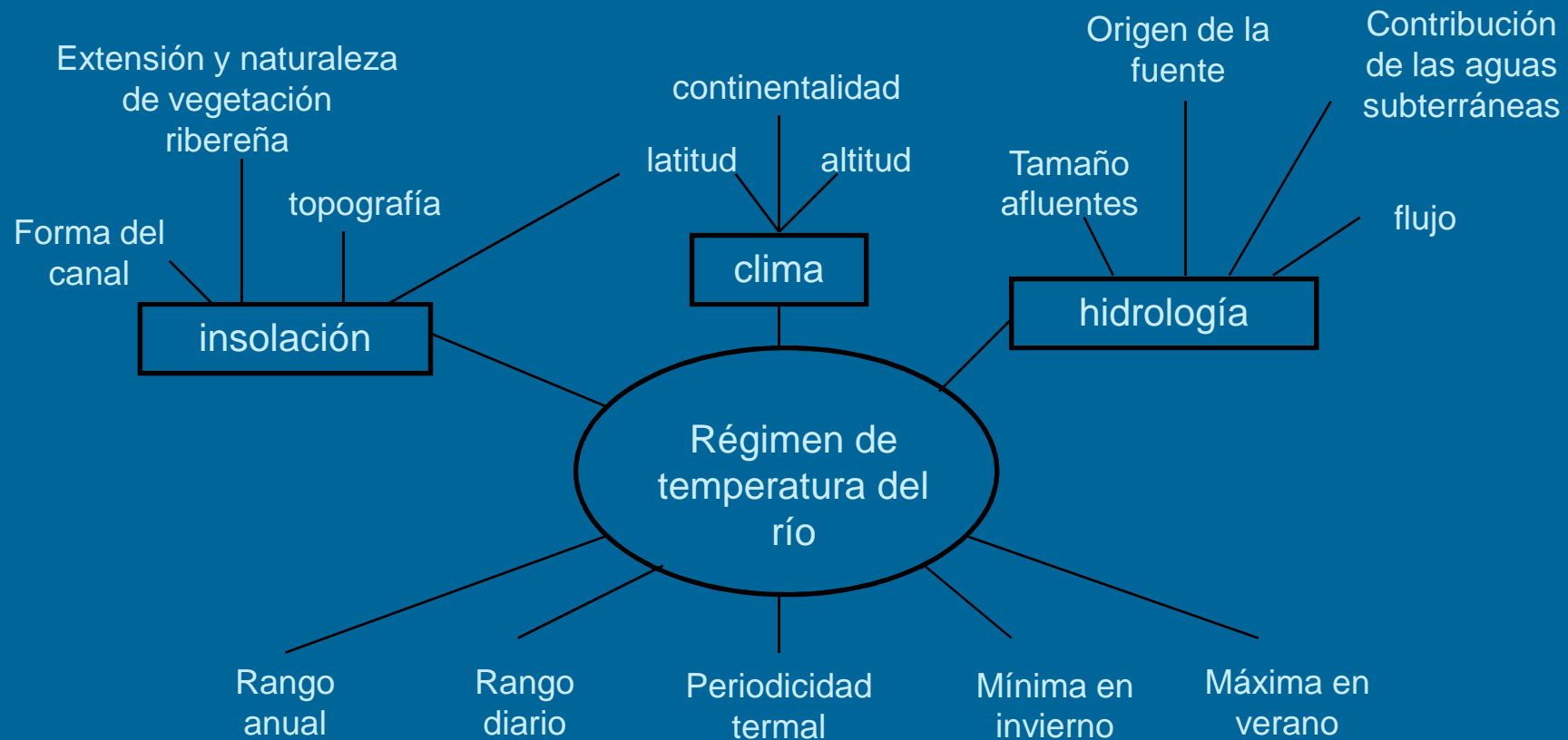


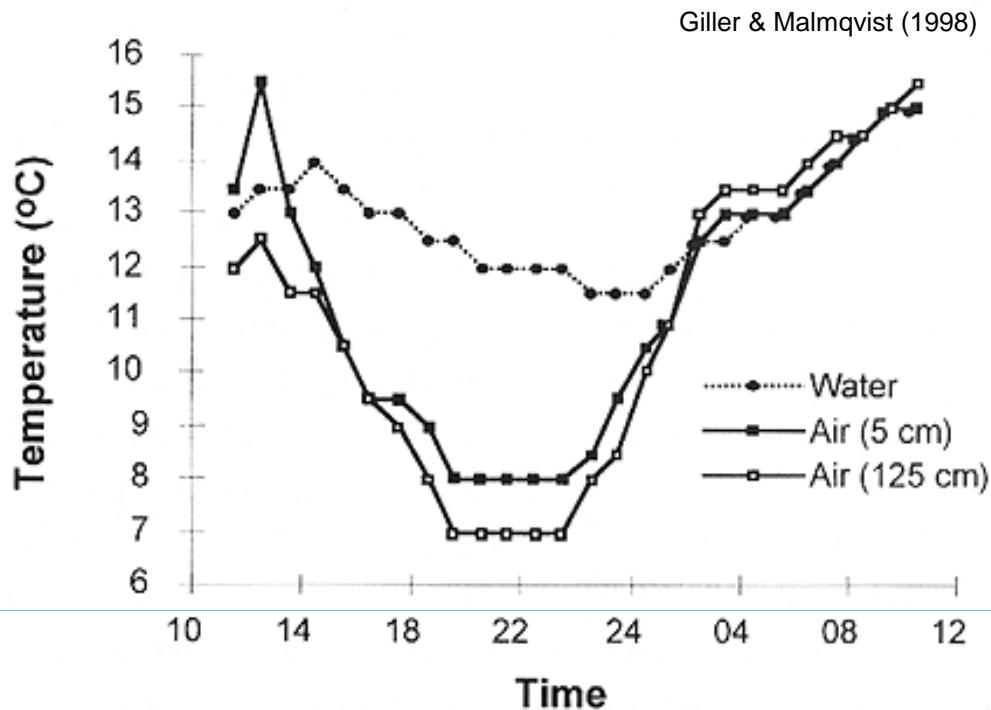
Los lagos pueden ser clasificados en función de la estratificación térmica:

<http://www.jmarcano.com/nociones/fresh3.html#clases>

La termoclina de los embalses suele formarse a mayor profundidad que la de los lagos, en parte debido a la extracción de agua por el fondo de la presa, que la hace descender. En general, la termoclina de los embalses se encuentra entre los 7 y 20 metros de profundidad.

- La temperatura en los ríos varía a escala temporal (diaria, estacional) y a escala espacial (dependiendo de su situación latitudinal y altitudinal)



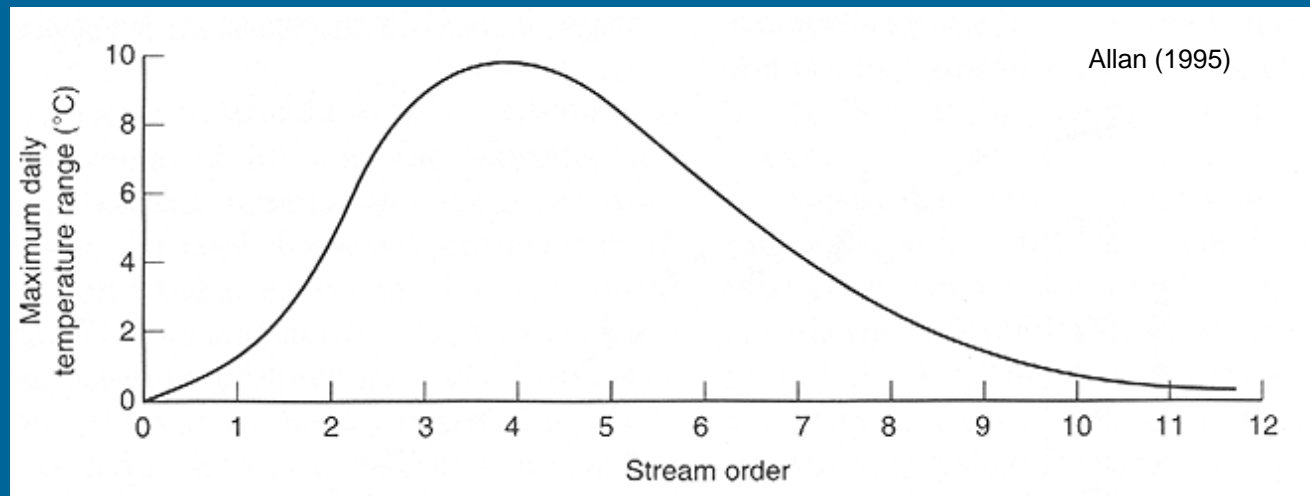


Variación de la temperatura diaria en un río de la región templada, rodeado de bosque, en marzo. Se presenta la temperatura del agua, la del aire a 5 cm del suelo y a 125 cm

¿Dónde hay mayor fluctuación diaria?  
¿Por qué?

Rango de temperatura máxima diaria del agua en relación al orden del cauce (stream order) en ríos de la región templada

¿Por qué en los cauces de orden intermedio la temperatura máxima es mayor?

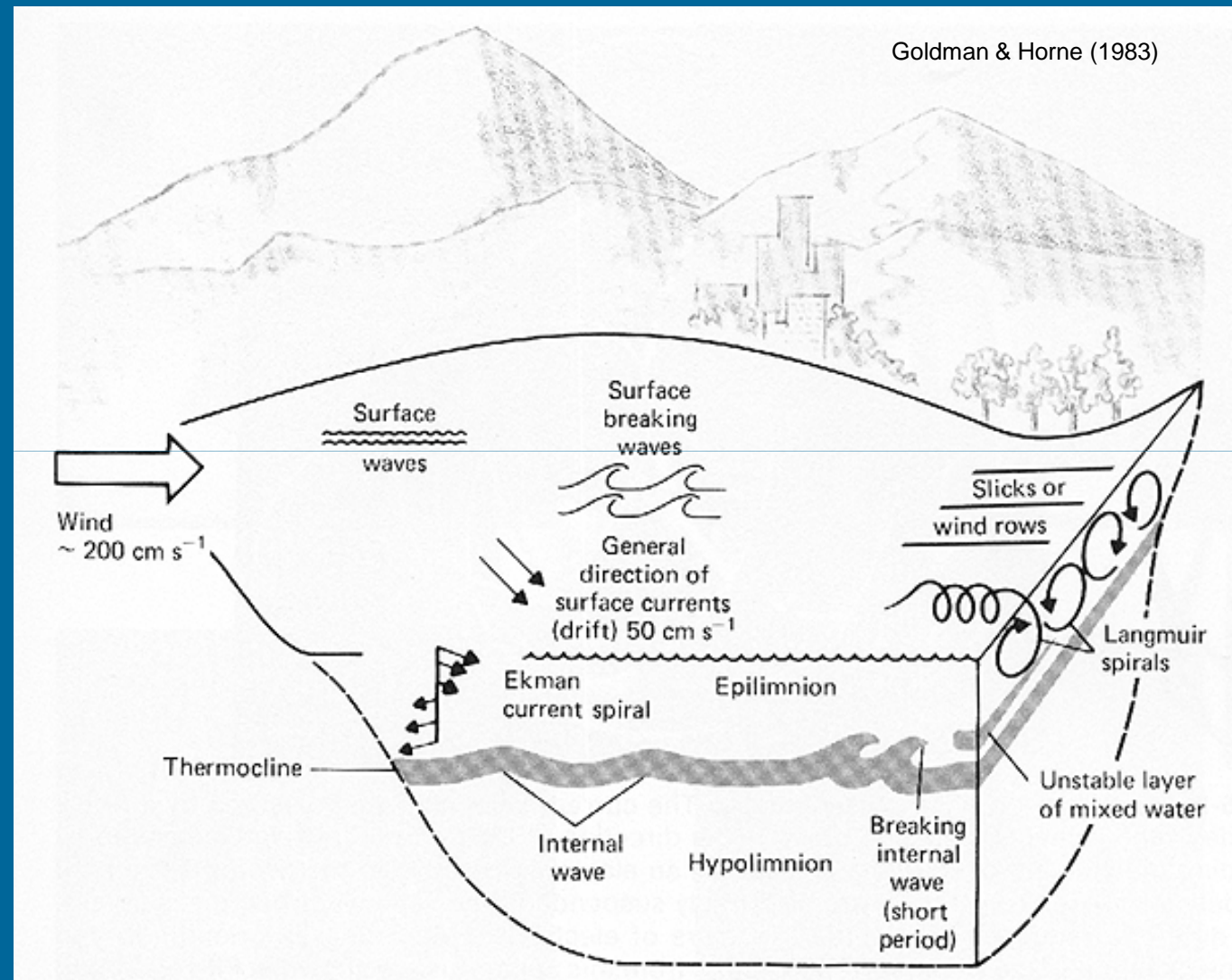




## • Los movimientos del agua

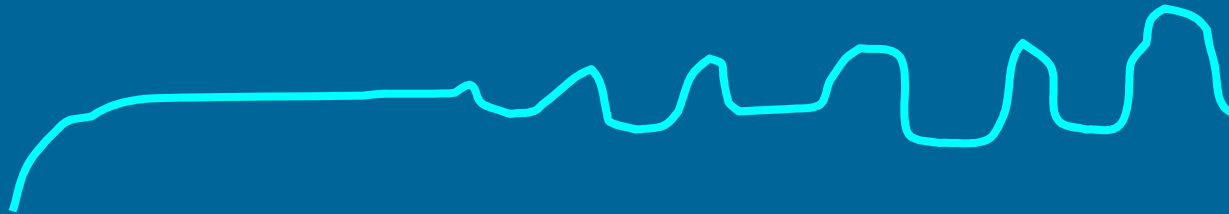
Lectura PDF: [Movimientos del agua](#)

En el diagrama se presentan las fuerzas (viento, gravedad, evaporación y rotación de la tierra) y las corrientes de agua y olas resultantes. El viento mueve el agua, la gravedad hace que el flujo horizontal sea más tranquilo que el vertical, la evaporación enfría la superficie del agua la cual entonces se sumerge y la rotación terrestre mueve el flujo superficial hacia la derecha (en el hemisferio norte) y hacia la izquierda (en el hemisferio sur)



- Flujo laminar: velocidades lentas, movimientos uniformes, etc
- Flujo turbulento: altas velocidades, movimientos caóticos, choques entre partículas.

•Humo de un cigarrillo



- La cantidad de turbulencias puede ser predicha por el *numero de Reynolds*

$$Re = \rho Dv/\mu$$

$\rho$  = densidad

$D$  = diámetro del canal o tubo

$v$  = velocidad

$\mu$  = viscosidad

- Un valor alto de  $Re$  implica altas velocidades en una capa ancha de agua o baja viscosidad, o una combinación de los tres factores.
- Cuando  $Re < 500$  el flujo será laminar. Cuando  $Re \approx 2000$ , el flujo será turbulento.