

A satellite view of Earth's atmosphere, showing a curved horizon with a thin layer of white clouds and a dark blue ocean below. The text is overlaid on the image.

Los sistemas fluidos
externos y su dinámica

ATMÓSFERA

Llamamos
atmósfera a la
capa gaseosa
retenida por
fuerzas
gravitatorias
que envuelve
a un planeta.



Dependiendo de la masa del planeta y de la composición este conjunto de gases es retenido con mayor o menor fuerza determinando su espesor.



Formación de la capa de gases

La atmósfera es la envoltura gaseosa que rodea a la Tierra. Comenzó a formarse hace unos 4600 millones de años con el nacimiento de la Tierra.

La mayor parte de la atmósfera primitiva producto del choque de planetesimales se perdería en el espacio, pero nuevos gases y vapor de agua se fueron liberando de las rocas en el proceso de diferenciación magmática que genera la estructura actual de nuestro planeta.

La atmósfera de las primeras épocas de la historia de la Tierra estaría formada por vapor de agua, dióxido de carbono y nitrógeno, junto a muy pequeñas cantidades de hidrógeno y monóxido de carbono pero con ausencia de oxígeno. Era una atmósfera ligeramente reductora hasta que la actividad fotosintética de los seres vivos introdujo oxígeno y ozono (a partir de hace unos 2 500 o 2000 millones de años) y hace unos 1000 millones de años la atmósfera llegó a tener una composición similar a la actual.

También ahora los seres vivos siguen desempeñando un papel fundamental en el funcionamiento de la atmósfera. Las plantas y otros organismos fotosintéticos toman CO₂ del aire y devuelven O₂, mientras que la respiración de los animales y la quema de bosques o combustibles fósiles realiza el efecto contrario: retira O₂ y devuelve CO₂ a la atmósfera.

ESTRUCTURA VERTICAL DE LA ATMÓSFERA

Los diversos criterios de estudio en la estructura vertical de la atmósfera terrestre establecen diferentes nombres atendiendo a:

- Atracción gravitatoria
- Composición química
- Estado de ionización
- Variación térmica

Atracción gravitatoria

Endosfera: (hasta 10.000 Km). Capa atmosférica en la que las partículas están atrapadas en el campo gravitatorio.

Exosfera: (10.000 Km en adelante). Se considera que los componentes gaseosos de la atmósfera pueden escapar del campo gravitatorio terrestre al espacio interplanetario.

A veces nos encontramos este nombre refiriéndose a una capa situada entre el límite superior de la termosfera entre los 600 y los 800Km. de altura con un límite superior no definido pero tiene otro criterio.

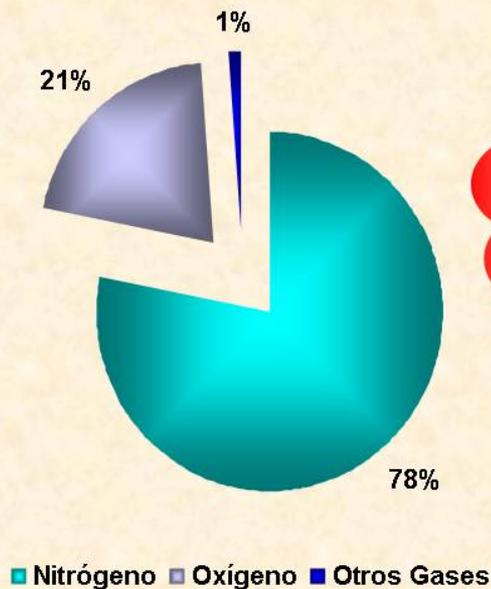
Composición química

Homosfera: (hasta 60-80 Km). Capa atmosférica con composición fija mezcla homogénea de gases. Esta mezcla homogénea de gases es llamada **aire** y es una mezcla física, no una combinación, es decir, las moléculas de cada gas se mueven libre e independientemente.

Heterosfera: (hasta los 10.000 Km). Los gases componentes de la atmósfera se estratifican según sus pesos moleculares y atómicos. A partir de los 80-90 Km la concentración de gases es bajísima.

COMPOSICIÓN DEL AIRE (% EN VOLUMEN)	
N ₂	78,084
O ₂	20,946
Ar	0,934
CO ₂	0,037
Ne	0,001 84
He	0,000 52
CH ₄	0,000 15
Kr	0,000 10
H ₂	0,000 05
N ₂ O	0,000 02
CO	0,000 01
Xe	0,000 008
O ₃	0,000 002
NH ₃	0,000 000 6
NO ₂	0,000 000 1
NO	0,000 000 06
SO ₂	0,000 000 02

COMPOSICIÓN DE LA ATMÓSFERA



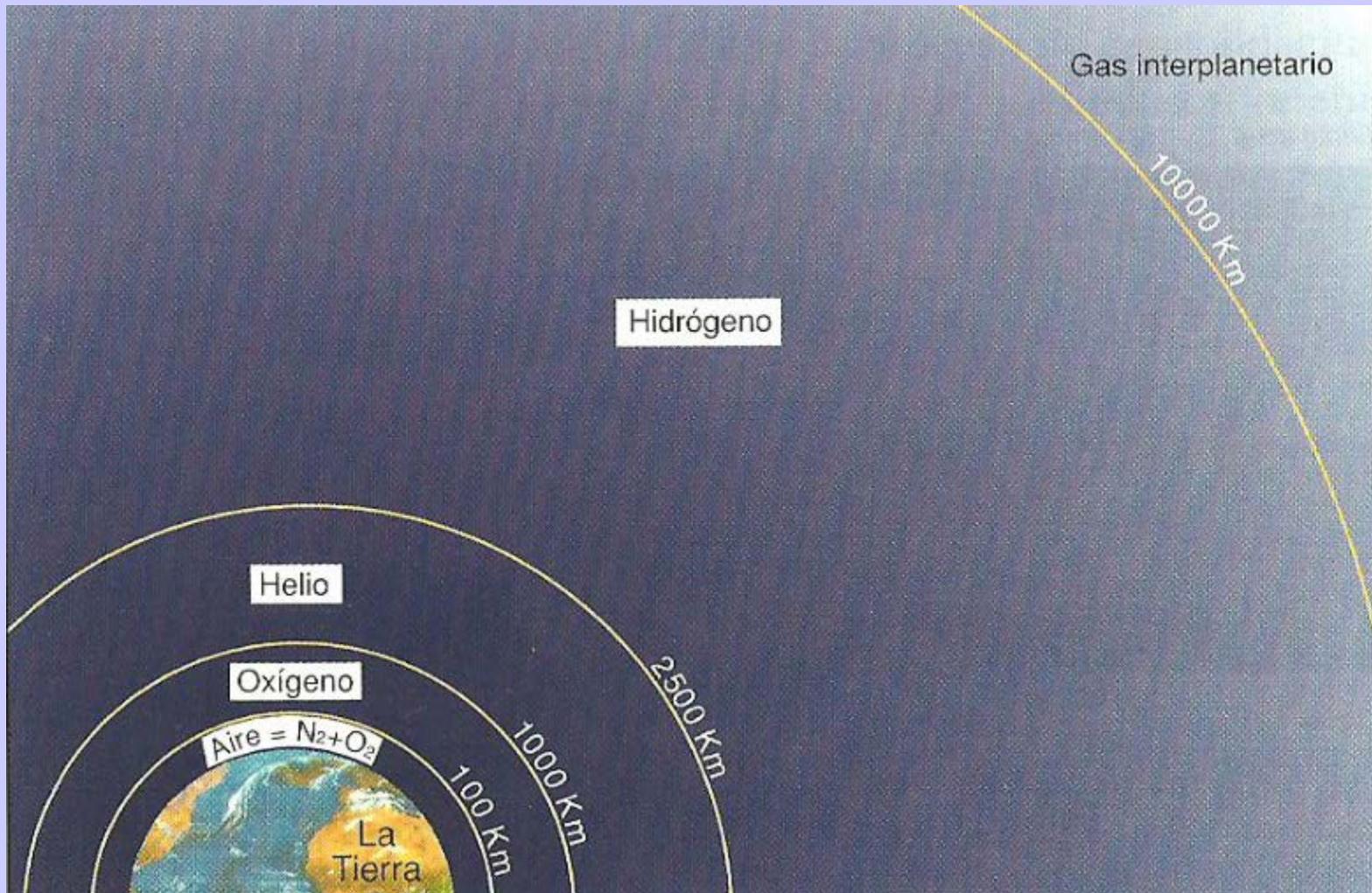
El Nitrógeno, el Oxígeno y el Argón son gases permanentes

Los otros gases son: Argón, Neón, Kriptón, Radón, Xenón, Helio, Hidrógeno, Óxido de Nitrógeno, Metano, Dióxido de Carbono, Ozono, Vapor de Agua y Dióxido de Azufre entre otros

La atmósfera también tiene impurezas entre las que destacan: Ácido Nítrico, ácido Sulfúrico, polvo, hollín, esporas y sal

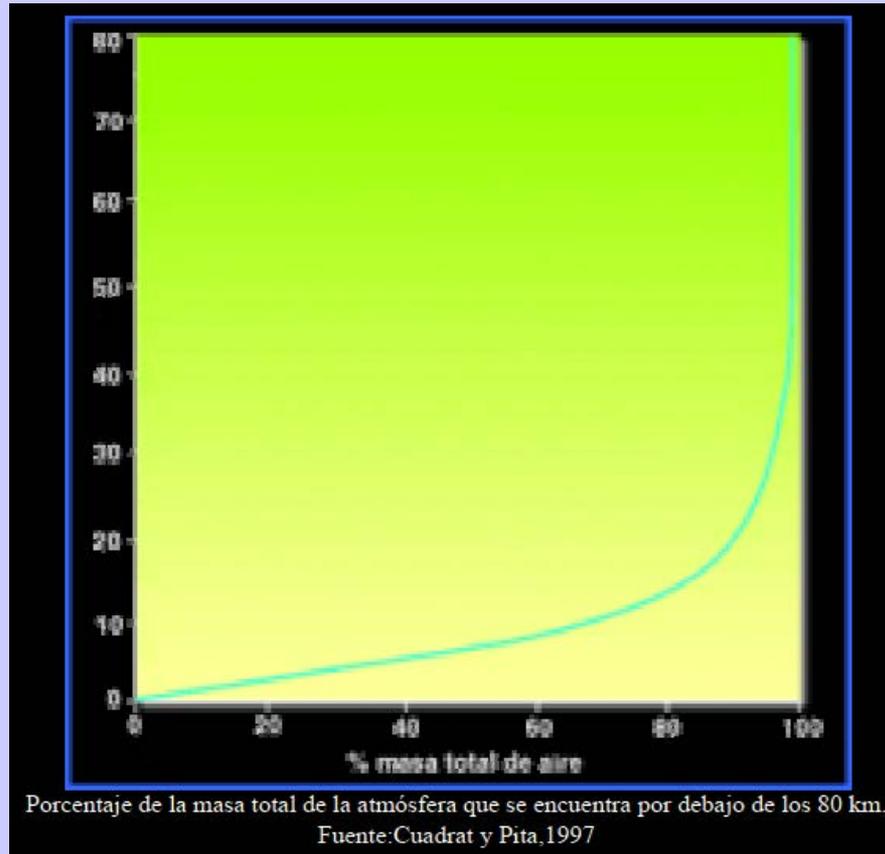
Componentes	Volumen %	Masa %
Nitrógeno	78,084	75,51
Oxígeno	20,946	23,15
Argón	0,934	1,28
Dióxido de carbono	0,033	0,046

Composición mayoritaria del aire seco en los primeros 5 Km



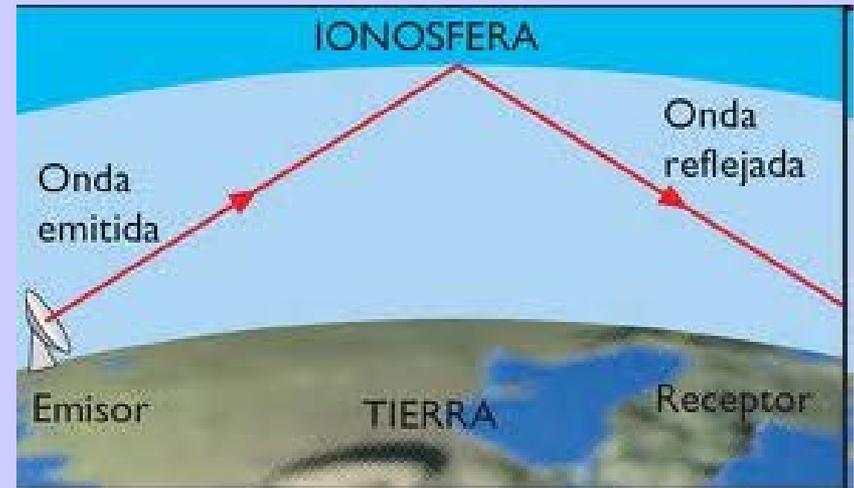
Estructura por capas de la atmósfera, basada en la información facilitada por el programa de satélites *Explorer* de la N.A.S.A.

Porcentaje de la masa total de la atmósfera que se encuentra por debajo de los 80 Km. Fuente: Cuadrat y Pita 1997.



El 97% del total de la masas atmosférica se concentra en los primeros 30 Km y en los 15 primeros Km el 95%.

Estado de ionización



Neutrosfera: (hasta 80 Km). Capa atmosférica con las partículas no ionizadas (hasta la mesopausa).

Ionosfera: (80-400 Km). Capa atmosférica con predominio del oxígeno en la que encontramos partículas ionizadas. En esta capa se producen fenómenos como la reflexión de las ondas de radio y de televisión.

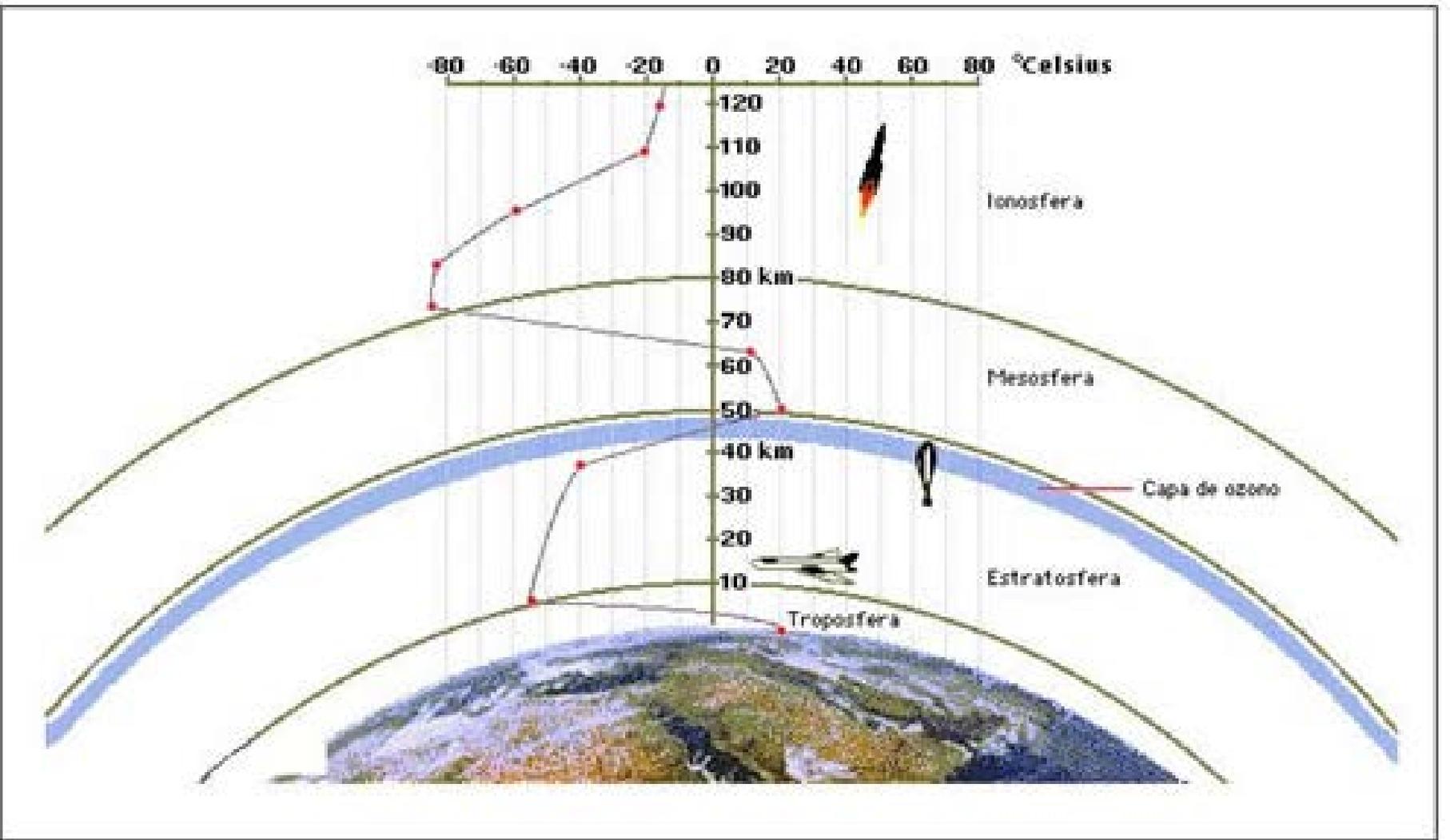
Variación térmica

Denominamos gradiente térmico vertical (GVT) a la variación que experimenta la temperatura en un intervalo de elevación dado.

Matemáticamente se calcularía a partir de la expresión: $GVT = -(dT/dh)$. El GVT es la variación *negativa* de la temperatura con la altura. Es decir, valores positivos de GVT indican que la temperatura disminuye con la altura ($GVT > 0$) ; y, valores negativos de GVT indican que la temperatura aumenta con la altura, o sea estamos en una zona de inversión térmica ($GVT < 0$).

La variación o gradiente en atmósfera ISA (atmósfera estándar) es de 0.65°C por cada 100 m.

Este valor estándar rara vez coincide con el de la atmósfera real, ya que este depende de otros muchos factores, como día-noche, corrientes horizontales y verticales, posición geográfica, etc...



A las capas de la atmósfera que se estudian bajo el criterio de GVT se les da los nombres de:

• *Tropósfera*

• *Estratósfera*

• *Mesósfera*

• *Termósfera*

Las regiones atmosféricas que separan estas capas son zonas de inversión térmica llamadas, *tropopausa (límite superior de la troposfera)*, *estratopausa (límite superior de la mesosfera)* y *mesopausa (límite superior de la estratosfera)*.

TROPOSFERA

- Su temperatura disminuye con la altura ($GVT > 0$)
- ($GVT = 0,65^{\circ}\text{C}/100\text{m}$). Hasta -70°C en la tropopausa.
- Se encuentra relativamente baja (8000-9000 m) sobre los polos y alta (16000-18000 m) sobre el ecuador.
- La troposfera se va a calentar fundamentalmente por la superficie terrestre, es decir, desde *abajo*. El calentamiento de la troposfera por la superficie terrestre puede tener lugar por corrientes convectivas o por absorción de la radiación terrestre por los gases de la atmósfera (vapor de agua, dióxido de carbono, metano, etc).
- Contiene el 75% de los gases, el total de CO_2 , vapor de agua y aerosoles.
- La presión atmosférica también disminuye en esta capa con la altura.
- Tiene lugar el efecto invernadero (H_2O_v , CO_2 y CH_4).
- Se producen los fenómenos meteorológicos. Es turbulenta y hay movimientos de aire tanto en vertical como en horizontal.
- Sólo en esta capa el aire es respirable.
- Su límite superior es la tropopausa.

ESTRATOSFERA

- Su temperatura aumenta con la altura (GVT < 0) debido a la absorción de UV por el ozono.
- Se distingue por una primera región prácticamente isoterma y otra superior donde la temperatura aumenta gradualmente con la altura hasta hasta los 80°C en la estratopausa.
- En condiciones normales existe un mecanismo natural de formación y destrucción del ozono en una región atmosférica situada 15-30 km llamada ozonosfera. Se dan las siguientes reacciones:

1- Fotólisis del Oxígeno por la luz ultravioleta: $O_2 + UV = O + O$

2- Formación de Ozono : $O + O_2 = O_3 + \text{calor}$

3- Destrucción del Ozono:

A.- Por fotólisis: $O_3 + UV = O_2 + O$

B.- Por reacción con Oxígeno: $O + O_3 = O_2 + O_2$

- Contiene pocos gases (0,02%) y es estable.
- El aire se mueve en estratos horizontales.
- El límite superior de inversión térmica es la estratopausa situada hacia los 50 km.

MESOSFERA

- Su temperatura disminuye hasta los $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ con la altura ($GVT > 0$) debido a que ya no hay aporte de calor por la absorción de UV del ozono.
- Hacia los 45 Km comienza con la llamada capa caliente a pesar de que su temperatura es del orden de los 0°C .
- La densidad de gases es muy baja.
- En esta capa se produce la desintegración de pequeños meteoritos produciéndose los fenómenos de las estrellas fugaces.
- El límite superior de inversión térmica es la mesopausa y está a 80 km, altura donde se considera que termina la mezcla homogénea de gases llamada aire.

TERMOSFERA

- Su temperatura aumenta hasta los 1000 °C con la altura ($GVT < 0$) debido a la absorción de radiaciones solares de onda corta (rayos X y gamma) por parte de las moléculas de nitrógeno y oxígeno que se transforman en iones positivos liberando electrones. Sin embargo su escasa concentración hace que aún a esa temperatura la concentración de energía sea mínima.
- Entre los 80 km Y 600 Km de altura.
- Sobre las zonas polares se producen las auroras boreales (hemisferio norte) y las australes (hemisferio sur) debido al rozamiento de los electrones que provienen del sol contra las moléculas de esta capa (amarillo verdoso contra moléculas de oxígeno a baja presión y rojo a muy baja presión y contra las moléculas de nitrógeno da azul).
- Esta capa corresponde a la ionosfera en el criterio de ionización con lo que responde a las mismas características en cuanto a las ondas largas.
- Su límite superior es 600 Km.

EXOSFERA

- Su límite inferior se localiza a una altitud generalmente de entre 600 y 700 km, aproximadamente. Su límite con el espacio llega en promedio a los 10.000 km.
- Es la región atmosférica más distante de la superficie terrestre en la que las moléculas de los gases más ligeros poseen una velocidad media que les permite escapar hacia el espacio interplanetario prácticamente el vacío sin que la fuerza gravitatoria de la Tierra sea suficiente para retenerlas.
- En esta capa la temperatura no varía el 'concepto popular' de temperatura desaparece, ya que la densidad del aire es casi despreciable con lo que $GVT = 0$.
- El aire pierde sus cualidades físico-químicas al estar constituido por materia plasmática. En ella la ionización de las moléculas determina que la atracción del campo magnético terrestre sea mayor que la del gravitatorio con lo que la exosfera está contenida en la magnetosfera (500-60.000 km), que representa el campo magnético de la Tierra.

MAGNETOSFERA

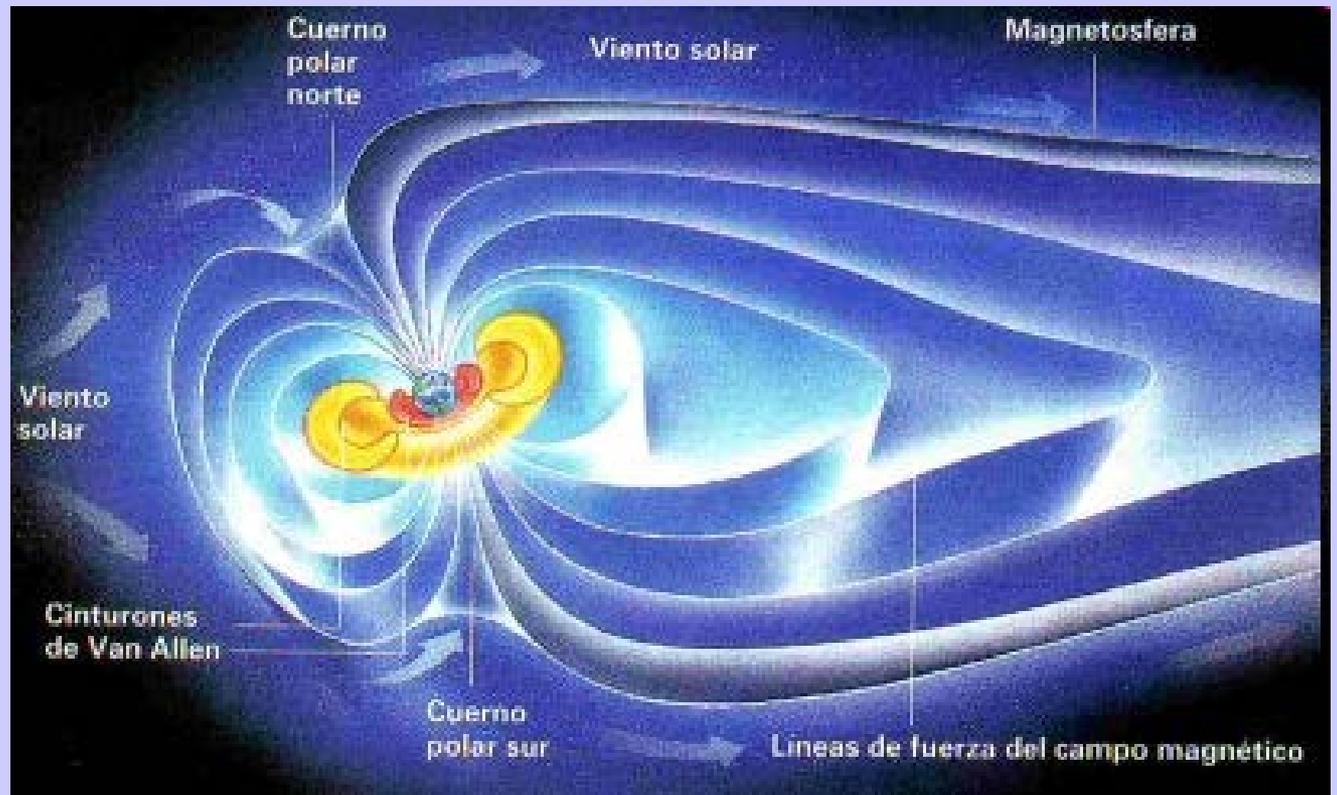
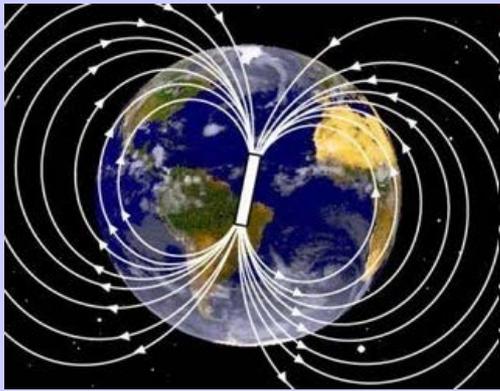
La Tierra se comporta como un imán cuyos polos coinciden casi con el eje de giro.

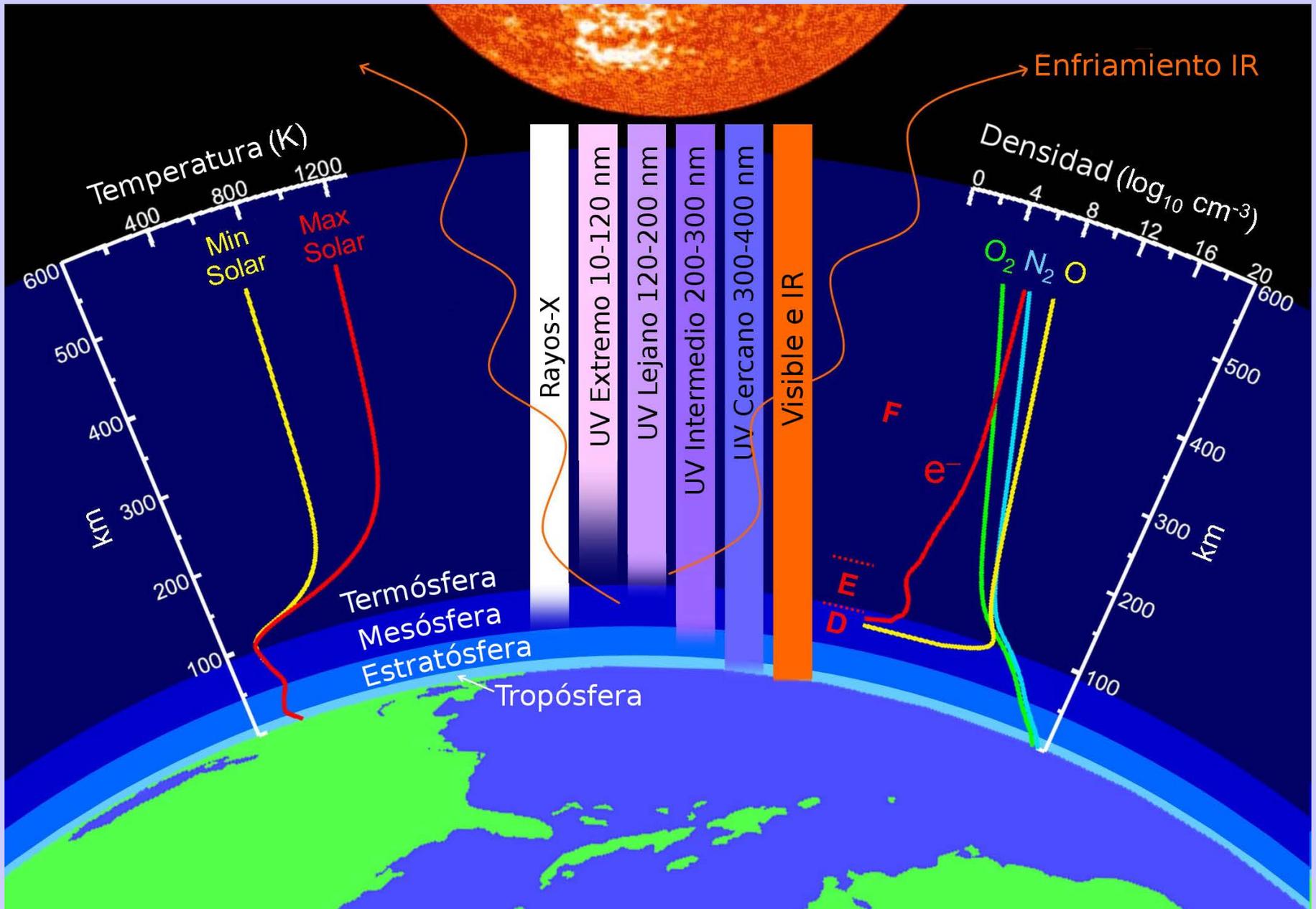
Se deja sentir más allá del límite de la atmósfera gaseosa, hasta cinco veces el diámetro terrestre (60.000 Km).

La magnetopausa no tiene forma esférica porque el viento solar (p^+ y e^- de alta energía a 400-800 Km/s) la deforma por el lado opuesto al sol dando una cola de hasta 10 Km desviando y dispersando estas partículas.

Cerca de los polos las líneas de fuerza del campo magnético están más juntas obligando a las partículas a recorridos helicoidales de norte a sur constituyendo los cinturones de Van Allen. El primero hacia los 3200 Km concentra p^+ de alta energía. El segundo se extiende hasta los 50-60.000 Km (los p^+ de alta energía son un peligro para equipos y personas en la investigación espacial puesto que pueden penetrar varios mm en el metal).

El aumento de flujo solar provoca perturbaciones y la entrada de partículas ionizadas a la atmósfera gaseosa por los polos ionizando a su vez sus partículas formando las *auroras* en ambos polos (austral y boreal).







Los colores de la aurora dependen, sobre todo, de la velocidad del viento solar como de los átomos que intervienen en dicho choque:

Cuando el viento solar es relativamente **lento**, los corpúsculos que penetran en la atmósfera se quedan apenas en las capas superiores. En este caso, si la colisión se produce fundamentalmente con átomos de oxígeno a **400 km.** de altura o más, la aurora resultante será **rojiza**. Las partículas solares más rápidas, en cambio, penetran más hondo en nuestra atmósfera. Si el choque se produce sobre todo con oxígeno molecular y a unos **150 km.** sobre el nivel del mar, las formaciones visibles aparecerán de color **verde amarillento**.

Por último las partículas más **veloces**, las que penetran hasta los **90 km.** por encima de nuestras cabezas, producen brillantes auroras de colores **rojo y azul** cuando chocan fundamentalmente con moléculas de nitrógeno.

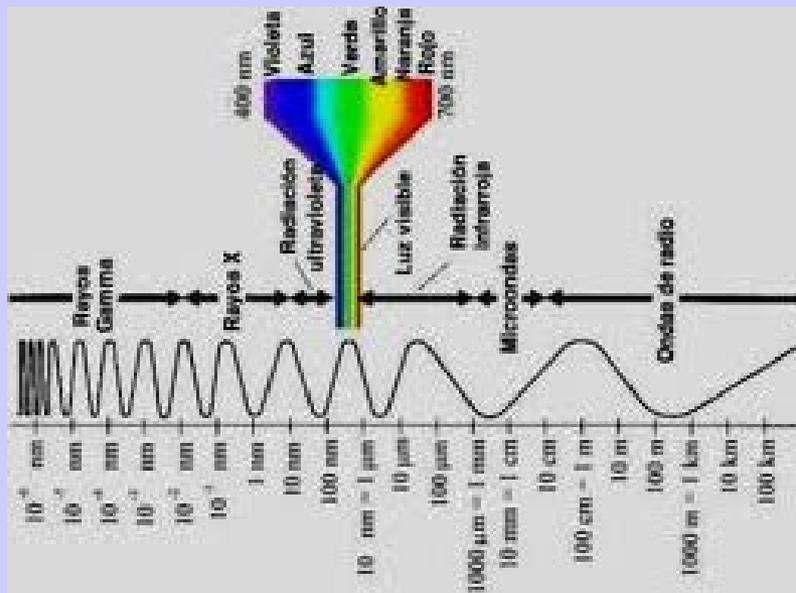
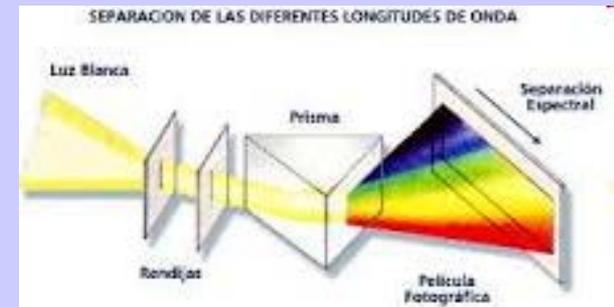


Características de las radiaciones electromagnéticas:

- Velocidad de transmisión en el vacío:

$$c = 299\,792\text{ Km s}^{-1}$$

- Longitud de onda, λ : variable entre kilómetros y milésimas de nanómetro
- Frecuencia, $\nu = c/\lambda$ inversamente proporcional a la longitud de onda.
- Energía, $E = h \cdot \nu$, siendo h la constante de Plank.
- La energía de los fotones de una radiación es mayor en los de longitud de onda corta y menor en los asociados a una onda larga.



Espectro de la radiación solar

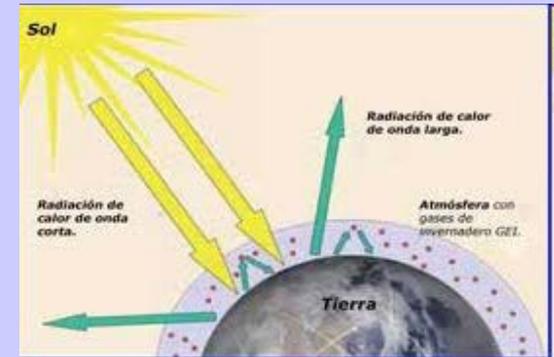


FUNCIONES DE LA ATMÓSFERA.

- **Función protectora:** elimina mediante absorción o reflexión la mayor parte de las longitudes de onda menores a 290nm
- **Función reguladora de la temperatura y la humedad:**
 - **Efecto invernadero natural:** mantiene el planeta a 15°C de media.
 - **Dinámica atmosférica:** la diferencia de insolación en las distintas zonas del planeta impulsa movimientos atmosféricos que redistribuyen la energía incidente
 - Forma parte del **ciclo del agua.**
- **Función modeladora del paisaje:** la dinámica atmosférica genera condiciones tales que disgregan, erosionan y transportan materiales de la litosfera modificando su morfología.

FUNCIÓN PROTECTORA:

Energía radiante del Sol:



- La mayor parte de la energía que llega a nuestro planeta procede del Sol.
- La energía que nos llega de nuestra estrella es una **radiación electromagnética** que se comporta, a la vez, como una **onda**, con su frecuencia, y como una **partícula**, llamada fotón.
- La energía que llega al exterior de la atmósfera es una cantidad fija, llamada **constante solar**. Su valor es de $1,4 \cdot 10^3 \text{ J/m}^2$, lo que significa que a 1 m^2 situado en la parte externa de la atmósfera, perpendicular a la línea que une la Tierra al Sol, le llegan $1,4 \cdot 10^3 \text{ J}$ cada segundo. Es una mezcla de radiaciones de longitudes de onda (λ) entre 200 y 4000 nm. Se distingue entre radiación **ionizante, ultravioleta, visible, infrarroja, microonda y onda larga**.

Magnetosfera: Rechaza o desvía radiaciones ionizantes.

Ionosfera: Absorbe gran parte de las radiaciones de onda corta y alta energía (N_2 y O atómico). Produce su calentamiento.

Antes de los 80 Km es absorbida la radiación <180 nm

Estratosfera: Absorbe la radiación ultravioleta (180-290 nm) formando la ozonosfera ($O_2 \rightarrow O_3$).

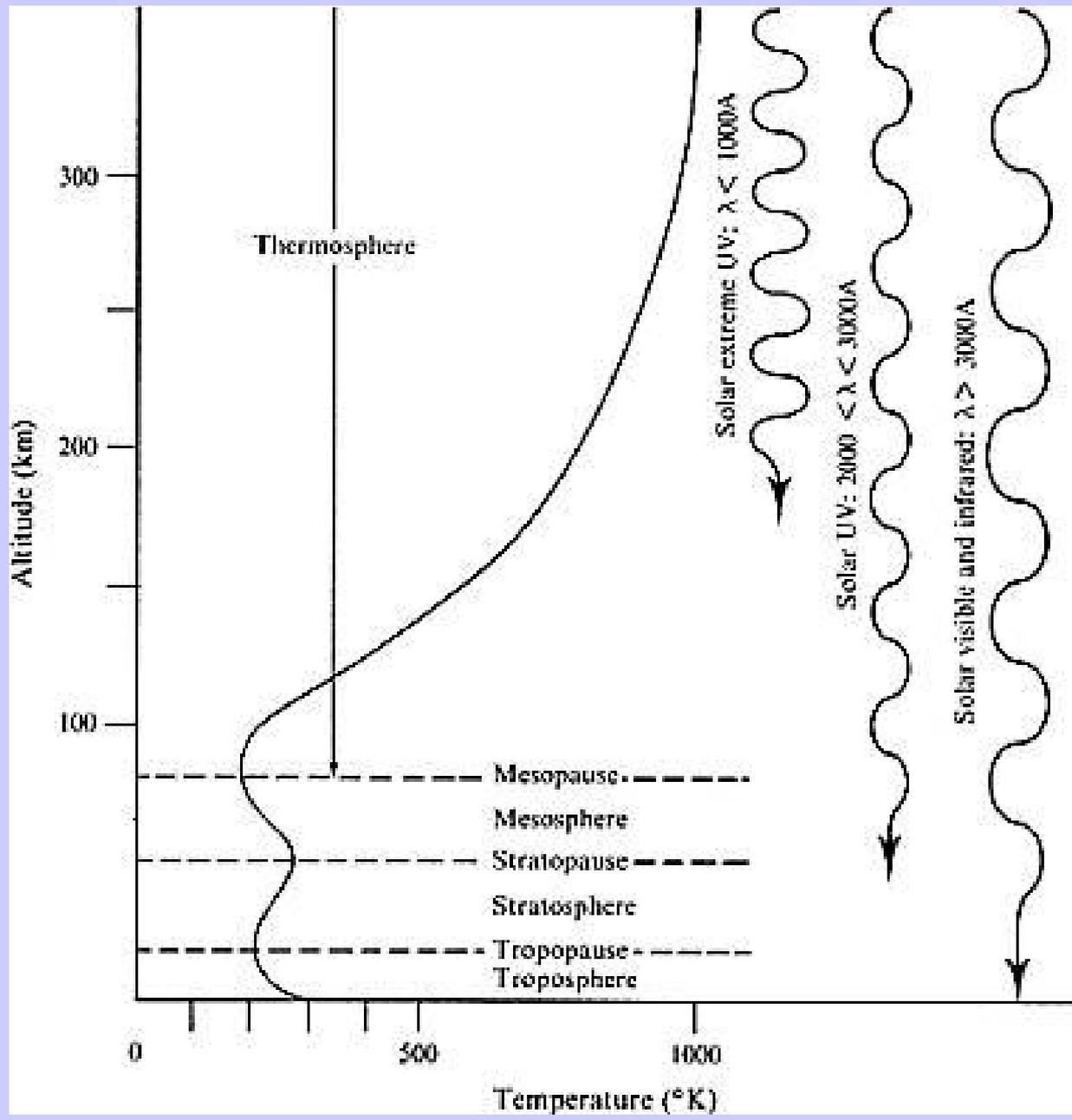
Antes de entrar en la troposfera la radiación solar ha perdido toda radiación <290 nm (la más perjudicial).

Troposfera: Absorbe visible e infrarrojo. Responsable del calentamiento por efecto invernadero (H_2O_v , CO_2 y CH_4). La proporción de radiación solar que llega a la troposfera es:

9% U.V.

41% Visible

50% I.R.



FUNCIÓN REGULADORA:

El calor puede definirse como la energía que transmite un cuerpo hacia el entorno o hacia otro cuerpo adosado a él, en virtud de una diferencia de temperatura, sin variación de otros parámetros del sistema; si la energía es transmitida con variación de otros parámetros del sistema se denomina trabajo.

El calor debe, por tanto, medirse en unidades de energía. En el S.I. es el Julio, aunque también es muy usual utilizar la caloría.

$$J=Nm \quad 1 \text{ cal}=4.19 \text{ J}$$

El calor que recibe un cuerpo puede utilizarse en aumentar su energía interna o en realizar un trabajo.

Sin embargo, no todos los cuerpos elevan su temperatura en la misma medida al aplicarles la misma cantidad de calor. Se define el calor específico de una sustancia como la cantidad de calor, en calorías, que hay que suministrarle para que su temperatura se eleve un grado.

Las sustancias con un calor específico elevado varían muy poco su temperatura si se les aplica o se les quita calor.

Una de las sustancias con mayor calor específico es el agua.

En definitiva la temperatura de un lugar cualquiera dentro del sistema climático (tierra, océano, atmósfera,..) viene determinada por la cantidad de calor almacenado que depende del balance entre entradas y salidas de calor (las transferencias de energía que se producen) y del tipo de sustancia de que se trate.

La transferencia de calor es un fenómeno unidireccional orientado desde los cuerpos con temperatura más alta hacia los que tienen temperatura más baja tendiendo a la anulación de esta diferencia. Este proceso de propagación puede tener lugar de tres maneras:

1. Conducción, se produce cuando el cuerpo caliente y el frío están en contacto. El calor se transmite a través de la materia pero sin desplazamiento de esta. Esta forma de transferencia de calor es típica de los sólidos.

2. Convección, es típico de los fluidos (líquidos o gases) está asociado a un desplazamiento macroscópico de la masa del fluido. Incluye dos formas de transporte:

- Calor sensible: aquel que recibe un cuerpo y hace que aumente su temperatura sin afectar su estructura molecular y por lo tanto su estado. Es transportado por las moléculas de aire.

- Calor latente: transferencia de energía en los cambios de fase especialmente de líquido a gas y transportado por las moléculas de vapor de agua.

3. Radiación, consiste en la transmisión de calor entre dos cuerpos a distinta temperatura cuando no están separados por ningún medio material (en el vacío). Se debe a la emisión de radiación electromagnética que experimentan todos los cuerpos y que contribuye a la disminución de temperatura de los mismos.

La energía emitida como radiación se transmite en forma de ondas electromagnéticas que pueden tener diferentes longitudes de onda. El conjunto de todas las longitudes de onda se denomina *espectro electromagnético*. El conjunto de las longitudes de onda emitidas por un cuerpo se denomina *espectro de emisión* y en el caso del sol, *espectro solar*.

Cuando la radiación alcanza un cuerpo, pueden producirse 3 fenómenos:

1. Reflexión
2. Absorción
3. Transmisión

La fracción de energía que se refleja se denomina reflectancia o albedo, la fracción de energía que se absorbe se denomina absorptancia y la transmitida transmitancia y varían en función del tipo de material de que se trate y de la longitud de onda.

La **constante solar** es la cantidad de energía recibida en forma de radiación solar por unidad de tiempo y unidad de superficie, medida en la parte externa de la atmósfera terrestre (tope de la atmósfera) en un plano perpendicular a los rayos del Sol. Corresponde a 1.368 W/m^2 .

El valor de la constante solar multiplicado por la superficie de un círculo imaginario cuyo radio (R) es el radio de la Tierra perpendicular a los rayos del Sol equivale a $1.368 \times \pi R^2$ vatios.

Como la superficie de la Tierra es esférica, su superficie ($4\pi R^2$) es cuatro veces mayor que la superficie de ese círculo transversal (πR^2), por lo que el flujo medio que se reparte en la semi esfera es cuatro veces menor.

El total de la energía solar que continuamente es interceptado por el planeta Tierra es la cuarta parte de ese valor: unos 342 W/m^2 .

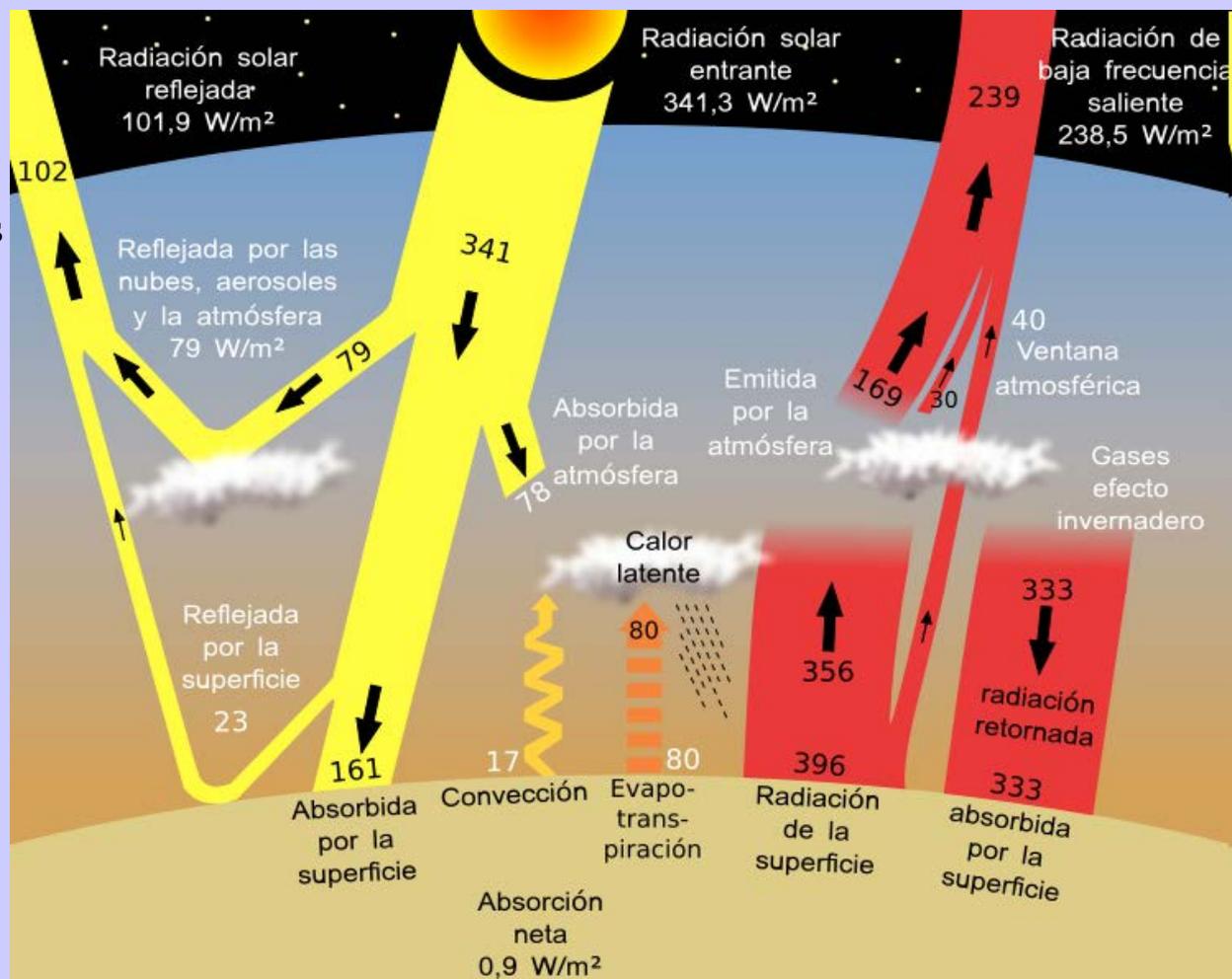
De acuerdo a lo anteriormente visto tendremos que la regulación térmica es debido fundamentalmente a dos procesos:

- **Efecto invernadero:** Permite existencia de una temperatura media planetaria de 15°C frente a los -33°C que habría en ausencia de sustancias capaces de producir una contrarradiación del I.R. emitido por la superficie terrestre.

- **Dinámica atmosférica:** Moviliza grandes masas de aire y nubes de latitudes bajas a altas lo que tiende a compensar la diferencia de insolación terrestre.

BALANCE DE RADIACIÓN SOLAR

Balance anual de energía de la Tierra desarrollado por Trenberth, Fasullo y Kiehl de la NCAR en 2008. Se basa en datos del periodo de marzo de 2000 a mayo de 2004 y es una actualización de su trabajo publicado en 1997. La superficie de la Tierra recibe del Sol 161 w/m^2 y del Efecto Invernadero de la Atmósfera 333 w/m^2 , en total 494 w/m^2 , como la superficie de la Tierra emite un total de 493 w/m^2 ($17+80+396$), supone una absorción neta de calor de $0,9 \text{ w/m}^2$, que en el tiempo actual está provocando el calentamiento de la Tierra.



CALCULA LOS PORCENTAJES DE
TODOS LOS DATOS ANTERIORES
CONSIDERANDO QUE LA ENERGÍA
ENTRANTE (341W/m^2) ES EL 100%

DINÁMICA ATMOSFÉRICA

Llamaremos dinámica atmosférica al conjunto de procesos físicos o meteorológicos que se producen en el seno de la atmósfera terrestre. Estos procesos estudiados por la termodinámica presentan una gran complejidad por la enorme gama de interacciones posible tanto en el mismo seno de la atmósfera como con las otras partes (sólida y líquida) de nuestro planeta.

Todos los procesos meteorológicos y bioquímicos de la atmósfera (y de los océanos) tienen un origen común: el calentamiento de nuestro planeta debido a los rayos solares. También algunos procesos geológicos internos pueden intervenir de alguna manera en el calentamiento o enfriamiento de la atmósfera, pero sus efectos son casi insignificantes a escala global, aunque localmente pueden tener cierta relevancia.

Se denomina diatermancia a la propiedad del aire atmosférico de ser atravesado por los rayos solares casi sin calentarse por ello (de "dia", a través, y "termancia", calentamiento).

Sin embargo, la capa superficial del aire, en contacto con la superficie tanto sólida como líquida de nuestro planeta, que es la de mayor densidad porque soporta el mayor peso de la atmósfera, absorbe gran cantidad del calor (formado por rayos infrarrojos) reflejado por dicha superficie terrestre.

Este tipo de radiación sí logra calentar el aire, el cual se eleva enfriándose rápidamente hasta alcanzar, a cierta altura, la misma temperatura que el aire circundante, con lo que su movimiento de ascenso cesa. El proceso se invierte durante la noche, cuando el aire a cierta altura disminuye su temperatura debido a la irradiación nocturna y desciende en consecuencia.

Este proceso de ascensión y descenso vertical de masas de aire junto con los desplazamientos horizontales producidos por el giro de la Tierra y la orografía producen los vientos.

PARÁMETROS ATMOSFÉRICOS



Tabla de datos meteorológicos		
Fecha	Hora	
Estado general del cielo (soleado, nubes y claros, cubierto, lluvioso)		
Temperatura del aire	Máxima (°C)	
	Mínima (°C)	
Viento	Origen/ dirección	
	Velocidad	
Presión atmosférica		
Humedad relativa del aire (%)		

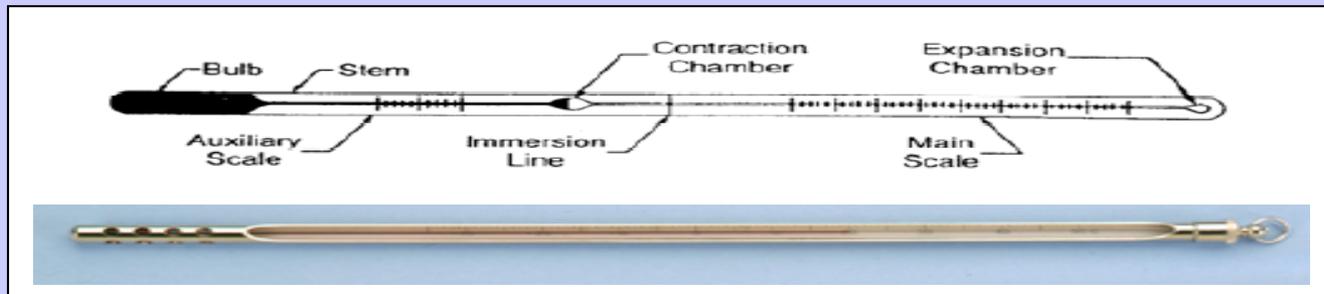
Parámetro atmosférico	Aparato de medida	Unidades de medida
Temperatura	Termómetro	Grados centígrados
Presión atmosférica		
Velocidad del viento		
Dirección del viento		
Humedad relativa del aire		

Las características atmosféricas observables se estudian a partir de la medición de tres parámetros atmosféricos básicos como son **la temperatura, la presión y la humedad.**

TEMPERATURA

La Temperatura es una propiedad de la materia que está relacionada con la distribución de la energía calorífica entre la materia de un cuerpo. Normalmente la temperatura mide la energía cinética media de las partículas:

- A mayor energía cinética media (mayor movimiento de las partículas) mayor choque entre ellas , mayor temperatura.
- A menor energía cinética media (menor movimiento de las partículas) habrá menos choques entre ellas, menor temperatura.



La temperatura atmosférica indica la cantidad de energía solar retenida (en forma de energía cinética de las partículas del aire) en un momento dado.

El termómetro es el instrumento de fiabilidad que se utiliza para medir esa cantidad de energía en función del número de choques contra el sensor del aparato.

Esta medición debe realizarse a 1,5 metros del suelo, siendo un lugar ventilado y protegido de la influencia directa de los rayos del sol.

El resultado de todo ello se expresa en una escala centígrada Celsius, o bien en la escala de Fahrenheit o en la escala absoluta Kelvin.

Así tenemos que la interconversión sería:

$$^{\circ}\text{C} = 5/9 (^{\circ}\text{F} - 32)$$

$$^{\circ}\text{C} = ^{\circ}\text{K} - 273,15$$

Temperaturas de fusión y ebullición del agua a 1 atm de presión atmosférica

escala	fusión	ebullición
Kelvin	273,15 K	373,15 K
Celsius	0 °C	100 °C
Fahrenheit	32 °F	212 °F

Son tres los factores del clima que hacen funcionalmente variar la temperatura. Ellos son:

- Altitud
- Latitud
- Proximidad al mar

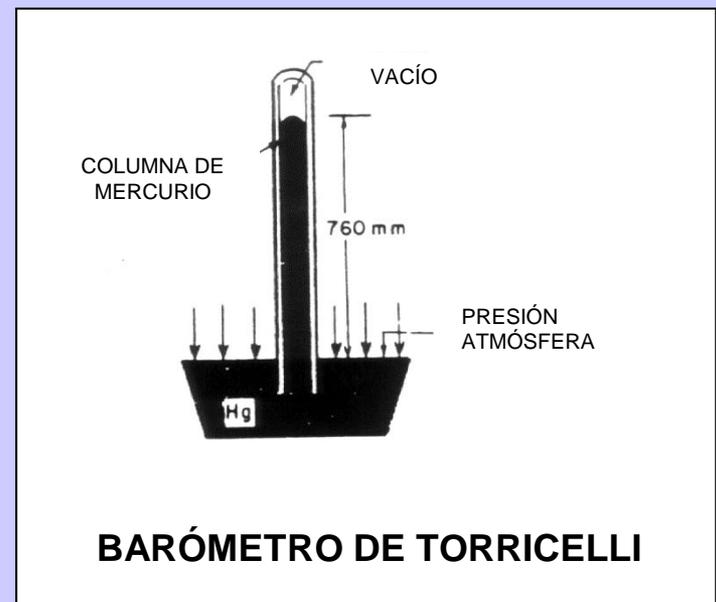
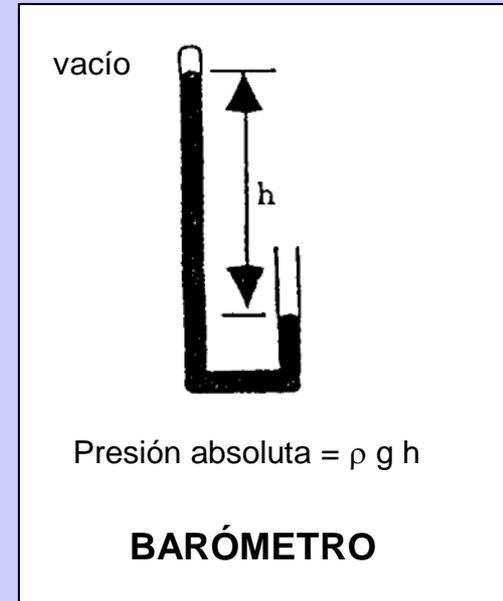
Pero además hay que agregarle en la influencia de los cambios términos a los movimientos de rotación y traslación de la tierra.

PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Llamamos **PRESIÓN HIDROSTÁTICA** a la causada por el peso de una columna de altura h de un fluido de densidad d en un lugar donde la aceleración de la gravedad vale g siendo la multiplicación de estos factores el valor de la presión absoluta.

La atmósfera está constituida por un conjunto de gases que constituyen el aire que aunque no es visible, tiene un cierto volumen, peso y por lo tanto ocupa un lugar.

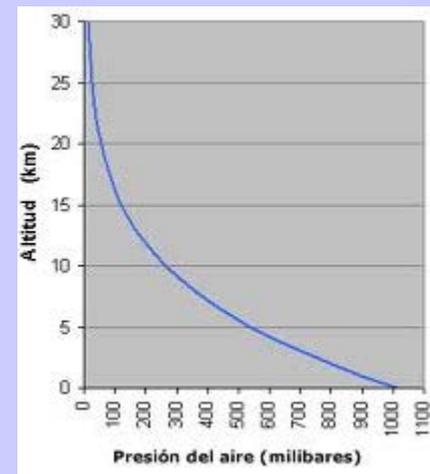
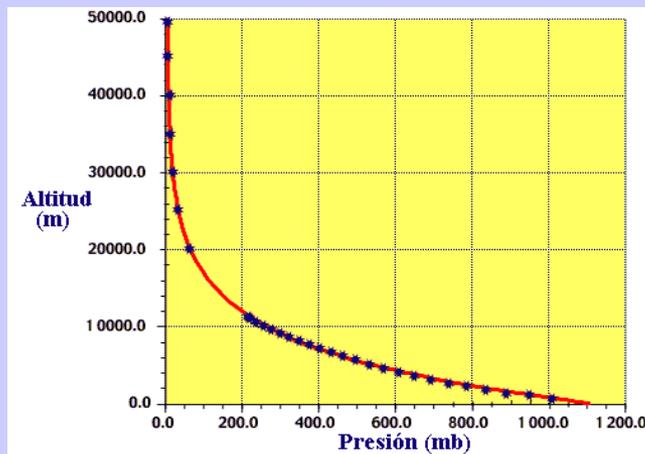
Consideraremos presión atmosférica, al peso que ejerce el aire sobre la superficie terrestre.



Esta presión se expresa en milímetros (mm) o hectopascales (hpa). Por lo tanto, cuando veamos 760 mm o 1.013 hpa nos está indicando que la presión del aire a nivel de mar es normal. Por encima o debajo de esta presión se habla de altas o bajas presiones.

Un *milibar* tiene exactamente el mismo valor que un *hectopascal*, por ello el uso de ambas unidades es intercambiable. (1 *mbar* = 1 *hPa*)

Cabe aclarar, que la presión atmosférica no es uniforme en todos los puntos de la superficie terrestre, sino que varía con la altura del lugar y con la temperatura. Por lo tanto a mayor altura y temperatura, menor presión.



HUMEDAD ATMOSFÉRICA

Llamaremos humedad, a la cantidad de vapor de agua que contiene la atmósfera.

La misma proviene, una parte de la evaporación del agua de la superficie de los océanos, lagos y ríos; y la otra es suministrada por la tierra y la vegetación (evapotranspiración).

La humedad varía de un lugar a otro por dos razones:

Cuanta mayor es la temperatura mayor la evaporación.

Cuanta mayor es la temperatura mayor es la solubilidad del vapor de agua en el aire (más agua cabe en forma vapor).

Nos encontramos con varias expresiones referidas a la humedad atmosférica:

- **Humedad absoluta:** cantidad de vapor de agua total contenido en una masa de aire. Se mide en gr/m^3 de H_2O_v

- **Humedad de saturación:** cantidad de vapor de agua que es capaz de mantenerse disuelto en estado vapor en una masa de aire y a una temperatura dada. La temperatura crítica a la que una masa de aire se satura por enfriamiento y empiezan a darse fenómenos de condensación se denomina **punto de rocío**.

- **Humedad relativa:** cociente entre la cantidad de vapor de agua que contiene la atmósfera y la máxima que puede contener, expresándose así en porcentajes.

$$Hr = (H_a / H_s) \cdot 100$$

T^a ($^{\circ}\text{C}$)	H_s (gr/m^3)
0	4.85
5	6.82
10	9.41
15	12.87
20	17.31
25	23.3
30	30.4
35	39.3
40	51.2
45	65.6
50	83.0

