

### 3. LA ATMÓSFERA, esa capa gaseosa que no vemos pero que nos rodea.

*A diferencia de los procesos geológicos, que ocurren con lentitud, la atmósfera de la Tierra se transforma constantemente, a veces, incluso, en cuestión de minutos. Estos cambios afectan directamente nuestra salud y bienestar. Es muy lógico que hayamos desarrollado la meteorología.*

*Pero el tiempo atmosférico depende de muchos factores que lo hacen distinto de un lugar a otro. Aunque el tiempo puntual, en un momento dado, pueda ser parecido en dos lugares de la Tierra (por ejemplo, una tormenta), a lo largo del tiempo cada zona tiene su clima, determinado por sus "estadísticas del tiempo". De su estudio se encarga otra ciencia, la Climatología.*

*En el origen, la Tierra tenía una atmósfera muy distinta de la actual.*

*Las erupciones volcánicas constantes emitieron enormes cantidades de vapor de agua que, al precipitarse, formó mares y océanos. Allí surgieron las primeras algas que empezaron a consumir dióxido de carbono y fabricar oxígeno.*

*Como el primero abundaba y, sin embargo, no había animales que consumiesen el segundo, las algas proliferaron y, al cabo de millones de años, habían conseguido transformar la atmósfera inicial en otra de composición parecida a la actual.*

#### 3.1 La capa gaseosa que rodea a la Tierra: la atmósfera

Llamamos atmósfera a una mezcla de varios gases que rodea cualquier objeto celeste. La Tierra, posee un campo gravitatorio suficiente para impedir que la envoltura gaseosa que la rodea, la acompaña en sus movimientos y que se denomina **atmósfera**, escape al espacio. La combinación de los gases que conforman la atmósfera permite la vida sobre la Tierra.

Esta mezcla/combinación de gases se ha desarrollado a lo largo de 4.500-4.800 millones de años. La atmósfera primigenia debió estar compuesta únicamente de emanaciones volcánicas, es decir, una mezcla de vapor de agua, dióxido de carbono, dióxido de azufre y nitrógeno, sin rastro apenas de oxígeno. A lo largo de este tiempo, diversos procesos físicos, químicos y biológicos transformaron esa atmósfera primitiva hasta dejarla tal como ahora la conocemos.

#### **Función de la atmósfera**

La función fundamental de la atmósfera es la de actuar como una capa protectora de la Tierra contra cierto tipo de radiaciones solares, tales como los ultravioletas que resultan nocivos para los seres humanos. Pero también, amortigua las variaciones de temperatura, sin esta protección serían muy altas durante el día y muy bajas en la noche. Por otra parte, la atmósfera frena la caída de los meteoritos ya que, algunos de éstos, al atravesar las capas de aire, se desintegran por la fricción con los gases.

La capa exterior de la Tierra es gaseosa, de composición y densidad muy distintas de las capas sólidas y líquidas que tiene debajo. Pero es la zona en la que se desarrolla la vida y, además, tiene una importancia trascendental en los procesos de erosión que son los que han formado el paisaje actual. Los cambios

que se producen en la atmósfera contribuyen decisivamente en los procesos de formación y sustento de los seres vivos y determinan el clima.

### Extensión de la atmósfera

Casi toda la atmósfera, 97%, se halla en los primeros 29 km de la superficie de la Tierra, el límite superior puede estimarse aproximadamente a una altura de 10.000 km, distancia parecida a la del propio diámetro terrestre.

Otros autores suponen que el límite externo se extiende hasta donde se encuentra la última molécula de oxígeno. La fig. 3.1 muestra la primera gran división de la atmósfera: Homosfera y Heterosfera y la tabla 1 las resume sus características.

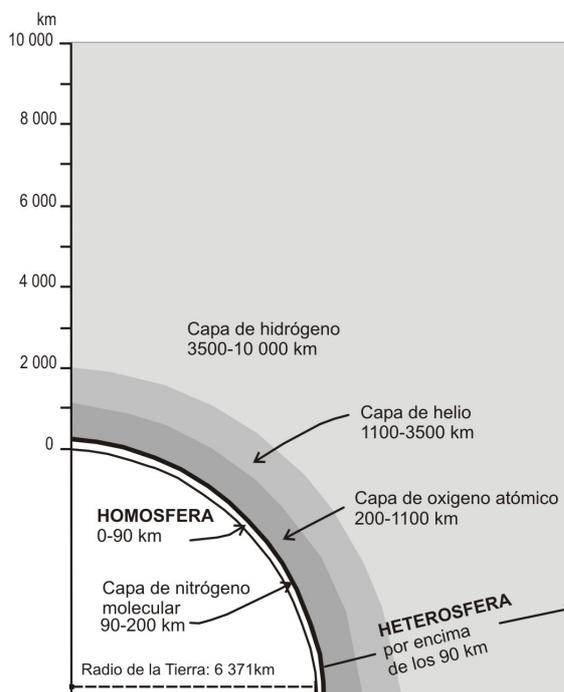


Fig. 3.1. División de la Atmósfera.  
Fuente: Strahler, A., 1981, basado en datos de R. Jastrow, NASA y M. Nicolet

### Composición del aire

Los gases fundamentales que forman la atmósfera son: Nitrógeno (78.084%), Oxígeno (20.946%), Argón (0.934%) y Dióxido de Carbono (0.033%). Otros gases de interés presentes en la atmósfera son el vapor de agua, el ozono y diferentes óxidos.

También hay partículas de polvo en suspensión como, por ejemplo, partículas inorgánicas, pequeños organismos o restos de ellos y sal marina. Estas partículas pueden servir de núcleos de condensación en la formación de nieblas muy contaminantes.

Los volcanes y la actividad humana son responsables de la emisión a la atmósfera de diferentes gases y partículas contaminantes que tienen una gran influencia en los cambios climáticos y en el funcionamiento de los geosistemas.

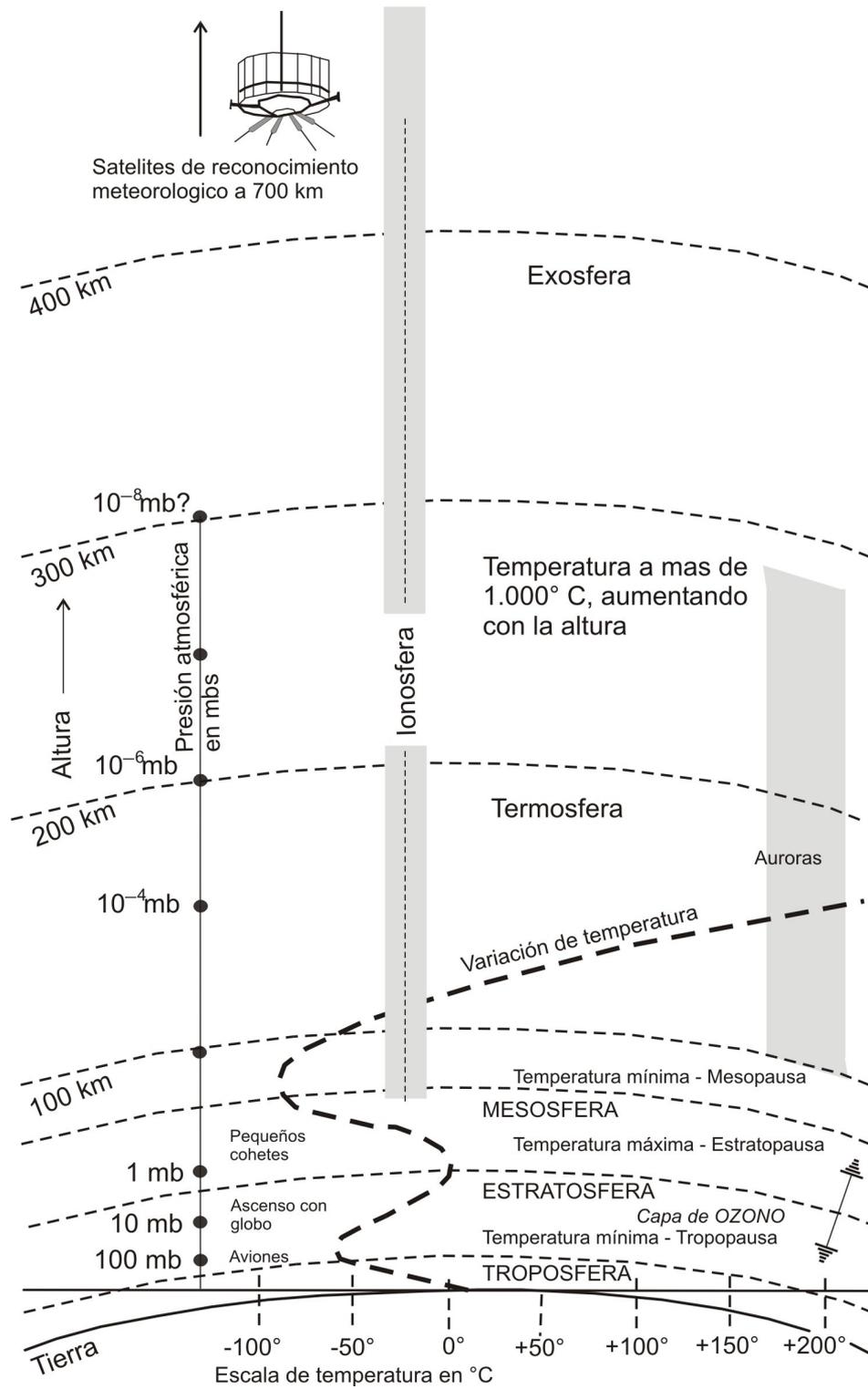
El aire se encuentra concentrado cerca de la superficie, comprimido por la atracción de la gravedad y, conforme aumenta la altura, la densidad de la atmósfera disminuye con gran rapidez.

La figura 3.2 muestra la estructura vertical de la atmósfera hasta los 400 km. Todas las variaciones de tiempo se concentran en la troposfera, los 10 ó 15 km más abajo. Se complementa con tabla 2.

Tabla 1.- Características de la Homósfera y de la Heterósfera.

<b>HOMOSFERA</b>	<b>HETEROSFERA</b>
<p>1. Comprende desde la superficie terrestre, hasta una altura de cerca de 80 km (50 millas).</p> <p>2. El aire puro y seco de esta capa está formado en su mayor parte de nitrógeno (78,084% en volumen) y oxígeno (20,946%). El resto del aire, 0,970% lo componen en su mayor parte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- argón (0.934%),</li> <li>- dióxido de carbono o anhídrido carbónico (0.033%).</li> </ul> <p>Este gas muy importante en los procesos atmosféricos, debido a su capacidad de absorber calor y permitir que se caliente la atmósfera inferior por la radiación calorífica procedente del sol y de la superficie terrestre.</p> <p>Las plantas verdes, en el proceso de fotosíntesis, utilizan el dióxido de carbono de la atmósfera y, junto con el agua, lo convierten en hidratos de carbono sólidos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0.003%, lo conforman el neón, helio, criptón, xenón, hidrógeno, metano y óxido nitroso.</li> </ul> <p>La proporción de los elementos que componen la atmósfera es fundamental, ya que la variación de los mismos puede ocasionar daños a la vida sobre la Tierra.</p> <p>3. Subdivisiones de la homosfera, según zonas de temperaturas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Troposfera:</b> Es la parte de la atmósfera que está en contacto con la superficie terrestre. Se extiende hasta una altura media de 12 km presentado un espesor mayor en el Ecuador y menor en los Polos. En esta capa <b>desciende con la altura</b>, tanto, la temperatura hasta -60° C como la presión, a consecuencia de la constante mezcla de aire. Por esta razón, los aviones que vuelan por encima de los 9000 m, deben recrear las condiciones de temperatura y presión de la Tierra a través de cabinas presurizadas y climatizadas. Su límite superior es la <b>tropopausa</b>, zona de transición hacia la capa siguiente.</li> <li>- <b>Estratosfera,</b> la temperatura se mantiene prácticamente constante a medida que se incrementa la altura. Aquí se concentra el <i>gas ozono</i>, que actúa como un escudo que protege a la Tierra de las radiaciones ultravioletas del Sol.</li> <li>- <b>Mesosfera:</b> Se desarrolla aproximadamente hasta los 80 km de altura. Su límite superior está dado por la <b>mesopausa</b>. Nuevamente vuelve a descender la temperatura.</li> </ul>	<p>1. Comienza aproximadamente a los 90 km de la superficie de la Tierra (continuación de la homósfera).</p> <p>2. Presenta 4 capas gaseosas, cada una de las cuales posee una composición química característica. Estas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- capa de nitrógeno molecular,</li> <li>- de oxígeno atómico,</li> <li>- de helio y</li> <li>- de hidrógeno atómico.</li> </ul> <p>3. Subdivisiones de la heterosfera:</p> <p><b>1. Termosfera o Ionosfera:</b> Por encima de los 85 km. Temperatura muy alta por incidencia de los rayos ultravioletas. Posee una gran concentración de partículas, llamadas <i>iones</i>, que las radiaciones solares cargan eléctricamente. Los iones permiten la transmisión de ondas radioeléctricas, que se reflejan en esta capa y vuelven a la Tierra.</p> <p><b>2. Exosfera:</b> Su límite exterior es difuso pues, paulatinamente, se pierden las características físico-químicas del aire, hasta llegar al espacio interplanetario.</p>

Figura 3.2.- Estructura vertical de la atmósfera y comportamiento de la temperatura y de la presión.



Fuente: Flohn Hermann, 1968

Tabla 2.

Altura (m)	Presión (mb)	Densidad	Temperatura (°C)
0	1013	1,226	15
1.000	898,6	1,112	8,5
2.000	794,8	1,007	2
3.000	700,9	0,910	-4,5
4.000	616,2	0,820	-11
5.000	540	0,736	-17,5
10.000	264,1	0,413	-50
15.000	120,3	0,194	-56,5

En los 5,5 km más cercanos a la superficie se encuentra la mitad de la masa total y antes de los 15 km de altura está el 95% de toda la materia atmosférica. La mezcla de gases que llamamos aire mantiene la proporción de sus distintos componentes casi invariable hasta los 80 km, aunque cada vez más enrarecido (menos denso) conforme vamos ascendiendo. A partir de los 80 km la composición se hace más variable.

### **Formación de la atmósfera**

La mezcla de gases que forma el aire actual se ha desarrollado a lo largo de 4.500-4.800 M. a. La atmósfera primigenia debió estar compuesta únicamente de emanaciones volcánicas, es decir, vapor de agua, dióxido de carbono, dióxido de azufre y nitrógeno, sin rastro apenas de oxígeno.

Para lograr la transformación han tenido que desarrollarse una serie de procesos. Uno de ellos fue la condensación. Al enfriarse, la mayor parte del vapor de agua de origen volcánico se condensó, dando lugar a los antiguos océanos. También se produjeron reacciones químicas. Parte del dióxido de carbono debió reaccionar con las rocas de la corteza terrestre para formar carbonatos, algunos de los cuales se disolverían en los nuevos océanos.

Más tarde, cuando evolucionó la vida primitiva capaz de realizar la fotosíntesis, empezó a producir oxígeno. Hace unos 570 millones de años, el contenido en oxígeno de la atmósfera y los océanos aumentó lo bastante como para permitir la existencia de la vida marina.

Más tarde, hace unos 400 M. a., la atmósfera contenía el oxígeno suficiente para permitir la evolución de animales terrestres capaces de respirar aire.

### 3.2. Tiempo<sup>1</sup> y Clima: No confundir

El *tiempo meteorológico*<sup>2</sup> es el estado de la atmósfera, en un punto y momento determinado y puede describirse con respecto a una única estación de observación o a una determinada área en particular de la superficie de la Tierra. Se dice que el tiempo está “nublado”, “lluvioso”, “caluroso”...

El *clima*<sup>3</sup> se lo define como el *estado medio de la atmósfera* deducida de largos períodos de repetidas observaciones (base de datos correspondientes a un período no menor de 30 años)<sup>4</sup>. Incluye no sólo un análisis de los valores medios, sino también las desviaciones de estos promedios y las probabilidades de repetición de series particulares de condiciones.

¿Cuál es la diferencia? El conocimiento del *clima* representa una generalización, mientras que el del *tiempo meteorológico* refleja un acontecimiento en particular.

#### *La predicción del tiempo atmosférico*

La meteorología y la climatología estudian la atmósfera desde varias perspectivas. Por un lado, describen las condiciones generales del tiempo atmosférico en una zona y época concretas. Por otro, investigan el comportamiento de las grandes masas de aire con el fin de establecer leyes generales respecto a su influencia sobre otros factores. Finalmente, analizan cada uno de estos factores particulares (temperatura, presión, humedad,...) con el fin de descubrir las leyes que los gobiernan y poder hacer una previsión del tiempo acertada.

La meteorología tiene diversas aplicaciones prácticas, además de las evidentes. Por ejemplo, la meteorología aeronáutica se especializa en todo lo que afecta al tráfico aéreo; la meteorología agraria pretende predecir las condiciones adecuadas para las distintas labores agrícolas; la meteorología médica estudia la influencia de los factores atmosféricos sobre la salud humana.

---

<sup>1</sup>Se sugiere visitar <http://www.smn.gov.ar/>

<sup>2</sup> La **Meteorología** es la ciencia que se ocupa de los fenómenos que ocurren a corto plazo en las capas bajas de la atmósfera, o sea, donde se desarrolla la vida de plantas y animales. La meteorología estudia los cambios atmosféricos que se producen a cada momento, utilizando parámetros como la temperatura del aire, su humedad, la presión atmosférica, el viento o las precipitaciones. El objetivo de la meteorología es predecir el tiempo que va a hacer en 24 o 48 horas y, en menor medida, elaborar un pronóstico del tiempo a medio plazo.

<sup>3</sup> La **Climatología** es la ciencia que estudia el clima y sus variaciones a lo largo del tiempo. Aunque utiliza los mismos parámetros que la meteorología, su objetivo es distinto, ya que no pretende hacer previsiones inmediatas, sino estudiar las características climáticas a largo plazo. El clima es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan las condiciones habituales o más probables de un punto determinado de la superficie terrestre. Es, por tanto, una serie de valores estadísticos. Por ejemplo, aunque en un desierto se pueda producir, eventualmente, una tormenta con precipitación abundante, su clima sigue siendo desértico, ya que la *probabilidad* de que esto ocurra es muy baja. <http://www.astromia.com/tierraluna/index.htm>

<sup>4</sup> La convención recomendada por la Organización Meteorológica Mundial (World Meteorological Organization o WMO), internacionalmente aceptada, considera que 30 años es la base para la escala de tiempo climática, y las propiedades estadísticas las calculadas durante los 30 años consecutivos de 1901-1930; las que más frecuentemente se utilizan son las de 1931-1960. Se consideran y denominan normales climatológicas estándar. [http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1\\_\\_Tiempo\\_y\\_frentes/-\\_Tiempo\\_y\\_clima\\_3b1.html](http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1__Tiempo_y_frentes/-_Tiempo_y_clima_3b1.html)

### 3.3 Elementos del clima y tiempo

Un estudio del tiempo meteorológico, incluye el conocimiento de un número de parámetros descriptivos, denominados a menudo, *elementos meteorológicos*, que pueden dividirse en los siguientes grupos:

- ✓ Temperatura del aire.
- ✓ Presión atmosférica.
- ✓ Vientos, dirección y velocidad del aire en movimiento horizontal.
- ✓ Humedad atmosférica, que comprende:
  - Humedad (medida del contenido en vapor de agua).
  - Nubes y niebla.
  - Precipitación, caída de partículas de agua líquida o sólida.

Estos elementos no actúan en toda la Tierra en forma igual. Existen factores que influyen en ellos haciendo que su comportamiento varíe de distinta manera en cada lugar de la troposfera.

Estos *factores geográficos* son: la latitud, altitud, relieve, influencia oceánica, vegetación, obras humanas.

#### ¿Cómo se miden los fenómenos meteorológicos?

Los fenómenos meteorológicos cambian en el tiempo y también en el espacio. Por ello, un lugar de toma de medidas (estación, fig. 3.3) no es representativo ni siquiera de un área de 100 km<sup>2</sup>

Las estaciones meteorológicas están organizadas en forma de red. La densidad de las estaciones meteorológicas de una red determinada depende de,

- el propósito de las observaciones (sinóptico, climatológico, etc.)
- los fenómenos meteorológicos a medir (para datos de lluvia se necesitan muchas más estaciones que para presiones)
- otros, por razones no meteorológicas (financieras, altas montañas, etc.).



Fig. 3.3. Pantalla Stevenson  
Fuente: Samoa Meteorology Division

Para que las observaciones de las distintas estaciones se puedan comparar entre sí, la orientación de los instrumentos debe ser similar. Debería estar alejada de la influencia de árboles y edificios, fuertes pendientes, acantilados o depresiones. Una estación climatológica debería estar situada en un lugar donde

tome datos de manera invariable a lo largo de un largo periodo de tiempo y de manera continuada durante al menos 10 años.

Las redes de medidas superficiales proporcionan datos llamados "in situ". El 71% de la superficie terrestre está cubierta por océanos, una parte bastante grande está cubierta por bosques tropicales, hielo, desiertos, altas montañas, donde con dificultad pueden tomarse medidas regulares. Por ello se requieren otro tipo de medidas, los métodos de interpretación a distancia. Este tipo de métodos son las medidas de los satélites y de los radares.



Fig. 3.4. Estación meteorológica automática. Equipada con un panel solar y archivos para las temperaturas, el vapor de agua, la dirección del viento y la presión del aire. Los datos son transferidos vía satélite. Otros equipamientos de medida en la estación proporcionan información sobre el tiempo local y para la aviación local. Fuente: AWI

Recientemente se ha producido una revolución en las técnicas de medida superficiales. El número de observadores está disminuyendo, y el número de estaciones meteorológicas automáticas (fig. 3.4) (EMA o AWS) está creciendo. Como consecuencia, tenemos muchos más datos para distintos propósitos (las observaciones manuales más frecuentes eran las medidas horarias, y la frecuencia habitual de los AWS es de 10-15 minutos), las técnicas de medida han cambiado y en muchos casos no podemos medir el mismo parámetro meteorológico que medíamos antes (por ejemplo las horas de insolación)<sup>5</sup>.

### 3.4 La temperatura

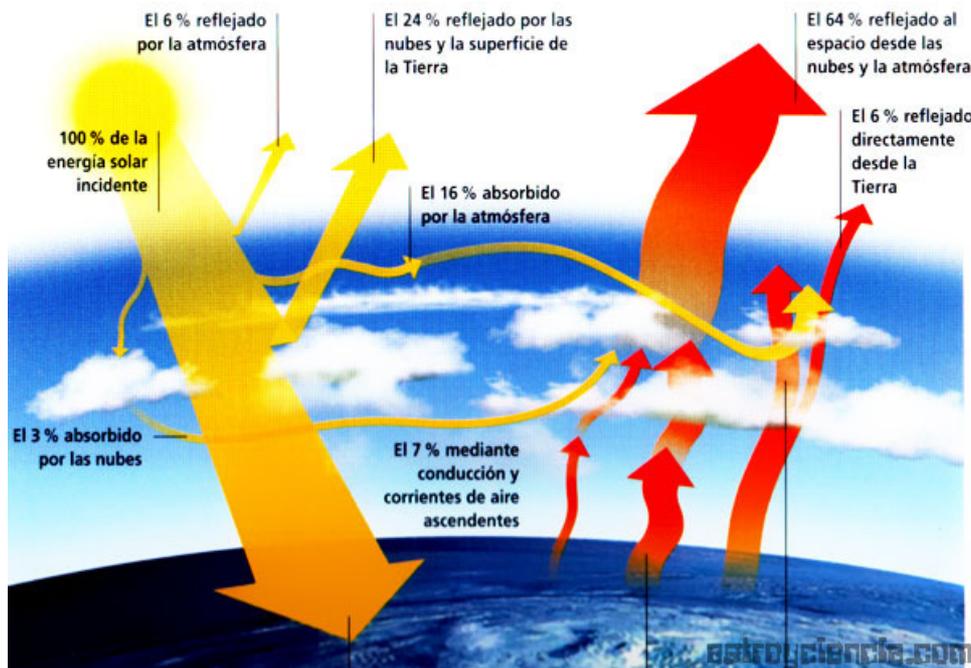
El **Sol** es la principal *fuerza de energía*, que provee de calor a la Tierra. La cantidad de calor que llega desde el Sol a la superficie externa de la atmósfera es igual en todas partes. Cuando la radiación solar comienza a atravesar las capas de la atmósfera, experimenta una disminución por distintas causas.

La figura 3.5 muestra el balance de la radiación solar: el 43% se pierde en la atmósfera y vuelve al espacio, reflejado por las nubes y por el polvo atmosférico. Otro 14%, es retenido por las partículas sólidas en suspensión de la atmósfera y el 43% restante es absorbido por la superficie terrestre.

La mayor parte del calor absorbido por la superficie terrestre es irradiado, es decir, transferido nuevamente a la atmósfera. Ésta impide la dispersión del

<sup>5</sup> [http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1\\_\\_Tiempo\\_y\\_frentes/-\\_Tiempo\\_y\\_clima\\_3b1.html](http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1__Tiempo_y_frentes/-_Tiempo_y_clima_3b1.html)  
138 -

Figura 3.5.- Radiación solar



Fuente: [blog.technosun.com/?p=3575](http://blog.technosun.com/?p=3575)

calor en el espacio. La atmósfera se comporta, pues, como un “invernadero”, evitando grandes diferencias de temperatura. El calor es una forma de energía. La energía solar, recibida en forma de calor por la superficie terrestre y por la atmósfera se manifiesta en la **temperatura**. La **temperatura** es el grado de calor de la atmósfera en un lugar determinado.

### **La temperatura y la sensación térmica**



La temperatura atmosférica es el indicador de la cantidad de energía calorífica acumulada en el aire. Aunque existen otras escalas para otros usos, la temperatura del aire se suele medir en grados centígrados (°C) y, para ello, se usa un instrumento llamado "termómetro".

La temperatura depende de diversos factores, por ejemplo, la inclinación de los rayos solares. También depende del tipo de sustratos (la roca absorbe energía, el hielo la refleja), la dirección y fuerza del viento, la latitud, la altura sobre el nivel del mar, la proximidad de masas de agua.

Sin embargo, hay que distinguir entre temperatura y sensación térmica. Aunque el termómetro marque la misma temperatura, la sensación que percibimos depende de factores como la humedad del aire y la fuerza del viento. Por ejemplo, se puede estar a 15° en manga corta en un lugar

soleado y sin viento. Sin embargo, a esta misma temperatura a la sombra o con un viento de 80 km/h, sentimos una sensación de frío intenso.

### Las temperaturas

Algunas definiciones para tener en cuenta:

- *temperatura máxima*: es la mayor temperatura registrada en un período de tiempo determinado (días, mes, año, etc.).
- *temperatura mínima*: es la menor temperatura registrada en un período de tiempo determinado (días, mes, año, etc.).
- *temperatura media*: es la temperatura promedio de un período dado, ya sea un día, un mes o un año.

Generalmente, las *máximas temperaturas diarias*, se registran hacia las 14 horas, ya que el calentamiento producido por el Sol se une al calor irradiado por la Tierra, en cambio, las *mínimas temperaturas diarias* se registran en las primeras horas de la mañana, cuando el Sol no tiene tanto poder calórico y la Tierra cesó de irradiar calor.

La temperatura también presenta variaciones con el desplazamiento de la Tierra alrededor del Sol, por ejemplo, en diciembre en el hemisferio sur es verano, por lo cual se registra la *máxima temperatura anual*, y en julio la *mínima temperatura anual*.

### El termómetro

es el instrumento que mide las variaciones de temperatura, el más utilizado es el termómetro de mercurio. En los termómetros se aplican generalmente dos escalas: la escala centígrada o de Celsius<sup>6</sup> y la de Fahrenheit<sup>7</sup>. (fig. 3.6)

---

<sup>6</sup> **Anders Celsius**

Anders Celsius nació el 27 de noviembre del año 1701 en la ciudad de Upsala, Suecia.

Celsius es principalmente conocido por la escala de temperatura que lleva su nombre, aunque, su formación y carrera académica como astrónomo, además de sus viajes por Europa y su expedición a Laponia, muestra un perfil característico de los grandes científicos. La expedición a Laponia, en la que él participó, era para medir un arco del meridiano terrestre. Con esta expedición estaba en juego la imagen de la figura de la tierra, ya fuese achatada como dijo Newton u oblonga según Descartes. Al finalizar la expedición finalmente le dieron la razón a Isaac Newton. Después Celsius regresa a Upsala y se incorpora en la enseñanza de la astronomía. Antes de Celsius ya eran utilizadas las escalas termométricas centígradas, pero fue él quien las popularizó gracias a su determinación de dos puntos constantes en ellas, los cuales eran el de congelación y ebullición del agua, cuyo intervalo lo dividió en cien partes o grados iguales. Al punto de congelación le dio el grado 100 y al de ebullición el 0. La escala centígrada actual, en la que fueron invertidos los puntos, fue introducida en el observatorio de Upsala en 1747, durante mucho tiempo se conoció como "termómetro sueco". La expresión "termómetro de Celsius" se popularizó hasta aprox. 1800.

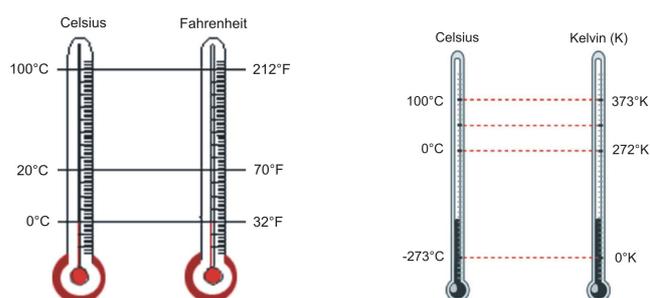
Junto a su asistente Olof Hiorter, Celsius fue también el primero en sugerir que el fenómeno de las auroras boreales tiene causas magnéticas, lo cual derivó a través de observaciones detalladas por períodos de tiempo largos a costas de la inclinación de la aguja de una brújula y su correlación con una mayor actividad magnética de la aurora. Anders Celsius muere en Upsala, Suecia el 25 de abril del año 1744. Fuente: <http://www.writework.com/essay/una-breve-biografia-vida-anders-celsius>

<sup>7</sup> **Daniel Gabriel Fahrenheit**

(Danzig, hoy Gdansk, actual Polonia, 1686-La Haya, 1736) Físico holandés. Pese a su origen polaco, Daniel Gabriel Fahrenheit permaneció la mayor parte de su vida en la República de Holanda. El fallecimiento repentino de sus padres, comerciantes acomodados, cuando contaba quince años de edad, propició su traslado a Amsterdam, por entonces uno de los centros más activos de fabricación de instrumentos científicos. Tras un viaje de ampliación de estudios por Alemania e Inglaterra y una estancia en Dinamarca, en cuya capital conoció a Roemer (1708), fue soplador de vidrio en Amsterdam y comenzó a construir instrumentos científicos de precisión. Autor de numerosos inventos, entre los que cabe citar los termómetros de agua (1709) y de mercurio (1714), la aportación teórica más relevante de Fahrenheit fue el diseño de la escala termométrica que lleva su nombre, aún hoy la más empleada en Estados Unidos y hasta hace muy poco también en el Reino Unido, hasta la adopción por este país del sistema métrico decimal.

Fahrenheit empleó como valor cero de su escala la temperatura de una mezcla de agua y sal a partes iguales, y los valores de congelación y ebullición del agua convencional quedaron fijados en 32 y 212 respectivamente. En consecuencia, al abarcar un 140 -

Fig. 3.6.- Escalas termométricas de Celsius y Fahrenheit. Celsius y Kelvin



Fuente:  
www.biografiasyvidas.com/.../fahrenheit.htm

### 3.5 Factores que modifican la temperatura atmosférica

- *Movimientos de rotación y de traslación de la Tierra:* Con el movimiento de rotación la Tierra expone todos los puntos de su superficie a la acción del calor del Sol, por lo tanto en las 24 horas, un punto cualquiera de la Tierra experimenta un calentamiento diurno y de enfriamiento nocturno. Respecto al movimiento de traslación, la variación de la temperatura a lo largo del año, se realiza de acuerdo a las estaciones.

- *Altitud:* La temperatura disminuye con la altura, a razón de 1º cada 180m. Esto se debe a que las capas superiores de la atmósfera son menos densas y poseen menor cantidad de polvo atmosférico y vapor de agua, por lo tanto, al atravesarlas, las radiaciones solares ceden escaso calor. En cambio, las capas más bajas de la atmósfera tienen mayor densidad y en ellas aumenta el contenido de vapor y de partículas sólidas en suspensión, por esta causa, tienen mayor calor, al que se suma el calor irradiado por la superficie terrestre.

- *Latitud:* Los rayos del Sol llegan a la superficie terrestre con distinta inclinación, según la latitud (fig. 3.7)<sup>8</sup>. La tabla 3 resume las zonas de temperatura, según latitud que se observan en fig. 3.8. Por estas razones, se dice que la temperatura disminuye desde el Ecuador hacia los Polos, a

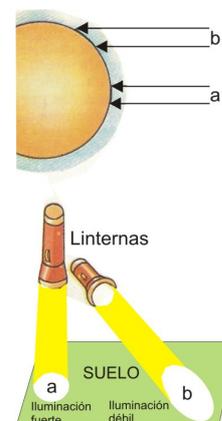


Fig. 3.7 Incidencia de los rayos solares en la Tierra. Fuente: Pavicich, M. y otros

intervalo más amplio, la escala Fahrenheit permite mayor precisión que la centígrada a la hora de delimitar una temperatura concreta.

Publicó estos resultados el 1714, en *Acta Editorum*. Por entonces los termómetros usaban como líquido de referencia el alcohol, y a partir de los conocimientos que había adquirido Roemer de la expansión térmica de los metales, Fahrenheit pudo sustituirlo ventajosamente por mercurio a partir de 1716.

Gran conocedor de los trabajos de los científicos más relevantes del momento, Fahrenheit publicó en 1724 diversos trabajos en las *Philosophical Transactions* de la Royal Society, institución que lo acogió como miembro ese mismo año. Versan éstos sobre las temperaturas de ebullición de diversos líquidos, la solidificación del agua en el vacío y la posibilidad de obtener agua líquida a una temperatura menor que la de su punto de congelación normal. Tras la muerte de Fahrenheit se decidió unificar su escala termométrica, tomando como referencia 213º para la temperatura de ebullición del agua y 98,6 en vez de 96 para la correspondiente al cuerpo humano. Fuente: www.biografiasyvidas.com/.../fahrenheit.htm

<sup>8</sup> Cuando los rayos solares inciden en forma perpendicular sobre la superficie terrestre (a) atraviesan un menor espesor de aire que si lo hicieran en forma oblicua (b). La primera zona recibe mayor cantidad de energía. Además cuando más inclinados llegan los rayos del Sol, se reparten sobre una superficie de mayor tamaño, disminuyendo el calor recibido.

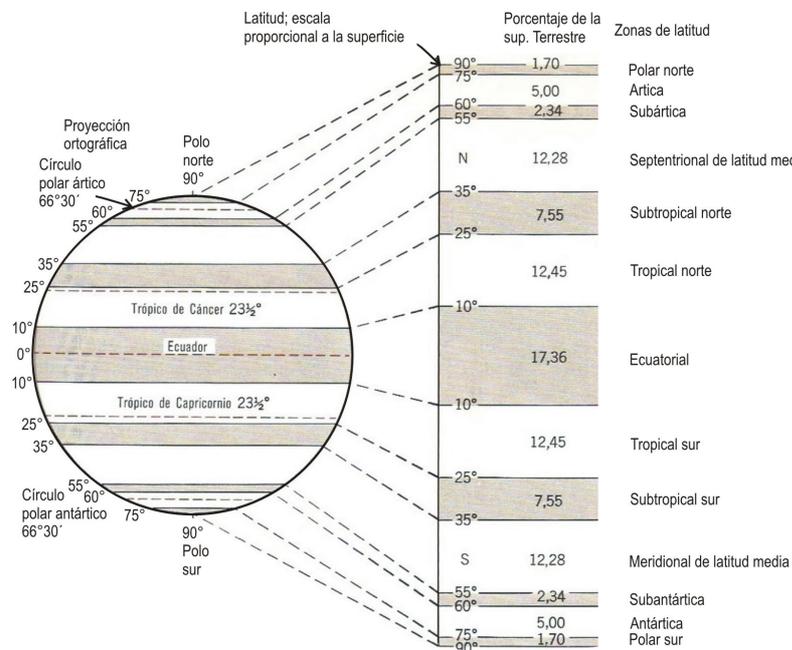
razón de 1° cada 180 km, aproximadamente.

–*Proximidad al mar*: La superficie de los continentes se calienta rápida e intensamente bajo la acción del Sol en cambio, las aguas, lo hacen en forma lenta y moderada.

Tabla 3.-

<b>Zona cálida</b>	<b>Zona templada</b>	<b>Zona fría</b>
<p>Comprende:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>Zona ecuatorial</b>, se halla situada sobre el Ecuador y se extiende 10° de latitud hacia el Norte y el Sur. Aquí el Sol da lugar durante el año a una intensa insolación, mientras el día y la noche son de aproximadamente igual duración.</li> <li><b>Zona tropical</b>, desde los 10° hasta los 25° de latitud norte y sur. En esta zona, el sol sigue una trayectoria cercana al cenit en un solsticio y es apreciablemente más baja en el solsticio opuesto. Por esta razón, existe un marcado ciclo estacional, pero combinado con una insolación anual potencialmente intensa.</li> <li><b>Zonas subtropicales</b>, aceptadas por los geógrafos como zonas de transición, entre los 25° y 35° de latitud norte y sur</li> </ol>	<p>Comprende:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>Latitudes medias</b>, entre los 35° y 55° de latitud norte y sur. Comienza a percibirse contrastes notables entre las estaciones. Existen marcadas diferencias estaciones en la duración del día y la noche comparada con las zonas tropicales.</li> <li><b>Zonas subárticas</b>, entre los 55° y 60° de latitud norte y sur, zona de transición entre la latitud media y las árticas.</li> </ol>	<p>Comprende:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>Zonas árticas</b>: comprende una zona ártica y otra antártica. Entre los 60° y 75° de latitud norte y sur. Presenta enormes contrastes de energía solar, tanto en entre el día y la noche, como entre el invierno y el verano.</li> <li><b>Zonas polares</b>, entre los 75° y los polos, 90° de latitud norte y sur. Aquí predomina el régimen solar polar de seis meses de día y seis de noche y tienen lugar los máximos contrastes de entrada de energía solar.</li> </ol>

Figura 3.8.- Sistema geográfico de zonas de latitud.



Fuente: A. Strahler, op cit.

Cuando no reciben radiación solar, las tierras se enfrían con más rapidez, alcanzando temperaturas mucho más bajas que las aguas, que van perdiendo el calor lentamente. ¿Por qué ocurre esto?, porque el suelo al ser opaco, absorbe calor solo en la superficie; en cambio el agua, al ser transparente, permite que los rayos del Sol penetren algunos metros y permite una mejor distribución del calor.

Por esto es que se presentan contrastes de temperatura importante, *amplitud térmica*<sup>9</sup>, entre las *zonas continentales o alejadas del mar y las regiones marítimas o vecinas a éste*. A medida que nos alejamos del mar, las temperaturas son más bajas en invierno y más altas en verano. En los *climas continentales*, donde no existe la influencia moderadora del mar, la amplitud térmica es grande, en cambio, en los *climas marítimos*, la misma es menor.

- *Vientos*: Los vientos trasladan a otros lugares las características térmicas de la zona donde se originaron, es así, como los vientos cálidos elevan la temperatura y los fríos la disminuyen.

- *Corrientes marinas*: modifican las áreas litorales que recorren. Pueden ser cálidas o frías, y de acuerdo a la temperatura del agua que desplazan, elevan o disminuyen las temperaturas de las zonas costeras en donde ejercen su influencia. Un ejemplo de ello, la corriente cálida del Golfo que llega desde el mar Caribe a las costas de Noruega y provoca que no se congelen sus aguas durante todo el invierno.

- *Disposición del relieve*: El relieve tiene gran influencia en la distribución de las temperaturas, ya que una montaña enfrentada a los vientos dominantes, puede disminuir la influencia moderadora del mar y el paso de los vientos. También influye la orientación de las laderas de las montañas. Las que están más expuestas al Sol son más cálidas y reciben el nombre de solanas. En cambio, aquellas en que los rayos solares llegan con mayor inclinación, son más frías y menos soleadas, y se las denomina umbrías.

### 3.6 Isotermas anuales

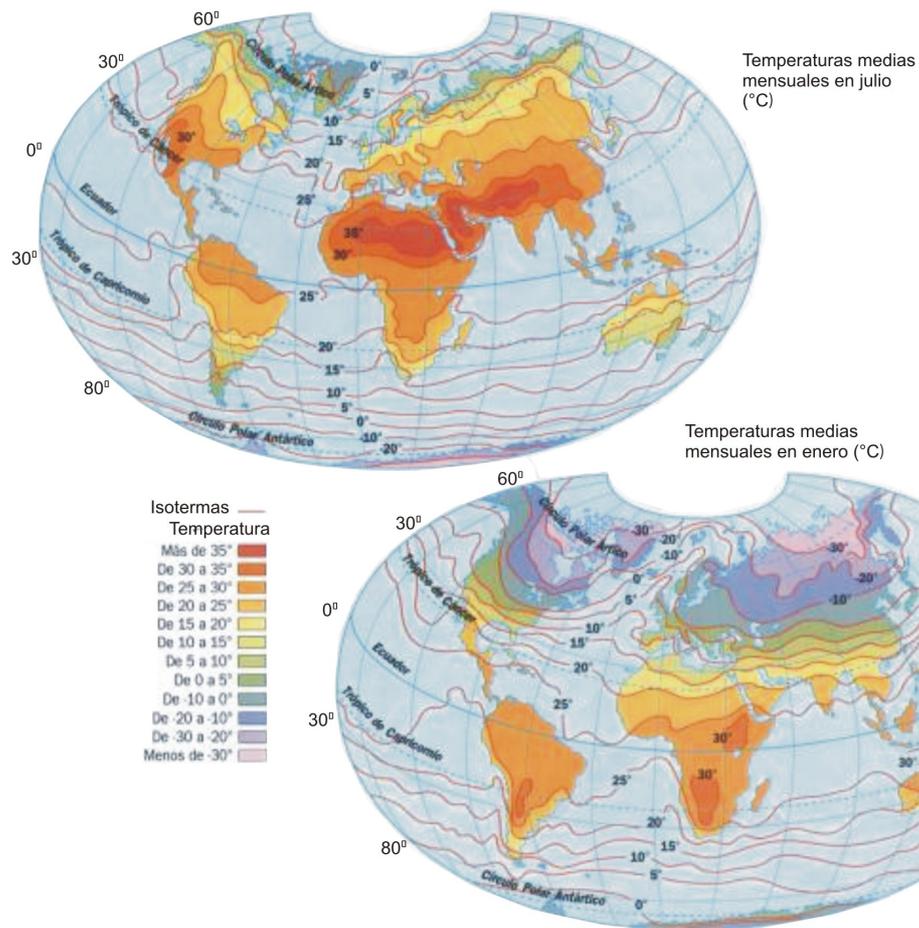
Las *isotermas* son líneas imaginarias que unen puntos de igual temperatura media. Como la superficie terrestre está influida por diversos factores geográficos que motivan la temperatura, el trazo de las mismas presenta recorridos irregulares (fig. 3.9 a y b).

Las mayores anomalías en el recorrido de las mismas se advierten en el paso de los continentes a los océanos. Las áreas continentales se calientan y enfrían mucho más que las áreas marítimas, por esta causa, las isotermas presentan mayor curvatura. En cambio, en los mares las curvaturas se producen frente a la influencia de las corrientes marinas. Analicemos la corriente fría del Perú, comparando el mapa de corrientes marinas (fig. 3.10) con el de isotermas.

---

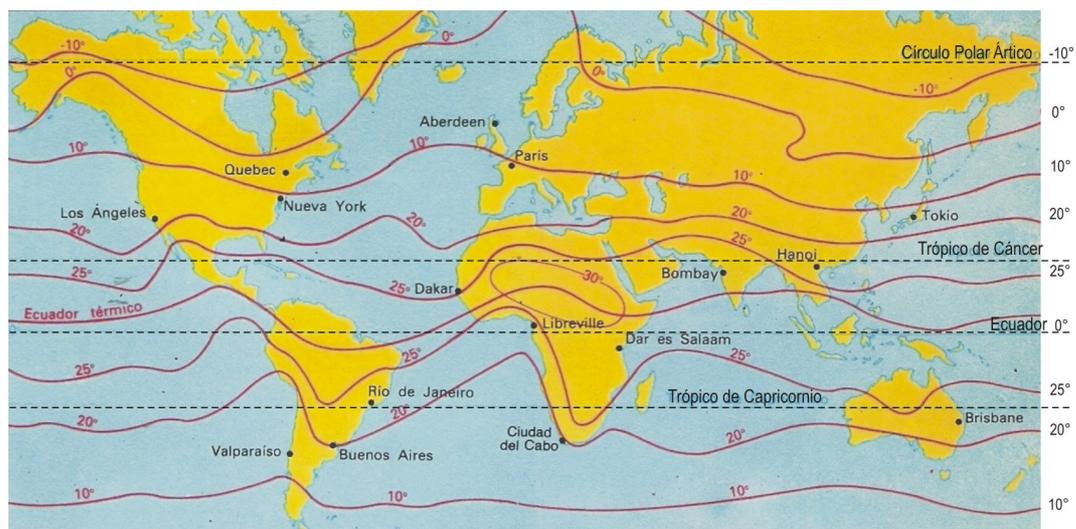
<sup>9</sup> Amplitud térmica: diferencia entre las temperaturas máxima y mínima.

Figura 3.9 a.- Isotermas



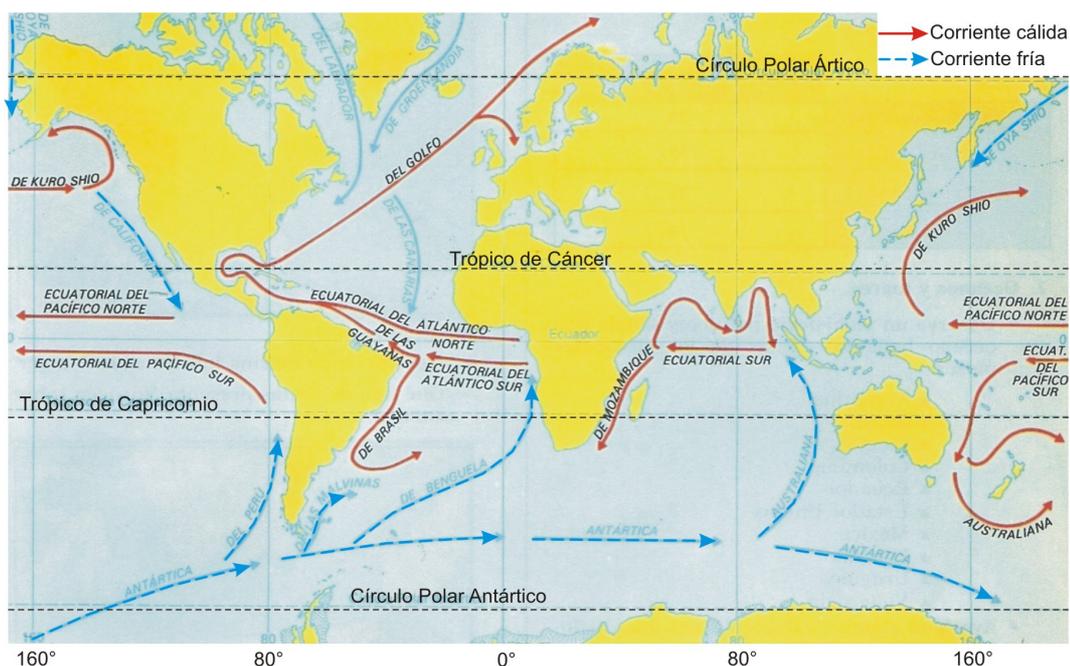
Fuente: Pavich, M y otros.

Figura 3.9 b.- Isotermas en el planisferio.



Fuente: Pavich, M. y otros.

Figura 3.10. Corrientes marinas.



Fuente: Pavich, M. y otros.

La corriente del Perú, afecta las costas de Chile y Perú. Al llevar aguas más frías, la corriente hace descender la temperatura del aire. Por lo tanto, a igual latitud, en la zona temperaturas más bajas; esto es: anomalías térmicas negativas. La isoterma describe entonces una curva hacia el Ecuador.

### 3.7 La Presión atmosférica

Cada capa atmosférica ejerce un determinado *peso o fuerza*, que transmite a las capas que se encuentran debajo, por lo tanto, las más cercanas a la superficie terrestre soportan un mayor peso o presión que las capas superiores. Esto hace que el aire se comprima.

La *presión atmosférica* es el peso que ejerce la atmósfera sobre la unidad de superficie terrestre. Se expresa en *milímetros de mercurio* (mm) o *hectopascales* (hpa) y se mide con un instrumento que se llama *barómetro*.

La *presión normal* a nivel del mar es de 760mm o 1.013 hpa. El físico italiano Torricelli, en 1643, llegó a la conclusión que la atmósfera, al nivel del mar y a 0°C de temperatura, ejercía una presión equivalente al peso de una columna de mercurio de 760mm de altura (fig. 3.11).

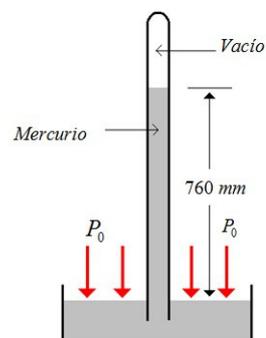
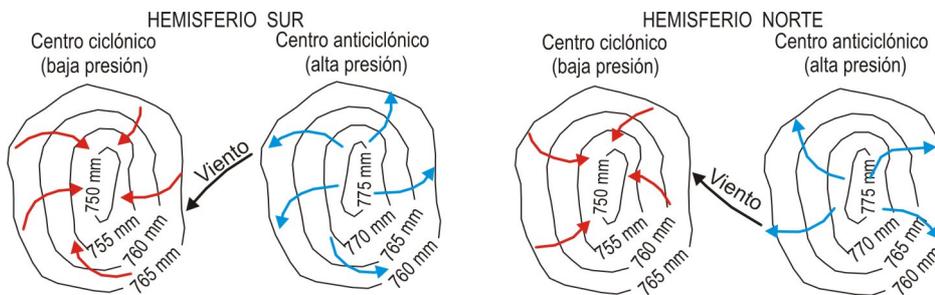


Figura 3.11  
Fuente: <http://www.proffisica.cl/ima>

Cuando la presión aumenta, por ejemplo a 775 mm o 1.015 hpa, se dice que tenemos *alta presión* y cuando los valores disminuyen se habla de *baja presión* (fig. 3.12).

Fig. 3.12. Desplazamiento del viento según hemisferios



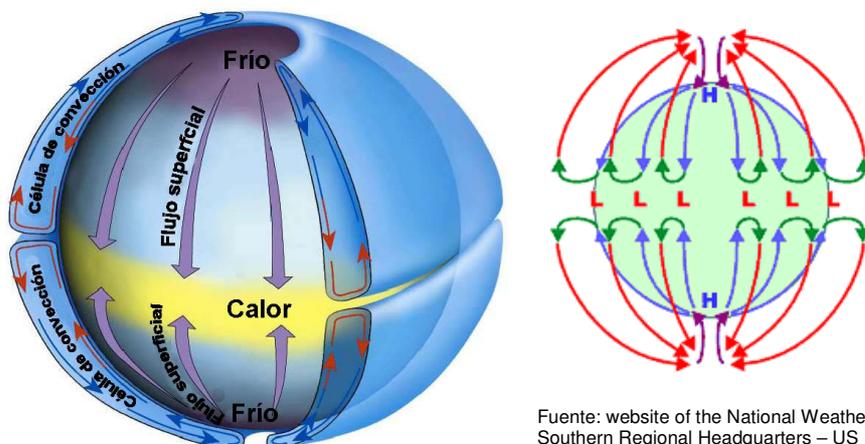
Fuente: Pavicich, M y otros. Adaptado

La presión atmosférica no es siempre uniforme, varía con la altura y la presión. A medida que ascendemos en altura, las capas de aire soportan menor peso, por eso se dice que a mayor altura la presión disminuye. Por otro lado, cualquier cuerpo sometido al calor se dilata, ocupa mayor espacio y ejerce menor presión, por eso se dice que a altas temperaturas corresponden bajas presiones.

### La circulación del aire en la atmósfera

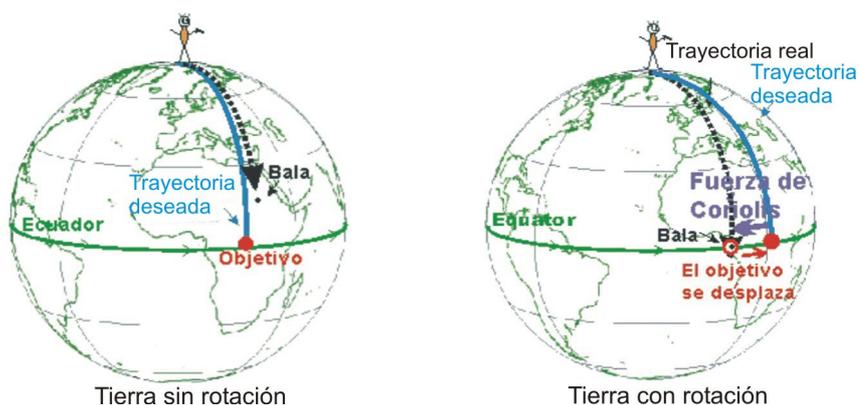
Si la temperatura de la atmósfera fuera uniforme y la Tierra no estuviera inclinada se tendría en todas partes igual presión y el aire no existiría (fig. 3.13). Pero, en la realidad, el aire fluye siempre desde áreas de altas presiones hacia áreas de bajas presiones, tratando de llegar a un equilibrio. Existe una fuerza que lo desvía, causada por la rotación de la Tierra (el llamado efecto Coriolis, (fig. 3.14) y que hace que el flujo no vaya en línea recta.

Figura 3.13.- Circulación hipotética de la Tierra sin rotación y sin inclinación.



Fuente: website of the National Weather Service, Southern Regional Headquarters – US

Figura 3.14.- Fuerza de Coriolis



Schlanger ©

Pero esto no ocurre, en las zonas intertropicales, el aire al calentarse se dilata, ocupa un mayor espacio, se eleva y ejerce una menor presión. En esta zona de baja presión se produce un “vacío” de aire que tiende a ser rellenado de inmediato por las masas de aire vecinas. En este ascenso, el aire se enfría con la altura. Al disminuir su temperatura se comprime, descende y ejerce mayor presión. Desde estas zonas de alta presión, el aire circula atraído por las zonas de baja presión, en donde rellena ese vacío de aire restableciendo el equilibrio de la atmósfera (fig. 3.15).

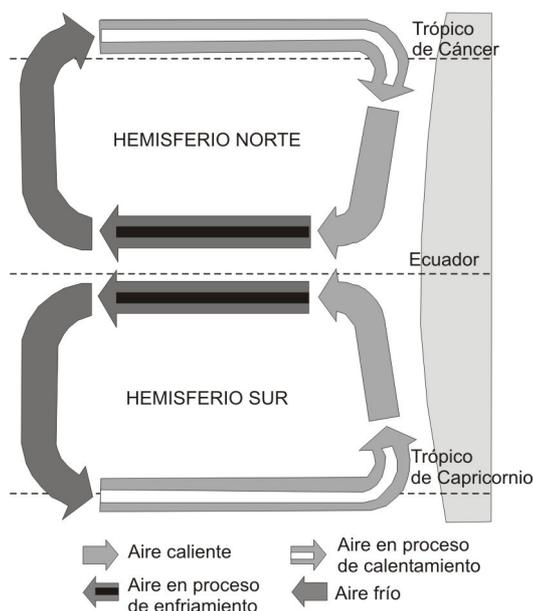


Fig. 3.15. Circulación del viento en la zona intertropical.

Fuente Pavicich y otros. Modificado

### ¿Por qué se produce el viento?

El viento es el aire en movimiento que se desplaza desde los centros de alta presión o anticiclones, hacia los de baja presión o ciclones. Cuanto mayor es la diferencia de presión entre un centro y otro mayor será la velocidad del viento (fig. 3.12).

En la zona ecuatorial, las altas temperaturas son constantes, las masas de aire son más livianas y ejercen menor presión. Estas zonas constituyen *áreas de*

*baja o centros ciclónicos permanentes.*

Por el contrario, las zonas polares, se caracterizan por bajas temperaturas permanentes, por ende, las masas de aire se comprimen y ejercen una mayor presión, se determinan *áreas de alta presión o centros anticiclónicos permanentes.*

A los 30° de latitud, en ambos hemisferios, existen *centros permanentes de alta presión* y a los 60° de latitud norte y sur se ubican *zonas de baja presión permanentes.*

### 3.8 Los sistemas de bajas presiones: Ciclones

Las regiones de aire ascendente se llaman sistemas de bajas presiones, depresiones o ciclones (fig. 3.16). En estas regiones a menudo se dan condiciones de nubosidad, vientos, periodos de lluvia y en invierno, nieve, y tiempo inestable y cambiante<sup>10</sup>.

Un sistema de baja presión se desarrolla donde se produce un ascenso de aire caliente y relativamente húmedo desde la superficie de la Tierra. Estos son sistemas de isobaras cerradas (líneas de presión constante) que rodean una región de presiones relativamente bajas.

El aire que se encuentra cercano al centro del sistema de baja presión es inestable. A medida que el aire caliente y húmedo asciende, enfría las nubes, y así éstas se hacen más gruesas, por lo que se puede formar lluvia o nieve. En los sistemas de bajas presiones el aire sube espiral desde la superficie de la Tierra. Si la presión es muy baja, el viento puede llegar a ser de tormenta o una fuerza huracanada. Por esta razón el término ciclón se ha usado, aunque de manera poco precisa, para tormentas



Fig. 3.16.- Ciclón tropical llamado Graham originado en el Pacífico  
Fuente: [www.gowilmington.com](http://www.gowilmington.com)

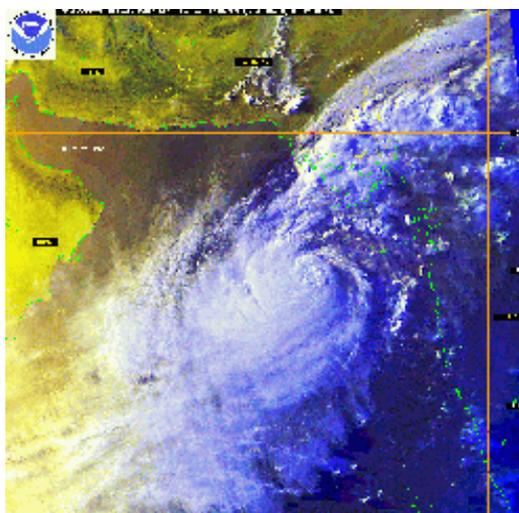


Fig. 3.17.- La imagen de satélite tomada por NOAA muestra el fuerte ciclón tropical 03A moviéndose hacia el noreste atravesando el Mar Árabe hacia la tierra del noroeste de La India. Fuente: [weather.ou.edu](http://weather.ou.edu)

<sup>10</sup> Fuente: Servicio Meteorológico Húngaro, Budapest.

y alteraciones de estos sistemas de bajas presiones, para huracanes tropicales particularmente violentos y tifones (fig. 3.17).

### Sistemas de altas presiones: Anticiclones

Las regiones donde el aire queda hundido se denominan regiones de altas presiones o anticiclones (fig. 3.18). Comparados con los sistemas de bajas presiones, los anticiclones tienden a cubrir áreas más grandes, se mueven más lentamente y tienen una vida más larga. Los anticiclones se producen por grandes masas de aire descendente.



Fig. 3.18.- En los anticiclones el viento se mueve en el sentido de las agujas del reloj alrededor de los centros de alta presión en el hemisferio norte. En el hemisferio sur la dirección de estos vientos se invierte. Fuente: <http://www.atmosphere.mpg.de/media/archive/3788.jp>

A medida que el aire se va hundiendo se va formando el centro de altas presiones; el aire que desciende se calienta y la humedad relativa disminuye, de manera que las gotitas de agua del aire rápidamente se evaporan.

Las masas de aire cálido que se están hundiendo, hacen que se establezca la atmósfera, por lo que el aire caliente de la superficie de la Tierra al poco de elevarse se queda parado. Esto impide la formación de nubes altas. Por esta razón, los anticiclones normalmente conducen a un clima cálido y seco con cielos poco nubosos, particularmente en verano (invierno frío), que por lo general dura días o incluso semanas.

Los anticiclones son mucho más grandes que los ciclones y pueden bloquear la trayectoria de las depresiones, obligándolas a ir hacia otros lugares: bien paliando el mal tiempo, bien obligándola a rodear el sistema de altas presiones. Un anticiclón que persiste durante un largo periodo de tiempo se conoce como un "alto de bloqueo", y puede desencadenar largas temporadas calurosas, produciendo incluso sequías durante los meses del verano, e inviernos extremadamente fríos.

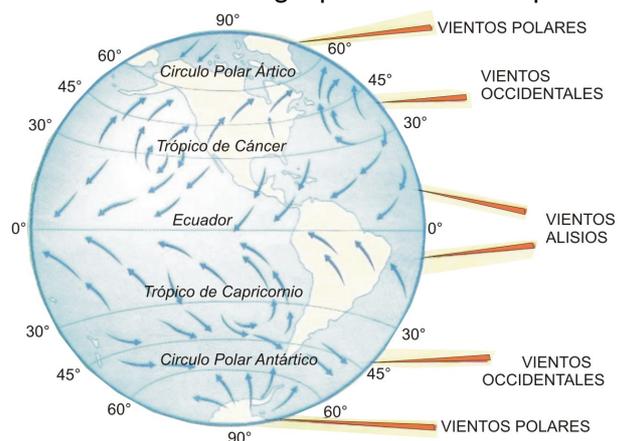


Fig. 3.19. Vientos permanentes

### 3.9 Los tipos de vientos

Se consideran 3 tipos: a) los vientos *permanentes* (fig. 3.19), b) vientos *estacionales* y c) vientos *locales*. Los vientos permanentes son

emitidos por los *anticiclones permanentes*: soplan en forma continua durante todo el año y *siempre en la misma dirección*. Se pueden nombrar:

- *vientos alisios*: soplan desde los anticiclones ubicados a los 30° de latitud norte y sur, hacia las bajas presiones del Ecuador. Su dirección es NE a SO en el hemisferio norte y SE a NO en el hemisferio sur. Son vientos tibios y húmedos, provocan precipitaciones que favorecen el crecimiento de la vegetación.
- *vientos del oeste (u occidentales)*: se originan también en los anticiclones permanentes de los 30° norte y sur, y son atraídos por los ciclones de 60° de latitud sur y norte. Son vientos húmedos y determinan abundantes precipitaciones en las zonas que atraviesan, como por ejemplo, el oeste de América del Norte y Europa, y el sur de Chile y Nueva Zelandia.
- *vientos polares*: se originan en el anticiclón polar del hemisferio norte y sur y son atraídos por los ciclones de 60° de latitud norte y sur.

En los continentes, los cambios de temperatura son más rápidos y bruscos, es por eso que se establecen centros ciclónicos estacionales en verano (altas temperaturas- baja presión) que se transforman en anticiclones estacionales en invierno (bajas temperaturas-alta presión).

Las fuertes diferencias de presión entre continentes y mares, provocadas por las variaciones de temperatura, originan los vientos periódicos o estacionales, que soplan en diferente dirección, según la estación del año.

Dentro de los *vientos periódicos* se pueden nombrar:

- *Monzones*: (fig. 3.20) en el continente asiático, en verano, por las altas temperaturas y las bajas presiones se origina un **centro ciclónico** que atrae vientos del océano Índico.

Estos descargan su humedad en forma de fuertes lluvias, provocando graves inundaciones. Es el *monzón húmedo*.

En cambio, en invierno las bajas temperaturas determinan un

enfriamiento del aire, por lo tanto se establece un centro de alta presión en el continente. De éste parten vientos secos con dirección S y SE, que determinan un tiempo claro que dura varias meses. Es el monzón de invierno o monzón seco.

150 -

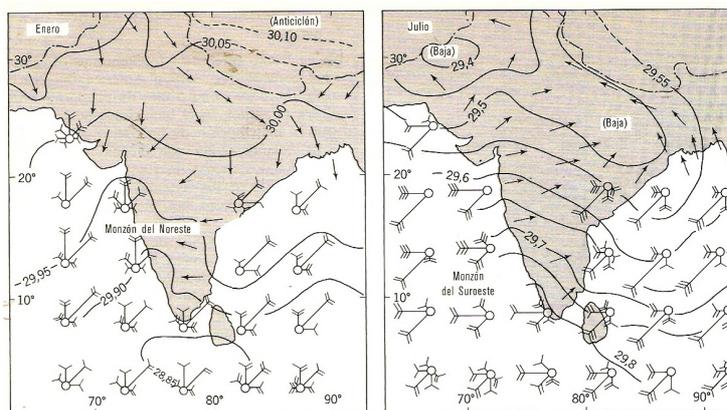


Figura 3.20.- Monzones. Fuente: A. Strahler, op. cit.

➤ **Brisas terrestres y marinas:** Las marinas se originan por la diferencia diaria de temperatura y presión, entre el continente y el océano. De día soplan desde el mar hacia la tierra, por la noche se invierte el fenómeno.

El agua tiene una capacidad calorífica mucho mayor que la tierra (es capaz de absorber una gran cantidad de calor sin cambiar su temperatura); por ello el agua se calienta mucho más despacio que la tierra y puede almacenar el calor durante más tiempo.

Durante el día en zonas las proximidades de las masas de agua, la tierra y el mar desarrollan unas diferencias térmicas, debidas principalmente a sus distintas capacidades caloríficas. Como hemos visto, el hecho de que el Sol caliente de manera no uniforme las distintas partes de la Tierra, origina diferencias de presión.

Del mismo modo, durante un caluroso día de verano, la diferencia de calor entre el mar y la tierra de la costa conduce al desarrollo de vientos locales llamados *brisas marinas* (fig. 3.21 a y b).

Figura 3.21 a.- Brisa de mar



Una brisa marina se forma cuando la tierra se calienta mucho más que el mar en un día soleado. A medida que la tierra se calienta, el aire que está por encima se expande, haciéndose más ligero que el aire de le rodea. Para reemplazar el aire que se está elevando, el aire más fresco es empujado.

<http://www.ace.mmu.ac.uk/eae/> ©

Figura 3.21b.- Brisa de tierra



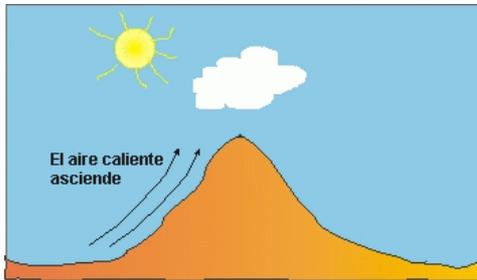
Por la noche, el agua no se enfría tanto como la tierra, por lo que la circulación se invierte y el aire superficial se mueve desde la costa hacia el mar; esto se llama brisa terrestre.

Fuente:  
<http://www.ace.mmu.ac.uk/eae/>

**Las Brisas terrestres (de montaña y de valle):** En regiones montañosas, en las laderas de las montañas, la luz del sol es más intensa que en los valles. Estas diferencias de temperatura conducen al desarrollo de unos vientos locales

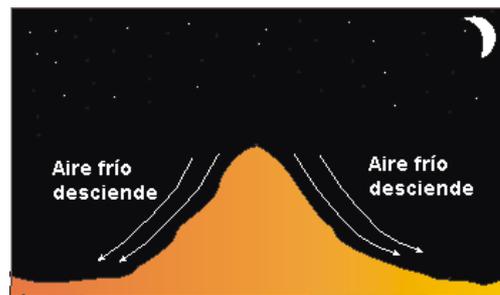
llamados "brisas de valle". Este viento local sopla cuesta abajo (brisa de montaña (fig. 3.22 b) por la noche y cuesta arriba (brisa de valle, fig. 3.22 a) por el día.

Figura 3.22 a y b.- Brisa de montaña y de valle



El aire cercano a las laderas de las montañas se vuelve más frío que el que le rodea y se va elevando a lo largo del día; el aire ascendente es reemplazado por aire de los valles. Por ello, durante el día, el aire de los valles avanza hacia las cumbres de las montañas. Este proceso es el responsable de que se produzcan en los terrenos montañosos, nubes y precipitaciones casi a diario durante el verano.

Durante la noche, las laderas de las montañas se enfrían. Este aire fresco desciende debido a la acción de la gravedad. Por ello, por la mañana, el aire más frío se encuentra dentro del valle. Si el aire está suficientemente húmedo, pueden formarse nieblas.



Servicio meteorológico Húngaro. Supervisor científico: Dr. Ildikó Dobi Wantuch / Dr. Elena Kalmár - Servicio Meteorológico Húngaro, Budapest

Hay otros tipos de vientos, que son los *locales*, que se producen por las condiciones meteorológicas y geográficas de la zona donde *soplan*, haciéndolo *siempre en la misma dirección*.

Los de la Argentina son:

- *Pampero*: viento frío y seco que sopla del SO. Su influencia se extiende a la Patagonia y la región pampeana, provoca tormentas cortas, con descensos fuertes de temperatura y aumento del nivel de las aguas del río de la Plata en las costas uruguayas (fig. 3.23).

- *Zonda*, viento seco y cálido, que desciende de la Cordillera de los Andes, afectando la región de Cuyo. Provoca aumentos bruscos de temperatura, causando irritabilidad en las personas y en los animales.



Fig. 3.23. Viento pampero.

Fuente: <http://www.kalipedia.com/geografia-argentina>

- *Sudestada*, viento húmedo que determina mal tiempo con fuertes descargas eléctricas y lluvias persistentes que duran varios días. Por su continua dirección SE dificulta el normal desagüe del río de la Plata, produciendo inundaciones en la ribera pampeana (fig. 3.24).

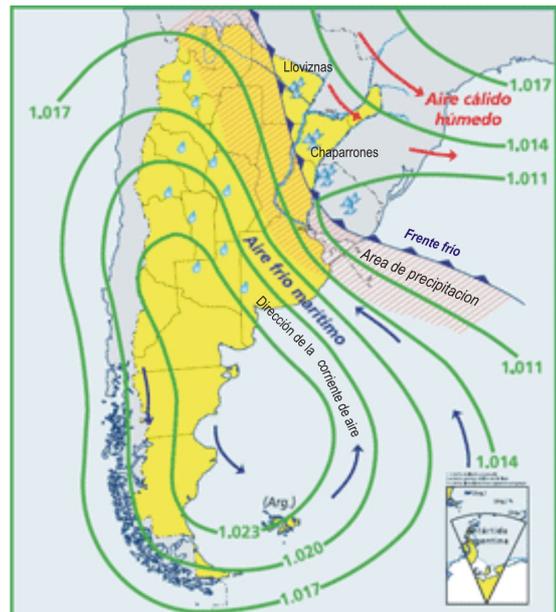


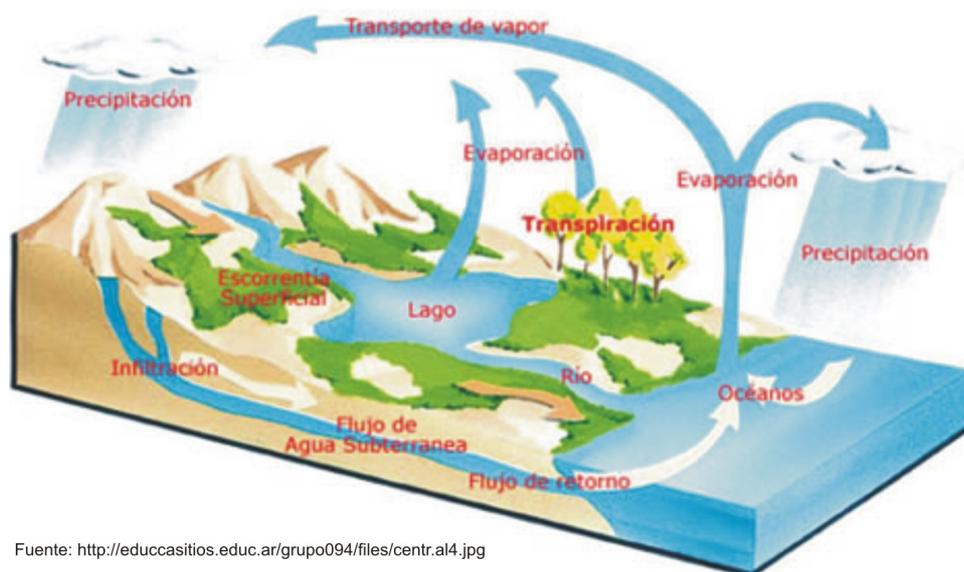
Figura 3.24.- Sudestada  
<http://www.kalipedia.com/geografia-argentina/tema/>

### 3.10 La Humedad

Es la presencia de **vapor de agua** en la atmósfera. El ciclo hidrológico tiene 3 etapas fundamentales (fig. 3.25),

- Evaporación.
- Condensación.
- Precipitación.

Figura 3.25.- Ciclo hidrológico



Fuente: <http://educasitios.educ.ar/grupo094/files/centr.al4.jpg>

Una interesante demostración en [www.youtube.com/watch?v=3Cl6jCDWWYI](http://www.youtube.com/watch?v=3Cl6jCDWWYI)

Algunas definiciones importantes:

- *Humedad absoluta*: es la cantidad de vapor de agua contenido en la atmósfera, se expresa en gramos de vapor de agua por cada metro cúbico de aire.
- *Humedad relativa*: es la relación entre la cantidad de vapor de agua que se halla en el aire y la máxima capacidad que podría contener a la misma temperatura. Esta relación se expresa en tanto por ciento. Por ejemplo, cuando hay 40% de humedad relativa, significa que todavía le queda capacidad para absorber un 60% más. Cuando la humedad llega al 100% significa que el aire está *saturado*.
- *Sensación térmica*: es la temperatura que realmente siente nuestra piel.

El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) señala las variables a tener en cuenta para calcular la sensación térmica en verano o invierno:

- Verano, se calcula teniendo en cuenta la temperatura, la velocidad del viento y la humedad relativa.
- Invierno, se calcula teniendo en cuenta la temperatura y la velocidad del viento.

### **Precipitación**

Las **precipitaciones** se producen cuando las gotitas que forman las nubes aumentan de tamaño y de peso, por lo tanto son incapaces de mantenerse en suspensión en la atmósfera y caen sobre la superficie terrestre.

Pueden ser:

- *Líquidas*, cuando la temperatura del aire es superior a 0° C. Reciben el nombre de *lluvias*. Si las gotas son de tamaño muy pequeño, la precipitación se denomina *llovizna*.
- *Sólidas*, cuando la temperatura de las gotitas de las nubes es inferior a 0°C. En estos casos se congela, precipitándose en forma de pequeños cristales de hielo ramificados o estrellados llamados *nieve*, o en forma de grano de hielo, de diámetro entre 5 y 50 mm, que reciben el nombre de *granizo*.

La distribución de las lluvias es muy importante, ya que determina el desarrollo de la vida en general. Las regiones de lluvias moderadas y repartidas regularmente en el año son las que presentan mejores condiciones para el asentamiento de las sociedades.

Sin embargo, estas mismas pueden transformar estas condiciones, por ejemplo, a través de la irrigación de los suelos en aquellas zonas donde las lluvias son escasas o irregulares o construyendo canales para controlar las inundaciones provocadas por las lluvias excesivas.

### **Clasificación de las lluvias**

- **Orográfica:** Se produce por el ascenso de una columna de aire húmedo al encontrarse con un obstáculo orográfico, como una montaña. En su ascenso el aire se enfría hasta alcanzar el punto de saturación del vapor de agua, y una humedad relativa del 100%, que origina la lluvia. La orografía juega un papel importante en la cantidad, intensidad, distribución espacial y duración de la precipitación.

En Nueva Zelanda se dan algunas de las precipitaciones más intensas del planeta, especialmente en algunos puntos muy localizados de los llamados Alpes Neocelandeses, la mayor parte de las cuales sobre el lado de barlovento de la Isla Sur, mientras que el lado de sotavento es mucho más seco (fig. 3.26).

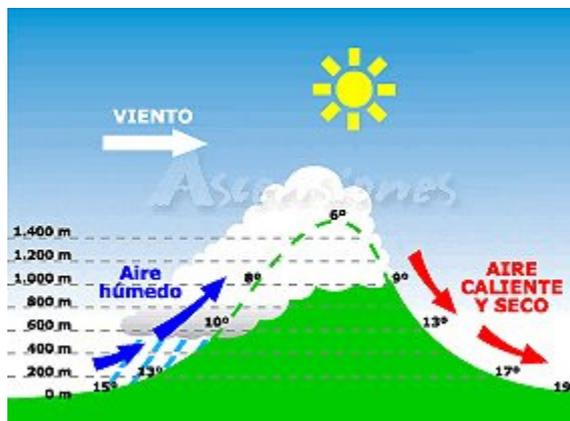


Figura: 3.26 Lluvia orográfica.

- **Por Convección:** A diferencia de las orográficas suelen producirse en zonas llanas o con pequeñas irregularidades topográficas, de las zonas cálidas y húmedas cercanas al Ecuador debido a que las altas temperaturas originan una constante evaporación. El aire cargado de humedad asciende, por lo que disminuye progresivamente su temperatura y se condensa, hasta que las nubes por su peso no se sostienen más y precipitan.

El ascenso de aire húmedo y cálido da origen a nubes del tipo de cumulonimbos. Esto sucede, por ejemplo en la selva amazónica. El diámetro del cumulonimbo que produce una lluvia de convección puede variar notablemente, desde un centenar de metros en un tornado, hasta unos 1000 km o más en el caso de un huracán, aunque el término cumulonimbo suele limitarse a casos intermedios.

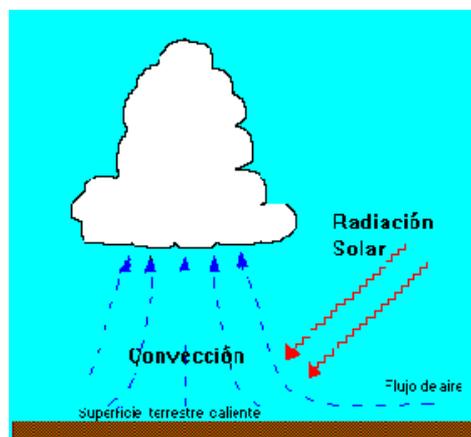


Fig. 3.27.- Lluvia por convección.

Este diámetro está directamente relacionado con la mayor o menor duración de la tormenta (fig. 3.27).

- **Lluvias frontales o ciclónicas:** Las lluvias ciclónicas acompañan el paso de los frentes de las perturbaciones. Se producen cuando dos masas de aire de características diferentes se ponen en contacto (frente) y el desplazamiento de una provoca la ascensión frontal de la otra.

A lo largo del frente cálido, el aire cálido y húmedo se eleva por encima del aire frío, engendrando nubes y lluvias; a lo largo del frente frío, la masa de aire cálido es levantada por el impulso del aire frío, de lo que se siguen intensas lluvias y chubascos tormentosos separados por claros.

Este tipo de lluvias es característico de los países templados (fig. 3.28).

Figura 3.28.- Lluvias frontales o ciclónicas



La distribución de las precipitaciones no es igual en toda la superficie de la Tierra. Según la cantidad de agua caída, las precipitaciones pueden ser suficientes o insuficientes en relación con la temperatura y la evaporación del lugar de que se trate (fig. 3.29).

Figura 3.29.- Distribución de las precipitaciones en la Tierra



[www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/04/28/90287](http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/04/28/90287)

Interesante resulta conocer la clasificación según su forma e intensidad:

Clasificación de la lluvia según su forma	
Tipo	Descripción
Llovizna	Cuando las gotas que caen son menudas, con un diámetro <0,5 mm y se presenta de una forma pulverizada, como flotando en el aire.
Lluvia	Si es continua, regular y el diámetro de sus gotas es >0,5 mm.
Chubasco	Si cae de golpe, con intensidad y en un intervalo de tiempo pequeño.
Tormenta eléctrica	Puede ser débil o intensa, su pluviosidad es alta y las gotas son grandes. Viento intenso e incluye la posibilidad de que se precipite granizo.
Aguacero	Es una lluvia torrencial, puede causar estragos y generalmente se acompaña con vientos entre 25 Km/hora y hasta sobrepasa los 100 Km/hora en algunas ocasiones.
Tromba	Si cae tan violenta y abundantemente que provoca riadas e inundaciones.

Clasificación de la lluvia según su intensidad	
Intensidad	Descripción
Débil	Cuando su intensidad es $\leq$ a 2 mm/hora
Moderada	Cuando su intensidad es $>$ 2 mm/hora y $\leq$ 15 mm/hora
Fuerte	Cuando su intensidad es $>$ 15 mm/hora y $\leq$ 30 mm/hora
Muy fuertes	Cuando su intensidad es $>$ 30 mm/hora y $\leq$ 60 mm/hora
Torrenciales	Cuando su intensidad es $>$ 60 mm/hora

### 3.11 Las nubes

La mayoría de las nubes están asociadas con los estados del tiempo<sup>11</sup>. Estas nubes pueden dividirse en grupos de acuerdo a la altura (tabla 4, fig. 3.30) en la que se encuentre la base de la nube, de la superficie de la Tierra. De acuerdo

Tabla 4.- Los tipos de nubes

Grupo	Altura de la Base de las Nubes	Tipo de Nubes
Nubes altas	Trópicos: 6000-18000m Latitudes medias: 5000-13000m Región polar: 3000-8000m	Cirrus Cirrostratus Cirrocúmulus
Nubes Medias	Trópicos: 2000-8000m Latitudes medias: 2000-7000m Región polar: 2000-4000m	Altostratus Altocúmulus
Nubes Bajas	Trópicos: superficie-2000m Latitudes medias: superficie-2000m Región polar: superficie-2000m	Stratus Stratocúmulus Nimbostratus
Nubes con Desarrollo Vertical	Trópicos: hasta los 12000m Latitudes medias: hasta los 12000m Región polar: hasta los 12000m	Cúmulus Cumulonimbus

<sup>11</sup> **Estado del tiempo** es la condición en que se encuentra la atmósfera en un determinado momento y lugar. La mayoría de los estados del tiempo ocurren en la troposfera, la capa más baja de la atmósfera. Los meteorólogos, científicos que estudian y predicen los estados del tiempo, miden y describen los estados del tiempo de muchas maneras. La temperatura y la presión del aire, la cantidad y el tipo de precipitación, la fuerza y la dirección del viento, y los tipos de nubes, son todos factores descritos en un informe del estado del tiempo. Los estados del tiempo cambian todos los días porque el aire en nuestra atmósfera está siempre en movimiento y distribuye la energía del Sol. En casi todo el mundo, los tipos de eventos de los estados del tiempo varían a lo largo del año a medida que van cambiando las estaciones.

Algunas nubes no caen en ninguna de las categorías relacionadas con la altura. Otro sistema las clasifica por familias: Cirros, Cumulus y Estratos. El siguiente cuadro las unifica.

Figura 3.30.- Tipos de nubes.

Fuente:  
<http://www.portalciencia.net/meteonub.html>

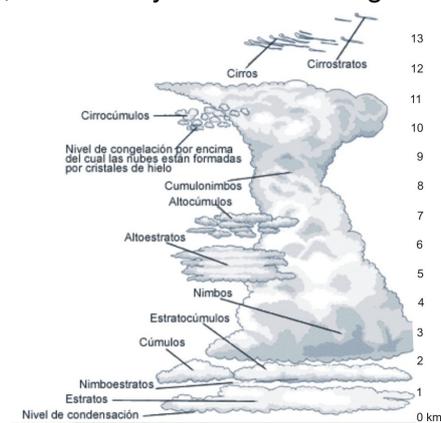


Tabla 5.- Clasificación de nubes por familia y altura.

Género	Símbolo	Características
<b>NUBES ALTAS (6.000 a 15.000 m)</b>		
Cirrus	Ci	Nubes separadas de aspecto filamentosas, en forma de bancos, o de cabellos o de bandas angostas. Son total o parcialmente blancas. Tienen aspecto fibroso o un brillo sedoso o ambos a la vez. <b>No provocan precipitación.</b>
Cirrocumulus	Cc	Banco, manto o capa delgada de nubes blancas, sin sombras propias, compuestas por elementos pequeños en forma de grumos o glóbulos y dispuestos más o menos regularmente. Si extendemos el brazo, el ancho de la mayor parte de los componentes no debe superar el ancho de nuestro dedo meñique. <b>No provocan precipitación.</b>
Cirrostratus	Cs	Capa o velo nuboso transparente y blanquecino, de aspecto fibroso y liso, que cubre parcial o totalmente el cielo. <b>Producen el halo solar y lunar.</b>
<b>NUBES MEDIAS (2.500 a 6.000 m)</b>		
Alto cumulus	Ac	Banco, capa o manto de nubes, blanco o gris ó de ambos colores al mismo tiempo. Generalmente tienen sombra propia y los elementos que los componen son de forma globular, de rollo, de empedrado, etc. Pueden estar soldados entre sí o no. En general los elementos están dispuestos en forma ordenada. <b>No producen precipitación.</b>
Altostratus	As	Forman un manto de color grisáceo o azulado de aspecto uniforme, que cubre entera o parcialmente el cielo. Tiene partes delgadas como para permitir que se observe el sol por lo menos en forma difusa. <b>No produce lluvias, provocan la corona solar y lunar.</b>
<b>NUBES BAJAS ( 0 a 2.500 m)</b>		
Cúmulus de buen tiempo	Cu	Nube aislada y densa, que se desarrolla verticalmente con protuberancias. Se asemeja a un coliflor. Su base es grisácea u oscura y la parte de la nube iluminada por el sol suele ser de un blanco brillante. <b>No producen lluvias</b>
Stratus	St	Capa nubosa generalmente gris, de aspecto uniforme. A veces se presenta en forma de bancos desgarrados (fractostratus). <b>Producen lloviznas</b>
Stratocumulus	Sc	Bancos de nubes cumuliformes grises o blanquecinas, que casi siempre tienen partes sombreadas. Su base es irregular y eso permite distinguirla de los cúmulos. <b>Producen lluvias ligeras continuas y lloviznas</b>
Nimbostratus	Ns	Capa nubosa gris de tipo estable que oculta al sol. Su aspecto resulta difuso por la lluvia que cae en forma más o menos continua y que en la mayoría de los casos llega al suelo. <b>Provoca las precipitaciones de tipo continuas e intermitentes.</b>
<b>NUBES DE DESARROLLO VERTICAL (Bases de 500 a 2.000 m y topes por encima de los 2.500 m)</b>		
Cumulus potentes	Tcu	Vale la descripción de los cúmulos, pero tienen mayor desarrollo.
Cumulonimbus	Cb	Nube densa y potente, de considerable desarrollo vertical. Su parte superior muchas veces se extiende en forma de yunque o de gran penacho. Debajo de la base hay precipitaciones y presenta un color muy oscuro, con frecuentes nubes bajas desgarradas. <b>Produce chubascos y tormentas eléctricas.</b>

Fuente: [http://www.tutiempo.net/silvia\\_larocca/Temas/Nube.htm](http://www.tutiempo.net/silvia_larocca/Temas/Nube.htm)

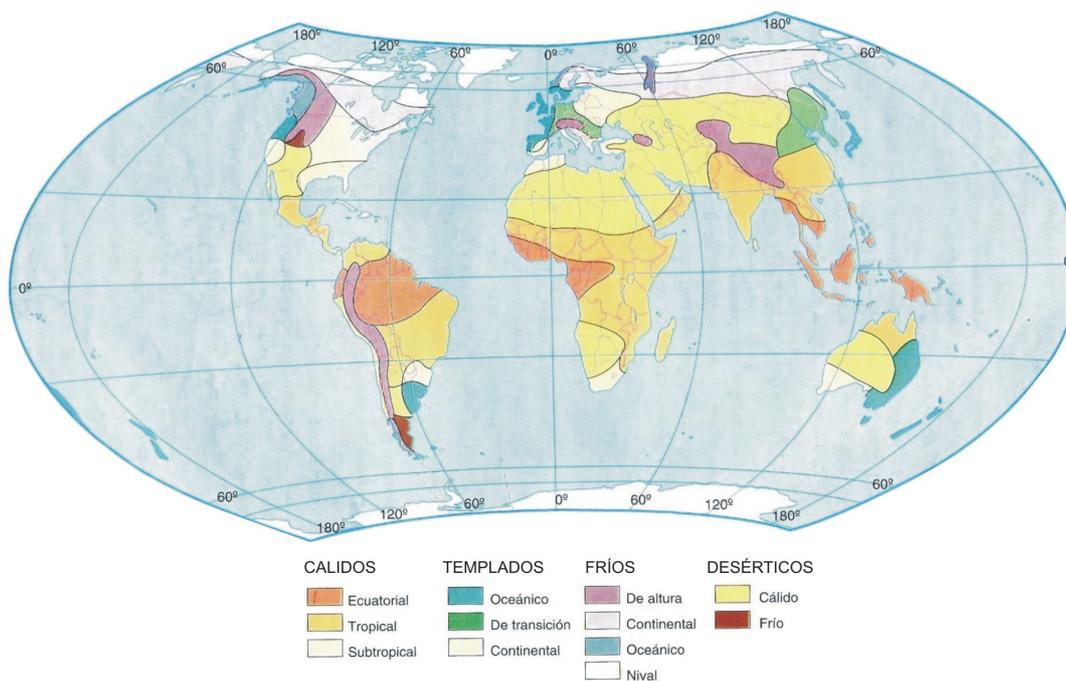
con el Atlas Internacional de Nubes, publicado en 1956 por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), las nubes se clasifican en 10 formas características, o géneros, que se excluyen mutuamente.

Las formas nubosas fundamentales son tres: cirros, cúmulos y estratos; todos los restantes tipos corresponden o bien a estos tipos puros o son modificaciones y combinaciones de los mismos, a diferentes alturas, donde la variación de las condiciones del aire y humedad son responsables de las diversas formas que presentan.

### 3.12 Tipos de climas

Existen varias *clasificaciones sobre los climas* pero, teniendo en cuenta la temperatura y la humedad, podemos encontrar cuatro grandes grupos: *cálidos, templados, fríos y desérticos* (fig 3.31). La tabla 6 resume de las características de los tipos de climas.

Figura 3.31.- Tipos de climas y sus variedades.



Fuente: Rey Balmaceda y otros

La variedad *de montaña*, se localiza en los climas citados. Aquí influye la altura en la distribución de la temperatura, humedad. Desde la cima de la montaña hasta su base, las condiciones climáticas van cambiando en forma similar a la sucesión de los climas, desde los polos hacia el Ecuador.

Tabla 6.- Resumen de las características de los tipos de climas.

<p><b>C A L I D O</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entre los 0° y 30° de latitud norte y sur.</li> <li>- Presenta temperaturas promedio elevadas, mayores de 25 °</li> <li>- Los rayos llegan con escasa inclinación durante todo el año.</li> <li>- La amplitud térmica anual es inferior a los 10° C</li> <li>- Lluvias en general, superiores a 1000mm</li> <li>- No están bien marcadas las estaciones.</li> <li>- Sus variedades:             <ul style="list-style-type: none"> <li>a) ecuatorial: temperaturas y humedad elevada. Lluvias excesivas y por convección. Atmósfera agobiante.</li> <li>b) tropical, alejándonos del Ecuador. Lluvias menos abundantes y preferentemente en verano.</li> <li>c) subtropicales, en la transición con el clima templado, con sus dos tipos: con estación seca y sin estación seca. Ambos presentan veranos cálidos e inviernos tibios, distinguiéndose el primero por una marcada estación seca, verano, acompañada de una gran transparencia de la atmósfera. En el segundo, las lluvias se reparten durante todo el año.</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>T E M P L A D O</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entre los 30° y 60° de latitud norte y sur.</li> <li>- Reúne las mejores condiciones de temperatura y humedad.</li> <li>- Se distinguen bien las 4 estaciones.</li> <li>- En general, las lluvias, entre 500-1000mm</li> <li>- Temperatura promedio 15°</li> <li>- Variedades:             <ul style="list-style-type: none"> <li>a) oceánico, caracterizado por la influencia moderadora del océano que determina escasa amplitud térmica y lluvias abundantes durante todo el año.</li> <li>b) continental, alejados del mar y de su influencia. Inviernos largos y rigurosos y veranos más calurosos. Acentuada la amplitud térmica. Lluvias en verano y nevada en invierno.</li> <li>c) de transición, entre los dos anteriores, reuniendo características intermedias de ambos.</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>F R I O</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entre los 60° y 90° de latitud norte y sur.</li> <li>- Temperatura promedio 5° C</li> <li>- Los rayos del sol llegan muy inclinados.</li> <li>- Las estaciones más marcadas son el invierno y el verano.</li> <li>- Variedades:             <ul style="list-style-type: none"> <li>a) oceánico, influencia del mar y de las corrientes marinas, determinando inviernos relativamente moderados y veranos frescos. Precipitaciones abundantes, tanto en forma de lluvias como de nieve.</li> <li>b) continental, amplitud térmica acentuada debido a la lejanía de la influencia moderadora del mar. Inviernos muy fríos y con nevadas. Veranos templados. Se localiza en el hemisferio norte.</li> <li>c) nival o polar. Temperaturas muy bajas todo el año. El suelo permanece cubierto de nieve durante todo el invierno, que tiene una duración de nueve meses.</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>DESÉR- TICO</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se ubica en los climas cálidos y fríos, de ahí sus variedades: desértico frío y desértico cálido.</li> <li>- Se caracteriza por casi ausencia de precipitaciones, inferiores a los 200mm.</li> <li>- marcada amplitud térmica (no hay influencia moderadora del mar)</li> <li>- determina condiciones de vida muy difíciles para la localización de la población.</li> </ul>

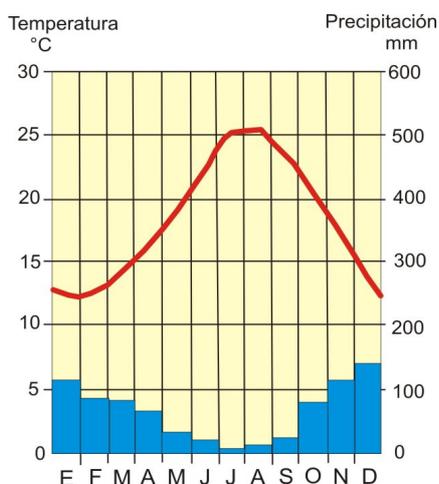
### 3.13 Los climogramas

Son gráficos en el que se presentan, combinados, datos sobre dos de los principales elementos del clima de un lugar: la *temperatura* y las *precipitaciones*. Permite conocer de modo sencillo las características generales de un clima y analizar sus variaciones a lo largo del tiempo.

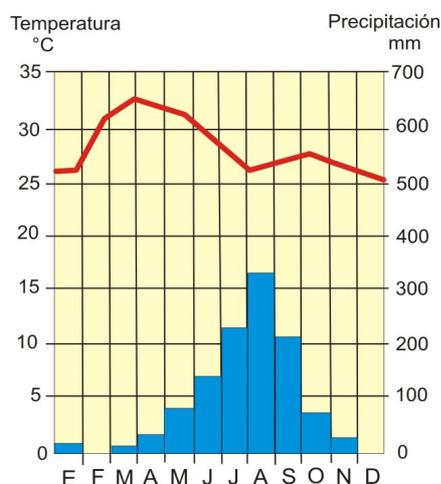
¿Cómo se lee el climograma? (fig. 3.32)

- En la línea horizontal aparecen indicados los doce meses del año.
- Las temperaturas a representar son las medias mensuales registradas en el un año. Las temperaturas se expresan en grados centígrados ( $^{\circ}$  C), ubicados sobre el eje vertical izquierdo y se marcan con línea roja.
- Las precipitaciones corresponden a la cantidad total de lluvia o nieve caída en cada mes. Se miden milímetros, se ubican sobre el eje vertical derecho y se representan con barras celestes-azules.
- La información sobre las temperaturas y las precipitaciones permite describir las principales características del clima de un lugar. Por ejemplo: mes más frío o más cálido, estación lluviosa o seca, etc.

Fig. 3.32.- Clima subtropical con estación seca  
Argel, Argelia



Clima subtropical  
Bamako, Malí



Fuente: Pavich y otros

### 3.14 Las cartas del tiempo<sup>12</sup>

Se las encuentra en los diarios, periódicos o televisión. Es el resultado de siglos de experiencia. Inicialmente se trataba de simples anotaciones sobre fenómenos meteorológicos observados en distintos lugares. Con el tiempo se fueron perfeccionando.

La invención de diversos aparatos de medición (higrómetro, termómetro, barómetro, anemómetro,...) hizo proliferar la aparición de estaciones meteorológicas y de organismos, a nivel regional, nacional e internacional, encargados de recopilar los datos y organizarlos.

El verdadero avance llegó, sin embargo, en el siglo XX, con la puesta en órbita de satélites meteorológicos dotados de instrumentos fotográficos y analíticos cada vez más sofisticados. La informática ha contribuido enormemente a este avance, ya que los ordenadores son capaces de procesar muchos datos en poco tiempo y de elaborar modelos climáticos y de previsiones.

<sup>12</sup> Fuente: <http://www.comitedecuenca.com.ar/apunte.htm#Cart> – Texto seleccionado

La Carta del Tiempo es como una fotografía atmosférica que representa el estado del tiempo en una amplia zona y en un momento determinado. Estas cartas son también denominadas "mapas de superficie" porque representan las condiciones del tiempo reinante en los primeros metros de la atmósfera, prácticamente a ras del suelo. El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) confecciona mapas de superficie cada tres horas.

¿Qué se observa en una carta? (fig. 3.33) En primer término se aprecian, representadas por un circulito, a las distintas estaciones meteorológicas. Junto a cada una se colocan una serie de números y símbolos meteorológicos. La transcripción de estos datos recibe el nombre de "ploteo". Luego observamos en la carta una serie de isobaras (de 3 en 3 o de 4 en 4 hPa), las cuales delimitan las áreas de alta presión (anticiclones) y de baja presión. Además figuran los frentes fríos y calientes, y las zonas donde se están produciendo lluvias, tormentas, nieblas, etc.

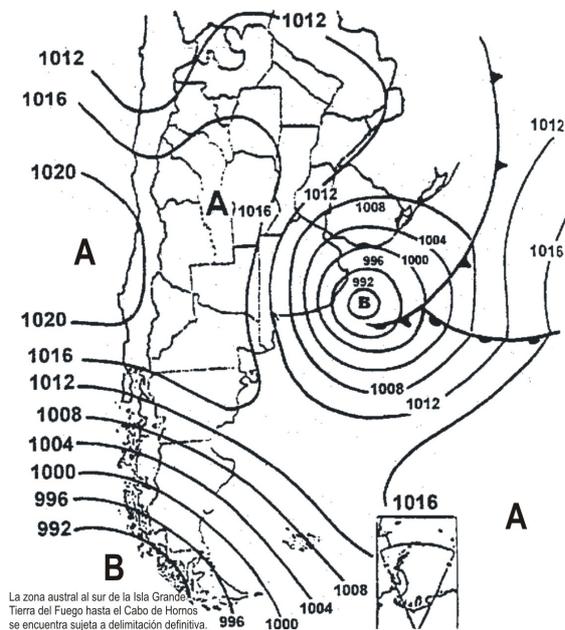


Figura 3.33.- Carta del tiempo.  
Fuente:Pavichich y otros

Los meteorólogos elaboran el pronóstico del tiempo estudiando los movimientos que efectúan los sistemas de alta y baja presión, y los frentes meteorológicos. Para ello utiliza las Cartas del Tiempo de horas anteriores, las fotos satelitales y las Cartas de altura.

Las Cartas de altura son mapas meteorológicos que se preparan para distintos niveles de la atmósfera (entre los 1.500 y los 12.000 m). Para su confección se utilizan los datos de temperatura, humedad y viento que emiten las radio-sondas, que son globos con instrumentos meteorológicos, que son lanzados en distintos puntos del país.

Sin las cartas de altura no se puede hacer un buen pronóstico del tiempo para 24 horas o más. Ocurre que entre los 3 y 12 km de altura, se producen fenómenos que tienen decisiva repercusión en los niveles inferiores de la atmósfera, y por ende influyen directamente en el estado del tiempo.

La Organización Meteorológica Mundial (OMM), una agencia de las Naciones Unidas, es responsable por el intercambio internacional de datos del tiempo. Certifica que los procedimientos de observación de datos no varíen entre los más de 130 países participantes.

Los datos e informes meteorológicos, generalmente son transmitidos en la hora TUC (Tiempo Universal Coordinado) correspondiente a una hora de referencia universal, convencionalmente elegida como la hora local en el meridiano que pasa por Greenwich (barrio de Londres, donde tiene asiento el Observatorio Real). También recibe el nombre de horario de Greenwich (GMT) u hora Zulú (Z). Debemos restarle 3 horas para que quede expresado en Hora Argentina.

### 3.15 Las estaciones del año: causas y efectos<sup>13</sup>

Dependiendo de la latitud y de la altura, los cambios meteorológicos a lo largo del año pueden ser mínimos, como en las zonas tropicales bajas, o máximos, como en las zonas de latitudes medias. En estas zonas se pueden distinguir periodos, que llamamos estaciones, con características más o menos parecidas, que afectan a los seres vivos. En general, se habla de cuatro estaciones: primavera, verano, otoño e invierno, aunque hay zonas de la Tierra donde sólo existen dos, la húmeda y la seca (zonas monzónicas).

A causa de las variaciones climáticas que sufre la Tierra, el año está dividido en cuatro períodos o estaciones. Estas variaciones en el clima son más acusadas en las zonas frías y templadas, y más suaves o imperceptibles entre los trópicos. Las cuatro estaciones son: primavera, verano, otoño e invierno (fig. 3.34).

Figura 3.34.- Las cuatro estaciones

Inicio	H. norte	H. sur	Días duración	Inclinación
20-21 marzo	Primavera	Otoño	92,9	0°
21-22 junio	Verano	Invierno	93,7	23,5° Norte
23-24 septiembre	Otoño	Primavera	89,6	0°
21-22 diciembre	Invierno	Verano	89,0	23,5° Sur

Las dos primeras componen el medio año en que los días duran más que las noches, mientras que en las otras dos las noches son más largas que los días. Las variaciones se deben a la inclinación del eje terrestre. Por tanto, no se producen al mismo tiempo en el hemisferio Norte (Boreal) que en el hemisferio Sur (Austral), sino que están invertidos el uno con relación al otro.

Mientras la Tierra se mueve con el eje del Polo Norte inclinado hacia el Sol, el del Polo Sur lo está en sentido contrario y las regiones del primero reciben más radiación solar que las del segundo. Posteriormente se invierte este proceso y son las zonas del hemisferio boreal las que reciben menos calor.

Ж

<sup>13</sup> <http://www.astromia.com/tierraluna/index.htm>

### 3.16 La Troposfera y las sociedades

Es la capa atmosférica más baja, la de mayor importancia directa para el hombre y su medio ambiente. Prácticamente todos los fenómenos meteorológicos y climáticos que afectan materialmente al hombre tienen lugar en el interior de la **troposfera**.

Además del aire puro y seco, esta capa contiene vapor de agua, una forma gaseosa del agua, incolora e inodora y que se mezcla perfectamente con los otros gases del aire. El grado de presencia del vapor de agua recibe el nombre de **humedad** y es de primordial importancia en los fenómenos atmosféricos.

Esta capa contiene un sin número de finas **partículas de polvo**, tan pequeñas y ligeras que el más leve movimiento del aire las mantiene en suspensión. El polvo existente en la troposfera contribuye a que se forme el crepúsculo y los colores rojizos de la salida y puesta del sol.

Ciertos tipos de partículas de polvo actúan como **núcleos o centros** alrededor de los cuales se condensa el vapor de agua y se originan las partículas de las nubes. Esto queda patente en el aire que envuelve a ciudades industriales que desprenden gran cantidad de polvo químicamente activo. Tan efectivo son estos polvos en condensar humedad a su alrededor, que sobre la ciudad pesa siempre una densa calina o **smog**.

La estratosfera y las capas superiores están virtualmente libres de polvo y vapor de agua. En la estratosfera son raras las nubes y no se producen tormentas, aunque se han observado vientos a gran velocidad.

#### **Contaminación atmosférica**

Los astronautas vuelven de sus viajes con una nueva mentalidad que les hace sentir más respeto por la Tierra y entender mejor la necesidad de cuidarla. Desde el espacio no se ven las fronteras y, mucho menos, los intereses económicos, pero sí algunos de sus devastadores efectos, tales como la contaminación de la atmósfera.



El 85% del aire está cerca de la Tierra, en la troposfera, una finísima capa de sólo 15 km. Las capas más elevadas de la atmósfera tienen poco aire, pero nos protegen de los rayos ultravioletas (capa de ozono) y de los meteoritos (ionosfera). Los gases que hemos vertido a la atmósfera han dejado la Tierra en un estado lamentable.

Las fotos que hicieron los primeros astronautas son mucho más claras que las actuales, a pesar de que ahora tenemos aparatos más sofisticados.

Los humanos somos capaces de destruir en poco tiempo lo que a la naturaleza le ha costado miles de años crear. Cada año, los países industriales generan millones de toneladas de contaminantes.

Los contaminantes atmosféricos más frecuentes y más ampliamente dispersos son el monóxido de carbono, el dióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno, el ozono, el dióxido de carbono o las partículas en suspensión.

El nivel suele expresarse en términos de concentración atmosférica (microgramos de contaminantes por metro cúbico de aire) o, en el caso de los gases, en partes por millón, es decir, el número de moléculas de contaminantes por millón de moléculas de aire.

Muchos contaminantes proceden de fuentes fácilmente identificables; el dióxido de azufre, por ejemplo, procede de las centrales energéticas que queman carbón o petróleo. Otros se forman por la acción de la luz solar sobre materiales reactivos previamente emitidos a la atmósfera (los llamados precursores).

Por ejemplo, el ozono, un peligroso contaminante que forma parte del smog, se produce por la interacción de hidrocarburos y óxidos de nitrógeno bajo la influencia de la luz solar. El ozono ha producido también graves daños en las cosechas.

Por otra parte, el descubrimiento en la década de 1980 de que algunos contaminantes atmosféricos, como los clorofluorocarbonos (CFC), están produciendo una disminución de la capa de ozono protectora del planeta ha conducido a una supresión paulatina de estos productos.

La contaminación atmosférica es uno de los problemas medioambientales que se extiende con mayor rapidez ya que las corrientes atmosféricas pueden transportar el aire contaminado a todos los rincones del globo. Los gases que se liberan en la atmósfera producen efectos nocivos sobre los patrones atmosféricos y afectan a la salud de las personas, animales y plantas.

ж



## Lectura complementaria

Paleoclimatología

### Las Fluctuaciones Climáticas en las Transiciones entre Períodos Glaciales e Interglaciales<sup>14</sup>

Al final de la última época interglacial, hace unos 115.000 años, hubo fluctuaciones climáticas significativas. En Europa Central y Oriental, la transición paulatina que siguió a la etapa final del Período Interglacial Eemiense estuvo marcada por una inestabilidad creciente en las tendencias de la vegetación, posiblemente con al menos dos eventos de calentamiento.



Éste es el hallazgo de un equipo de climatólogos alemanes y rusos que han evaluado los análisis geoquímicos y del polen de sedimentos de lagos en Sajonia-Anhalt, Brandemburgo y Rusia. Los autores del estudio, del Centro Helmholtz para la Investigación Medioambiental (UFZ, por sus siglas en alemán), la Academia Sajona de Ciencias (SAW) en Leipzig y la Academia Rusa de Ciencias, han llegado a la conclusión de que un corto evento de calentamiento en el final del último período interglacial marcó la transición definitiva hacia la edad de hielo.

El Período Interglacial Eemiense fue la última época interglacial antes de la actual, el Holoceno. Empezó hace unos 126.000 años, y terminó hace cerca de 115.000 años. La era glacial subsiguiente concluyó hace aproximadamente 15.000 años y es la era glacial más reciente.

Los resultados obtenidos por el equipo de investigación, que incluye a Tatjana Boettger del UFZ y a Frank W. Junge de la SAW, muestran que hubo un clima relativamente estable en casi toda la etapa, pero con inestabilidades al principio y al final del período Interglacial Eemiense.

Gracias a las reconstrucciones de la historia climática, se sabe que, en el pasado reciente de la Tierra, las épocas interglaciares se presentaron sólo una vez cada 100.000 años más o menos, y duraron un promedio de alrededor de 10.000 años.

La era interglacial actual, el Holoceno, ya ha durado más de 10.000 años y su punto más alto se alcanzó hace unos 6.000 años. Desde la perspectiva de la historia climática, estamos actualmente al final del Holoceno y por consiguiente cabría esperar un enfriamiento en unos pocos miles de años si no hubiera habido influencia humana sobre la atmósfera, con el calentamiento global resultante.

Ж

<sup>14</sup> <http://www.amazings.com/ciencia/noticias/120410a.html>, 12/4/2010  
166 -



## Actividades de Evaluación

### 1. Temperatura promedio

Imagínese que Ud. es un Meteorólogo. Cuenta con el siguiente cuadro donde se consignan las temperaturas de un día registradas en la ciudad de Mar del Plata en el día 1º de enero del 2002:

Hora	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00
°C	11	11	10	9	9	8	7	9

Hora	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
°C	10	14	17	20	22	25	27	29

Hora	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	24:00
°C	26	23	20	19	17	15	14	12

Observe detenidamente los datos de la marcha diaria de la temperatura y responda:

- El promedio de temperatura diaria.
- La amplitud térmica diaria.
- La estación del año a que corresponden dichas temperaturas.
- El nombre del clima del lugar.
- Describa, con sus palabras, las características generales de dicho clima.
- Mar del Plata es una ciudad turística. Trate de reflexionar acerca de las razones climáticas que inciden en esa situación y descríbala.

**2. Vientos estacionales:** Determinadas regiones del planeta son afectadas por los vientos monzones.

- En un Planisferio localice la zona de influencia de estos vientos. Ubique principales países afectados por este viento.
- Lea el siguiente artículo: “La importancia de las lluvias para la población”

“La vida y las actividades de la población se organizan en gran medida en función de las estaciones del monzón. Las técnicas más antiguas del lugar están vinculadas, en general, con el control del exceso de agua en la estación húmeda y con la provisión de agua durante la estación seca.

Además de proteger a la población contra las crecidas de los ríos, las obras hidráulicas controlan el agua aportada por los monzones. Esto permite la práctica de una agricultura cada vez más intensiva, en una zona con escasas tierras agrícolas y con una población en constante crecimiento.

En la región se producen varias cosechas anuales de diversos cultivos. El calendario agrícola consiste, generalmente, en el cultivo de alguna leguminosa durante el invierno,

(por ejemplo, habas), y de arroz durante el verano, aprovechando las lluvias monzónicas; al mismo tiempo, se cultiva en secano, es decir, sin riego artificial, batatas, mandioca y maíz. Ese esquema puede aplicarse a toda el área, con algunas variantes locales como, por ejemplo, la India, donde también se cultivan trigo y algodón. El cultivo que más ha prosperado es el del arroz, que requiere abundante agua para su crecimiento.

A pesar de la existencia de obras hidráulicas, las lluvias monzónicas ocasionan periódicamente problemas que aún no han podido ser superados. En algunos años son mucho más intensas que en otros, con lo cual los diques ceden y el agua cubre las casas y los campos, otras veces, las lluvias se adelantan o retrasan en forma imprevista, provocando la pérdida de las cosechas”.

*Ahora responda a las siguientes preguntas:*

- Las obras hidráulicas para los países que son afectados por los vientos monzones tienen una importancia muy significativa. Descríbala.
- El texto define el significado de “agricultura intensiva”. Explíquelo con sus palabras.
- El calendario agrícola determina que, en invierno, se cultivan leguminosas y, en verano, arroz. Señale los meses del año a que corresponden cada uno.
- En la región hay un cultivo que requiere gran cantidad de agua. ¿Podría mencionarlo y describir sus usos?
- En estas zonas se utiliza el término “secano”. Trate de explicarlo.

### 3. Frentes

3.1.- Ud. ha leído acerca de frentes fríos y cálidos. Observe las dos imágenes animadas y compare el frente frío con el cálido.

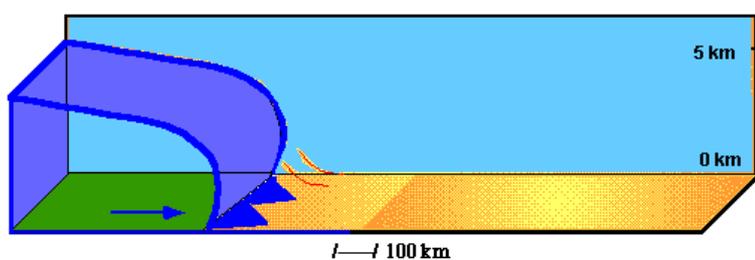


Imagen animada de un frente frío, autor: Dr. Horst Rudolf, Universidad de Bielefeld, con la colaboración de sus alumnos. Fuente: <http://www.learn-line.nrw.de/angebote/klima/medio/bilder/kfront.gif>

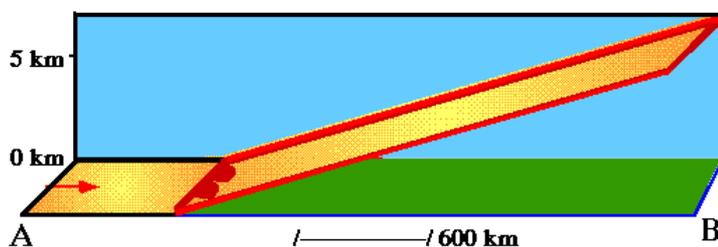


Imagen animada de un frente cálido, autor: Dr. Horst Rudolf, Universidad de Bielefeld, con la colaboración de sus alumnos. Fuente: <http://www.learn-line.nrw.de/angebote/klima/medio/bilder/wfront.gif>

*Para verla animación ir a: Hoja de ejercicios:*

*Frentes fríos y cálidos*

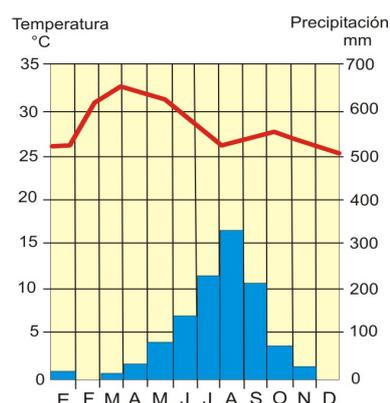
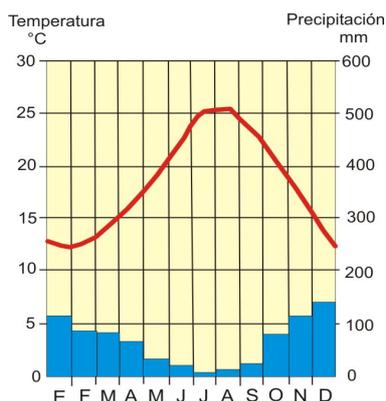
[http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1\\_Tiempo\\_y\\_frentes/\\_Hoja\\_de\\_ejercicios\\_1\\_3b7.html](http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1_Tiempo_y_frentes/_Hoja_de_ejercicios_1_3b7.html)

#### 4. Definir

Los climas se clasifican en los climas en cálidos, templados y fríos. Mencione y explique el elemento meteorológico y el factor geográfico que determinan esta gran división.

#### 5. Climogramas

Los siguientes climogramas se refieren a dos ciudades, que por ahora las llamaremos A y B. En el cuadro, indique para cada una:



Conceptos	Ciudad A	Ciudad B
Temperatura promedio anual.		
Monto total de precipitaciones.		
Amplitud térmica.		
Marcar con una "X", en ciudad de mayor amplitud térmica.		
Meses en que se ubican las temperaturas más bajas.		
Meses donde se ubican las precipitaciones más abundantes.		
Marcar con una "X", en la ciudad donde las precipitaciones son más escasas.		
Tipo de clima en que se ubica cada ciudad.		
¿En qué hemisferios ubicarías a cada ciudad?		

#### 6. Factores geográficos que modifican temperatura

Analice las siguientes situaciones y averigüe cuál es el factor que provoca las diferencias de temperaturas medias anuales entre las localidades mencionadas a continuación.

- En el mapa las localidades argentinas de Mar del Plata (Provincia de Buenos Aires) y General San Martín (Provincia de La Pampa), están ubicadas aproximadamente a la

