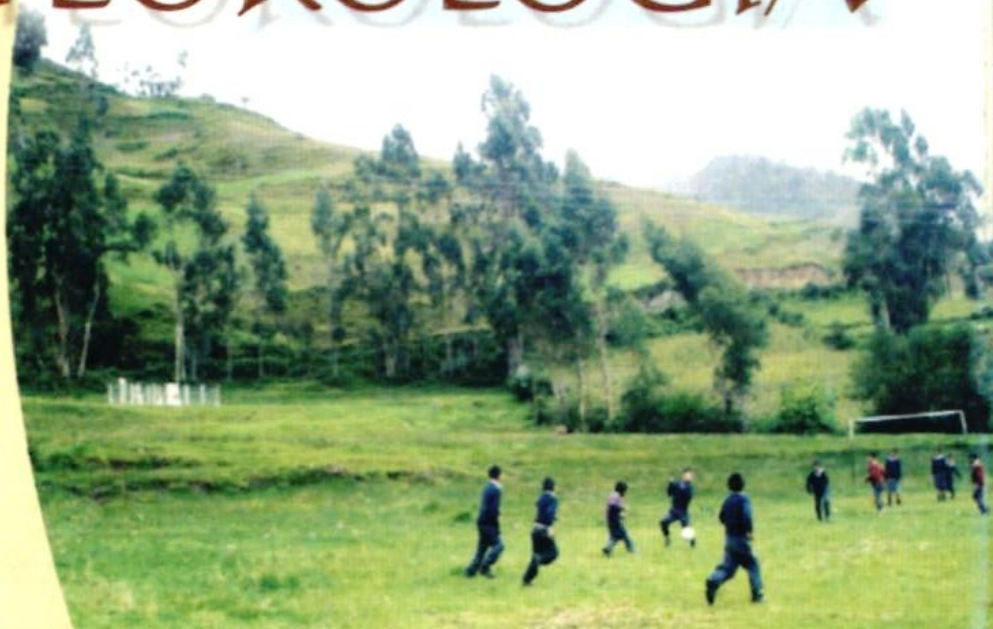




# NOCIONES BÁSICAS DE METEOROLOGÍA



SNMH  
551.5  
S4  
ej.3

... IMPORTANTE PARA LA  
DESARROLLO DEL PAÍS”

“Nada escapa a la influencia del Tiempo”  
*¡ Tenemos la asesoría y la información que necesita!*

**Huancayo - Perú - 2005**



# Senamhi

F028/2005

17/2005

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI, es un organismo público descentralizado del Sector Defensa, con personería jurídica de derecho público interno y autonomía técnica, administrativa y económica, dentro de los límites del ordenamiento legal del sector público.

El SENAMHI tiene la finalidad de planificar, organizar, coordinar, normar, dirigir y supervisar las actividades meteorológicas, hidrológicas, agrometeorológicas, ambientales y conexas, mediante la investigación científica, la realización de estudios y proyectos y la prestación de servicios en materia de su competencia.

Mayor General FAP

**JUAN JESUS OVIEDO MOTTA**

Jefe del SENAMHI

Representante del Perú ante la OMM

Mayor General FAP

**JOSE AMES RUIZ**

Director Técnico del SENAMHI

## EDITORES

**ADAM YANINA RAMOS CADILLO**

Director Regional

Dr. en Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente

**EUSEBIO ROLANDO SANCHEZ PAUCAR**

Meteorólogo CLASE II de la OMM

## VISIÓN

Ser una institución líder a nivel nacional y regional, en el ámbito meteorológico, hidrológico, agrometeorológico y ambiental, sustentada en una organización eficaz y eficiente, recursos humanos de elevada capacidad profesional y un sistema hidrometeorológico y ambiental tecnológicamente actualizado, que contribuya a la protección de la vida, la propiedad y al desarrollo socioeconómico del país.

## MISIÓN

Institución de ciencia y tecnología que conduce las actividades meteorológicas, hidrológicas, agrometeorológicas y ambientales del país, participa en la vigilancia atmosférica mundial y presta servicios especializados para contribuir al desarrollo sostenible, la seguridad y el bienestar nacional.

## NUESTRA PORTADA

Niños de la escuela N° 30958 del anexo de Huyallapampa y la estación CO Paucarbamba.

## NOCIONES BASICAS DE METEOROLOGIA

FOLLETO DE DIVULGACION N° 001

ABRIL 2005

### PRESENTACION

Hoy en día la información entrega un imprescindible valor agregado a toda actividad económica que el ser humano realiza. El desarrollo de las ciencias atmosféricas, y por ende de la propia meteorología, han transformado a esta disciplina en un aspecto sumamente importante para la humanidad; por cuanto toda inversión que se hace para comprender con más detalle el comportamiento atmosférico vuelve rápidamente en beneficios para todos. La generación de los pronósticos de tiempo un tanto mas certeros, en todo el mundo tienen un correlato inmediato en lo social, por cuanto su manejo y acceso a los mismos, permite evitar una serie de perdidas ligadas a eventos extremos, fenómenos recurrentes y minimizar los impactos negativos del comportamiento del clima.

Cada día se reconoce más el valor económico y social del tiempo y del clima considerados como recursos. Vale decir que "el clima, es parte integral de nuestras vidas", por lo que en la mayoría de los casos, el reconocer la importancia de un Servicio Meteorológico confiable puede producir resultados positivos y ayudar a evitar consecuencias negativas.

El SENAMHI, es una institución técnica-científica, cuya misión indirecta esta ligada a la difusión de conocimientos a través de la capacitación y la sensibilización a la población en general.

Es esta la razón que nos impulsa a presentar el Primer Folleto de Divulgación, cuyo titulo es "Nociones Básicas de Meteorología", con la cual se intenta complementar ciertas ideas y conocimientos que permitan entender la naturaleza del tiempo y el clima

### CONTENIDO:

LA ATMOSFERA	2
ESTRUCTURA VERTICAL DE LA ATMOSFERA	2
IMPORTANCIA DE LA ATMOSFERA PARA LA VIDA EN EL PLANETA	3
CARACTERISTICAS FISICAS DE LA ATMOSFERA	3
ESTRUCTURA DINAMICA DE LA ATMOSFERA	5
SISTEMAS ATMOSFERICOS	6
SISTEMA DE VIGILANCIA METEOROLOGICA	17
PREDICCION METEOROLOGICA	19
EL CAMBIO CLIMATICO	21
BIBLIOGRAFIA	24

Pp0: 555

Compo- nente	%
Nitrógeno	78.08
Oxígeno	20.94
Vapor de agua	4.00
Argón	0.93
CO2	0.03
Neón	0.0018
Helio	0.0005
Ozono	0.00006
Hidróge- no	0.00005
Criptón	Trazas
Xenón	Trazas
Metano	Trazas

COMPOSICIÓN GASEOSA  
DEL AIRE

### 1. LA ATMOSFERA

Es una masa gaseosa que envuelve a la tierra y que por gravedad, se concentra en la superficie y gira con ella.

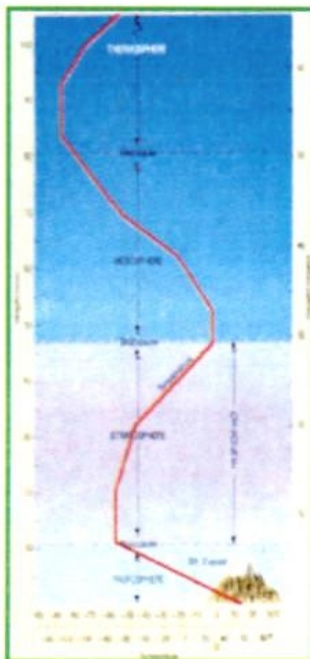
Está constituida por una mezcla de gases que se concentran principalmente en las capas inferiores, entre los que se encuentran el Nitrógeno, el CO<sub>2</sub> y el Oxígeno, además de otros gases trazas, tales como el argón, helio, neón y ozono.

En la atmósfera también encontramos el vapor de agua e impurezas en forma de polvo. El vapor de agua es de gran importancia para la formación de nubes, pero también juega un papel fundamental en las variaciones de temperatura de un lugar a otro.

El polvo suspendido en la atmósfera favorece los procesos de condensación del vapor de agua antes de que se transforme en gotas y luego en lluvia.

### 2. ESTRUCTURA VERTICAL DE LA ATMOSFERA

La atmósfera se puede dividir en diferentes capas, en función al comportamiento de la temperatura con la altura. Las clasificaciones son: Troposfera, estratosfera, mesosfera, termosfera y exosfera. La primera capa es la que más interesa en Meteorología.



CAPAS DE LA  
ATMOSFERA

**Troposfera:** Es la capa que se extiende desde la superficie terrestre hasta los 18 Km. de altura en el ecuador, hasta los 13 Km en latitudes medias y a 8 Km. sobre los polos. Es la capa donde se forman las nubes y procesos atmosféricos (Frentes, nubes, etc.). La temperatura del aire disminuye con la altura.

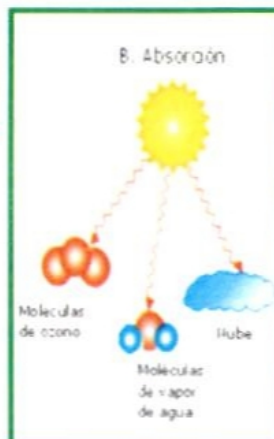
**Estratosfera:** Se extiende aproximadamente hasta los 50 Km. de altura. La temperatura comienza a aumentar con la altura, fenómeno que se le atribuye a la presencia del ozono (oxígeno cuya molécula está compuesta de tres átomos). La concentración de este gas es máxima entre los 20 y 25 Km. de altitud. Tanto la formación como la destrucción del ozono, se hace por reacciones fotoquímicas. La gran absorción de rayos ultravioletas que tiene lugar, explica la elevación considerable de la temperatura en estas capas.



### 3. IMPORTANCIA DE LA ATMOSFERA PARA LA VIDA EN EL PLANETA

Es de vital importancia porque:

- Regula la distribución de calor en la superficie terrestre.
- Durante el día, protege a la tierra de la fuerte radiación solar y filtra radiaciones nocivas.
- Si no existiera la atmósfera, la temperatura de la tierra aumentaría en 100°C por el día y -150°C en la noche.
- Impide que se escape al espacio el calor emitido por el sol.



MOLÉCULAS DE OZONO Y AIRE QUE PROTEGEN LA VIDA DEL PLANETA

### 4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ATMOSFERA

La atmósfera se determina por tres características físicas:

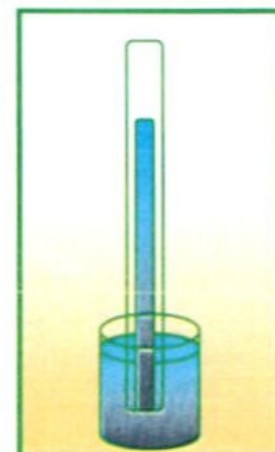
#### 4.1. PRESION

Se define como la fuerza (o peso) que, en un determinado lugar y por unidad de superficie, ejerce la columna de aire que está encima de él. Como el aire es atraído hacia el suelo por gravedad, los objetos soportan una presión que se ejerce en todas direcciones.

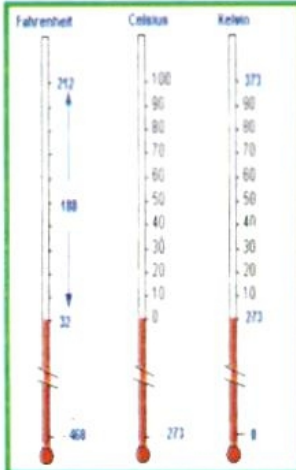
Fue Torricelli, físico italiano del siglo XVII, quien hizo la primera demostración de la fuerza de presión del aire, al llenar de mercurio un tubo de vidrio y colocarle invertido sobre un vaso lleno del mismo líquido. El mercurio baja en el tubo hasta cierto nivel. Como no hay aire en la parte superior del tubo, puede decirse que el peso de la columna de mercurio, situada por encima del nivel de la cubera, es equilibrado por la presión atmosférica. El tubo de Torricelli, no es otra cosa que un barómetro de mercurio. Toda variación en la altura de la columna de mercurio, corresponde a una variación de la presión atmosférica, llamada también por algunos presión barométrica.

ALTURA (m)	PRESION (hPa)	T. (°C)
20000	41.4	
18000	56.6	-55
16000	77.5	-55
14000	106.0	-55
12000	145.0	-55
10000	198.2	-50
8000	266.9	-37
6000	353.8	-24
5000	405.1	-17.5
4000	462.3	-11
3000	525.8	-4.5
2000	596.2	2.0
1500	634.2	5.2
1000	674.1	8.5
500	716.0	11.8
0	760.0	15

"LA PRESION ATMOSFERICA A NIVEL DEL MAR APROX. ES 1013.2 HPA"

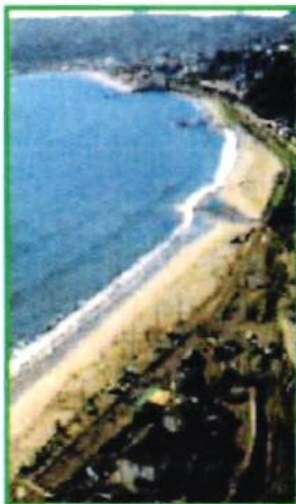


EXPERIMENTO DEL FISICO ITALIANO TORRICELLI



LAS TRES ESCALAS DE MEDICION DE LA TEMPERATURA

"SI EL CIELO ESTA DESPEJADO DURANTE LA NOCHE, LA TEMPERATURA AL INICIO DEL DÍA SIGUIENTE DISMINUYE, LAS NUBES PERMITEN EL RETORNO DE LA ENERGIA A LA SUPERFICIE"



LA MAYOR CANTIDAD DE HUMEDAD PROVIENE DEL MAR

## 4.2. TEMPERATURA

Corresponde a la mayor o menor cantidad de calor que se transfiere a la atmósfera. La temperatura puede variar por la latitud, altitud y cercanía del mar.

La temperatura del aire aumenta durante el día. El suelo absorbe una parte de la radiación solar y su temperatura sube; el aire, por contacto con el suelo caliente, se calienta hasta cierta altura por la acción combinada de la conducción y las corrientes de convección. Durante la noche, el suelo, que radia por sí mismo, pierde en parte el calor recibido, enfriándose; y la temperatura del aire, tras haber llegado a un cierto valor, disminuye de nuevo.

La temperatura es una de las variables básicas del tiempo y clima. Cuando preguntamos: ¿como esta el tiempo afuera?, casi siempre decimos algo sobre la temperatura, como: "hace frío" o "hace calor". De nuestra experiencia diaria, sabemos que la temperatura varia de acuerdo a tres factores del clima; factor **astronómico** (estaciones del año) y factor **geográfico** (altitud, latitud y ubicación). En meteorología, la temperatura se mide en las estaciones meteorológicas, de las que existen miles en todo el mundo, con estas mediciones se pueden hacer cálculos estadísticos para descripciones climatológicas.

## 4.3. HUMEDAD O VAPOR DE AGUA

El vapor de agua procede del agua existente en la tierra y en los mares, por medio de un constante estado de transformación denominado Ciclo Hidrológico.

La presencia de agua en la atmósfera en forma de nubes, niebla, precipitaciones, condiciona el estado del tiempo. Se entiende por humedad la cantidad de vapor de agua contenida en una determinada porción de atmósfera. Puede expresarse directamente mediante el número de gramos de vapor contenidos en un metro cúbico de aire ambiente (humedad absoluta), o en un kilogramo de aire (humedad específica), o bien mediante la relación entre la cantidad contenida y la cantidad máxima de vapor que podría contener un determinado volumen de aire (humedad relativa).

La humedad relativa es la relación, expresada en tantos por ciento, entre la cantidad de vapor de agua contenida en un determinado volumen de aire y la máxima cantidad que podría contener a la misma temperatura.

## 5. ESTRUCTURA DINAMICA DE LA ATMOSFERA

Todos estamos familiarizados con las diferentes formas que puede adoptar la circulación atmosférica: brisas suaves, tormentas eléctricas, huracanes, para mencionar unas pocas.

El calentamiento diferencial es la causa principal de la circulación atmosférica en la Tierra. Es importante, entonces conocer por qué el viento sopla desde una determinada dirección y las causas de los patrones generales de circulación del aire. Asimismo se ha de explicar las diferencias de comportamiento entre los vientos en altura y los superficiales, y cómo influye la topografía de la Tierra en estos últimos.



LAS OLAS EN EL MAR SON PRODUCIDAS POR EL CALENTAMIENTO DIFERENCIAL DE LA TIERRA

### 5.1. CIRCULACIÓN ATMOSFERICA

El aire se mueve a fin de equilibrar los desbalances de presión causados por el calentamiento diferencial de la superficie terrestre. A medida que se traslada de áreas de alta presión a áreas de baja presión, el viento es influido significativamente por la presencia o ausencia de la fricción. Por consiguiente, los vientos superficiales se comportan de manera diferente que los vientos en altura debido a las fuerzas de fricción que actúan cerca de la superficie terrestre. La rotación de la Tierra modifica la circulación atmosférica pero no la produce, ya que, esencialmente, la atmósfera rota con la Tierra. El movimiento del aire ayuda a evitar que las concentraciones de los contaminantes liberados a la atmósfera alcancen niveles peligrosos.

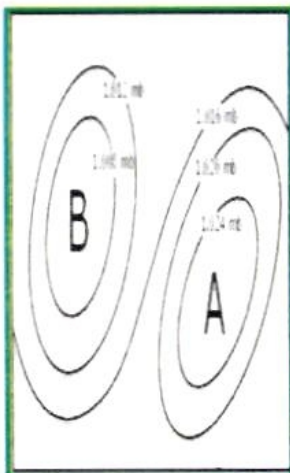
"EL CALENTAMIENTO DIFERENCIAL ES LA CAUSA PRINCIPAL DE LA CIRCULACIÓN ATMOSFERICA EN LA TIERRA"

### 5.2. PRESION ATMOSFERICA

A pesar de ser invisible, el aire tiene peso. Cualquier gas como el aire contiene moléculas que se mueven en todas las direcciones y a grandes velocidades. En realidad, la velocidad depende de la temperatura del gas. La presión atmosférica es causada por moléculas de aire (por ejemplo, oxígeno o nitrógeno) que chocan tanto entre sí como con otros objetos y rebotan. Cuando el aire está confinado dentro de ciertos límites, el calentamiento aumenta su presión y el enfriamiento la disminuye. Cuando se confina en un espacio más pequeño, su presión aumenta pero disminuye cuando se expande en un espacio mayor.



INSTRUMENTO PARA MEDIR LA PRESION ATMOSFERICA: BARÓMETRO DE MERCURIO



"EL VIENTO SIEMPRE VA SOPLANDO DESDE LAS PRESIONES ALTAS A LAS BAJAS, PERO NO SIGUIENDO UNA LINEA RECTA, COMO OCURRIRÍA EN UN PLANETA PLANO SIN MOVIMIENTO DE ROTACIÓN. EL AIRE, POR EL CONTRARIO, AL INICIAR EL MOVIMIENTO TIENDE A DESVIARSE HACIA LA IZQUIERDA DE SU TRAYECTORIA EN EL HEMISFERIO SUR"



LA FLECHA INDICA LA TRAYECTORIA DEL VIENTO

En cualquier ubicación, ya sea en la superficie terrestre o en la atmósfera, la presión atmosférica depende del peso del aire de la capa superior.

Una columna de aire que se extiende a cientos de kilómetros sobre el nivel del mar ejerce una presión de 1.013 milibares (mb) (o 1,013 Kpa). Pero si sube en la columna a una altitud de 5,5 Km. (18.000 pies), la presión atmosférica será aproximadamente la mitad, es decir 506 mb (0,506 Kpa).

La figura que se muestra a la izquierda, indica las áreas de presión alta y baja. Los ciclos concéntricos alrededor de las áreas de mayor o menor presión se denominan **isobaras**, que son líneas de igual presión. Las isobaras pueden seguir la forma de líneas rectas o de anillos a medida que rodean las áreas de presión alta o baja. Las lecturas de presión en el diagrama oscilan entre 1.008 y 1.024 milibares (mb).

### 5.3. VIENTO

El aire en movimiento paralelo al suelo, se origina por las variaciones horizontales de la presión atmosférica. Su importancia meteorológica y climática es enorme. Basta decir que mediante el viento se realizan; además, del transporte de aire, intercambios de calor y transporte de vapor de agua.

El viento es el elemento básico en la circulación general de la atmósfera. Todos los movimientos del viento, desde ráfagas pequeñas hasta grandes masas de aire, contribuyen al transporte del calor y de otras condiciones de la atmósfera alrededor de la Tierra. La denominación de los vientos depende de la dirección de donde provienen. Así, un "viento del norte" es aquel que sopla de norte a sur y un "viento del oeste" es aquel que sopla de oeste a este. Cuando los vientos soplan con mayor frecuencia desde una dirección que desde otra, esta recibe el nombre de **viento prevalente**.

La velocidad del viento aumenta rápidamente con la altura sobre el nivel del suelo, mientras que la carga de fricción disminuye. Por lo general, el viento no es una corriente constante sino conformada por ráfagas con una dirección ligeramente variable, separada por intervalos. Las ráfagas de viento que se producen cerca de la Tierra se deben a las irregularidades de la superficie, lo cual crea remolinos.

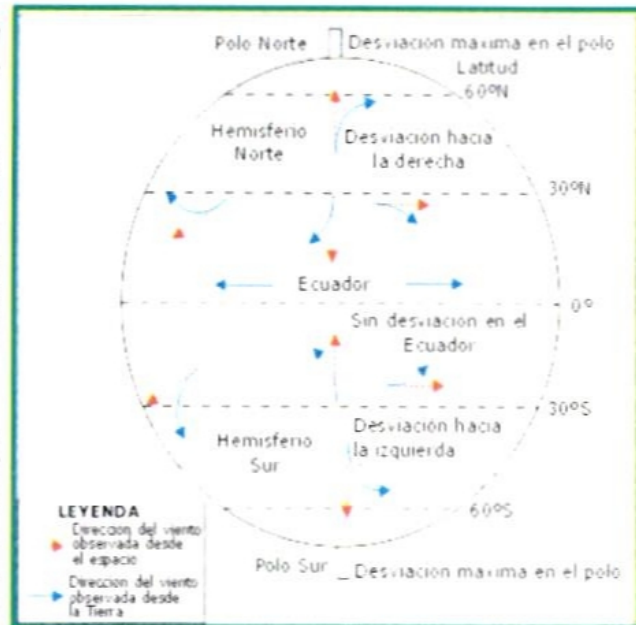


### 5.4. FUERZA DE CORIOLIS

Si la Tierra no rotara, el aire se movería directamente de una presión alta a una presión baja.

La **fuerza de Coriolis** causa una desviación del aire a la derecha en el hemisferio norte y a la izquierda en el hemisferio sur. Entonces, se trata de una fuerza aparente causada por la rotación de la Tierra bajo la acción del movimiento del aire.

Observado desde el espacio, este movimiento de aire (o cualquier movimiento libre de un objeto, para el caso) parece seguir una línea recta. Pero para una persona que se encuentra en la Tierra, este movimiento aparenta haberse desviado.



### 5.5. FUERZA DEL GRADIENTE DE PRESION

El viento se produce por la tendencia de la naturaleza a corregir las diferencias en la presión atmosférica. Así, el viento soplará de las áreas de presión alta a las de presión baja. La presión que equilibra la fuerza que tiende a mover el aire de la presión alta a la baja se denomina **fuerza del gradiente de presión**.

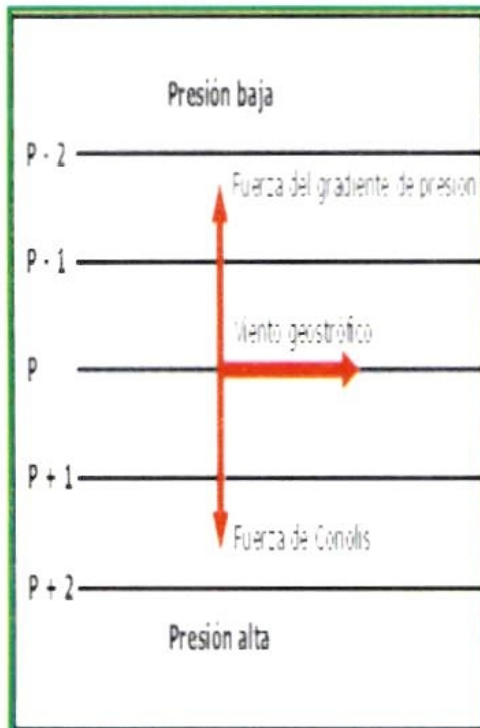
El gradiente de presión es la tasa y la dirección del cambio de presión. Está representado por una línea trazada en los ángulos derechos de las isobaras, como se muestra en la **figura de la derecha**. Cuando las isobaras se encuentran cerca, los gradientes son inclinados. El viento se moverá más rápidamente a través de isobaras inclinadas. Los vientos son más suaves cuando las isobaras están más alejadas porque la pendiente entre estas no es tan inclinada.

La misma figura indica que el viento se desplaza de áreas de presión alta a otras de presión baja; pero, debido a la fuerza de Coriolis (efecto de la rotación de la Tierra), el viento no fluye paralelamente con el gradiente de presión. Además, nótese que la dirección del viento superficial (líneas continuas) es diferente de la del viento superior (líneas punteadas), a pesar de tener la misma fuerza de gradiente de presión. Esto se debe a fuerzas de fricción.

"LA FUERZA DE CORIOLIS AUMENTA A MEDIDA QUE CRECE LA VELOCIDAD DEL VIENTO, ASÍ MISMO CRECE CUANDO LA LATITUD AUMENTA"

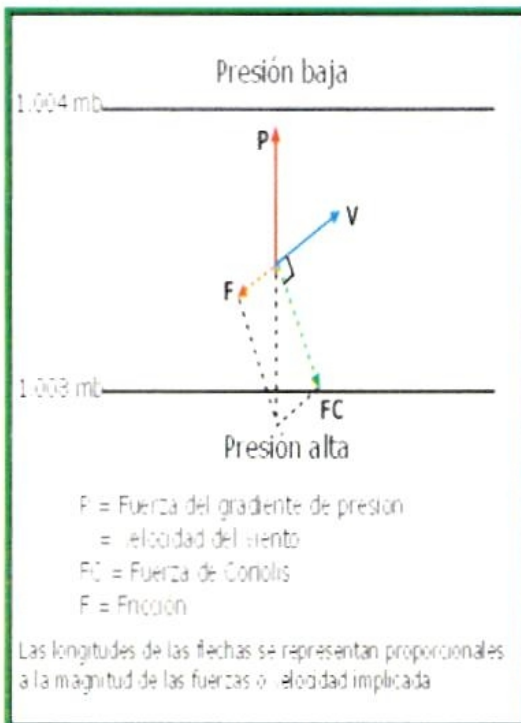


## 5.6. FUERZA DE FRICCION



La fricción, la tercera fuerza principal que afecta al viento, empieza a actuar cerca de la superficie terrestre hasta que llega a altitudes aproximadas de 500 a 1.000 m. Esta sección de la atmósfera se denomina **capa límite planetaria o atmosférica**. Por encima de esta capa, la fricción deja de influir en el viento. La fuerza de Coriolis y la del gradiente de presión se encuentran balanceadas por encima de la capa límite planetaria. Como se indica en la **figura de la izquierda**, las fuerzas balanceadas que se producen por encima de la capa donde la fricción influye en el viento crean un viento que sopla paralelamente con las isobaras. Este viento se denomina **viento geostrofico**. En el hemisferio norte, las presiones bajas se producirán a la izquierda del viento. En el hemisferio sur, sucederá lo contrario.

Dentro de la capa de fricción, la fuerza de Coriolis, la fuerza del gradiente de presión y la fricción ejercen una influencia sobre el viento. El efecto de la fricción sobre el viento aumenta a medida que este se acerca a la superficie terrestre. Además, mientras más accidentada sea la superficie terrestre, mayor será la influencia friccional. Por ejemplo, sobre una área urbana el flujo de aire experimenta más fricción que sobre una gran masa de agua.



La fricción no sólo disminuye la velocidad del viento sino que también influye en su dirección. El efecto de la fricción sobre la dirección del viento se debe a la relación existente entre la velocidad del viento y la fuerza de Coriolis. Se debe recordar que esta fuerza es proporcional a la velocidad del viento. Por lo tanto, a medida que este experimenta mayor fricción en altitudes progresivamente bajas dentro de la capa de fricción, su velocidad y la fuerza de fricción disminuyen. Con la fricción, la fuerza de Coriolis decrece en relación con la fuerza del gradiente de presión; esta no equilibra la fuerza de Coriolis como lo hace con el viento geostrofico sobre la capa límite planetaria. Al contrario, la fuerza del gradiente de presión predomina y desplaza el viento hacia la presión baja.

La dirección del viento se dirige hacia la presión baja hasta que el vector resultante de la fuerza friccional y la fuerza de Coriolis equilibran de manera exacta la fuerza del gradiente de presión. A medida que las fuerzas friccionales aumentan, las direcciones del viento giran más bruscamente hacia la presión baja. El giro de la dirección del viento disminuye con la altura hasta que la fricción deja de influir en el flujo del viento, como en el caso del viento geostrófico.

El efecto de la fricción en el viento influye significativamente en el transporte de los contaminantes del aire. Cuando una pluma de contaminantes del aire emerge de una chimenea, es probable que ascienda a través de la capa límite planetaria (o atmosférica) donde la fricción cambia la dirección del viento con la altura. Esto la dispersará horizontalmente en direcciones distintas. **Además, los contaminantes liberados en diferentes alturas de la atmósfera pueden moverse en direcciones diferentes.**



SE OBSERVA LA PLUMA DESVIADA POR LA FUERZA DEL VIENTO

## 6. SISTEMAS ATMOSFERICOS

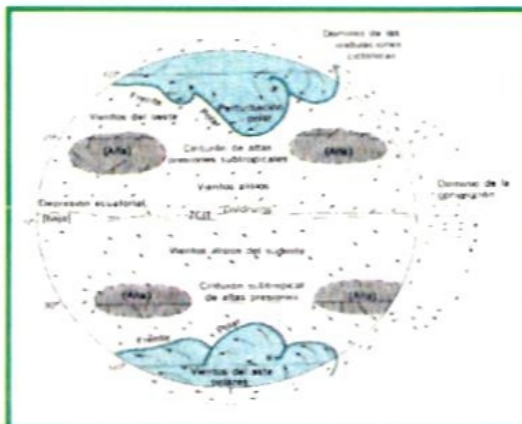
Primeramente, se ha de saber, que el movimiento horizontal del aire está determinado por muchas fuerzas. Los vientos superficiales se desplazan en *dirección contraria a las agujas del reloj* alrededor de los sistemas de presión alta (anticiclones) en Sudamérica. Este mismo balance de fuerzas conduce el aire en la *dirección de las agujas del reloj* alrededor de sistemas de presión baja (ciclón).

"EN UNA ZONA DE ALTA PRESION, EL MOVIMIENTO HORIZONTAL ES EN FORMA ANTIHORARIA"

### 6.1. CIRCULACIÓN GENERAL DE LA ATMOSFERA

No se puede comprender la circulación del aire a nivel del suelo sin tener en cuenta lo que pasa en la atmósfera libre. Si la circulación del aire fuese estratificada, es decir, que dentro de cada capa se cerrase sobre sí misma, podría soslayarse tal exigencia, y eso es lo que ocurre, mas o menos, con la temperatura, la humedad, la presión, etc.

La atmósfera es un medio fluido en continuo movimiento, pero dadas las condiciones de contorno a las que esta sometido, esta circulación interna no es continua ni periódica, pero tampoco es caprichosa, pues las leyes de la hidrodinámica general no pueden dejar de cumplirse.

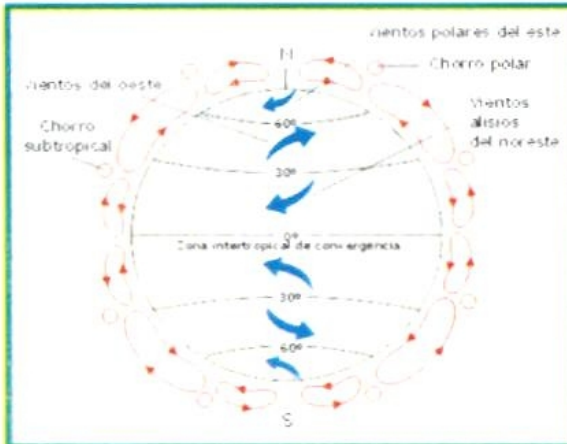


EN LA FIGURA SE OBSERVA LA CIRCULACIÓN DEL AIRE A NIVEL DE SUPERFICIE



Fijemos entonces, primero el concepto de Circulación General de la Atmósfera, a aquel sistema de vientos estudiada a escala planetaria o global, que lo conocemos en base a dos fuentes: con valores de presión y viento observados en todo el mundo y por estudios teóricos de la dinámica de fluidos geofísicos.

El modelo primitivo más elemental de circulación global sugiere la existencia de una sola celda de circulación vertical llamada Celda de Hadley, en



honor a George Hadley (1795 – 1868), quien fue el primero en desarrollar este modelo clásico. Hadley pensaba que solo la energía solar conducía los vientos y propuso que las mayores temperaturas del ecuador respecto a los polos deberían crear una circulación térmica, con movimiento en superficie de aire frío desde los polos hacia el ecuador. En el ecuador el aire cálido y menos denso debe ascender, durante el ascenso el aire se va enfriando, por lo que en las capas superiores se comienza a mover hacia los polos, donde el aire frío y más pesado debe descender sobre los polos. Un modelo simple más realista de circulación global explica como debe mantenerse el balance de calor producido por el calentamiento diferencial ecuador - polo, considerando que la Tierra está en rotación. Es un modelo idealizado en el que se distinguen tres celdas de circulación vertical y los vientos resultantes en superficie, como se describe a continuación.

Un modelo simple más realista de circulación global explica como debe mantenerse el balance de calor producido por el calentamiento diferencial ecuador - polo, considerando que la Tierra está en rotación. Es un modelo idealizado en el que se distinguen tres celdas de circulación vertical y los vientos resultantes en superficie, como se describe a continuación.

## 6.2. PRESION ALTA - ANTICILON DEL PACIFICO SUR



LA PRESENCIA DE NUBES, PUEDE INDICAR ZONAS DE ALTA O BAJA PRESION

Los factores más importantes que controlan el tiempo atmosférico y condicionan el clima a lo largo de Sudamérica, son el anticiclón subtropical del Pacífico sur, la zona de convergencia intertropical, la banda circumpolar de sistemas migratorios de bajas presiones, a la cual se asocian los sistemas frontales, baja presión amazónica y alta presión en la alta atmósfera (Alta de Bolivia).

Otros dos factores importantes son la cordillera de Los Andes, que aísla las masas de aire continentales y el efecto oceánico de la corriente fría de Humboldt, que tiende a homogenizar la temperatura a lo largo de la costa del pacífico. En la zona bajo la influencia de los sistemas migratorios de bajas presiones predominan los vientos del oeste.

**El anticiclón del Pacífico sur oriental** corresponde al sector de altas presiones centrado en 25°S y 90°W y que extiende su dominio hasta alrededor de los 35°S.

En enero el anticiclón alcanza su posición más austral, con su centro alrededor de los 33°S.

Este centro de altas presiones se asocia a un lento descenso (subsistencia) de aire relativamente seco proveniente de la región ecuatorial, que es parte de la circulación meridional característica de las regiones tropicales, denominada celda de Hadley.

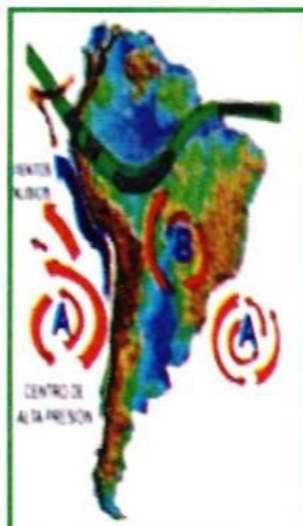
Esta celda se mantiene durante todo el año, siendo más activa durante el invierno (cuando el contraste térmico entre el Ecuador y las regiones polares del Hemisferio Sur es máxima) y desplazándose hacia el sur durante el verano, siguiendo el movimiento aparente del Sol en su ciclo anual.

El proceso de subsistencia en el dominio del anticiclón subtropical inhibe el desarrollo de nubosidad, favoreciendo la ocurrencia de condiciones muy persistentes de buen tiempo.

Por otra parte, el aire relativamente seco que desciende sobre el dominio del anticiclón subtropical se calienta por compresión, de modo que en la zona de separación con la capa superficial relativamente más húmeda y fría se produce una fuerte inversión térmica, donde la temperatura aumenta con la altura. El límite inferior de la capa de inversión, que junto a la costa se encuentra a unos 1000 msnm, define el borde superior de la nubosidad de tipo estratiforme que predomina en la región.

Al sur del anticiclón subtropical, las isóbaras se orientan en dirección Este-Oeste, observándose una fuerte disminución de la presión hacia el sur, lo cual es típico a nivel hemisférico. De acuerdo a la regla descrita, esta configuración indica que en promedio el viento en este sector sopla desde el oeste (océano Pacífico), por lo cual esta zona también recibe el nombre de "cinturón de los oestes".

Los centros de alta y baja presión son, a diferencia del anticiclón subtropical, rasgos transitorios de carácter migratorio que normalmente se desplazan de Oeste a Este a velocidades variables, del orden de los 500 Km./día. La sucesión del paso de centros de alta y baja presión por la zona central y centro-sur del país es la responsable de la alternancia de los períodos de buen y mal tiempo, respectivamente.



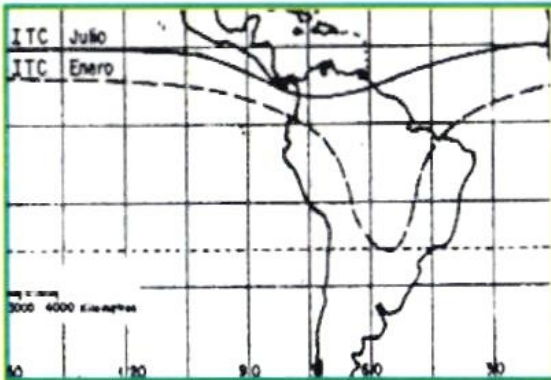
NÚCLEOS DE ALTA Y BAJA PRESION, ASÍ MISMO SE OBSERVA LA ZCIT

"EN EL NUCLEO DE UN SISTEMA DE ALTA PRESION ATMOSFERICA EXISTE DESCENSO DE AIRE, TAMBIÉN SE LE SUELE LLAMAR A ESTE FENÓMENO SUBSISTENCIA"



SE OBSERVA EL ANTICICLON DEL PACIFICO ENTRE EL PARALELO 20° A 30° SUR

**6.3. ZONA DE CONVERGENCIA INTERTROPICAL (ITC O ZCIT)**



UBICACION DE LA ZCIT EN EL MES ENERO (LINEAS ENTRECORTADAS) Y MES DE JULIO (LINEAS CONTINUAS)

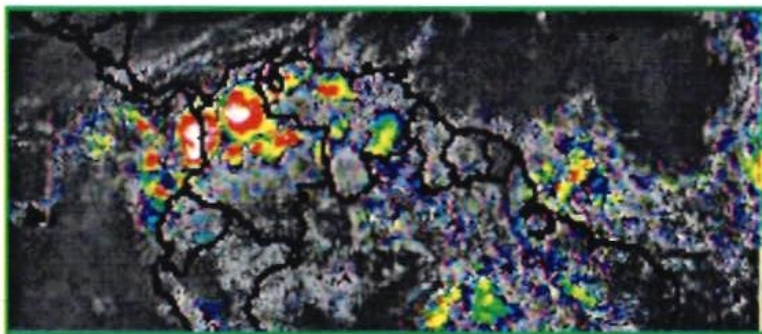
"LA INFLUENCIA DE LA ITC EN EL PERU, SE DA APROX. EN LOS MESES DE OCTUBRE A MARZO DEL SIGUIENTE AÑO, SIENDO LA ZONA NORTE DEL PAIS LA MAS AFECTADA."

La zona de convergencia intertropical -ZCIT- es uno de los sistemas meteorológicos más importantes que actúan en los trópicos. Debido a su estructura física, la ZCIT se ha mostrado decisiva en la caracterización de las diferentes condiciones de tiempo y de clima en diversas áreas de la Región Tropical. Su influencia sobre las precipitaciones en el continente americano ha sido aceptada y mostrada en varios trabajos como Hastenrath y Heller (1997), Lamb (1978), Sika y Gadgil (1985), entre otros.

La ZCIT está insertada en una región donde ocurre la interacción de características atmosféricas y oceánicas como:

- Zona de confluencia de los Alisios (ZCA).
- Zona de la depresión ecuatorial.
- Zona de máxima temperatura de la superficie del mar.
- Zona de máxima convergencia de masa.
- Zona de banda de máxima cobertura de nubes convectivas,

Todas interactuando próximas a la franja ecuatorial. A pesar de esa interacción las características no se presentan, necesariamente al mismo tiempo, sobre la misma latitud. En el trabajo presentado por Hastenrath y Lamb (1977) se muestra que, durante los meses de verano en el Hemisferio Norte, la



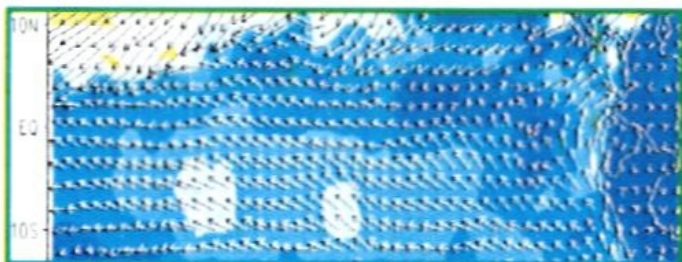
SE OBSERVA BAJAS PRESIONES UBICADA EN LA FRANJA ECUATORIAL, EN ELLA CONFLUYEN LOS VIENTOS ALISIOS Y DEBIDO A LAS ALTAS TEMPERATURAS LAS MASAS DE AIRE SON FORZADAS A ASCENDER, ORIGINANDO NUBES Y PRECIPITACIONES

zona de confluencia de los alisios aparece sobre la depresión ecuatorial y las regiones de máxima cobertura de nubes, precipitaciones y convergencia de masa son casi coincidentes, localizándose, aproximadamente, a tres grados al sur de la ZCA. En los meses de dic-ene-

feb, la zona de máxima cobertura de nubes, precipitaciones y convergencia de masa se localiza al norte de la ZCA.

El conjunto de características asociadas a la ZCIT posee un desplazamiento norte-sur a lo largo del año. El desarrollo anual de la ZCIT tiene, aproximadamente, el período de un año, alcanzando su posición

más al norte (8° N) durante el verano del Hemisferio Norte, y su posición más al sur (1° Norte) durante el mes de abril. Con la finalidad de hacerse un estudio de la localización de la ZCIT, diversos autores usan diferentes variables físicas, entre ellas; Cobertura de nubes, Componente meridional del viento en los niveles bajos, Presión al nivel medio del mar, etc.



MAPA DE 1000 MILIBARES, SE OBSERVA CLARAMENTE LA CONFLUENCIA DE LOS VIENTOS ALISIOS EN LA FRANJA ECUATORIAL

Además de la influencia de la ZCIT en el tiempo y en el clima de las áreas tropicales, también está involucrada en la manutención del balance térmico global. En la escala planetaria, la ZCIT está localizada en el ramo ascendente de la célula de Hadley, actuando en el sentido de transferir calor y humedad de los niveles inferiores de la atmósfera de las regiones tropicales hacia los niveles superiores de la troposfera y hacia las medias y altas latitudes.

#### 6.4. MASAS DE AIRE

Las masas de aire son fenómenos de escala macro, que cubren cientos de miles de kilómetros cuadrados y se extienden por miles de metros. Son volúmenes de aire relativamente homogéneos con respecto a la temperatura y a la humedad, y adquieren las características de la región sobre la que se forman y desplazan. Los procesos de radiación, convección, condensación y evaporación condicionan la masa de aire a medida que se desplaza. Además, los contaminantes liberados en una masa de aire se desplazan y dispersan dentro de ella. Las masas de aire son más frecuentes en ciertas regiones. Estas áreas se conocen como regiones de origen y determinan la clasificación de la masa de aire. Las masas de aire se clasifican como marítimas o continentales según tengan su origen en el océano o la Tierra, y como antárticas, polares o tropicales según la latitud de su origen. La frontera entre masas de aire con características diferentes se denomina **frente**. Un frente no es una pared marcada sino una zona de transición que muchas veces abarca varias millas. Tema que trataremos en enseguida.

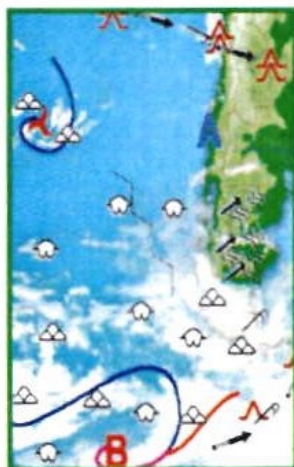
La temperatura es una propiedad básica de las masas de aire. La temperatura de una masa de aire depende de la región donde esta se origina. Las masas antárticas de aire son las más frías, y las tropicales, las más cálidas.

La humedad es la segunda propiedad básica de una masa de aire. Desempeña un papel significativo en el tiempo y en el clima, y generalmente se trata independientemente de los demás componentes del aire.

“UNA MASA DE AIRE ES UN ENORME CUERPO DE AIRE, DE GRAN BASE Y RELATIVAMENTE POCALTAURA, ABARCANDO MILES DE KILÓMETROS CUADRADOS “



MASA DE AIRE UBICADA EN EL PACIFICO SUR



### 6.5. FRENTES

Las masas de aire se desplazan en conjunto y se "empujan" unas a otras. En cambio, raramente se mezclan. Esta propiedad es la causante del acentuado dinamismo de la atmósfera en la llamada superficie frontal, como se denomina a la superficie de contacto entre dos masas de aire.

Como la atmósfera tiene tres dimensiones, la separación entre las masas de aire es una superficie llamada **superficie frontal**, siendo el **frente**, la línea determinada por la intersección de la superficie frontal y el suelo.

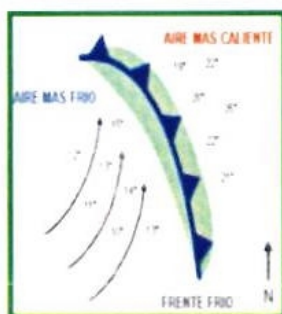
LINEA AZUL FRENTE FRIO, LINEA ROJA FRENTE CALIDO Y LINEA ROSADA FRENTE OCLUIDO

Este término fue introducido por la Escuela de Bjerkness en Noruega (1918) para describir una superficie de discontinuidad que separa dos masas de aire de distinta temperatura. La formación de los frentes se llama frontogénesis y el proceso inverso se llama frontolisis y se clasifican en frentes fríos, cálidos o calientes estacionarios y ocluidos.

"LOS FRENTES PUEDEN TENER UNA LONGITUD DE 500 A 5000 KM., UN ANCHO DE 5 A 50 KM. Y UNA ALTURA DE 3 A 20 KM "

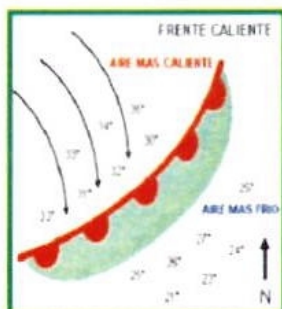
#### 6.5.1. FRENTE FRIO

El frente **frío** es una zona de transición entre el aire cálido y el frío, donde este último se mueve sobre el área previamente ocupada por el cálido. Por lo general, los frentes fríos presentan pendientes de 1:50 a 1:150, lo que significa que por cada kilómetro de distancia vertical cubierta por el frente, habrá de 50 a 150 Km. de distancia horizontal cubierta. El aumento de aire cálido sobre un frente frío en avance y el enfriamiento expansivo subsiguiente a este aire, conducen a nubosidades y precipitaciones de acuerdo con la posición del frente superficial.



#### 6.5.2. FRENTE CALIDO

En este caso, el aire caliente avanza sobre el frío, pero al ser este último más pesado, se pega al suelo y a pesar de retirarse la masa fría, no es desalojada totalmente, de manera que el aire cálido asciende suavemente por la superficie frontal que hace de rampa.

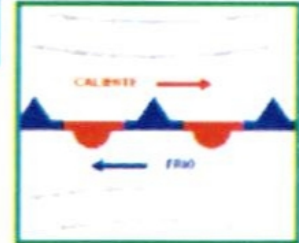


En general la nubosidad es estratiforme y las precipitaciones menos intensas que en un frente frío. En los mapas se representa con una línea continua roja o una negra orlada por semicírculos.



### 6.5.3. FRENTE ESTACIONARIO

Es aquel que marca la separación entre dos masas de aire, entre las que no se manifiesta desplazamiento de una respecto de la otra. La sección es similar a la de un frente cálido.



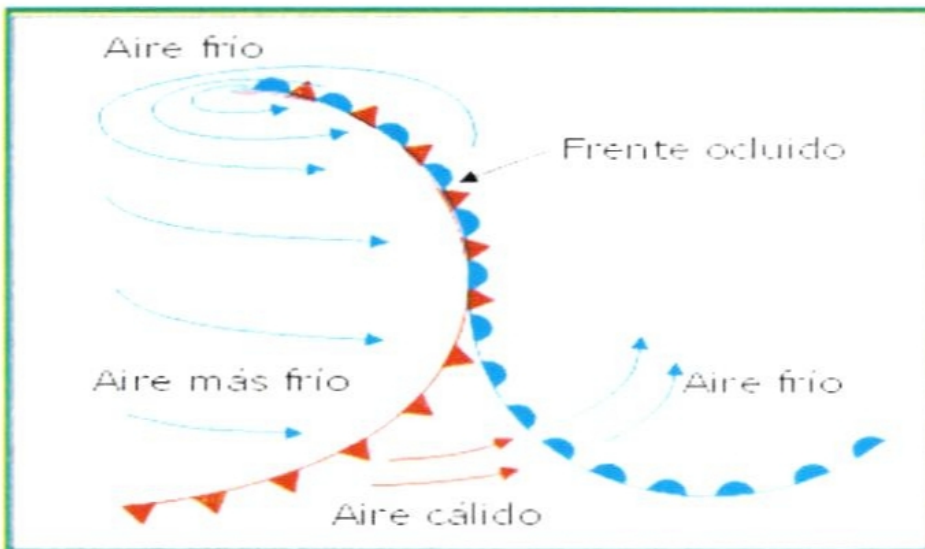
FRENTE ESTACIONARIO

### 6.5.4. FRENTE OCLUIDO

Dado que los frentes fríos se desplazan más rápidamente que los frentes calientes, acaban por alcanzarlos. En estas condiciones el sector caliente desaparece progresivamente de la superficie, quedando solamente en altitud. Cuando los frentes se han unido forman un frente ocluido o una oclusión. Las oclusiones pueden ser del tipo frente frío o del tipo frente caliente.



FRENTE OCLUIDO

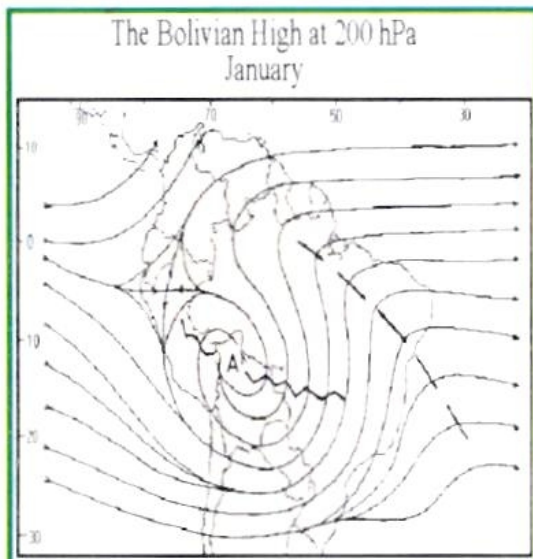


CONFIGURACIÓN DE UN SISTEMA FRONTAL EN EL HEMISFERIO NORTE

"POR LO GENERAL UN FRENTE CALIDO SE DESPLAZA MAS LENTAMENTE QUE UN FRENTE FRIO Y SU SUPERFICIE FRONTAL SE AGITA DE MANERA MAS GRADUAL"

Las áreas migratorias de presión alta (anticiclones) y de presión baja (ciclones), así como los frentes relacionados con estas últimas, son responsables de los cambios climáticos diarios que se producen sobre la mayoría de las regiones de latitud media. Los sistemas de presión baja de latitudes medias se forman a lo largo de superficies frontales que separan masas de aire provenientes de fuentes distintas, con características diferentes en cuanto a la humedad y la temperatura. La configuración de un sistema de presión baja está acompañada por la formación de una onda en el frente, consistente en un frente cálido y uno frío, ambos en sentido a las agujas del reloj alrededor del sistema de presión baja. Este sistema se conoce como ciclón.

### 6.6. ALTA PRESION EN LA ALTA ATMOSFERA (ALTA DE BOLIVIA)



Diferentes estudios que se han venido desarrollando desde los años 60 hasta la actualidad, han demostrado la presencia de un intenso sistema Anticiclón-Vaguada cuasi estacionario que se localiza en los niveles altos de la atmósfera, cuyo núcleo se localiza alrededor de los 17°S y 65°W y es más conocido como La **Alta de Bolivia** que se extiende sobre la mayor parte de América del Sur, así también es considerada como el mayor indicador del régimen de precipitaciones en Sudamérica, para el caso de Perú, su influencia es desde la Región de Junín, Huanuco hasta Puno, zonas altas de Tacna y Moquegua.

### 6.7. BAJA DEL NORESTE DE BRASIL

"EL TÉRMINO CICLÓN SE HA UTILIZADO CON UN SENTIDO MÁS AMPLIO APLICÁNDOLO A LOS VIOLENTOS HURACANES TROPICALES Y A LOS TIFONES, CENTRADOS EN ZONAS DE PRESIÓN MUY BAJA"

Es aquel vortice ciclónico de la alta troposfera, que presenta un núcleo relativamente frío en relación a su periferia, con subsidencia que inhibe nubosidad en su centro, pero con nubosidad e inestabilidad al este y noreste del vortice. Se origina en el Océano Atlántico entre los 20° - 49° oeste y 0° - 28° sur, se desplaza entre el océano y el continente.

Normalmente esta baja presión se forma en primavera, verano y otoño, con mayor predominancia en el mes de enero.

### 6.8. BAJA TERMICA



MOVIMIENTO VERTICAL EN UNA ZONA DE BAJA PRESION

Sistema de baja presión, localizado en la troposfera baja, con un núcleo calido, alguna veces se le llama como Baja del Chaco. Esta baja presión se ubica normalmente en el noreste de argentina, extendiéndose hacia Paraguay, con una vaguada que llega hasta la Patagonia.

Su mayor intensidad se da en el verano, en asociación con perturbaciones de niveles medios y altos que puede apoyar convección a lo largo de los Andes del este entre los 15° - 30° sur.

## 7. SISTEMA DE VIGILANCIA METEOROLOGICA

Desde la predicción meteorológica hasta la investigación de la contaminación del aire, pasando por el cambio climático, los estudios del agotamiento de la capa de ozono y la predicción de las tormentas tropicales, los Servicios Nacionales de Meteorología de cada país, han venido optimizando el Sistema de Vigilancia Meteorológica, consistente en la integración de las redes de observación para la medición de información meteorológica, aprovechando el avance des-  
acelerado de las telecomunicaciones, con el propósito de llegar con rapidez y precisión al público, al usuario privado y comercial, a la navegación aérea y marítima internacional.

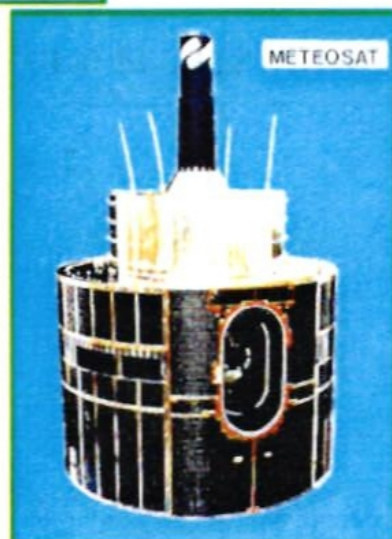
Las actividades de los Servicios Meteorológicos contribuyen a la seguridad de vidas y bienes, al desarrollo socioeconómico de las naciones y a la protección del medio ambiente

Actualmente para el desarrollo del programa técnico y científico la Vigilancia Meteorológica Mundial de la Organización Meteorológica Mundial - OMM, donde los Servicios Meteorológicos Nacionales del mundo forman parte de ella, cuenta con la siguiente red de observación:

- Cuatro satélites de órbita polar
- Cinco satélites geostacionarios
- 10000 estaciones de observación terrestres
- 7000 estaciones de buque
- 300 boyas fondeadas y a la deriva equipadas con estaciones meteorológicas automáticas.

Entre esta red de Observación, están las estaciones del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI del Perú, que a la fecha cuenta con:

- 736 estaciones meteorológicas
- 80 estaciones hidrológicas
- 33 estaciones meteorológicas automáticas
- 18 estaciones hidrológicas automáticas
- 10 estaciones oceanográficas.



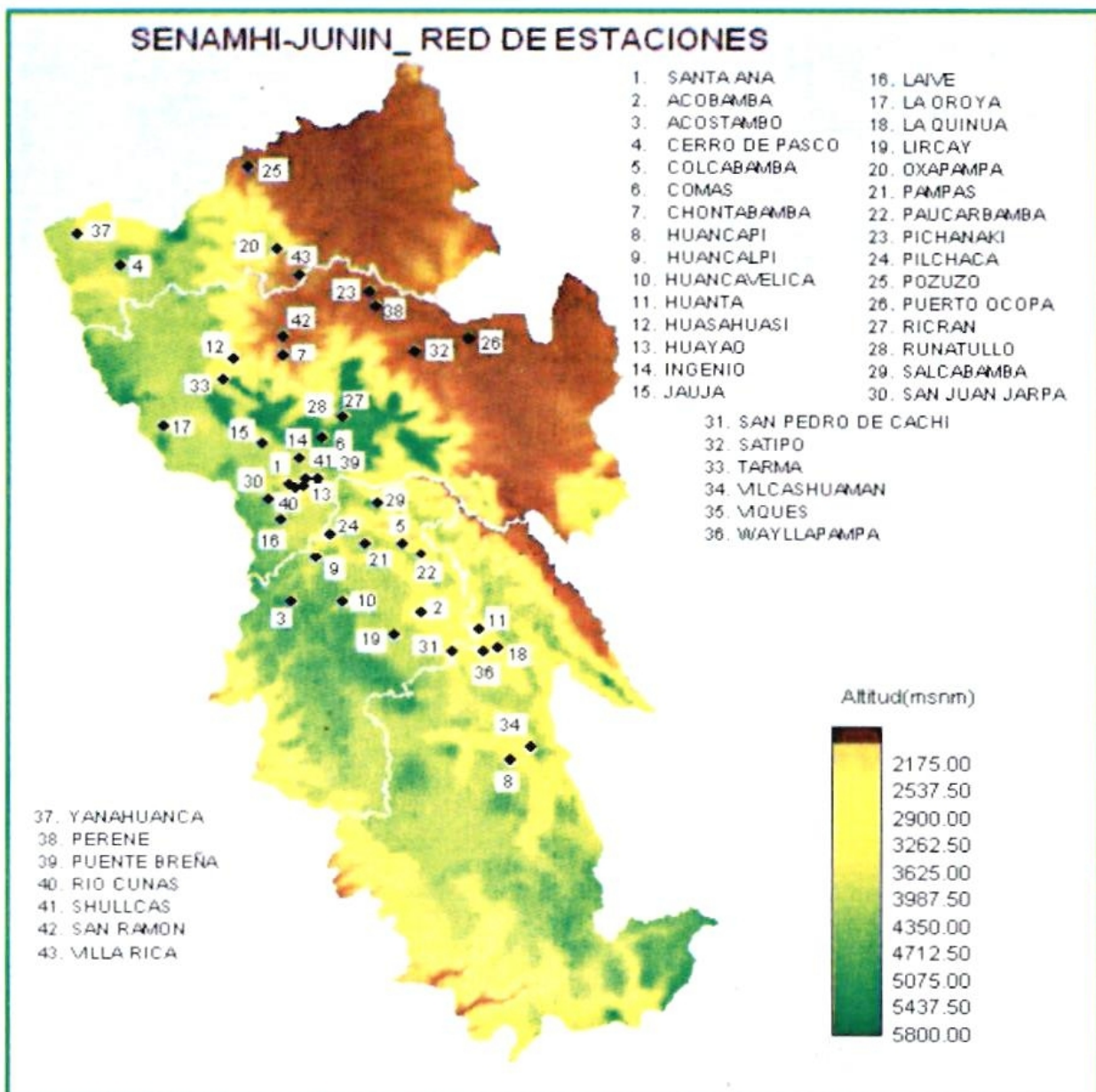
SATELITE METEOROLOGICO  
EUROPEO - METEOSAT  
QUE FORMA PARTE DEL  
SISTEMA DE VIGILANCIA

"LA VIGILANCIA  
METEOROLOGICA, AYUDA A  
EVITAR CONSECUENCIAS  
NEGATIVAS"



ESTACIÓN METEOROLOGICA

7.1. RED DE ESTACIONES – SENAMHI - JUNIN



**ESTACIÓN METEOROLOGICA AUTOMATICA**



**METEOROLOGICA AGRICOLA PRINCIPAL**

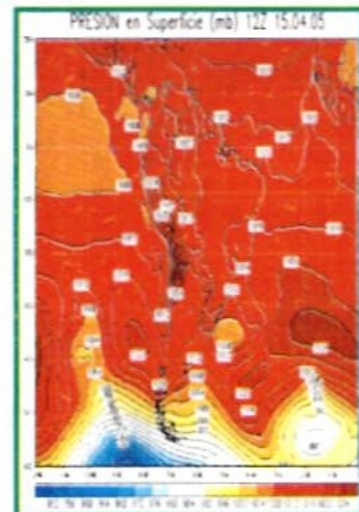


**MONITOREO DEL PH DE LA PRECIPITACION PLUVIAL**

## 8. PREDICCIÓN METEOROLÓGICA

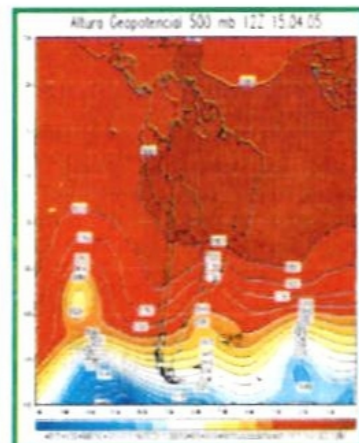
El análisis meteorológico requiere realizar varias veces al día en todo el Globo una serie de medidas de variables atmosféricas (presión, temperatura, viento, humedad...) tanto en superficie como en los distintos niveles atmosféricos, alcanzando como mínimo los 10 o 12 Km. de altura. Estas observaciones se obtienen por radiosondeos, satélites, barcos, aviones, radares y estaciones de observación en superficie. Inmediatamente después de ser obtenidas, se distribuyen por líneas especiales de comunicación a los distintos Servicios Meteorológicos donde se procede a realizar varios tipos de análisis con el fin de construir con toda celeridad el estado de la atmósfera, bien sobre grandes áreas geográficas o en zonas mucho más restringidas. Indudablemente, la calidad y fiabilidad va a depender en gran medida de la que posean las distintas observaciones realizadas así como del número de las mismas. El problema es si éstas, que son lógicamente bastante limitadas al menos en amplias zonas del planeta, han sido capaces de recoger las características fundamentales o críticas de la situación atmosférica en cuestión.

A partir de los análisis anteriores se desarrolla un doble camino. Por una parte los predictores establecen a partir de ellos, utilizando sus conocimientos científicos y técnicos, la **diagnosis** de la situación atmosférica, es decir, la conclusión en cuanto a qué mecanismos y de qué modo están actuando en la atmósfera sobre una zona geográfica concreta. Ello permite, a través de la utilización de modelos conceptuales y de técnicas más o menos complejas de extrapolación, tener una idea muy aproximada de cómo debe ser la evolución detallada de la misma en las próximas una a tres horas y con menos detalle entre las tres y doce siguientes. Por otra parte, y ya de modo objetivo y automático, a través de computadoras de gran capacidad, se establece otro tipo de análisis que asigna a cada punto de una rejilla geográfica, tanto en superficie como en altura, valores interpolados a partir de los datos anteriormente obtenidos. A continuación, se aplican a todos esos valores las fórmulas físico-matemáticas que representan las leyes atmosféricas y se comienza a calcular su evolución con el paso del tiempo mediante sucesivas integraciones. Una estimación de la gran cantidad de operaciones a realizar puede

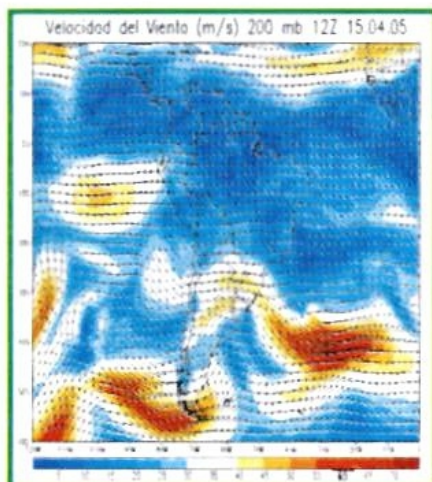


CARTA DEL TIEMPO,  
PERMITE IDENTIFICAR  
ZONAS DE ALTA Y BAJA  
PRESION

"EL METODO QUE UN  
PREDICTOR UTILICE,  
DEPENDE BASICAMENTE  
DE SU EXPERIENCIA Y LA  
CANTIDAD DE  
INFORMACION  
DISPONIBLE A SU  
ALCANCE"

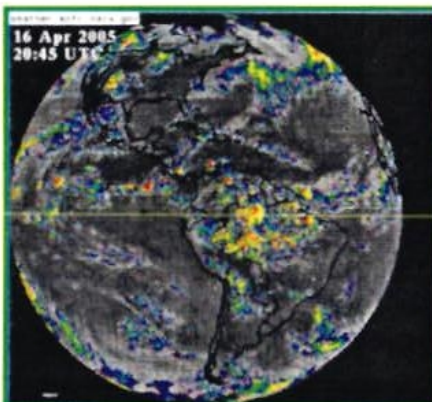


ES IMPORTANTE  
CONOCER EL CAMPO DE  
PRESION EN LA  
ATMOSFERA MEDIA



EL CAMPO DE VIENTO, TAMBIÉN AYUDA A IDENTIFICAR LAS ZONAS DE ALTA Y BAJA PRESION.

"UN MODELO NUMERICO, ES UN CONJUNTO DE ECUACIONES MATEMATICAS, CUYA RESOLUCION REQUIERE DE METODOS NUMERICOS. LAS ECUACIONES BASICAS, SON LAS QUE RIGEN EL MOVIMIENTO DEL AIRE EN LA HORIZONTAL Y LA VERTICAL".



LAS IMÁGENES SATELITALES, AYUDAN A IDENTIFICAR LOS DIFERENTES SISTEMAS ATMOSFÉRICOS.

obtenerse si se considera que un proceso normal de este tipo tiene en cuenta varios miles de puntos de rejilla para cada uno de los posibles 30 a 50 niveles atmosféricos y considerando para cada punto 5 o 6 variables. Si se tiene también en cuenta que estos cálculos deben ser realizados en muy poco tiempo, el que media desde que se reciben los datos hasta que el predictor requiere los resultados para preparar a horas fijas los productos para los usuarios, se comprenderá fácilmente la razón por la que los Servicios Meteorológicos desarrollados requieren potencias de cálculo muy altas. El resultado de todo ello es la obtención de un gran número de matrices de números que representan los nuevos campos previstos a horas o días de las distintas variables atmosféricas. Estas matrices pueden utilizarse directamente o modificadas por los predictores para un número creciente de productos pero, en general, se transforman en las mismas computadoras en campos gráficos mucho más conocidos y accesibles para el trabajo de los predictores o para su difusión pública. Todo este proceso científico y técnico, que se acaba de describir, se denomina predicción meteorológica a corto y medio plazo mediante modelos numéricos.

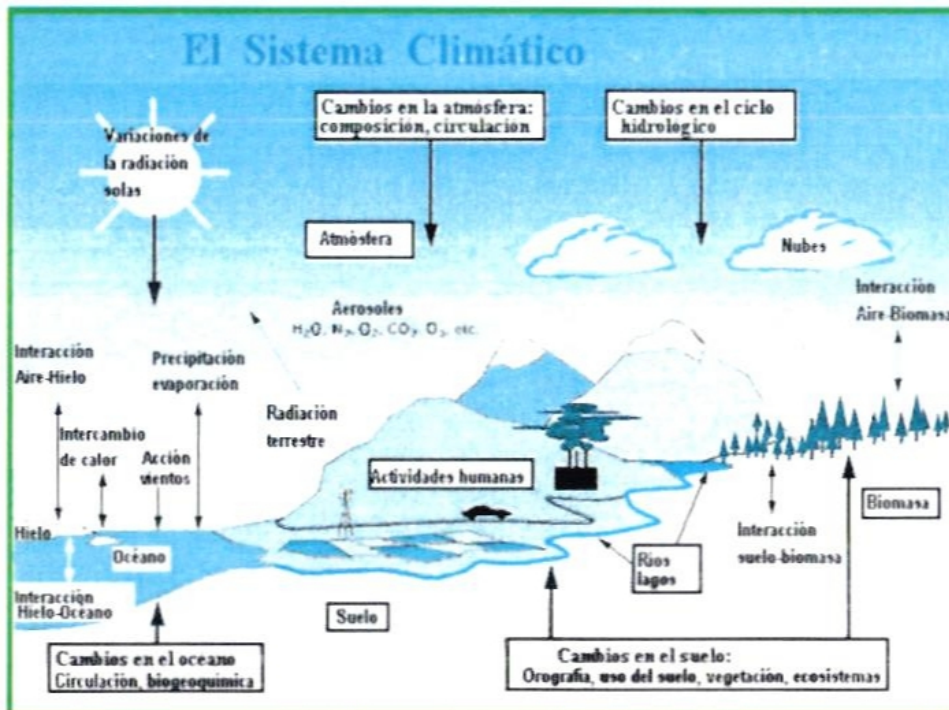
La calidad de los resultados de estos modelos depende por una parte de la resolución espacial de los mismos, es decir del tamaño mínimo de las estructuras atmosféricas que son capaces de "ver" y de manejar, así como de la fidelidad con que sean capaces de representar los distintos y complejos procesos atmosféricos que intervienen en su evolución. Sin embargo, la mayor limitación proviene de la calidad del análisis inicial del cual parten. Si el análisis no es correcto, la evolución prevista por el modelo se puede apartar con gran rapidez de la evolución real y conducir a predicciones erróneas. Por ello, una parte importante del trabajo de los predictores consiste en realizar un estudio crítico del modelo o modelos de que dispone comparando las evoluciones que presentan en las primeras horas de evolución con los criterios obtenidos por ellos mismos a través de la realización del proceso de diagnosis anteriormente descrito.

## 9. EL CAMBIO CLIMÁTICO

El Clima es consecuencia de la interacción que existe entre la atmósfera, los océanos las capas de hielo (criósfera), los organismos vivos (biosfera) y los suelos sedimentos y rocas (geósfera). Estos componentes que conforman el **sistema climático** (ver figura) deben estar en equilibrio por lo tanto, cualquier factor que influya sobre este a escala global debe ser considerado como causante de cambio global. **El cambio climático** se refiere a cualquier cambio en el clima sobre un periodo de tiempo. A causa de su variabilidad natural o como un resultado de la actividad humana (IPCC, 2001).



LAS INUNDACIONES SON EVIDENCIAS CLARAS DEL DESEQUILIBRIO GLOBAL DEL CLIMA



“LOS GASES INVERNADEROS CONTRIBUYEN A UN CAMBIO RADIATIVO POSITIVO (CALENTAMIENTO), TALES COMO EL DIOXIDO DE CARBONO Y EL METANO”

Existen procesos naturales en el sistema climático que pueden y antropogénicos que provocan cambios a diferentes escalas de tiempo, tales como los **mecanismos de forzamiento radiativo** que alteran el balance energético del sistema climático, entre los cuales se encuentran:

a) Externos:

- Variaciones de órbita terrestre: estas variaciones en la excentricidad de la órbita terrestre y el eje de inclinación de la Tierra respecto al Sol (ciclos de Milankovitch), pueden alterar la distribución estacional y latitudinal de la radiación entrante. Estos cambios se producen por las transiciones entre las eras glaciales e interglaciales con escalas de tiempo entre 10.000 y 100.000 años.



VOLCAN VILLARRICA  
EXPULSANDO GRANDES  
CANTIDADES DE POLVO Y  
DIOXIDO DE AZUFRE.

- Variabilidad solar, se producen por cambios en la intensidad del flujo solar, si bien estos ciclos son variables, los más conocidos es el de las Manchas solares que tienen un ciclo de 11 años
- b) Internos:
  - Actividad volcánica, las erupciones volcánicas inyectan a la estratosfera grandes cantidades de polvo y dióxido de azufre, los que son transformados en aerosoles y permanecen por varios años. Estos producen una reducción de la radiación solar de onda corta, lo que provoca una disminución de la temperatura.
  - Cambios en la composición de la atmósfera, debido a los cambios de concentración de los gases invernaderos debido a las transiciones glaciares e interglaciares como causa natural y actualmente la humanidad es el factor más importante de cambio en la composición de la atmósfera.
  - Cambios en la capacidad de absorción de la superficie terrestre y en el albedo, esto es netamente debido a el factor antropogénico, por la deforestación, prácticas agrícolas, urbanización, etc.
  - Retroalimentación, esto se debe a cualquier cambio en los mecanismos de forzamiento radiativo ya sea internos como externos, se transfiere de una variable a otra lo que produce que los cambios en el sistema climático se vayan amplificando.

"EN EL ULTIMO SIGLO LA HUMANIDAD ESTA ALTERANDO LA COMPOSICIÓN DE LOS GASES INVERNADEROS EN LA ATMOSFERA A UNA RAZÓN DE 0.4% POR AÑO EN EL CASO DEL CO<sub>2</sub>"

### 9.1. EL EFECTO INVERNADERO



LA AMENAZA DE GASES DE EFECTO INVERNADERO, ES LA ALTERACIÓN DEL ECOSISTEMA POLAR

El efecto invernadero es un fenómeno natural que se produce por la presencia de gases como el CO<sub>2</sub>, vapor de agua, metano y ozono. Estos absorben una parte de la radiación infrarroja que emite la superficie de la Tierra, las nubes y la propia atmósfera. Luego se emite en todas las direcciones y los gases de efecto invernadero atrapan este calor en el sistema superficie-troposfera. En ausencia de este efecto la temperatura superficial del planeta sería de -18°C, la Tierra se mantiene a una temperatura media mucho mayor, en torno a los +14°C.



Es así como un aumento en la concentración de los gases de efecto invernadero lleva a una mayor opacidad de la atmósfera y, por lo tanto, a una radiación efectiva menor. Esto genera un forzamiento radiativo, un desequilibrio que sólo puede ser compensado por un aumento en la temperatura del sistema superficie-troposfera. Esta es la principal evidencia del calentamiento climático.

## 9.2. EVIDENCIAS

Algunas evidencias de cambios según la Base Científica del Panel Intergubernamental para Cambio Climático son:

### 1. Temperaturas:

- El promedio global de la temperatura superficial de la Tierra a incrementado en el último siglo ha incrementado cerca de  $0.6^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ .
- Globalmente, "es muy probable" que la década de los 90s es la más caliente y el año 1998 es el año más caliente del record instrumental.
- Es probable que la razón de incremento de la temperatura sea la más grande desde los últimos 1000 años en el Hemisferio Norte.
- La temperatura mínima ha incrementado alrededor de  $0.2^{\circ}\text{C}$  por década. Esta razón es dos veces la razón de incremento en la temperatura máxima ( $0.1^{\circ}\text{C}$  por década) en el hemisferio norte.

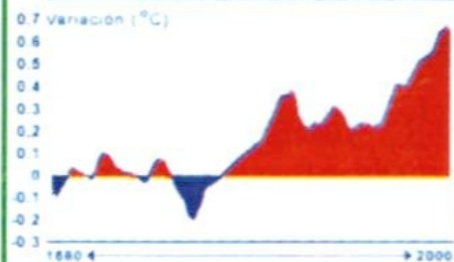
### 2. Nivel del Mar:

- Los datos muestran que el nivel medio del mar ha ascendido en 0.1 y 0.2 metros durante el siglo 20.
- El contenido de calor del océano global ha incrementado desde 1950 periodo en el cual las observaciones de la temperatura oceánica subsuperficial son disponibles.

### 3. Glaciares y Nieve:

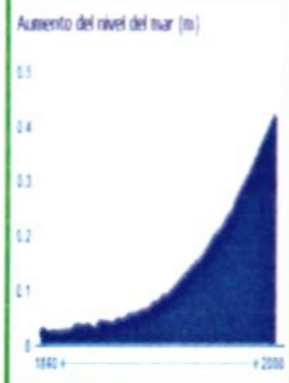
- Los datos de satélites muestran que es "muy probable" un decrecimiento en la extensión de la cobertura de nieve de alrededor de un 10% desde los años 60'.
- Se ha observado un retroceso de glaciares montañosos en regiones no polares en el siglo XX.
- En la primavera y verano del HN la extensión de hielo marino ha decrecido entre un 10 y 15% desde los años 50'.

### Aumento de temperatura superficial de la Tierra



"EL PROMEDIO GLOBAL DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL ESTA PROYECTADA A INCREMENTAR EN  $1.4^{\circ}\text{C}$  A  $5.8^{\circ}\text{C}$ , CUBRIENDO TODOS LOS ESCENARIOS SOBRE UN PERIODO DESDE 1990 AL 2100"

### Nivel del mar





SERVICIO NACIONAL DE  
METEOROLOGÍA E HIDROLOGIA  
DIRECCION REGIONAL DE  
JUNIN

Pasaje Italia N° 109  
El Tambo - Huancayo

Teléfono: 064-245928  
01—98474035  
dr11-junin@senamhi.gob.pe

¡ESTAMOS EN EL WEB!

[www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)

## 10. BIBLIOGRAFIA

- Fernando Huertas: Apuntes de Meteorología Sinóptica, 1984, 134 Págs.
- José Maria Jansa: Curso de Climatología, 1983, 445 págs.
- Javier Martin Vide: Mapas del Tiempo, 1990, 167 Págs..
- Jorge Chira, Carlos Cabanillas: Guía Básica de Meteorología General, 2004, 98 págs.
- W.J. Burroughs, B. Crowder, T. Robertson: Observar el tiempo.
- Alan Watts: Predicción instantánea del viento.
- CELEMIN A.H.: Meteorología Práctica. Buenos Aires., 1984
- Diversos Recursos obtenidos de la Red.

## AGRADECIMIENTO

Queremos expresar un gran sentimiento de gratitud a quienes con sus inquietudes y cuestionamientos, nos han motivado a editar este primer folleto de divulgación; especialmente a nuestros compañeros de campo, quienes día a día se encuentran cumpliendo sus funciones, ya sea en un día de pleno sol o en un día con intensas precipitaciones, que constituyen el núcleo principal de lo que es el Servicio Meteorológico e Hidrológico a nivel nacional y claro esta del SENAMHI – JUNÍN.

Así también nuestra gratitud al apoyo económico brindado por la empresa DOE RUN PERÚ; sin el cual no hubiese sido posible parte de la presente edición.

El agradecimiento a la Alta Dirección del SENAMHI, cuya Jefatura liderada por el Mayor General FAP Juan Jesús Oviedo Motta y el Director Técnico José Ames Ruiz, por el apoyo continuo a esta Sede Regional, mediante su política institucional que motiva a difundir, capacitar y sensibilizar a nuestra población a través de nuestras diversas actividades y tareas.

Finalmente, solo cabe enmarcar nuestro trabajo, en dos frases celebres que resumen nuestra intención:

"Produce una inmensa tristeza pensar que la naturaleza habla mientras el género humano no escucha".

Victor Hugo

"Educar a un niño no es hacerle aprender algo que no sabía, sino hacer de él alguien que no existía".

John Ruskin

# Productos y Servicios que ofrece el **SENAMHI**



## PRODUCTOS:

**INFORMACIÓN HIDROMETEOROLOGICA.**- Parámetros Hidrometeorológicos (Temperatura, Precipitación, Radiación Solar, Velocidad, dirección del viento, etc) registradas en la red nacional de estaciones meteorológicas e hidrológicas.

**PRODUCTOS DEL MODELO SACRAMENTO HFS SENAMHI.**- Modelo matemático que transforma las precipitaciones en caudales.

**PRODUCTOS DEL MODELO HIDRAULICO HEC-RAS.**- Evaluación del espacio inundado en un tramo del río para diferentes caudales y perfiles de comportamiento

**MÁGENES SATELITALES.**- Obtenidas de satélites meteorológicos correspondientes a los canales infrarrojo, visible y vapor de agua.

**GRAFICOS CLIMATOLOGICOS, HIDROLOGICOS Y AMBIENTALES.**- Certificados e informes, parámetros y resúmenes climatológicos, gráficos climatológicos, hidrológicos y ambientales, otros servicios específicos.

**OTROS.**- Clasificación climática del Perú - Compendio Agrometeorológico. - Evaluación agroclimática del Departamento de Puno. - Evaluación Agrometeorológica del Valle - Río Mantaro. - Descripción Agroclimática del Perú. - Pronóstico del inicio de la Dehiscencia y Rendimiento del Algodonero. - Atlas Internacional de Nubes. - Atlas de Energía Solar del Perú. - El Cultivo del Anís en el Valle de Curahuasi. - Planos hidrológicos de Cuencas de la Vertiente del Pacífico, por lámina. - Mapas de Isolíneas de elementos climáticos a nivel nacional. - Autenticación de información Hidrometeorológica. - Certificados y/o constancias de información Hidrometeorológica. - Información Hidrometeorológica de Bandas Registradoras. - Proyecciones estadísticas de parámetros meteorológicos. - Compendio Hidrológico Anual de la Evaluación de los principales ríos del Perú. - Software para aplicaciones agrometeorológicas. - Software especializado para procesamiento de información meteorológica.

## SERVICIOS:

**LABORATORIO DE HIDROMETEOROLOGIA.**- Se realizan trabajos de mantenimiento, reparación, contraste y calibración de instrumentos hidrometeorológicos de lectura directa, equipos registradores, digitales y automáticas), además de asesoramiento y asistencia técnica.

**ESTUDIOS E INVESTIGACIÓN.**- Estudios en los ámbitos: climatológicos, hidrológicos, agrometeorológicos y ambientales.

**CURSO DE CAPACITACIÓN EN EL ÁREA HIDROMETEOROLOGICO.**- Cursos Técnicos Científicos en el área: Meteorológico, Hidrológico, Agrometeorológico y ambiental. Como: Modelaje Numérico de Predicción, Cursos sobre el fenómeno del niño, Cursos de Climatología, etc.

**SERIES ESTADÍSTICAS CLIMATICAS.**- Pronóstico de temperaturas, humedad, precipitación. - Temperaturas. - Precipitación. - Humedad. - Evaporación. - Nubosidad. - Vientos. - Radiación Solar. - Horas de Sol. - Visibilidad prevaleciente. - Geotemperaturas. - Meteoros, Prospección e Instalación de Captadores de Aprovechamiento de Nieblas. - Análisis de Calidad de Agua de Niebla. - Información de Contaminantes Sólidos Sedimentables (CSS). - Evaluación Climática. - Certificación de control de calidad de la información meteorológica, agrometeorológica e hidrológica. - Atlas de Evaporación del Perú. - Publicación de Censo de Parques y Jardines de Lima. - Información hidrológica procesada. - Requerimientos específicos (Servicios especiales) a solicitud de usuarios

**ESTUDIOS TÉCNICOS.**- Contaminación Ambiental. - Meteorología de Valles ubicados en la Costa y Sierra del Perú. - Climatología de la región amazónica. - Fenómeno El Niño. - Energía Eólica. - Alerta sobre desastres naturales originados por fenómenos hidrometeorológicos con fines de previsión mitigación. - Cambios Climáticos. - Precipitación a nivel regional y nacional. - Sequías e impactos. - Contaminación atmosférica. - Impacto ambiental. - Climatología urbana. - Bioclimatología. - Alertas Climáticas. - Agroclimatología y Agrometeorología. - Balance Hídrico. - Hidrología y Meteorología Aplicada. -Modificación Artificial del Tiempo (Lluvia artificial). -Ozono. - Radiación ultravioleta.