

VICTORIANO REINOSO GOMEZ
ID: UB7688SES14237

METEOROLOGY AND CLIMATOLOGY

ATLANTIC INTERNATIONAL UNIVERSITY
HONOLULU, HAWAII
FALL 2008

METEOROLOGIA Y CLIMATOLOGIA.

| <u>TEMARIO:</u> | | <u>paginas.</u> |
|-----------------------------|---|-----------------|
| 1. METOROLOGIA: | | |
| 1.1. La atmósfera: | Composición. | 4 |
| 1.2. Presión: | Formaciones isobáricas principales y secundarias. Variaciones de la presión atmosférica. | 5 |
| 1.3. Temperatura: | La temperatura en la atmósfera. Temperatura del aire. Variación con la altura. | 7 |
| 1.4. Humedad: | Humedad relativa. Higrómetro. Psicrómetro. Cambios de estado del agua. Condensación. Punto de rocío. | 8 |
| 1.5. Nubes: | Clasificación de las nubes. Nubosidad. Visibilidad. | 9 |
| 1.6. Precipitaciones: | Precipitaciones. Lluvia. Clasificación. Previsión. | 15 |
| 1.7. Formas Tormentosas: | Chubascos. Trombas. Tornados. Fenómenos eléctricos, acústicos y ópticos. | 18 |
| 1.8. Vientos: | Sistemas generales de vientos. Distribución de presiones y vientos. Alisios y vientos generales del oeste. Calmas ecuatoriales. Calmas tropicales. Vientos polares. Monzones. | 21 |
| 1.9. Masas de aire. | Clasificación. Ciclo de vida de las masas de aire. Frentes: Frentes frío y cálido: Variables meteorológicas. | 27 |
| 1.10. Borrascas: | Borrasca tipo. Ciclo de vida de las borrascas. Bor. extratropicales: Formación, desarrollo y desaparición. | 32 |
| Anticiclones: | vaguadas y dorsales. Tiempo asociado. | 34 |

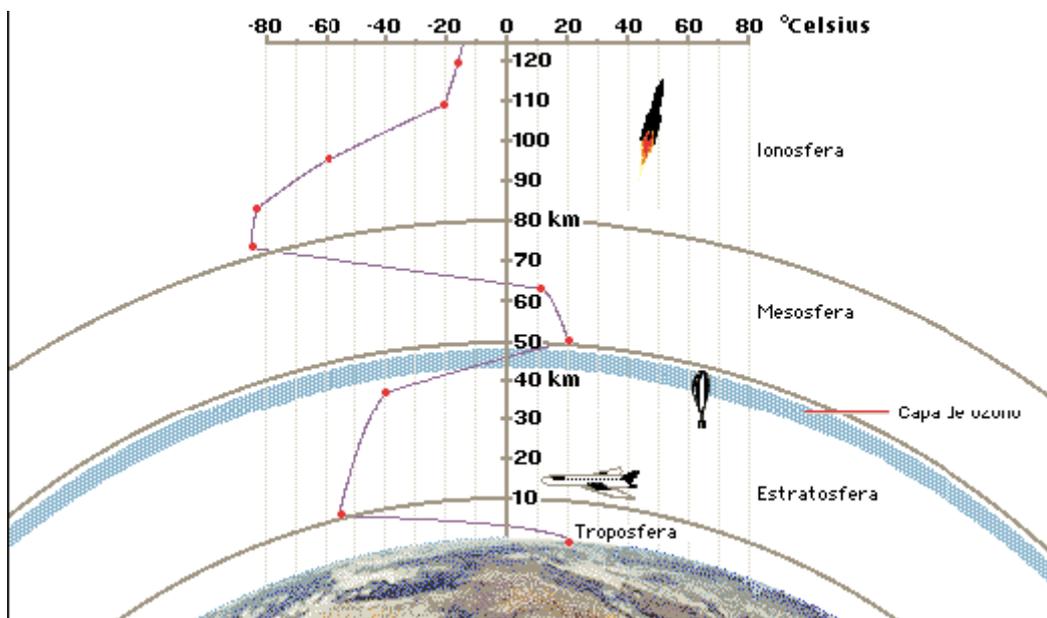
| | | |
|--|--|----|
| 1.11. Ciclones tropicales: | Formación, trayectoria y ciclo de vida. Semicírculos peligroso y manejable. Forma de maniobrar a los ciclones. | 35 |
| 1.12. Cartas y boletines meteorológicos, predicción: | Partes y boletines. Zonas de previsión meteorológica. | 39 |
| 2. OCEANOGRAFÍA: | | |
| 2.1. Corrientes marinas: | Causas de las corrientes marinas. Formación. Corrientes de marea. Clasificación de las corrientes. Contracorrientes. Principales corrientes del mundo. Corriente del Golfo, su influencia en costas españolas. | 47 |
| 2.2. Olas: | Formación de olas. Mar de viento y mar de fondo. Características de las olas. | 56 |
| 2.3. Hielos flotantes: | Origen, límites y tipos de los mismos. Épocas y lugares donde son más frecuentes. Navegación en zona de hielos. | 60 |

1.1. LA ATMOSFERA.

Es la envoltura gaseosa que rodea la tierra.

Esta compuesta por 78% de Nitrógeno, 21% Oxígeno y 1% de Argón y otros.

Distribución térmica:



Troposfera: Capa de aire en contacto con la tierra. Su espesor varía desde 9 km en los polos, 11 km en latitudes medias, hasta los 18 km en el ecuador. Contiene el 90% del vapor de agua de la atmósfera.

Tropopausa.-Estrato que hace de unión entre la troposfera y estratosfera. En esta están los jet stream (corriente en chorro), con una anchura de 120 a 150 km. Y espesor de 3 a 8 km. Su dirección es Este.

Estratosfera: Significa capa envolvente. Altura hasta 50 km. Esta la capa de ozono entre los 20 km./ 50 km altura. Fuertes corrientes de aire.

Mesosfera: Altura hasta 85 km. La atmósfera alcanza su temperatura mínima: -85°.

Termosfera: Altura hasta 500 km. La temperatura sube desde los -85° a los +100°.

Exosfera: Altura hasta 3000 km. Hidrogeno y helio.

Distribución eléctrica

Ozonósfera: Hasta los 80 km. Concentración de ozono.

Ionosfera: hasta los 3000 km. Capa fuertemente ionizada. La ionización aumenta con la altura.

1.2. PRESION ATMOSFERICA.

Es el peso del aire sobre la superficie de la Tierra. 760 mm Hg.

Unidades de medición:

Experimento Torricelli: Tubo lleno de Hg e introducido en cubeta = 760 mm Hg.



Barómetro. Instrumento que mide la presión atmosférica.

clases:

1. Mercurio: Sólo se usa en laboratorios.
2. Aneroide: con cápsulas de Vidi (caja metálica con ondulaciones y un vacío parcial)

Lectura del barómetro: Mercurio: ajustar primero el nonius.

Aneroide: darle unos golpecitos y lectura

directa.

Presión media a nivel del mar: 760 mm Hg = 1013,2 mb (se toma 1.012 mb a efectos de isobaras) = 29.92 pulgadas = 1 atmosfera)

Correcciones a lectura del barómetro:

Error instrumental: el propio del aparato.

Corrección por altura: calibrados a nivel del mar.

Corrección por temperatura: calibrados a 0° (sólo los de Hg)

Corrección por gravedad o latitud: calibrados a 45°32'40" (sólo los de Hg)

Isobaras: Líneas que unen puntos de igual presión atmosférica. Normalmente se trazan con separación de 4 mb.

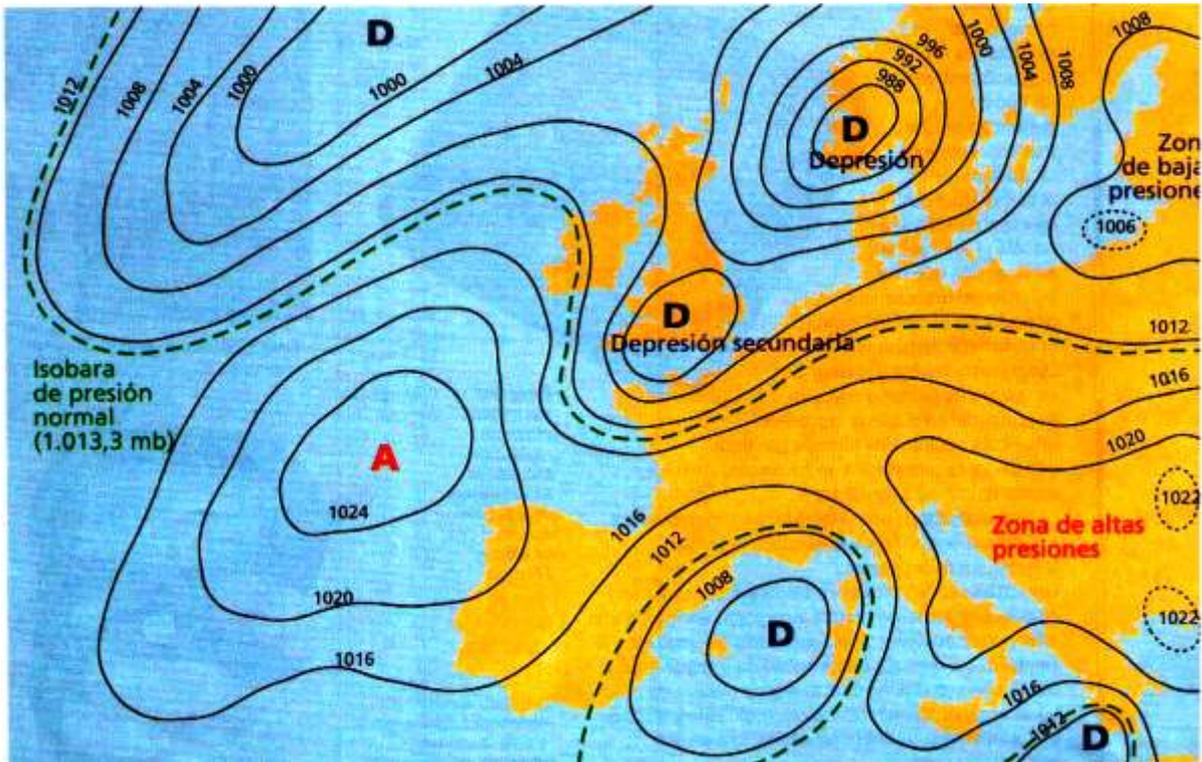
Gradiente de presión: Diferencia de presión entre dos puntos situados a la unidad de distancia.

-Vertical: Variación de la presión con la altura, a más altura menos presión. Se mide en mb cada 100m de altura.

-Horizontal: Se mide cada grado (60 millas) $1012-1008 / 150/60 = 4/2,5 = 1,6$ mb/grado (dos puntos separados 150 millas)

$$GHP = \Delta P / d^\circ$$

FORMACIONES ISOBARICAS PRINCIPALES:



Son dos: áreas de altas presiones y áreas de bajas presiones.

Anticiclones: Áreas extensas con presiones superiores a lo normal (1013,2 mb).

- **fijos:** Gradiente pequeño. Isobaras separadas. Gran extensión (más de 1000' cuadradas).

- **móviles:** Poca extensión. Participan de la trayectoria de las depresiones móviles.

- **Área de altas presiones:** Forma irregular. Sin un centro de alta bien definido.

Depresiones o borrascas: áreas de bajas presiones, menores a la normal. Gradiente grande. Más pequeñas que los anticiclones. Casi siempre móviles de W a E. Hasta 2000 km de diámetro. Velocidad 25 nudos.

- **Ciclón tropical:** Más pequeño que la depresión. Viento violento. En Regiones tropicales.

- **Área de bajas presiones:** Forma irregular. Sin un centro de baja bien definido.

- **Depresiones secundarias:** Satélites de la depresión principal a la que normalmente se acaban fusionando

FORMACIONES SECUNDARIAS:

No presuponen isobaras cerradas como las formaciones principales.

Vaguada: Baja presión. Isobaras abiertas en "V" casi paralelas. Valor de presión decreciente de fuera a dentro.

Desfiladero: Paso estrecho entre dos depresiones.

Dorsal anticiclónica: Isobaras en "U" invertida. Valor de presión creciente de fuera a dentro.

Puente anticiclónico: Paso estrecho entre dos anticiclones.

Pantano barométrico: Zona de bajas presiones poco profundas. Sin isobaras.

Collado, silla de montar o punto neutro: Es un campo de deformación al estar sometido a la dilatación por el eje ciclónico y a la contracción por el eje anticiclónico. Cruce de dos altas y dos bajas.

VARIACIONES DE LA PRESION ATMOSFERICA (Marea barográfica): Varía porque cambia el peso del aire por el cambio de temperatura o por el cambio de densidad del aire como consecuencia de la cantidad de vapor que contiene. Oscilación diaria en la estación de referencia. En una zona sin perturbaciones atmosféricas se observan dos máximos a las 10 y 22 horas; y dos mínimos a las 4 y 16 horas. Mayor amplitud en el ecuador que en los polos.

Relieve isobárico. Isohipsas: Son los "mapas de altura". Representan una sola superficie isobárica en varias curvas de nivel (topografías). Isohipsas son la proyección de los cortes de una superficie de presión, con planos a diferentes alturas, sobre la superficie terrestre.

1.3. TEMPERATURA.

Es el grado de calor en la atmósfera.

Termómetro. Aparato para medir la temperatura. De alcohol o de mercurio: basados en la propiedad física de la dilatación en función de la temperatura.

Existen termómetros de máxima, de mínima; y de máxima y mínima.

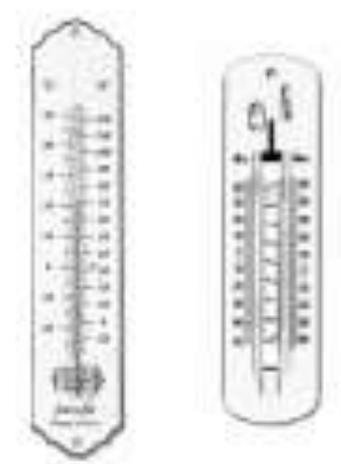
LA TEMPERATURA EN LA ATMOSFERA: El calor se distribuye en la atmósfera de 4 formas: Radiación, convección, advección y conducción.

TEMPERATURA DEL AIRE: Máxima 2 h después de paso sol por meridiano del lugar. Mínima 2 h después del orto.

Amplitud Térmica, es la diferencia entre los valores extremos de temperatura medidos en un año, mes o día. máxima en trópicos y mínima en polos.

Superficies y líneas isotermas: líneas que unen los puntos con Igual temperatura.

VARIACIÓN CON LA ALTURA (gradiente térmico): La temperatura disminuye unos 0.5° cada 100 m. de altitud.



Inversión térmica: En la tropopausa, en invierno la tierra se enfría por radiación nocturna por lo que el aire en altura es más cálido.

1.4. HUMEDAD.

Cantidad de Vapor de agua contenido en el aire.

Existen 4 factores para que se produzca la evaporación:

1. Temperatura ambiente.
2. La salinidad del agua.
3. La humedad atmosférica.
4. La velocidad del viento.

Humedad Absoluta: Cantidad de vapor de agua que contiene el aire en grs/m³

HUMEDAD RELATIVA: El porcentaje de vapor contenido en el aire en relación con el que podría llegar a contener a la misma temperatura. Si Hr. = 100%, indica que el aire esta saturado de vapor.

Hr = (cantidad vapor en aire / cantidad vapor en aire de saturación) X 100

HIGROMETRO: Instrumento que mide la humedad relativa.

2 tipos: De absorción (cabello), Y De laminillas metálicas sensibles a la humedad.

PSICROMETRO:

Consiste en dos termómetros: uno Seco y otro húmedo. Se toman las lecturas de ambos y entrando en las tablas hallamos la humedad relativa. Si el Aire esta saturado no hay evaporación y los dos marcan lo mismo, la humedad relativa es del 100%. Para hallar El **punto de rocío**, se entra con la temperatura que indica la bola seca y la diferencia entre la bola seca y la bola húmeda y se entra en las tablas.

Con el psicrómetro y la temperatura del mar se predice la niebla: cuando la temperatura del mar sea próxima al punto de rocío, nos indica que el punto de rocío está sobre la superficie del mar y cabe esperar niebla.

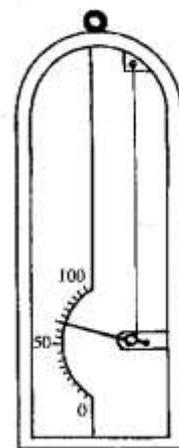


Fig. 1501
Higrómetro de cabello.

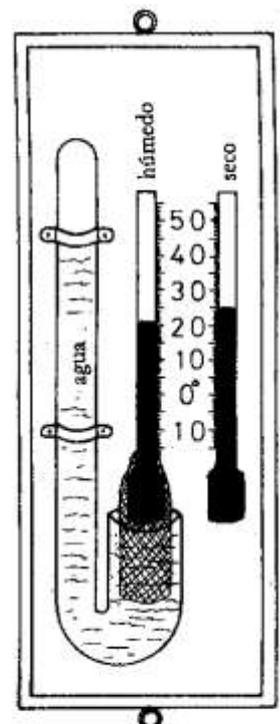


Fig. 1502
Psicrómetro.

CAMBIOS DE ESTADO DEL AGUA:

-Condensación: Cambio de estado del agua de Gas a líquido. El vapor cede calor, por lo que el aire que rodea aumenta su temperatura.

-Solidificación: Paso de Líquido a sólido. El líquido cede calor, por lo que el aire que rodea aumenta su temperatura.

-Fusión: Paso de Sólido a líquido. El sólido absorbe calor, por lo que el aire que le rodea disminuye su temperatura.

-Sublimación: Paso de Sólido a gaseoso.

-Evaporación: Paso de Líquido a gaseoso.

PUNTO DE ROCIO: es la temperatura a la cuál el aire alcanza la saturación, es decir se condensa.

(Hr =100 %); Si disminuye la temperatura se produce la condensación como nubes en la atmósfera o rocío en superficie.

Termodinámica de la atmósfera:

-Relación entre temperatura, presión y humedad: Esta relación se representa con las CURVAS DE ESTADO respecto a un lugar y momento. Se representa un período de tiempo con las CURVAS DE EVOLUCION.

-Transformaciones adiabáticas: Son los procesos que se verifican en una masa de aire sin la intervención de las características del aire que la rodea. Al ascender el aire se encuentra con presiones menores, por lo que se expansiona y se enfría.

1.5. NUBES.

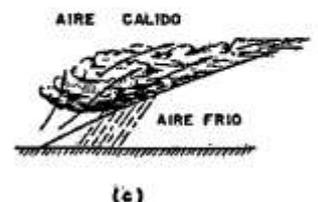
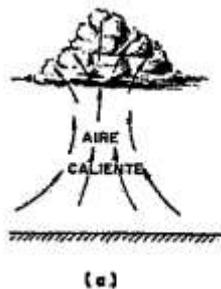
Aglomeraciones de gotas de agua, partículas de hielo o ambas a la vez procedentes del vapor de agua.

CLASIFICACION DE LAS NUBES: El aire cuando asciende y se enfría forma nubes de diferentes clases:

-Por el proceso de formación:

Nubes de convección: El aire asciende por inestabilidad térmica. Cúmulos y cumulonimbos.

Nubes orográficas: El aire asciende por la orografía del terreno. Precipitaciones a barlovento, efecto Fohn a



sotavento.

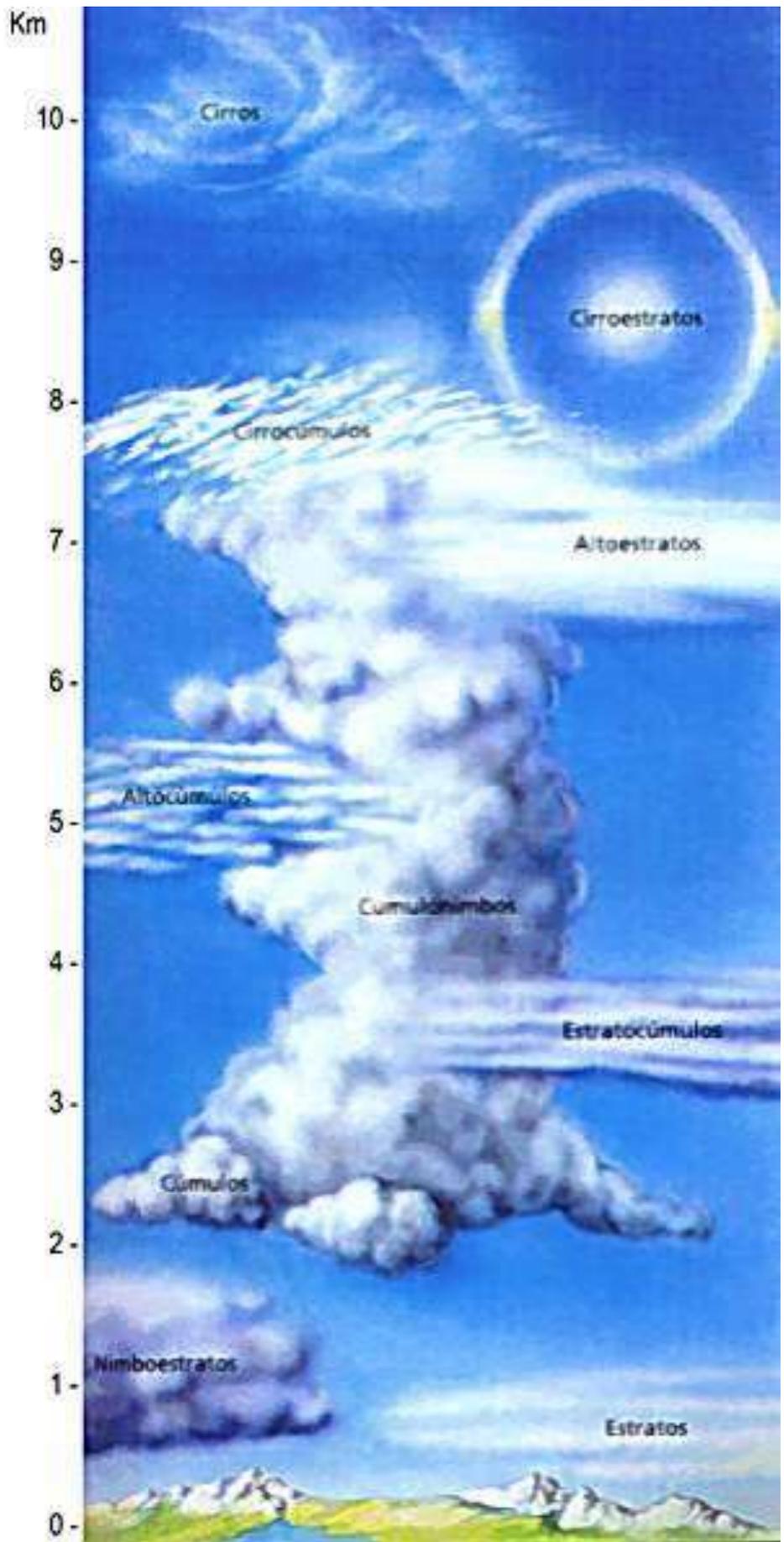
Nubes frontales: Frente frío y cálido. Estratos, altostratos, cirros y cirrostratos.

-Por su Forma:

Montones (cúmulos), en capas (estratos), en filamentos (cirros), sin forma definida (nimbos) y combinación de las anteriores.

| Por su forma. | Descripción |
|----------------------|---|
| Cirriforme | Forma de plumero de color blanco y aspecto fibroso. Incluyen a los cirrus, cirrostratos y cirrocúmulos. |
| Estratiforme | Aparecen en forma de capas grises que cubren uniformemente el cielo. Incluyen a los estratos, nimbostratos, altoestratos y cirrostratos. |
| Cumuliforme | Son nubes con la base plana, de color blanco y aspecto denso. Incluyen a los cúmulos, estratocúmulos, cumulonimbos, altocúmulos y cirrocúmulos. |

| Por su altura | | |
|----------------------|-----------------------|---|
| Altas | Más de 6.000m | Formadas de hielo, con temperaturas inferiores a -35° C, y de contornos indefinidos. Cirrus, cirrostratos y cirrocúmulos. |
| Medias | Entre 2.500 y 6.000 m | Formadas por agua y hielo, con temperaturas que oscilan entre -35° C y -10° C, y aspecto mixto. Altocúmulos, altoestratos y nimbostratos. |
| Bajas | hasta 2.000 Km | Formadas por agua, con temperaturas superiores a los -10° C e incluso por encima de 0° C, y de contornos definidos. Estratocúmulos y estratos. Además de las nubes de evolución vertical (desde 600 hasta 7.000 m) cúmulos y cumulonimbos. |



| Altura | Género | Cód. | Símbolo | Aspecto |
|--------|---------------|------|---|--|
| Alta | Cirrus | Ci |  |  |
| | Cirrostratus | Cs |  |  |
| | Cirrocumulus | Cc |  |  |
| Media | Alto cumulus | Ac |  |  |
| | Altostratus | As |  |  |
| | Nimbostratus | Ns |  |  |
| Baja | Stratocumulus | Sc |  |  |
| | Stratus | St |  |  |
| | Cúmulos | Cu |  |  |
| | Cumulonimbus | Cb |  |  |

NUBOSIDAD: Es la parte de cielo cubierto por las nubes en octavas partes.

|  La nubosidad se mide agrupando las nubes que se observan y contar cuantas octavas partes (x/8) del cielo ocupan. | | |
|--|---|-------------------------------|
| Num. | Símbolo | Descripción |
| 0 |  | despejado |
| 1 |  | 1/8 del cielo cubierto |
| 2 |  | 2/8 del cielo cubierto |
| 3 |  | 3/8 del cielo cubierto |
| 4 |  | 4/8 del cielo cubierto |
| 5 |  | 5/8 del cielo cubierto |
| 6 |  | 6/8 del cielo cubierto |
| 7 |  | 7/8 del cielo cubierto |
| 8 |  | Cielo completamente cubierto |
| 9 |  | No se puede observar el cielo |

VISIBILIDAD: Es el grado de transparencia de la atmósfera.

Factores que influyen en la visibilidad:

Cantidad de vapor en el aire (humedad relativa).

Calima.

Precipitaciones.

Intensidad lumínica según la hora del día.

Estación del año.

Gradiente vertical de la temperatura.

Rociones que produce el viento.

Posición del observador respecto al sol o luna.

Nieblas: Son nubes que tocan la superficie.

Existen dos formas para aumentar la humedad relativa de una masa de aire:

-Aportando más vapor de agua.

-Disminuyendo la temperatura hasta alcanzar el punto de rocío.

Clasificación por su visibilidad:

Muy espesa: Menos de 50 m.

Espesa: De 50 a 200 m.

Regular: de 200 a 500 m.

Moderada: de 500 m. a 1 km.

-Neblina: de 1 a 2 km.

-Bruma: de 2 a 10 km.

Calima: Mala visibilidad por partículas en suspensión (polvo, sales, humos, etc..).

Según su proceso de formación se clasifican:

Evaporación:

-Frontales: lluvia templada cae a través de aire frío y se desarrolla sobresaturación al evaporarse la lluvia (efecto ducha).

-De vapor: aire frío pasa sobre superficie de agua templada (lagos. Ríos). En el Ártico nieblas "fumantes" (efecto bañera).

Enfriamiento:

-Advección: Aire húmedo pasa sobre superficie fría. En Gibraltar viento húmedo del Mediterráneo sobre Atlántico frío

-Radiación: O nieblas terrales. Aire húmedo que se enfría por la noche. Puertos, desembocaduras, valles.

-Orográficas: el aire asciende por laderas y se enfría adiabáticamente. Se forman a barlovento. A sotavento efecto Föhn.

-Inversión: por inversión térmica se enfría la parte superior de una masa de aire con humedad. En los trópicos.

Mezcla. Se producen cuando existe un encuentro de una masa fría con otra cálida y húmeda.

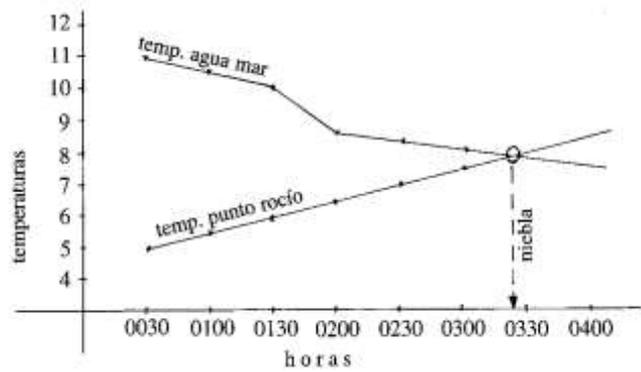
Dispersión de las nieblas: Se dispersan cuando se eleva la temperatura por encima del "punto de rocío", porque calienta el sol o/y el viento la dispersa (sobre todo del NW).

Previsión de la niebla:

Con el psicrómetro y las tablas psicrométricas se calcula la humedad relativa y el punto de rocío.

Con el psicrómetro y la temperatura del mar se predice la niebla: cuando la temperatura

del mar sea próxima al punto de rocío cabe esperar niebla. Se construye una grafica de temperatura/ tiempo (cada media hora).



1.6. PRECIPITACIONES.

La caída desde la atmósfera a la superficie del vapor de agua en estado líquido o sólido.

Inestabilidad coloidal.- Tendencia a la fusión de las gotas de agua, esta tendencia hace que las gotas vayan aumentando de tamaño y al llegar a cierta dimensión la fuerza de gravedad las hace caer (precipitación). AL descender dentro de la nube capturan a otras con las que se van engrosando.

Cuando la temperatura del suelo desciende por debajo del punto de rocío a causa de la radiación, el vapor de agua que contienen las capas bajas, se condensa y precipita en la superficie del suelo o de las plantas en forma de pequeñas gotitas: es lo que se llama **rocío**.

Si la condensación que forma el rocío se efectúa a temperaturas por debajo de 0°C el vapor de agua se sublima pasando directamente del estado gaseoso del vapor de agua al estado sólido de los cristales de hielo: es lo que se llama **escarcha**.

Clasificación de los hidrometeoros:

-anafrontales: Al ascender el aire cálido suavemente por una cuña de aire frío. Lluvia y nieve.

-de masa de aire estable: Masa de aire de estratificación estable. Llovizna, nieve granulada, cristales de hielo.

-de masa de aire inestable: Masa con estratificación inestable. Fenómenos más violentos. Granizo, pedrisco, chubascos.

-especiales: Resto: Rocío, escarcha, cencellada, ...

Tipos de precipitaciones:

Llovizna: Precipitación uniforme. Gotitas diámetro menor a 0,5 mm.

Lluvia: Precipitación uniforme. Gotas mayores de 0,5 mm de diámetro.

Nieve: Hielo cristalizado.

Nieve granulada: De 4 mm de diámetro. No rebota.

Granos de hielo: Lluvia que se ha helado antes de llegar al suelo. Hasta 4 mm de diam. Rebotan.

Agujas de hielo: Cristales tan finos que revolotean.

Niebla: Nube que toca el suelo.

Chubascos: Corta duración y variación violenta de intensidad (de agua, de viento, etc.).

Trombas de agua: Por convergencia de masas de distinta temperatura. Cono invertido bajo el cumulonimbo de 10 a 20 m de diámetro. Eleva el agua unos 2 m. Su duración es de 10 a 30 minutos

Granizo: de 2 a 5 mm de diámetro. Rebotan. **Granizo blando:** de 2 a 5 mm de diámetro. Rebotan y a veces se parten. **Pedrisco:** diámetro de más de 5 mm.

Rocío: Gotas debidas a la condensación del vapor del aire en superficies enfriadas por radiación nocturna.

Escarcha: Igual que el rocío pero en superficies que están bajo 0°.

Helada: No es precipitación, sino la congelación de la humedad del suelo.

Ventisca: No es precipitación sino nieve levantada del suelo por el viento.

Cellisca: Temporal de agua y nieve muy finas impulsadas con fuerza por el viento.

Lluvia helada: Hielo que se forma en superficies que están bajo 0° al caer la lluvia sobre ellas.

Cancellada: Niebla condensada bajo 0° que choca con obstáculos también fríos y deja hielo a sotavento.

LLUVIA. Precipitación del agua de las nubes en forma líquida.

CLASIFICACION:

- a) lluvias frontales
- b) lluvias de convección
- e) lluvias orográficas

Lluvias frontales: Las lluvias frontales se producen por el contraste entre una masa de aire caliente y húmedo y otra masa de aire frío y seco. Dentro de las lluvias frontales encontramos una subdivisión: Lluvias de frente frío y lluvias de frente caliente.

Las lluvias de frente frío son debidas al contraste de la masa de aire frío con la del aire caliente, obligando a éste a elevarse y, por tanto, se forman grandes nubes de desarrollo vertical. Las precipitaciones son en forma de chubascos cortos y violentos acompañados incluso de granizo. Son de carácter tormentoso con aparato eléctrico.

Las lluvias de frente caliente son causadas por los nimbostratos y son seguidas y débiles, también se pueden formar algunas nieblas.

Lluvias de convección: Son debidas al traslado de grandes masas de aire hacia lugares donde la presión es menor, por lo que están ausentes de corrientes ascendentes como ocurre con las lluvias frontales. El enfriamiento es adiabático y las precipitaciones son de grandes masas de agua.

Las lluvias de convección son propias de regiones ecuatoriales y también en zonas templadas durante el verano.

Lluvias orográficas: Son originadas por una masa de aire caliente húmedo que es empujado por la ladera de una cordillera obligándola a ascender. Al elevarse sufren un proceso de enfriamiento adiabático, el vapor de agua se condensa y aparece la lluvia.

Previsión de la lluvia.

Aproximación de un frente cálido: Aparecen en el cielo nubes altas, Ci, y medias, As con viento de SW a SE rolando a su izquierda. Cielo prácticamente cubierto, temperatura en ascenso y la presión bajando. Nubosidad en aumento con As y Ns con cielo cubierto. Habrá precipitaciones de lluvia. Se puede apreciar la presencia de un frente cálido por el típico halo de la Luna. Si aparecen claros en el cielo las lluvias serán débiles y los vientos flojos. Se pueden formar algunas nieblas.

Aproximación de un frente frío: Si el aire es templado y húmedo (aire tropical) y cambia a aire frío y seco (aire polar) con aumento brusco de la presión acompañado de un cambio de viento de SW a W y NW, estaremos atravesando un frente frío, con grandes nubes de desarrollo vertical, Cu y Cb que ocasionarán fuertes chubascos acompañados de granizo o nieve, de aparato eléctrico y fuertes rachas de viento.

Los chubascos son típicos en las laderas de barlovento de las montañas cuando aparecen grandes Cu y Cb. También los hay en las costas contra las que el viento viene de la mar. El viento propicio es el NW. Generalmente las lluvias son fuertes durante el día y cesan al caer la tarde.

Gota fría: Durante los meses de verano se producen grandes cantidades de vapor de agua debido al calor reinante. Si por la distribución de las presiones se facilita la entrada de aire polar en las capas altas de la atmósfera, a modo de lengua que crea un embolsamiento de aire muy frío dentro de la gran masa de aire tropical, caliente y muy húmedo, el contraste de ambas masas provocará una rápida condensación que ocasionará fuertes precipitaciones en forma de agua y nieve que producirán grandes inundaciones, generalmente con grandes pérdidas materiales y, a veces, humanas. Es típica de final de verano en el litoral del levante español.

Nombres locales que toma la Llovizna.- La llovizna recibe diversos nombres dependiendo de la región: Calabobos en Castilla, orvallo en Galicia, chirimiri en el País Vasco, brusquina en Baleares, etc.

Pluviómetro.- Consiste en un recipiente con una abertura determinada y bien calculada, que no esté expuesto a la evaporación ni a las salpicaduras, de forma que se tenga la certeza que la cantidad de agua en el recipiente sea la realmente llovida.

El pluviómetro generalmente tiene una boca de 200 cm² (de Hellmann). El espesor de agua caída se expresa en milímetros mediante una probeta graduada, correspondiendo 1 mm. de altura para 1 litro de agua por metro cuadrado.

Predicciones curiosas:

- Peces saltando fuera del agua, lluvia.
- Patos que se persiguen sumergiéndose, lluvia.
- Delfines que mucho saltan, viento traen y calma espantan.
- Si la lluvia te coge antes que el viento, alista drizas sin perder momento; pero si el viento te coge primero, iza velas arriba, marinero.
- Si por la tarde aparece un círculo con la Luna, antes de medianoche tendremos gran viento o lluvia.
- Si el círculo que rodea a la Luna está en la parte más oscura, señal de lluvia; si se aclara o enrojece, gran viento; si aquél está amarillo, tempestad, granizo y truenos; si es en verano y la Luna presenta los cuernos claros, buen tiempo; si están turbios, mal tiempo. Manchas muy visibles, círculo brillante en la Luna, buen tiempo.
- Si el termómetro baja y el barómetro sube, habrá chubascos y lluvias aisladas. Tendencia a mejorar.
- Si el barómetro baja y el termómetro sube, tendencia a empeorar, con lluvias y cambios de viento del S o SW.

1.7. FORMAS TORMENTOSAS.

Tormentas: Manifestación violenta procedente de nubes de desarrollo vertical (cumulonimbos) debido a aire cálido y húmedo ascendente y sobre él hay aire frío y denso.

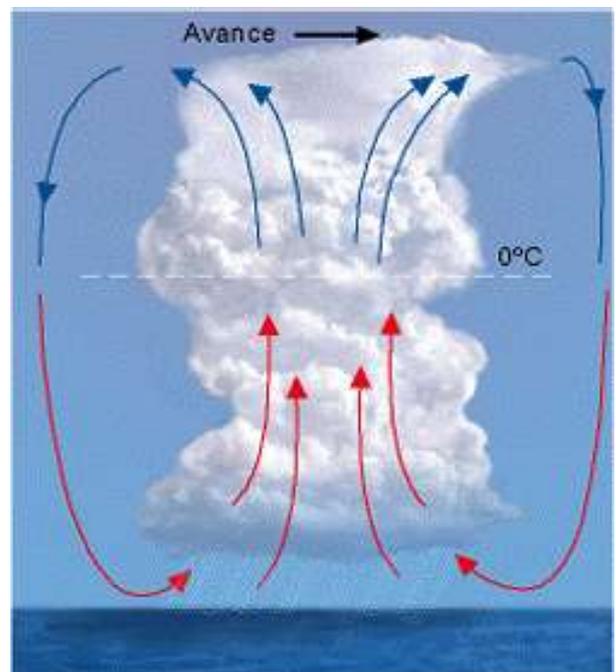
Desarrollo de una tormenta:

-Formación y desarrollo: El ascenso del aire cálido y descenso del frío origina fuertes turbulencias. Por la gran condensación se desarrollan cúmulos.

-Madurez: Se desarrolla cumulonimbo. Coliflor con Base plana y oscura. Las Gotas en suspensión caen, Se producen Chubascos y Fuerte aparato eléctrico.

-Disipación: Las corrientes de aire ascendentes van decreciendo hasta desaparecer.

CHUBASCOS: Es un fenómeno atmosférico de corta duración y que comienza y acaba de forma repentina, pueden ser de viento, agua, nieve, etc. Los nubarrones bajos y oscuros en forma de cúmulos o cumulonimbos se suelen prever con poco tiempo y a corta distancia.



Chubascos de viento: son cambios bruscos y repentinos de la intensidad y dirección del viento que se producen al paso de nubes bajas.

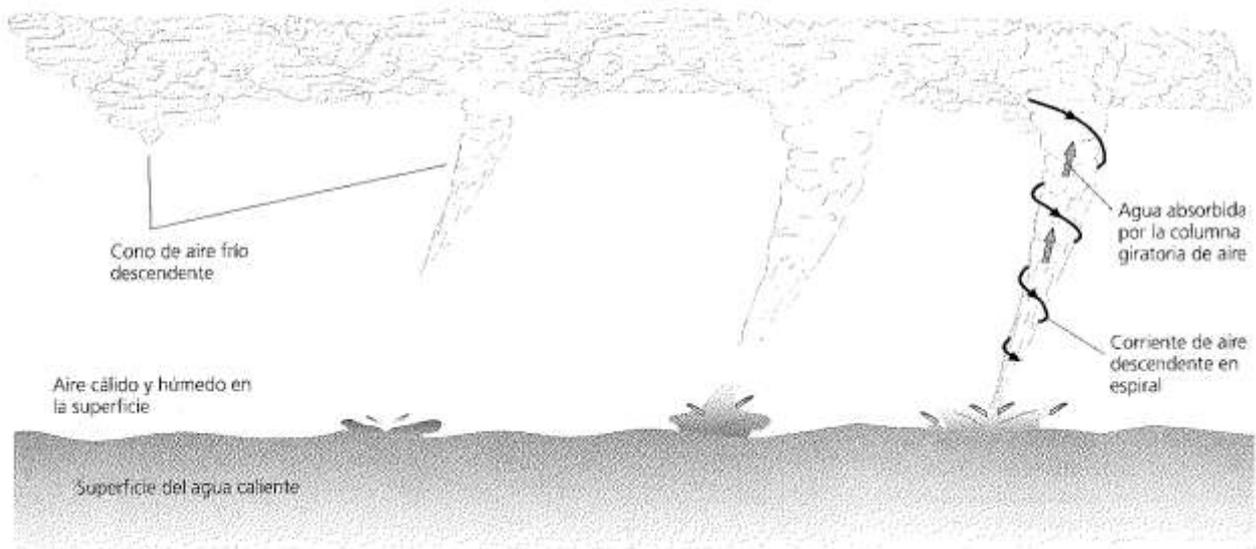
Chubascos de lluvia: se producen, al igual que los de viento, pero con la descarga de lluvia intensa.

TROMBAS: Son tornados en la mar, aunque mucho menos violentos, se producen por convergencia de masas de aire con distinta temperatura. Se forma un cono invertido bajo el cumulonimbo de 10 a 20 m de diámetro, eleva el agua unos 2 m. y su duración es de 10 a 30 minutos.

TROMBAS MARINAS

La tromba se origina en el mar a partir de nubes tipo cumulonimbo. Su apariencia es la de un gran torbellino de viento, como una nube de cono invertido que parece estar suspendida de un cumulonimbo. Es semejante a los tornados que se originan en tierra, pero de mucha menor violencia. Su gestación es el resultado de una

inestabilidad convectiva, generalmente ocasionada por la yuxtaposición de dos masas de aire, una fría y otra caliente. El contraste de temperatura (necesariamente grande) puede producirse en una masa uniforme de aire por el enfriamiento debido a la copiosa precipitación de una tormenta.



FORMACIÓN DE LA TROMBA

En la base del cumulonimbo aparece un apéndice nuboso en forma cónica y alargada que desciende y se prolonga poco a poco hacia el mar. Antes de que la punta del cono toque en el agua, en la superficie marina se forma una violenta conmoción que proyecta el agua hacia arriba uno o dos metros hasta conectar con la nube. Algunas trombas no llegan a alcanzar la superficie del mar sino que permanecen suspendidas de la nube.

DIMENSIONES E INTENSIDAD

Las dimensiones y la intensidad de la tromba son muy variadas. Las alturas más frecuentes oscilan entre los 300 y 700 metros, para un diámetro de unos 8 a 10 metros. Duran de 10 minutos a media hora y en general su efecto se atenúa debido a la diferencia de velocidades entre su base y la parte superior (llegan a alcanzar entre 8 y 10 nudos). Las trombas terminan rompiéndose por un punto situado aproximadamente a un tercio de su altura desde la base, y a partir de ese momento se extinguen rápidamente.

Proceso de formación de una tromba marina.

MAR GRUESA

Los efectos de las trombas suelen ser de carácter local, pero en las zonas donde producen su efecto, el fuertísimo viento origina la creación de una mar gruesa. El fenómeno de las trombas marinas es frecuente en el Mediterráneo, a finales de verano y durante la primera mitad del otoño, donde las temperaturas elevadas del mar y de las capas bajas del aire favorecen la inestabilidad.

TORNADOS.- Es un violento remolino de aire que gira en sentido contrario a las manecillas del reloj, se forma un cono invertido bajo el cumulonimbo. La disminución de presión en el interior es tan grande que se origina unos gradientes de presión grandísimos, con vientos de hasta 200 nudos, que se compensan con la fuerza centrífuga y hacen girar los vientos a tal velocidad que crean una especie de vacío que se compensan con corrientes ascendentes de aire. La estación de su mayor frecuencia es verano.

FENÓMENOS ELECTRICOS, ACUSTICOS Y OPTICOS:

Al romperse las gotas dentro de la nube se produce una carga positiva en dichas gotas que se coloca debajo de la nube; y una carga negativa en el aire que se coloca arriba. La tierra tiene también carga negativa. Por la diferencia de potencial y la proximidad de cargas se produce la descarga eléctrica.

Rayo: Es la descarga eléctrica por diferencia de potencial.

Relámpago: Es la consecuencia lumínica del rayo.



Trueno: Es la consecuencia sonora del rayo al expandirse y contraerse súbitamente el aire.

Fuego de San Telmo: Se produce por la diferencia de potencial entre barco y nubes. Aparece un resplandor en el palo, desaparece con una explosión sorda inofensiva.

Arco iris: Descomposición de la luz solar al atravesar la lluvia.

Rayo verde: El borde del disco solar al ponerse el sol produce un destello verde debido a la diferente refracción de los colores de la luz.

Halo: Anillo luminoso del sol o luna blanquecino o espectral, producido por refracción de la luz del astro en cristales de hielo de nubes altas.

Corona: Uno o varios anillos coloreados blanco-azulados y aureola rojiza por refracción de la luz del astro en nubes medias delgadas.

Espejismos: Refracción anormal de la luz en las capas estratificadas en función de la temperatura. Pueden ser en altura, superiores o inferiores.

1.8. VIENTOS.

Viento: Es el aire en movimiento.

-SISTEMAS GENERALES DE VIENTOS.

Los vientos que procedentes de latitudes medias que soplan hacia el ecuador sufren una desviación hacia el oeste pasando a soplar del NE en Hemisferio norte y del SE en el hemisferio sur, crean en la superficie un chorro de aire hacia el oeste. Se creará una corriente de retorno o contraaliso que irá en altura y en dirección este.

En las zonas polares debido a los núcleos de altas presiones, habrá fuertes vientos que tenderán a llenar las zonas subpolares. Estas zonas de bajas presiones son llenadas por vientos duros del SW y NW y del N procedentes del máximo polar, causando grandes temporales en ellas. Fig. 1629.

Circulación general de los vientos.

En el ecuador el aire se calienta y se eleva, y va hacia los polos. Por efecto de la rotación de la tierra (coriolis), se desvía a la derecha (HN) y se va enfriando, cayendo hacia los 30°, donde se crea una zona de altas presiones. Parte de ese aire sigue a latitudes más altas y otra parte retorna hacia el ecuador desviándola nuevamente y formando los alisios. Por otra parte el aire frío de los polos se aleja, y hacia los 60° se mete bajo el aire cálido elevándolo, formando el frente polar y donde se crea una zona de bajas presiones. Entre las zonas de alta de los 30° y las de baja de los 60° soplan vientos que son desviados a la derecha, creándose los vientos generales del oeste.

DISTRIBUCION DE PRESIONES Y VIENTOS.- Según la ubicación de las masas de aire frías y calientes, se formarán áreas de altas y bajas presiones debido a la mayor o menor densidad del aire que forman dichas masas. Como sabemos, en invierno el suelo se enfría debido a las bajas temperaturas, por tanto, se crea un área de aire denso que tendrá una presión más alta de la normal. Por el contrario, en verano, debido al calor solar, la superficie de la tierra se calienta y todo el aire en contacto

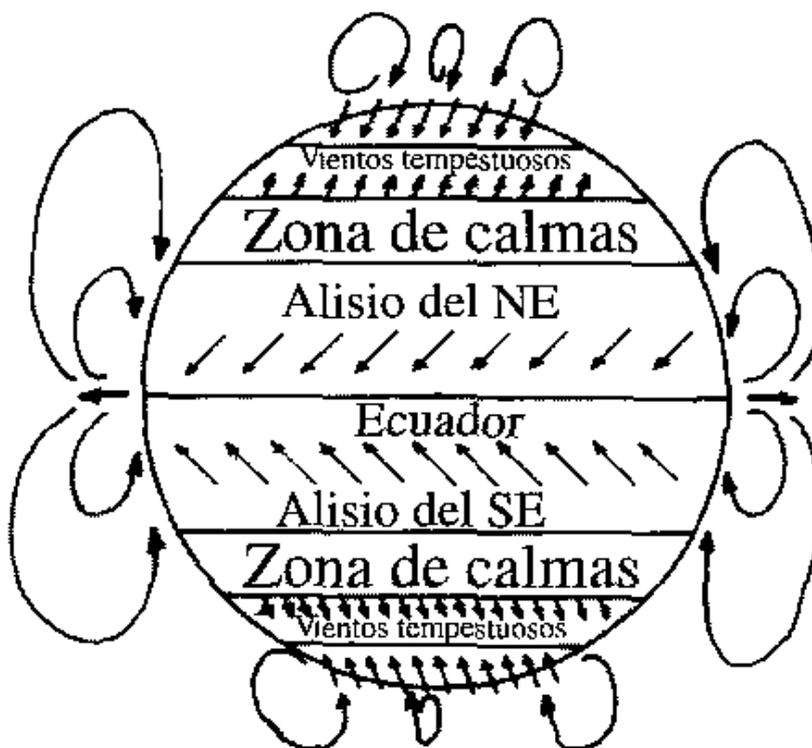
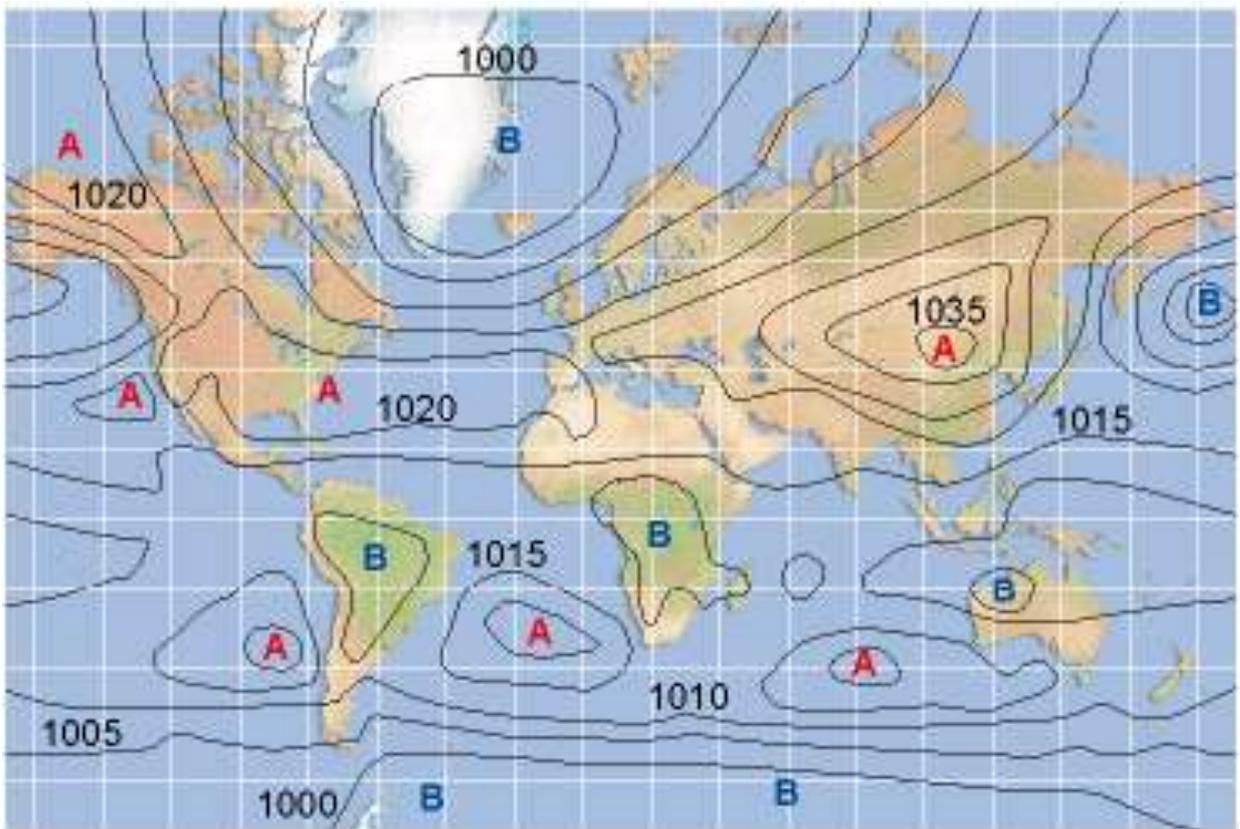


Fig. 1629
Circulación general atmosférica.

con ella irá calentándose y al hacerlo irá perdiendo densidad, creándose un área de presiones inferior a la normal.

Así podemos ver en la Figura que en enero se creará un alta sobre Siberia, donde está el polo del frío, Canadá, África y la India, que corresponden a los lugares fríos en este mes. Igualmente se forman altas presiones al sur de los tres océanos.



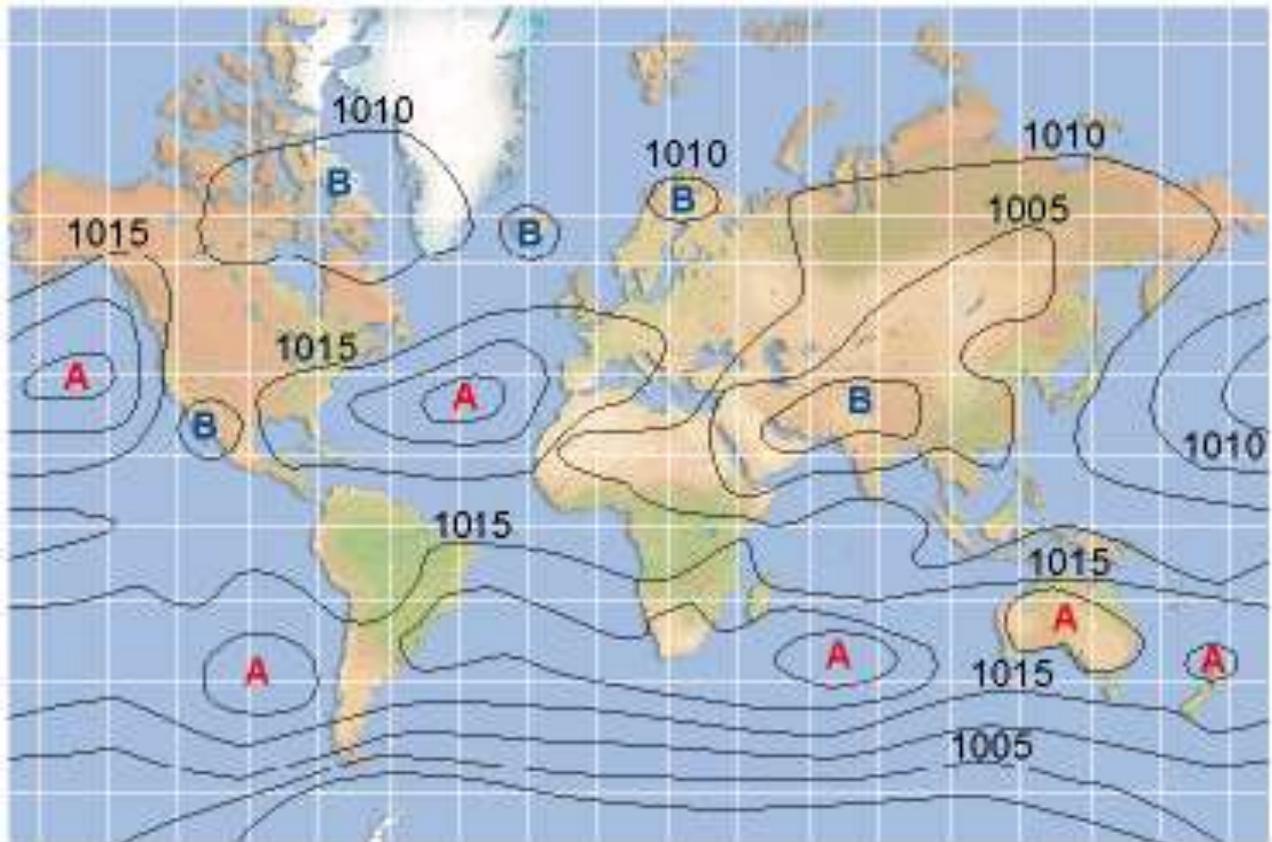
En invierno en el hemisferio norte las altas presiones del continente norteamericano se extienden sobre el paralelo 30° N, atraviesa el Atlántico y llega hasta Europa y parte de Marruecos, reforzándose el anticiclón de las Azores. Como las temperaturas son más suaves en Islandia y en las islas Aleutianas, se crean dos centros de bajas presiones permanentes.

Como consecuencia de estas altas presiones se irán formando circulaciones de aire anticiclónica, o sea, en el mismo sentido que las agujas del reloj en el hemisferio norte y en sentido contrario en el sur. Debido a esta rotación se crearán los vientos alisios debidos a los anticiclones oceánicos y cuya dirección del viento es del NE en el hemisferio norte y del SE en el sur, tanto en el Atlántico como en el Pacífico.

Otra consecuencia es la aparición del monzón de invierno que sopla de la India hacia el mar de dirección NE.

En enero, que es el verano austral, por el contrario, se crearán grandes focos de calor en Brasil, Sudáfrica, Australia y Antártida, por lo que aparecerá una baja presión en cada uno de esos continentes, originándose una circulación ciclónica, que por ser en el hemisferio sur será en el mismo sentido que las agujas del reloj, originándose vientos típicos de aquellas zonas.

En julio, debido a la declinación del Sol, la distribución de las presiones cambia debido a las temperaturas de las masas de aire sobre los continentes.



Así vemos que en la India hay un área de baja presión debido al calor y, por tanto, el anticiclón del Índico enviará un flujo de aire hacia el continente formando el monzón de verano, con vientos del SW, con gran aportación de aire húmedo que creará grandes inundaciones en el continente.

En la mar, debido a que ésta no está influida por los cambios bruscos de temperatura, habrá máximos permanentes.

Como regla pnetotécnica para recordar la distribución de las presiones según las temperaturas, podemos decir: A máxima temperatura corresponde mínima presión y a mínima temperatura corresponde máxima presión. Como vemos, el termómetro y el barómetro siempre están contrapuestos.

Resumiendo, podemos decir que existen los siguientes centros permanentes:

- a) Altas presiones: Siberia, Azores, Hawái, Chile y el sur de los tres océanos.
- b) Bajas presiones: Islandia, Arabia, India y Aleutianas.

El efecto de las presiones y el viento a nivel local lo podemos apreciar con el régimen de brisas que se establece de mar a tierra (virazón) y de tierra a mar (terral).

ALISIOS Y VIENTOS GENERALES DEL OESTE.- Las ondas de corto periodo se encuentran en el Pacífico, Atlántico y América del Norte, se crea una irrupción de aire polar hacia el sur que forma el alisio del nordeste, más tarde se recurva hacia el SE y S de modo que, como aire tropical, actúa en el borde meridional de las masas de aire relacionadas con el frente polar.

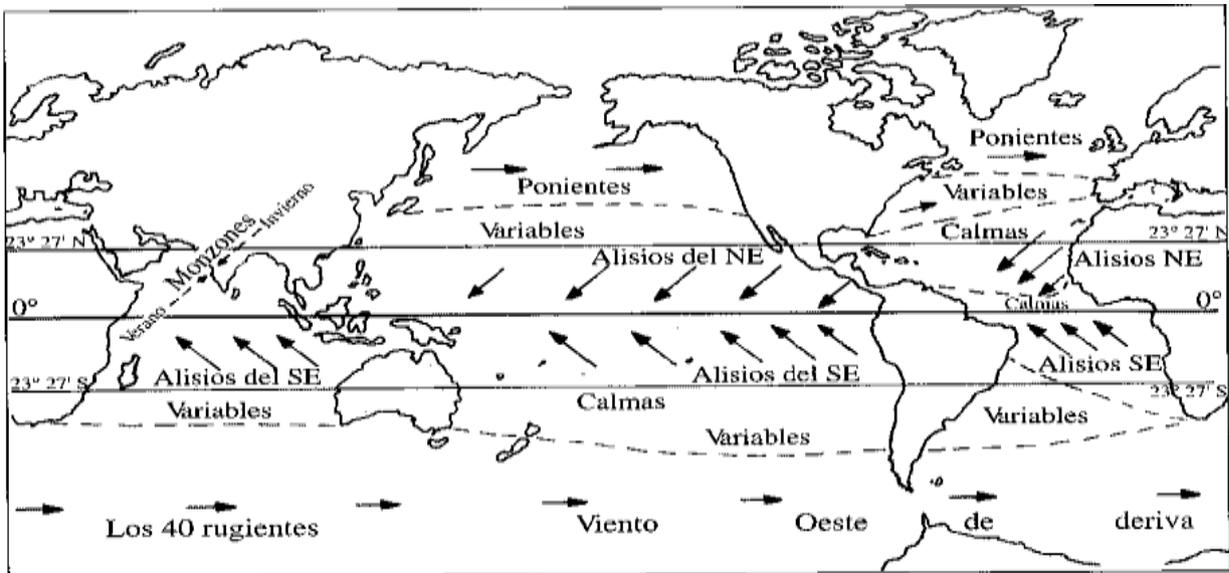


Fig. 1634
Alisios y vientos generales del oeste.

Los vientos variables del oeste son manifestaciones del aire caldeado procedente de bajas latitudes al actuar por la cara tropical del frente general.

En el litoral de las Islas Británicas hay régimen de vientos del W y NW desde octubre a marzo. En el Canal de la Mancha soplan del SW. Fig. 1634.

Los vientos procedentes del Atlántico hacia Europa siguen en una gran extensión la trayectoria de la corriente del Golfo, formando la trayectoria natural de las perturbaciones que procedentes de Canadá llegan a Europa formando el llamado tren canadiense, porque vienen una detrás de otra como el convoy de un tren. Se registran vientos W muy fuertes con grandes temporales.

Los vientos alisios son constantes y persistentes. En el hemisferio norte soplan del NE y en el sur lo hacen del SE. Estos vientos se producen por el gradiente existente entre la zona subtropical de altas presiones y el cinturón de bajas del ecuador.

Los alisios del NE tienen una velocidad de 12 nudos aproximadamente y los del SE, en el hemisferio sur, entre 14 y 16 nudos.

Los alisios se conocen en inglés por los *Trade Winds* o vientos del comercio, por ser de gran utilidad en la navegación a vela de aquella época. Colón en sus viajes a América ya los aprovechó.

Para cerrar el circuito de los alisios y completar la circulación general, diremos que estos soplan en las capas bajas y los contraalisios lo hacen en dirección opuesta y por las capas altas.

El jet stream o corriente en chorro.- Es una fuerte corriente de aire que circula de oeste a este de forma constante en latitudes medias de ambos hemisferios, entre la troposfera y la estratosfera, o sea, en la tropopausa. Se produce por el choque entre una masa de aire tropical y otra polar formando un flujo o corriente en chorro hacia el este. Su velocidad puede alcanzar hasta 600 Km/hora, circunstancia que aprovechan los aviones en sus vuelos transoceánicos de América a Europa. Fig. 1636.



Fig. 1636
Jet stream o corriente en chorro en el hemisferio norte.

Dependiendo de la distribución de las presiones, esta corriente de aire puede cambiar algo su trayectoria e incluso desdoblarse en dos ramas, para más adelante volver a converger. En el caso de "El Niño" podemos ver que su posición varía e influye enormemente en la meteorología de la costa sur de los Estados Unidos..

CALMAS ECUATORIALES.- En el ecuador la circulación de aire es prácticamente nula y variable, hay gran nubosidad a causa de la gran evaporación con grandes chubascos debido al contraste de temperaturas entre el suelo y las capas altas, La presión es relativamente baja, En esta zona ecuatorial atlántica conocida con el nombre *The Doldrums* o zona de aire estancado, cálido y bochornoso está dentro del cinturón formado por los alisios del NE y del SE, y en ella se originan los ciclones y las borrascas tropicales.

CALMAS TROPICALES.- Son zonas de calmas totales, cielo despejado o casi despejado y escasísimas precipitaciones, que corren cercanas a los trópicos. En esta zona la navegación a vela se queda encalmada, hasta el extremo que antiguamente los barcos eran remolcados por medio de sus botes a remo. Los ingleses la llamaron Horse latitudes o latitudes de los caballos, porque los caballos que transportaban se morían de sed o tenían que sacrificarlos. En la Fig. 1612 se pueden ver las zonas que abarcan.

VIENTOS POLARES.- En los casquetes polares se forman núcleos de altas presiones que originan fuertes vientos que van a llenar las zonas subpolares de bajas presiones. Soplan del N a NE en el polo norte y del S a SE en el polo austral. En latitudes comprendidas entre 55° y 65° norte se puede considerar una zona de grandes perturbaciones con vientos atemporalados del W. En el litoral de las Islas Británicas hay régimen de vientos del W y NW desde octubre a marzo. En el Canal de la Mancha soplan del SW. Los vientos procedentes del Atlántico hacia Europa siguen en una gran extensión la trayectoria de la corriente del Golfo, formando la trayectoria natural de las perturbaciones que procedentes de Canadá llegan a Europa. Se registran vientos W muy fuertes con grandes temporales.

En el Pacífico Norte los vientos son del W desde la Península de Kamtchatka, pasando por el estrecho de Bering hacia las Aleutianas con temporales muy fuertes. Los vientos en el hemisferio sur son de componente W en altas latitudes, de dirección e intensidad constante, aunque se aceleran al verse obstaculizados en el estrecho de Drake, en el Cabo de Hornos. Estos vientos se conocen como viento oeste de deriva que circundan el globo y

que dado su aterrador nido por su extraordinaria fuerza, en latitud 40° S se le conoce como los cuarenta rugientes. Los cincuenta/lujosos coinciden aproximadamente con el paralelo de 50° S, donde se encuentran vientos que se entablan entre SSW y W de 45 a 55 nudos.

Los sesenta aullantes se encuentran en latitud 60° S, aproximadamente, con vientos del SSW a W de 60 a 65 nudos. La presión puede bajar hasta 962 mb. y se encuentran olas piramidales de gran altura, pudiendo llegar a planear alcanzando velocidades de hasta 26 nudos navegando a vela con cuatro rizos en la mayor y la trinqueta rizada, según relata el Capt. José L. de Ugarte en su libro "El último desafío", Edit. Juventud, 1997.

Esta zona coincide con la trayectoria de los ciclones extratropicales.

MONZONES.- La palabra monzón procede de la voz árabe "inausin" que significa estación del año. Las ondas de largo periodo se encuentran en el continente asiático e islas adyacentes, forman los monzones y se reproducen cada 12 meses. En Indostán y la meseta del Pamir se forma un mínimo barométrico a causa del calor continental en relación con los mares adyacentes, por tanto, se crea una afluencia de aire marítimo caliente y húmedo que sopla como viento del SW y entra en el continente por el Mar Arábigo y Golfo de Bengala, con precipitaciones torrenciales.

El *monzón de verano* sopla de junio a septiembre y los vientos son atemporalados de fuerza 8 Beaufort. Fig. 1637.

En invierno, sobre el continente se crea un máximo de presión a causa del frío continental, creándose una corriente de aire del continente a la mar con vientos del NE de fuerza 2 de Beaufort. El monzón de invierno sopla de noviembre a abril. Fig. 1638.

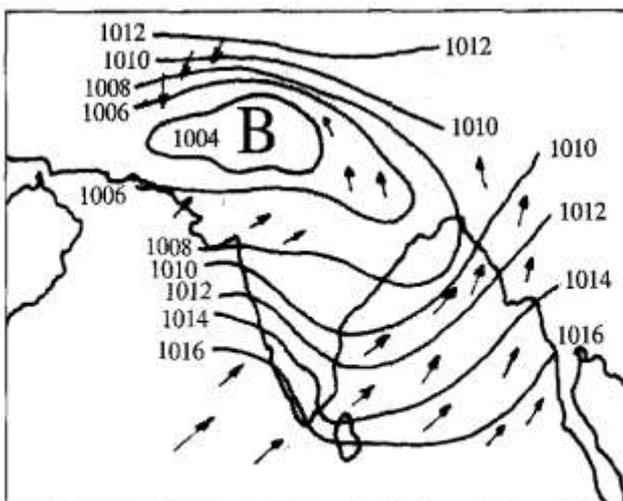


Fig. 1637
Monzón de verano.

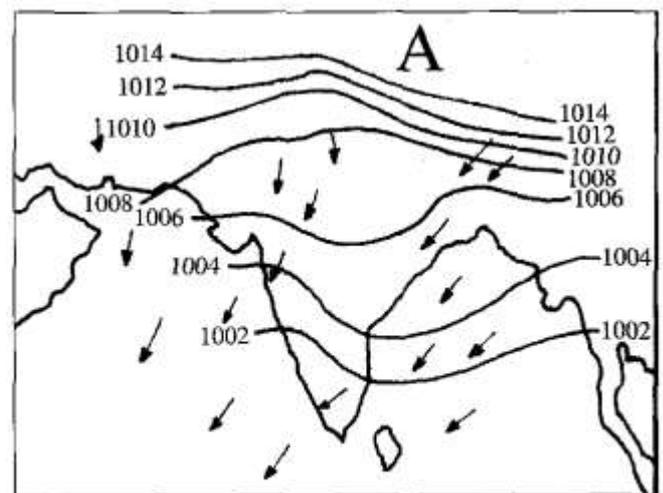
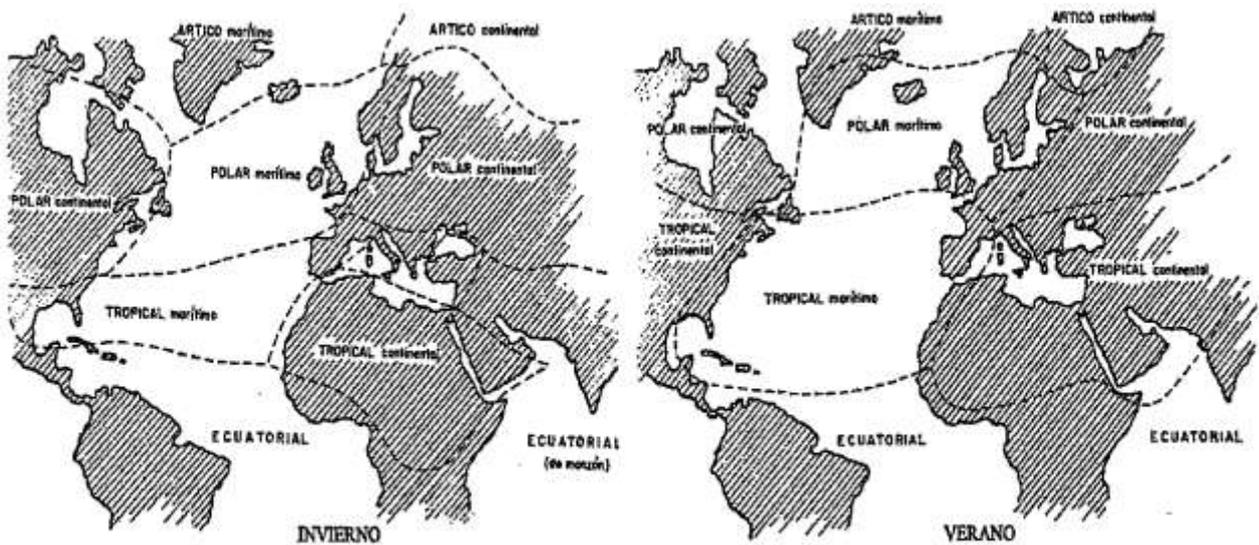


Fig. 1638
Monzón de invierno.

1.9. MASAS DE AIRE.

Son vastas porciones de la atmósfera cuyas propiedades físicas en particular la temperatura y humedad son homogéneas. Esta homogeneización se mantiene especialmente en el sentido horizontal, en vertical estas propiedades varían con la altura. Se trasladan según circulación general de atmósfera.



En la figura se puede apreciar la distribución de las masas de aire en invierno y en verano.

CLASIFICACIÓN:

-Por su origen:

Ártica A, muy frío

Polar P, frío

Tropical T, templado

Ecuatorial E, calido y húmedo.

Todas ellas, excepto la ecuatorial se subdividen en marítima (húmedas) y continentales (secas).

-Por su temperatura:

Masas Frías : las que su temperatura es inferior a la del suelo sobre el que yacen o circulan: Inestables porque al contactar con superficie cálida se calienta su base y se crea un fuerte gradiente térmico vertical. son: inestables, con viento racheado, buena visibilidad y con chubascos.

Masas Calidas : la temperatura del aire es superior a la del suelo sobre el que están. Estables porque al enfriarse su base disminuye el gradiente térmico vertical. son: estables, viento constante, visibilidad mala, lloviznas o lluvias constantes.

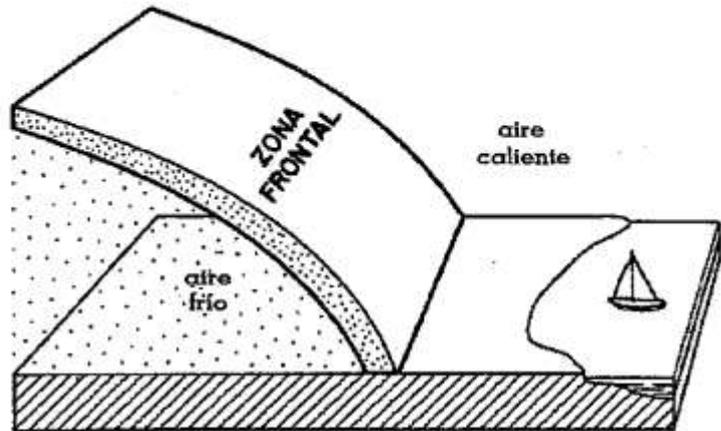
La Modificación de sus características: Depende de tres factores:

- 1. características propias (en la región de origen):** Presión, temperatura y humedad.
- 2. características del camino recorrido:** si a su paso encuentran características distintas a las suyas que la transforman.
- 3. tiempo de su recorrido. Edad:** Masas jóvenes y masas envejecidas.

Las características relativas entre una masa de aire y la superficie sobre la que descansa originan lo que se conoce como tiempo de masa de aire y la situación en el límite de la masa de aire se conoce como tiempo frontal.

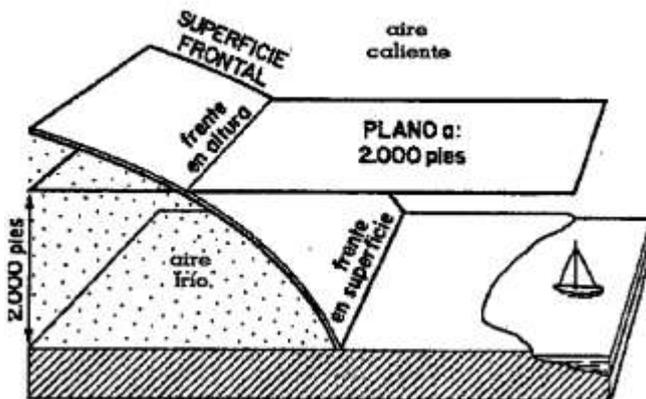
ZONA FRONTAL Y SUPERFICIE FRONTAL

Cuando dos masas de aire de características diferentes se encuentran, no se mezclan por lo que habrá una zona de separación entre las dos. A esta zona de separación se le denomina **zona frontal** y es en la región en la que se aprecia un contraste brusco de las condiciones físicas del aire. El espesor de la zona frontal dependerá del contraste existente entre las masas de aire: si es muy acusado, la zona frontal tendrá algunos centenares de metros; en caso contrario, su espesor se puede extender algunos kilómetros.



En altura, la zona frontal se extiende desde el suelo hasta el final de la atmósfera o Tropopausa y no es vertical sino fuertemente inclinada, con el aire caliente, más ligero, sobre el frío. Su pendiente oscila entre 1/30 y 1/300.

Como consecuencia de la escala utilizada en las cartas meteorológicas, que es muy pequeña, la zona frontal se confunde con una superficie denominada **superficie frontal**, que es el plano de separación de las masas de aire. La línea de intersección de la superficie frontal con un plano horizontal, se denomina **frente**, pudiendo distinguir:



Frente en superficie. Intersección de la superficie frontal con la superficie de la tierra.

Frente en altura. Intersección de la superficie frontal con un plano situado a determinada altura.

La línea de separación entre masas de aire diferentes no siempre tiene repercusiones sobre el tiempo. Cuando no existe "enfrentamiento" entre dos masas de aire, la línea de separación se conoce como **frente estacionario**. Para que esta línea de separación se convierta en un frente activo, es necesario que:

- * Exista un fuerte contraste térmico entre las dos masas de aire.
- * El viento (isóbaras) sea casi perpendicular a la línea de separación.

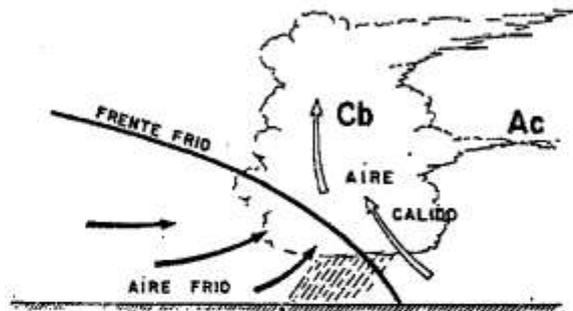
8. FRENTE FRÍOS Y FRENTE CÁLIDOS

Cuando se dan las dos condiciones del punto anterior, las masas de aire que separa la superficie frontal "chocan" violentamente, produciendo a lo largo de la línea de separación de ambas, el **tiempo frontal**.

Se llama **FRENTE FRÍO** aquel en el que el aire frío empuja al cálido y **FRENTE CÁLIDO** es el que se

mueve de forma que el aire cálido desplaza al frío.

En el **FRENTE FRÍO**, la masa de aire frío, más densa, penetra en cuña por debajo del aire caliente, desplazándolo hacia arriba de forma casi vertical. Como consecuencia de esto, las características de un frente frío son:



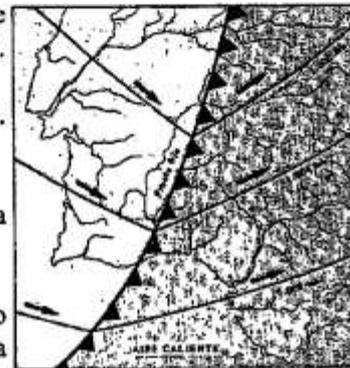
* El tiempo frontal se localiza próximo al frente (unos 30 km.)

* **Nubosidad y precipitaciones.** Debido a la inestabilidad que origina el ascenso del aire cálido, aparecen nubes de desarrollo vertical, tipo altocúmulos o cumulonimbos, con chubascos y tormentas.

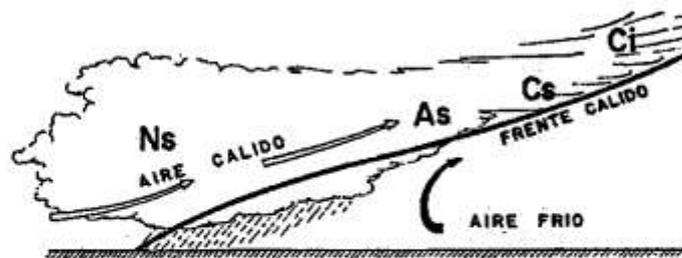
* **Presión y temperatura.** Al ir entrando el aire frío, más pesado que el cálido, la presión va aumentando y la temperatura disminuyendo.

* **Visibilidad.** Al pasar el frente, disminuye debido a los chubascos. Una vez pasado, mejora llegando a ser excelente.

* **Viento.** Sufre un role acusado debido a que se produce una brusca inflexión de las isóbaras.



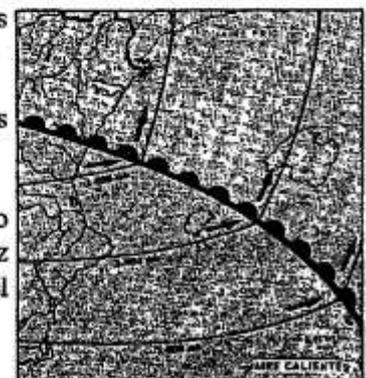
En el **FRENTE CÁLIDO**, el aire caliente, más ligero, va ascendiendo suavemente sobre el aire frío, extendiéndose muy hacia adelante de la línea frontal. De este paulatino ascenso se deduce el siguiente tiempo frontal:



* El tiempo frontal se localiza muy hacia adelante del frente (hasta unos 1.500 km.)

* **Nubosidad y precipitaciones.** Nubes de tipo estratiforme, con lluvias moderadas y continuas. Cirros muy por delante de la línea frontal.

* **Presión y temperatura.** La presión va disminuyendo según va entrando el frente (aire más ligero) manteniéndose prácticamente constante una vez pasado. La temperatura aumenta hasta el paso del frente, momento en el que se estabiliza.



* **Visibilidad.** Conforme se va aproximando el frente, mala, con frecuentes nieblas. Una vez pasado, de regular a mala.

En los siguientes cuadros se resumen los tiempos frontales.

FRENTE FRÍO

| Elemento | Antes del frente | En el frente | Después del frente |
|------------------------|-----------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| <i>Presión</i> | <i>Baja</i> | <i>Sube rápidamente</i> | <i>Sube</i> |
| <i>Temperatura</i> | <i>Poco cambio</i> | <i>Baja rápidamente</i> | <i>Poco cambio</i> |
| <i>Viento</i> | <i>W o SW</i> | <i>Rola</i> | <i>NW arreciando</i> |
| <i>Nubes</i> | <i>Ac o AS</i> | <i>Cb</i> | <i>Cu aislados</i> |
| <i>Precipitaciones</i> | <i>Lluvia ligera</i> | <i>Chubascos. A veces, tormentas</i> | <i>Chubascos ocasionales</i> |
| <i>Visibilidad</i> | <i>Regular a mala</i> | <i>Mejoría rápida</i> | <i>Muy buena</i> |

FRENTE CÁLIDO

| Elemento | Antes del frente | En el frente | Después del frente |
|------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------|
| <i>Presión</i> | <i>Baja</i> | <i>Cesa de bajar</i> | <i>..... Poco cambio</i> |
| <i>Temperatura</i> | <i>Ligera subida</i> | <i>Sube</i> | <i>Poco cambio</i> |
| <i>Viento</i> | <i>S o SW</i> | <i>Rola</i> | <i>SW o W</i> |
| <i>Nubes</i> | <i>Ci, Cs, As, Ns</i> | <i>Ns bajos</i> | <i>St o Sc</i> |
| <i>Precipitaciones</i> | <i>Lluvia, llovizna</i> | <i>Cesa</i> | <i>Llovizna</i> |
| <i>Visibilidad</i> | <i>Buena</i> | <i>Mala. Nieblas</i> | <i>Regular a mala</i> |

Frente estacionario: Con contraste térmico y sin convergencia. Poco activo.

Frente permanente: Son los frentes árticos, entre la masa polar y la ártica.

Frontogenesis: Conjunto de fenómenos atmosféricos que llevan a generar un frente.

Frontolisis: Conjunto de movimientos que debilitan o deforman un frente.

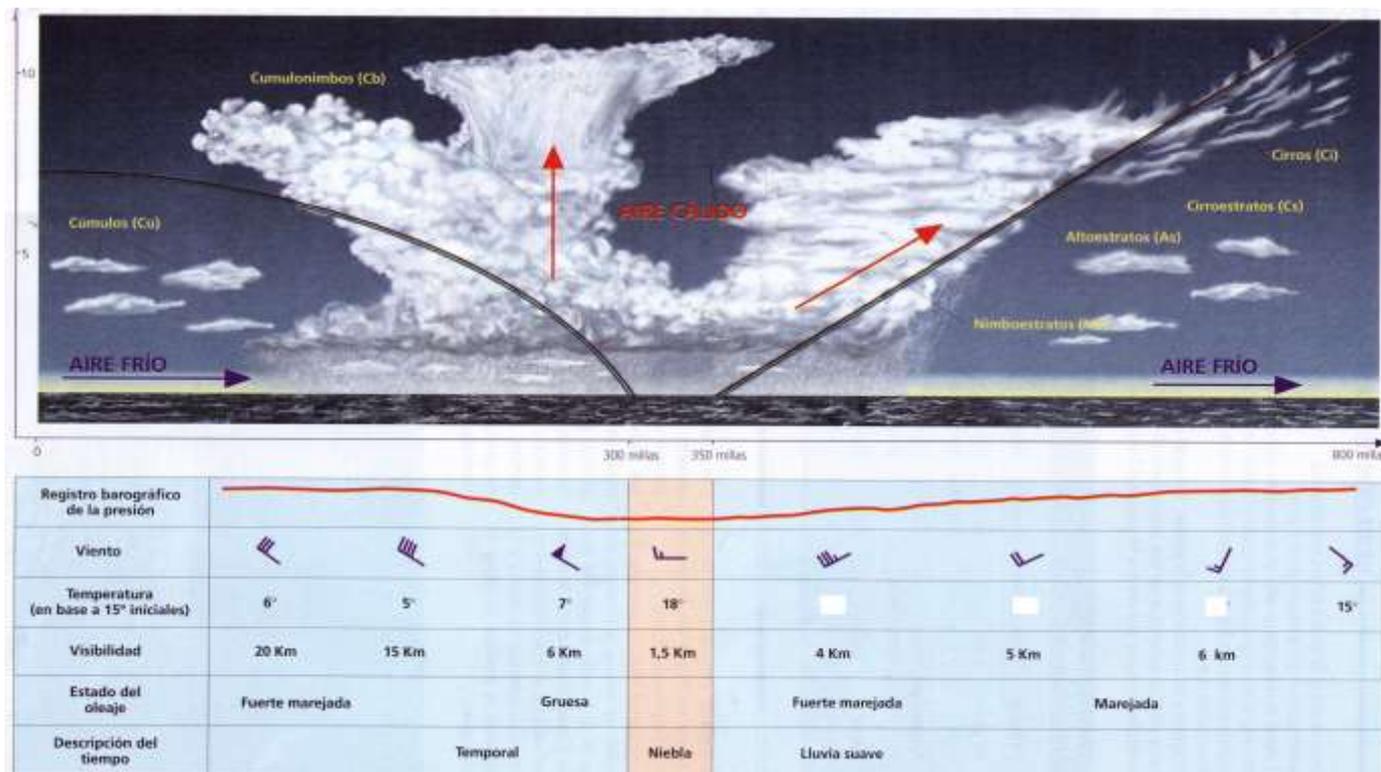
1.10. BORRASCAS Y ANTICICLONES.

Cuando la configuración de las isobaras es cerrada puede ocurrir que sea alrededor de una alta (Anticiclón) o de una baja (Depresión o borrasca).

BORRASCA: Representada por B, L, D ó T. Sistema de vientos que gira ciclonicamente alrededor de un núcleo de bajas presiones. Tienen menor extensión que los Anticiclones. Las Isobaras son decrecientes, disminuye la presión hacia el centro. El Viento en HN gira en sentido contrario a agujas del reloj. Casi siempre son móviles trasladándose del W hacia el E.

Las bajas presiones pueden ser de tres tipos:

1. **Borrascas extratropicales o borrascas ondulatorias**, llamadas así por deberse a ondulaciones de los frentes polares.
2. **Depresiones térmicas**, que se deben al calentamiento del suelo y que no tienen frentes.
3. **Ciclones tropicales:** Se forman en latitudes bajas, debido al paso del alisio al otro lado de la ITCZ, creando una baja y un violento sistema de vientos.



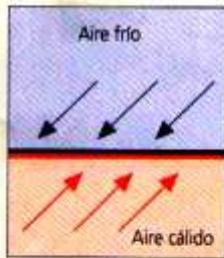
BORRASCA TIPO.

Formación borrasca ondulatoria (o borrasca tipo): El viento cálido del W provoca ondulación en el frente polar donde se crea una baja, iniciando los vientos el giro ciclónico. Se traslada de W a E con frente cálido delante. Finaliza con la oclusión.

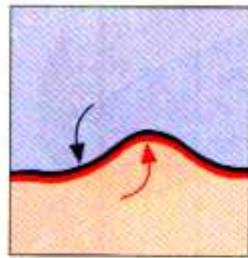
NACIMIENTO Y EVOLUCIÓN DE UNA DEPRESIÓN EN EL FRENTE POLAR

Una perturbación atmosférica nace del conflicto entre dos masas de aire. En el frente polar, este conflicto se inicia en cuanto el aire frío del norte tiende a quedar debajo del cálido del sur, desplazándose. Cuando se produce un desplazamiento de masas de aire aparece una depresión o borrasca incipiente. En una fase preliminar se deforma la línea del límite, que forma una ondulación. Rápidamente, bajo la impulsión del aire frío, el aire caliente está obligado a penetrar en la propia masa fría, que se resiste a este empuje, haciéndose más profunda la ondulación. Se forma el **frente cálido** de la perturbación. El aire cálido tiende a levantarse

sobre el frío, pues es más ligero que éste. Al ascender crea un descenso de la presión en la zona del aire caliente; a nivel de la superficie terrestre, nace una **depresión o borrasca**, denominada así por el descenso de la presión atmosférica que origina el ascenso del aire cálido. Esta depresión es, en realidad, un movimiento en espiral que, por la aceleración de Coriolis, gira siempre en el hemisferio norte en el sentido contrario al de las agujas del reloj, a la inversa que en el hemisferio sur. La línea de avance del aire frío que se mete como una cuña debajo del caliente levantándolo y desplazándolo, se denomina **frente frío**.



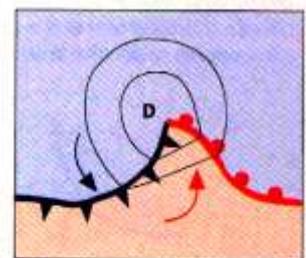
En el frente polar existen dos masas de aire contrapuestas: la fría, al norte, y la cálida al sur. La fría tiende, por ser más densa, a introducirse por debajo de la cálida.



La masa de aire cálido se desplaza empujada por la fría y lo hace hacia la derecha por la aceleración de Coriolis. Se forma entonces una ondulación en la línea del frente polar.



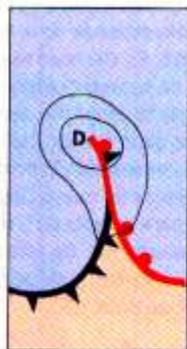
Bajo el impulso del aire frío, el aire cálido desplaza a la masa fría, que se resiste a moverse. El aire caliente, menos denso, sólo puede ascender. Es el inicio de una borrasca o depresión. Se forman los frentes cálido y frío.



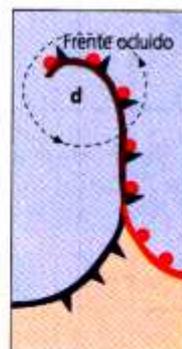
El aire cálido asciende en espiral y los frentes se definen cada vez más. La borrasca se va desplazando hacia el este.



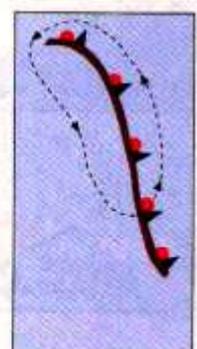
La borrasca ha ido creciendo hasta convertirse en una borrasca madura.



El frente frío alcanza al cálido. Empieza la oclusión, formándose el frente ocluido. El aire cálido empieza a estar mayoritariamente encima del frío.



El aire frío que empujaba y el empujado se han encontrado en un amplio frente ocluido. La perturbación está muriendo.



Es el final. Todo el aire caliente ha quedado arriba y el sector frío ocupa la superficie terrestre.

Reglas de Bjerknes:

-Sobre oclusiones:

1. La borrasca se profundiza antes de la oclusión ya que las energías térmica y cinética son crecientes.
2. Tras oclusión la borrasca se rellena porque desaparece la energía térmica y la cinética desaparece por rozamiento.

-Sobre el desplazamiento de las depresiones:

1. La dirección de la borrasca es la de las isobaras en su sector cálido.
2. Se traslada paralela a las isohipsas según la estructura sinusoidal de las ondas de Rossby.

Ondas de rossby: Son ondas que forman las isohipsas en altura, muy largas y con vientos del W que se forman en latitudes medias. Guardan relación con la corriente de chorro en la frontogénesis.

Frente secundario: Es un frente frío que se forma tras el frente frío principal por los cambios bruscos en la dirección del viento.

Familia de borrascas: El frente frío que viene tras la borrasca puede volver a ondularse engendrando otra B.

Vaguada: Baja presión. Isobaras abiertas en "V" casi paralelas. Valor de presión decreciente de fuera a dentro.

ANTICICLONES: A ó H, extensiones de Alta presión. El viento circula a su alrededor, la presión de las Isobaras crece hacia el centro. Viento en HN gira en sentido de agujas del reloj.

Fijos: Gradiente pequeño, Isobaras separadas. Ocupan Grandes extensiones. Favorecen niebla en bordes X diferencia de temperatura con capas adyacentes.

Móviles: Poca extensión. Participan de la trayectoria de las depresiones móviles, donde suelen hallarse.

Dorsal anticiclónica: Isobaras en "U" invertida. Valor de presión creciente de fuera a dentro.

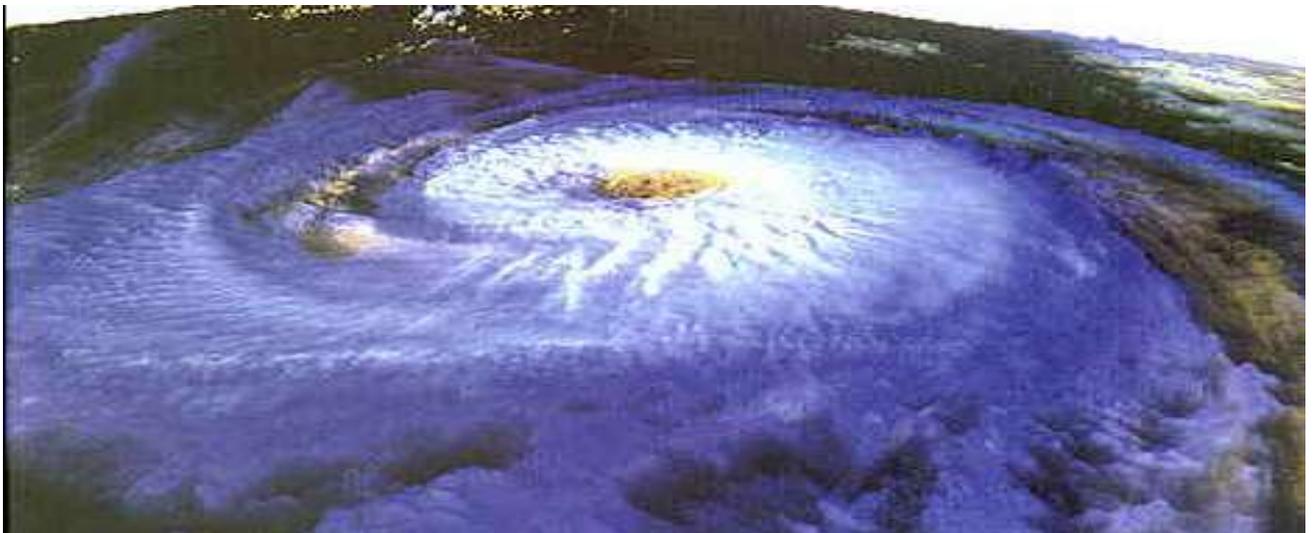
Gota fria: Borrascas aislada por masa polar embolsada en aire cálido. Procede de la rotura de la corriente de chorro al penetrar en latitudes bajas. No tiene frentes. Manifestaciones muy violentas.

Distribución de borrascas y anticiclones en la tierra: Borrascas en latitudes 0° y 60°. Anticiclones en 30° y Siberia.

1.11. CICLONES TROPICALES.

Perturbación producida por el giro de un fuerte sistema de vientos alrededor de un núcleo de bajas presiones en la ITCZ, formados por aire caliente homogéneo y con velocidad del viento creciente hacia su centro o vórtice.

Es un ciclón originado en los trópicos o subtrópicos, normalmente alrededor de un núcleo de bajas presiones en la zona de convergencia intertrópic, donde los alisios de ambos hemisferios convergen. Los ciclones tropicales están formados por aire caliente homogéneo, La intensidad del viento es creciente según se vayan acortando las distancias al núcleo y la dirección de giro es convergente en el sentido contrario al de las manecillas del reloj en el hemisferio Norte.



CARACTERÍSTICAS:

- No tienen frentes porque están constituidos por una sola masa de aire ecuatorial homogéneo.
- La energía de los ciclones tropicales proviene del calor latente de evaporación liberado por el aire muy húmedo al condensarse.
- La presión de los ciclones puede llegar a alcanzar los 930 mb.
- La situación geográfica y la época del año determinan su formación.
- La violencia de los ciclones es mucho mayor que la de las borrascas pudiendo alcanzar fuerza 12 en la escala Beaufort, y fuerza 9 en la mar.
- Los huracanes se deshacen al penetrar en tierra ya que, su fuente de energía, que es la humedad procedente del agua desaparece.
- Inicialmente, la trayectoria de los huracanes es de componente NW

| Diferencias entre | Ciclón tropical | Borrasca ondulatoria |
|--------------------------|---|---|
| Diámetro | 500 km | 2500 km |
| Forma | circular | elíptica |
| Frentes | no tiene (1 sola masa de aire cálido) | frío y cálido (2 masas de aire, una cálida y otra fría) |
| Energía | producida por calor de evaporación/condensación | producida por el contraste térmico |
| Mínimo de presión | 930 mb | 950 mb |
| Fuerza | hasta F12 | |
| Disipación | al llegar a tierra ó latitud alta | tras la oclusión |
| Trayectoria | NW (HN) ó SW (HS) | ENE (HN) ó ESE (HS) |
| Vórtice | de 15 millas de diámetro | no tiene vórtice |
| Altura | 15 km | 11 km |

| Denominaciones y clasificaciones | |
|---|-----------------------------------|
| Por zona | Por intensidad |
| Huracán: Caribe y Pacífico centroamericano | Onda tropical (<i>debil</i>) |
| Ciclón O Huracán del Índico: Indico | Depresión tropical (F7 <34 nudos) |
| Tifón ó Baguio: Mar de la China y Pacífico Oeste | Tormenta tropical (F9 <47 nudos) |
| Willy Willies: Norte de Australia | Huracán (F12 > 65 nudos) |

| Áreas y épocas de formación | | | |
|-----------------------------|-------------------------|-------------------|-------------|
| Verano y otoño | Atlántico (HN) | Primavera y otoño | Índico (HN) |
| | Este del Pacífico (HN) | | Índico (HS) |
| | Oeste del Pacífico (HN) | | |
| | Oeste del Pacífico (HS) | | |

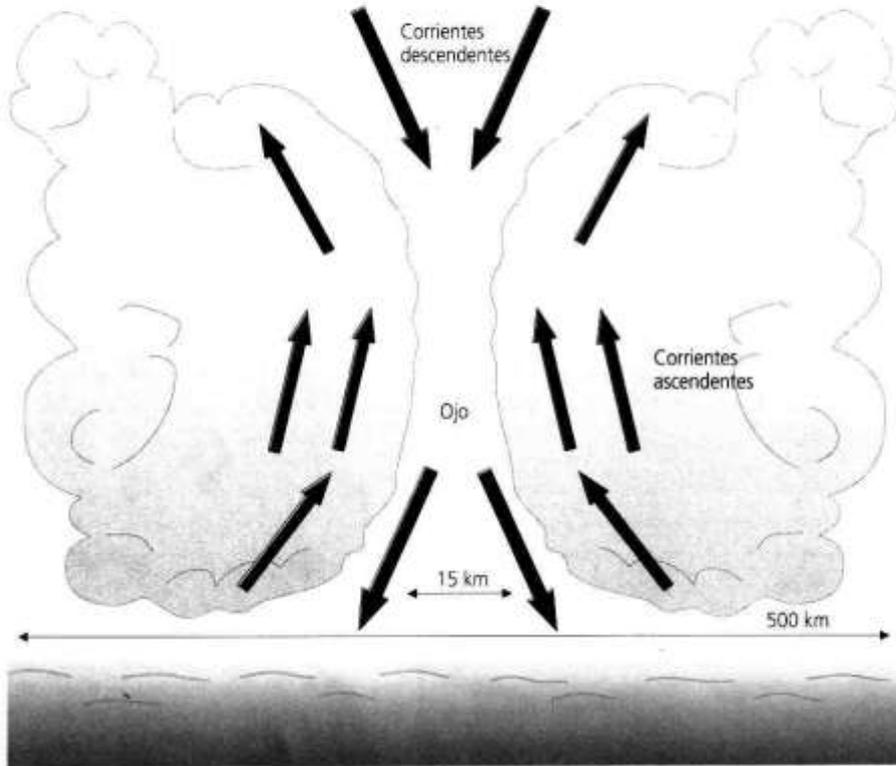
FORMACIÓN . *Circunstancias necesarias para su formación:*

- 1 baja presión en la ITCZ.
- 2 alta presión en altura (con vientos divergentes que facilitan la convección del aire caliente).
- 3 Alta temperatura del mar que favorece la evaporación.
- 4 Ausencia de viento (o viento débil) en superficie para facilitar las corrientes ascendentes.

DESARROLLO DE LOS CICLONES

Los ciclones funcionan como un motor que convierte su energía en movimiento. Necesitan enormes cantidades de humedad; es por esa razón que se desarrollan siempre sobre los océanos, nunca sobre tierra. El fuerte calor de las

latitudes tropicales eleva toneladas de agua del mar en forma de vapor que, al condensarse arriba en nubes, libera su energía. Todo ese calor liberado es aprovechado por el ciclón incipiente.



Sección vertical de un ciclón. El remolino adquiere suficiente violencia cuando el aire del núcleo es muy cálido y ligero, ello favorece las ascensiones, la succión y el giro del conjunto. Cuando llega a su madurez, el diámetro del ciclón es de unos 500 km por término medio.

FENÓMENOS IMPRESIONANTES

Los fenómenos atmosféricos que conlleva un ciclón son impresionantes: las nubes alcanzan casi siempre los 15.000 metros de altitud, las lluvias son torrenciales y los vientos huracanados son del orden de fuerza 11 a 12 de la escala Beaufort o más.

TEMPERATURA DEL MAR, SUPERIOR A 28 °C

Para que el remolino adquiriera suficiente violencia, el aire de su núcleo ha de ser muy cálido y ligero, de manera que pueda favorecer las ascensiones, la succión consiguiente y el giro del conjunto. Por tanto, la temperatura del mar ha de ser superior a los 28 °C, al menos en las zonas de formación. En esas circunstancias, el tiro de la chimenea ascendente puede ir prolongándose a expensas de nuevas cantidades de aire húmedo y cálido, que reemplaza al que se eleva, elevándose a su vez y repitiéndose el proceso ininterrumpidamente. Desarrollado y maduro, el diámetro del ciclón es, por término medio, de unos 500 kilómetros. Su estructura es la de una espiral nubosa que da vueltas alrededor de una pequeña área en la que el viento está en calma y el cielo está despejado; es el «ojo del huracán», de un diámetro entre 15 y 20 kilómetros.

Signos indicadores de la formación:

Primeros cirros, mar tendida sin coincidir con la dirección del viento, baja barómetro, aumenta fuerza del alisio.

Más tarde aparecen cúmulos, sube el viento, cae barómetro, mar gruesa, precipitación. Posteriormente temporal enorme, mar confusa. Tragedia.

Isobaras más juntas porque:

1. quedan a la derecha las zonas de altas presiones.
2. el vórtice no está en el mismo centro del ciclón, sino algo desplazado a la derecha.

El ciclón tiende a recurvarse a la derecha por la fuerza de Coriolis.

La velocidad es mayor ya que a la velocidad del viento hay que sumarle la velocidad de traslación.

Formación.

Al formarse una ondulación en la ITCZ, los alisios del HS que son de componente este, cruzan el ecuador, y al quedar afectados por la fuerza de Coriolis se desvían a la derecha, colaborando en el inicio del giro ciclónico de los vientos y creando una pequeña baja. La convergencia de ese sistema de vientos eleva el aire cálido y húmedo volviéndose muy fuerte la inestabilidad, y la condensación libera gran cantidad de calor que absorbe el ciclón. Su energía proviene de la liberación de calor procedente de la condensación del vapor. En el centro se forma un vórtice (chimenea de unas 15 millas) por donde asciende el aire que se va expandiendo y enfriando, lo que origina la fuerte condensación.

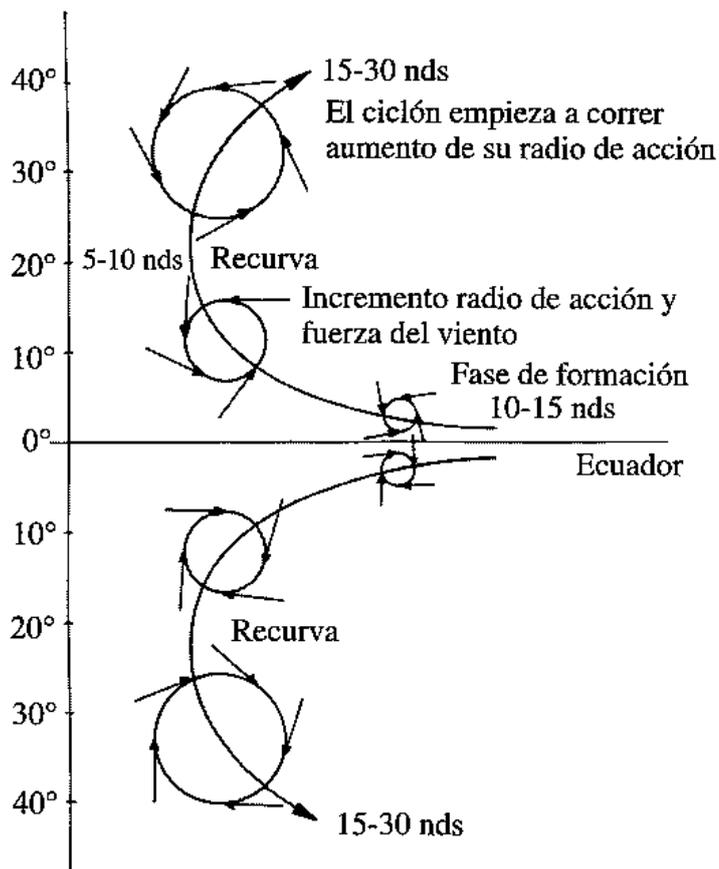


Fig. 1903
Trayectoria teórica de un ciclón tropical.

CICLO DE VIDA.

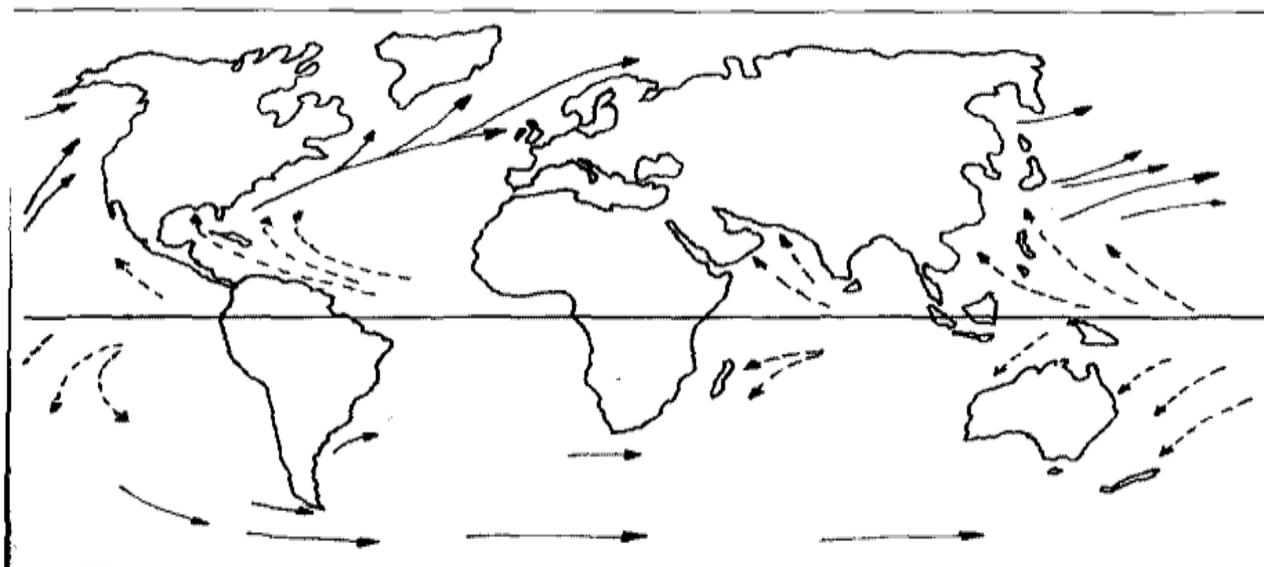
Formación: Baja en ITCZ ...

Desarrollo: Se ahonda la depresión y crece la fuerza del viento.

Madurez: Presión se estabiliza en 940 mb y vientos de 300 km en la proximidad del vórtice.

Vejez: Desciende la temperatura del agua ó penetra en tierra, convirtiéndose en borrasca tropical.

TRAYECTORIA. Parabólica en función del campo isobárico, evitando áreas de altas presiones. La fase de recurva es sobre los 20° (HN) y los 25° (HS). Tras la recurva pierden intensidad y se desplazan según el régimen general de vientos.



- - - - - ➔ Trayectoria de los ciclones tropicales
 ———— ➔ Trayectoria de los ciclones extratropicales

1.12.- CARTAS Y BOLETINES METEOROLÓGICOS, PREDICCIÓN.

PARTES METEOROLÓGICOS.

Para la previsión del tiempo, es necesario conocer la mayor cantidad de datos de las diferentes variables meteorológicas, observadas varias veces al día (normalmente cuatro) y simultáneamente en los diferentes puntos de la Tierra.

Por ello, a escala internacional y a través de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), se ha establecido una colaboración entre los países para constituir una red de observatorios meteorológicos que intercambien los datos necesarios para poder, en cada Centro Nacional difundir el estado actual del tiempo (análisis) y el futuro (predicción) correspondientes a sus zonas de responsabilidad. Toda esta información se transmite (boletines), mediante claves cifradas establecidas por la OMM o por radiofaxsimil.

Entre las variables meteorológicas a una hora y un lugar determinado podemos citar: La presión y la tendencia barométrica, la temperatura y su tendencia, la nubosidad, clase y altura de las nubes, la humedad, la dirección e intensidad del viento, visibilidad, diferencias de temperatura entre el aire y el mar, hielo y su espesor, y si es posible fotografías satélite de la zona. Con estos datos se confeccionan los mapas sinópticos.

BOLETINES METEOROLÓGICOS:

Se pueden clasificar en 5 grandes grupos:

Clase A.- Información Local. Las observaciones efectuadas en la propia zona costera. Se dan en lenguaje en claro.

Clase B.- Incluyen una o varias zonas meteorológicas. Partes de información y previsión del tiempo que se facilitan por onda media (2182 khz). Los servicios meteorológicos españoles

los emiten referidos a las zonas atlánticas de su competencia.comprenden:

- Avisos de temporal.
- Estado actual del tiempo.
- Previsión para las 12 horas siguientes.
- Avance de la previsión para las 24 horas siguientes.

Clase C.- Son partes referidos a la zona costera, con predicción valedera para todo el litoral. En España se emiten por onda media (2182 khz) y por VHF (anuncio en canal 16).

Incluye las 14 zonas de responsabilidad de España.

- Avisos de temporal.
- Estado actual del tiempo en todas las zonas.
- Avance de la previsión para las 24 horas siguientes.

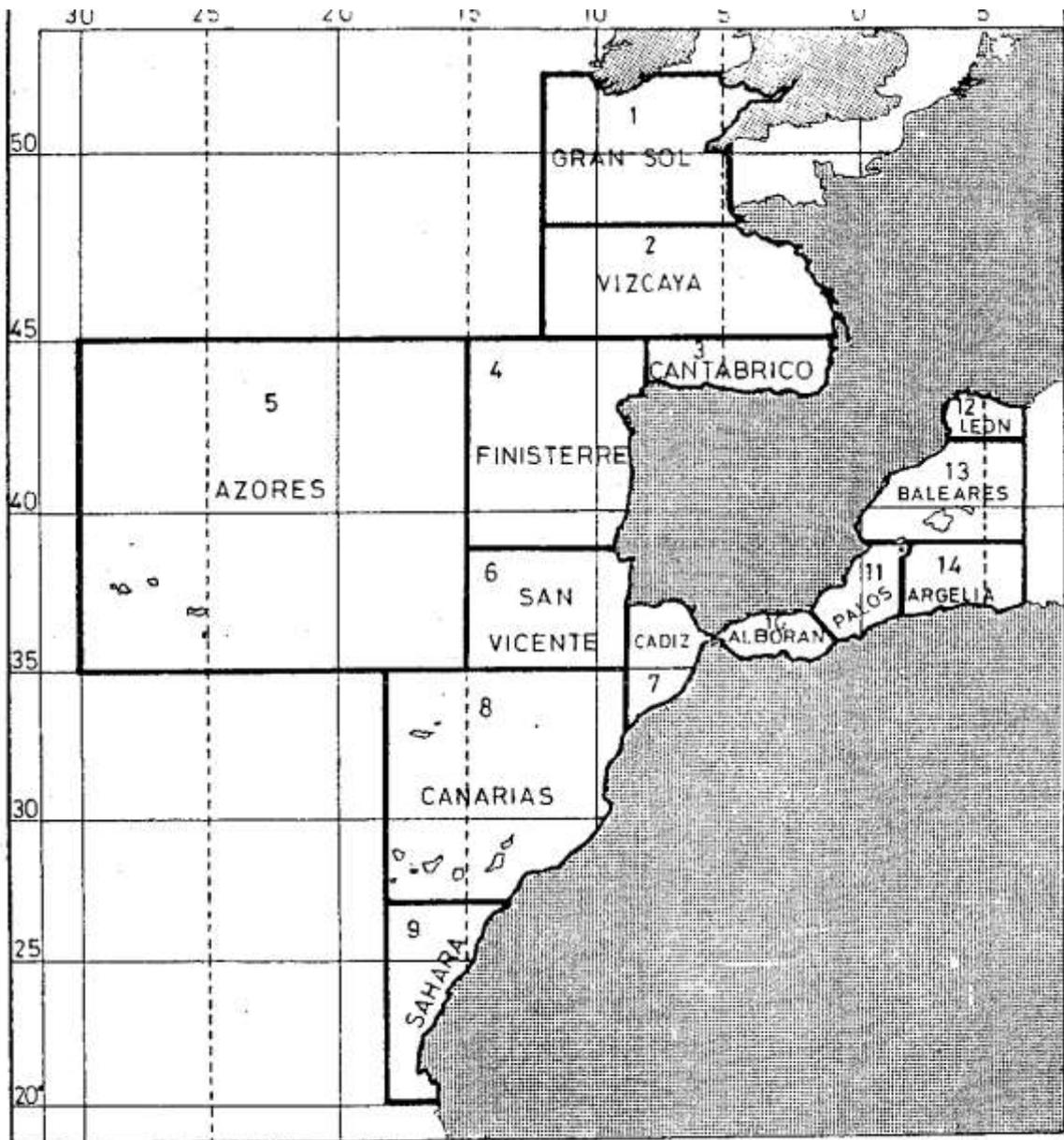
Clase D.- Para la navegación de altura. Estos boletines se redactan por la Sección Marítima del Instituto Nacional de Meteorología, y su estructura es la siguiente:

- Aviso de temporal para las 14 zonas (en claro).
- Situación general en el área determinada por los paralelos de 20° N y 50° N, y los meridianos de 10°E y 35°W (en claro).
(Situación de las borrascas y anticiclones así como su desplazamiento).
- Predicción para las 24 horas siguientes, en las 14 zonas (en claro).
- Parte FM6ID - MAFOR. (El lenguaje en claro utilizado es el inglés y el castellano. (Este parte, cifrado por medio de una simple clave internacional, permite conocer el estado del tiempo a los que desconozcan los idiomas citados)
- Parte FM46D - IAC FLEET. (Este parte, cifrado en clave internacional, permite dibujar la situación meteorológica del día: bajas, anticiclones, frentes e isóbaras.)

Boletines de Radio Nacional de España.

La Sección Marítima del Instituto Nacional de Meteorología prepara diariamente unos boletines para la navegación costera, que se transmiten en el primer programa de varias emisoras de radio Nacional de España.

Zonas meteorológicas de responsabilidad española.



Zonas marítimas para servicios meteorológicos

* EJEMPLO DE BOLETÍN PARA LA NAVEGACIÓN DE ALTURA (Sin el parte IAC-FLEET)

Instituto Nacional de Meteorología. Información para la marina.
Boletín de información meteorológica marítima.
Día 7 de noviembre de 1.995 a las 00,00 UTC.

1. Aviso a las 00 UTC del día 07 de noviembre de 1.995.

Intervalos de temporal del NW en el Golfo de León, extremo Este de Balcares y Argelia.

2. Situación a las 00 UTC del día 07 y evolución:

Baja relativa de 1015 sobre el mar Adriático. Anticiclón de 1036 en 42N 06W

3. Predicción válida hasta las 00 UTC del 08-11-95

GRAN SOL.- W 6-8 rolando a SW. Aguaceros. Moderada. Mar gruesa aumentando a muy gruesa. MAFOR 16648.

VIZCAYA.- SW 5-6 en el extremo suroccidental. Moderada. Fuerte marejada aumentando a mar gruesa en la mitad Norte. MAFOR 16520.

CANTÁBRICO.- W 3-4. Moderada. Marejada. MAFOR 16610.

FINISTERRE.- Vrble. 2-3 en la mitad Norte y NE 4-5 amainando a 3-4 en el resto. Moderada, Marejada con fuerte marejada en la mitad Sur. MAFOR 16110.

SAN VICENTE.- NE 4-5 y 6 en el extremo suroriental. Buena. Fuerte marejada. MAFOR 16120.

AZORES.- SE 5-7 amainando a 4-5. Moderada. Mar gruesa disminuyendo a fuerte marejada. MAFOR 16320.

CANARIAS.- NE 4-5. Buena. Fuerte marejada. MAFOR 16110.

GOLFO DE CÁDIZ.- NE 5-6 con E 7-8 en el Estrecho. Moderada. Fuerte marejada con mar gruesa en el Estrecho. MAFOR 16130.

ALBORÁN.- E 3-4 con 7-8 en el Estrecho. Moderada. Fuerte marejada con mar gruesa en el Estrecho. MAFOR 16210.

PALOS.- NE 3-4. Moderada. Marejada. MAFOR 16110.

ARGELIA.- N 3-4 con NW 6 en el extremo nororiental amainando a N 3. Moderada. Fuerte marejada con mar gruesa en el extremo oriental. MAFOR 16810.

BALEARES.- NW 3-4 en la mitad occidental y NW 6-7 en el resto amainando a N 3-4. Moderada. Marejada con mar gruesa en la mitad oriental disminuyendo. MAFOR 16720.

GOLFO DE LEÓN.- NW 6-7 amainando al final a NW 3-4. Moderada. Mar gruesa disminuyendo a marejada al final. MAFOR 16730.

14. INTERPRETACIÓN DE CARTAS METEOROLÓGICAS.

| VIENTO | |
|---|-------------------------|
|  | del E y 5 nudos |
|  | del SE y 15 nudos |
|  | del W y 25 nudos |
|  | del SW y 35 nudos |
|  | del W y 50 nudos |
|  | del W y 65 nudos |

En los cuadros siguientes se muestran los símbolos más utilizados en las cartas meteorológicas. En los centros meteorológicos, cada estación que les transmite información se representa por un círculo alrededor del cual y mediante una metodología establecida, se colocan los símbolos correspondientes a la información recibida.

VIENTO. El viento se representa como una flecha que "vuela" con el círculo. La dirección viene representada por la posición de la flecha respecto al círculo.

Su intensidad se representa por **bárbulas** y **banderolas** de acuerdo con la siguiente clave:

* Hemisferio Norte: bárbulas y banderolas a la izquierda del vástago que representa su dirección.

* Hemisferio Sur: bárbulas y banderolas a la derecha del citado vástago.

Bárbula corta: 5 nudos. Bárbula larga: 10 nudos. Banderola: 50 nudos

FRENTE

- * **Frente cálido.** Línea gruesa con semicírculos en la dirección de avance del frente. Si se dibuja en colores, se pintará de rojo.
- * **Frente frío.** Línea gruesa con triángulos en la dirección de avance del frente. En colores, se pintará de azul.
- * **Frente ocluido.** Línea gruesa con triángulos y semicírculos dibujados al mismo lado de la línea y en la dirección de avance del frente. En colores, se pintará de color violeta o alternativamente azul y rojo.
- * **Frente estacionario.** Línea gruesa con triángulos y semicírculos dibujados y a distinto lado de la línea. Mismos colores que el frente ocluido.

| FRENTE | Rojo | Azul |
|--------|-----------------------|------|
| | Caliente | |
| | Frio | |
| | Ocluido caliente | |
| | Ocluido frío | |
| | Ocluido, sin precisar | |
| | Estacionario | |

- * **Otros meteoros.** Los cuadros nos muestran las claves empleadas para representar otro tipo de meteoros y que, a veces, acompañan a los mapas del tiempo.

| NUBOSIDAD | Octavas partes |
|-----------|-------------------------|
| | |
| 0 | 1 |
| | |
| 4 | 5 |
| | |
| 6 | 7 |
| | |
| 8 | 9 ... el cielo no se ve |

FENOMENOS METEOROLOGICOS

| | | | |
|--|------------------|--|----------------------------|
| | Niebla | | Nebolina o bruma |
| | Calima | | Tempestad de polvo o arena |
| | Lluvia | | Llovizna |
| | Rocío | | Escarcha |
| | Granizo | | Pedrisco |
| | Helada | | Cancellada |
| | Lluvia helada | | Nieve |
| | Chubasco | | Chubasco de viento |
| | Tromba o tornado | | Tormenta |
| | Ventisca | | |

EJEMPLOS:

Decir la situación meteorológica que tienen los barcos situados en los puntos "X", "Y" y "Z" de la

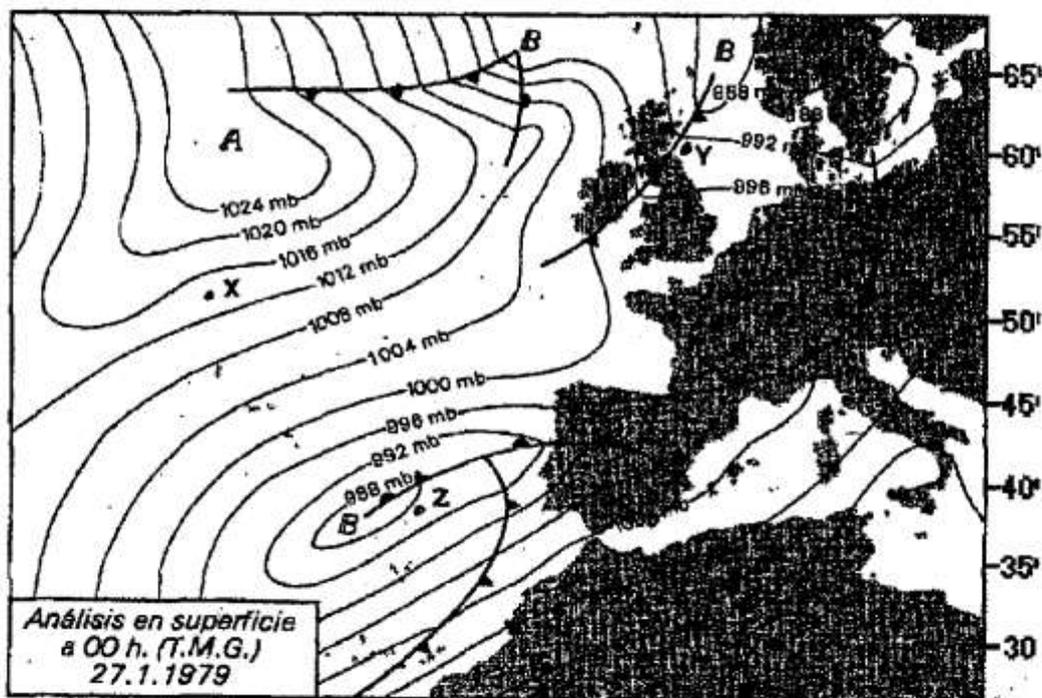


figura siguiente.

PUNTO "X"

Este punto se encuentra bajo la influencia del anticiclón situado en 60° de latitud. Tendrá el tiempo siguiente:

Presión: 1.014 mbs.

Viento: NE

Intensidad: latitud del punto, 50°. Separación entre isóbaras **alternas**, 5°

($v = 100:N$) $v = 100:5 = 20$ nudos (Fuerza 5 de la escala Beaufort)

Nubosidad: Ninguna

Precipitaciones: No

Visibilidad: Regular

Estado de la mar: Fuerte marejada (Grado 4 de la escala de Douglas)

PUNTO "Y"

Este punto se encuentra bastante próximo a un frente frío, dentro de una masa cálida. El tiempo que tiene es:

Presión: 993 mbs.

Viento: WSW

Intensidad: latitud del punto, 59°. Separación entre isóbaras **consecutivas**, 3,5°

($v = 35,2:N.\text{sen } l$) $v = 35,2:3,5.\text{sen}59 = 11,7$ nudos (Fuerza 4)

Nubosidad: Cumulonimbos

Precipitaciones: Lluvia

Visibilidad: De regular a mala.

Estado de la mar: Marejada (Grado 3)

PUNTO "Z":

La situación meteorológica de este punto está determinada por la proximidad de la borrasca. Si consideramos que la distancia al centro de la baja es de unos 3° (324 kms.), el punto está en la "cabeza" de la depresión y su tiempo es:

Presión: 990 mbs.

Viento: SSW

Intensidad: latitud del punto, 38°. Separación entre isóbaras alternas, 3°
(v = 100:N) v = 100:3 = 33,3 nudos (Fuerza 7/8)

Nubosidad: Cirros, cirrostratos.

Precipitaciones: No

Visibilidad: Buena

Estado de la mar: Muy gruesa/Arbolada. (Grado 7/8)

INTERPRETACIÓN DEL MAPA METEOROLÓGICO; PREDICCIÓN DEL TIEMPO:

A la vista de una carta meteorológica o baranal, se puede efectuar un diagnóstico sobre el estado actual del tiempo. Para ello, analizaremos las siguientes variables:

* **Presión.** Se interpolará entre las dos isóbaras en que se encuentre el buque.

* **Viento.**

Dirección. Corresponderá a la de las isobaras, desfasadas unos 30° hacia fuera si el viento es anticiclónico o hacia dentro si el viento es ciclónico; Recuérdese que el sentido de giro es como el de las agujas del reloj para los anticiclones en el hemisferio Norte (contrario en el Sur) y en sentido contrario a las agujas del reloj para las borrascas en el hemisferio Norte (mismo sentido en el Sur).

Intensidad: Cuanto más cercanas las isobaras, mas fuerte será el viento.

* **Nubosidad.** Tendremos en cuenta nuestra posición con respecto a los frentes fríos, cálidos, ocluidos, y centros de bajas. Si nos encontramos en zona de altas presiones, no habrá nubes.

* **Precipitacione y Visibilidad,** igual que el apartado anterior.

***Estado de la mar:** Dependerá de la intensidad del viento y del tiempo que ha estado soplando en la misma dirección.

***Desplazamiento de los frentes:** velocidad de 20 a 30 nudos y dirección ENE, en el h. Norte.

***Isobaras en V:** En un frente cálido habrá lluvias persistentes seguidas de tiempo apacible. En un frente frío habrá turbonadas seguidas de tiempo claro y frío. Si se trata de un frente ocluido habrá mucha nubosidad.

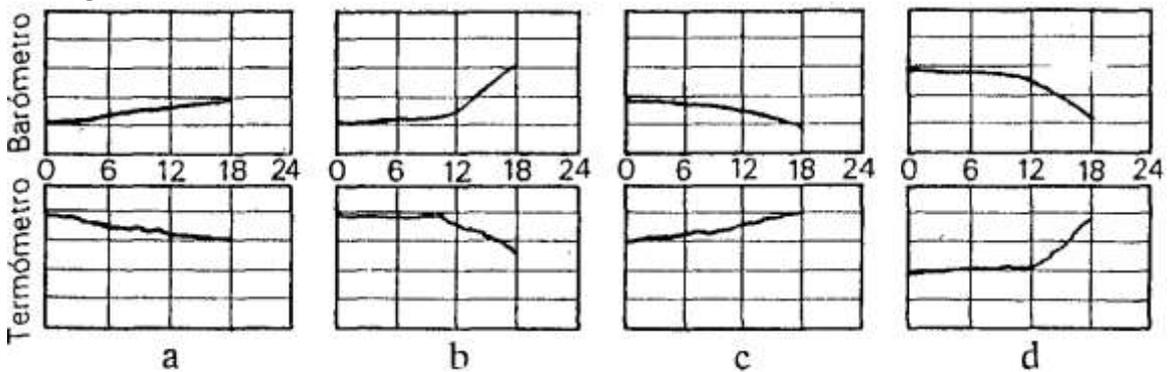
PREVISIÓN CON BARÓMETRO Y TERMÓMETRO: Nos sirve si analizamos su tendencia en el tiempo, sobre todo del barómetro:

Observación del barómetro:

- Las subidas, tendencia a mejorar vientos del polo elevado. Las bajadas, tendencia a empeorar vientos del polo depresso.
- Las subidas lentas y suaves (menos de 0,4 mm por hora) indican tendencia a la mejoría duradera con vientos moderados (a).
- Las subidas acusadas y rápidas (más de 0,6 a 1 mm por hora) suelen corresponder con vientos fuertes, chubascos y precipitaciones aisladas.
- Las bajadas lentas y suaves (menos de 0,4 mm por hora) indican tendencia a empeorar de forma duradera y con vientos moderados (c).
- Las bajadas acusadas y rápidas (más de 0,6 a 1 mm por hora) suelen corresponder con vientos fuertes, chubascos y precipitaciones abundantes.(d)
- Si la presión se mantiene fija (sin variar durante cinco o seis horas), el tiempo será constante.

Observación del barómetro y el termómetro:

Reglas de Gachons: colocando arriba la lectura del barógrafo y bajo la lectura del termógrafo:



Ejemplos de predicción a las 18-00 horas de acuerdo con el texto

Las curvas se alejan lentamente (a): situación anticiclónica y tendencia a mejorar.

Las curvas se alejan rápidamente (b): Buen tiempo de poca duración.

Las curvas se acercan lentamente (c): situación borrasca y tendencia a empeorar, se aproxima una borrasca.

Las curvas se acercan rápidamente (d): mal tiempo en breve, se aproxima una borrasca profunda.

Se mantienen paralelas: permanece el tiempo como esta.

2.- OCEANOGRAFÍA



2.1.- CORRIENTES MARINAS.

2.1.1. CAUSAS QUE LAS PRODUCEN:

Las corrientes marinas son desplazamientos de grandes masas de agua debido a:

- * Diferente densidad de las aguas.
- * Empuje del viento.
- * Mareas.
- * Diferentes alturas de los océanos.

Las corrientes se clasifican:

- * Según su localización: oceánicas, costeras y locales.
- * Según su profundidad: superficiales, intermedias y profundas.
- * Según su temperatura: calientes, templadas y frías.
- * Según su duración: permanentes, estacionales y accidentales.

Las corrientes marinas están sometidas a la aceleración de Coriolis que hace que cualquier móvil, en el hemisferio Norte, se desplace hacia la derecha (hacia la izquierda en el hemisferio Sur) con mayor intensidad cuanto más cercano se encuentre a los polos.

La gran cantidad de energía que transporta en forma de calor o frío, ejerce mucha influencia en el clima del área por donde pasa. Por ejemplo, la corriente cálida del Golfo, que baña la costa gallega y portuguesa, hace que en Vigo (42° N) se tengan inviernos suaves mientras que en Nueva York (41° N), bajo la influencia de la corriente fría del Labrador, se hielan. Casi todas las corrientes engendran contracorrientes locales o generales, de igual o diferente temperatura que la principal, superficiales o profundas.

Una vez constituido un flujo o corriente de agua de dirección e intensidad constante se considera que es una corriente general o principal. Esta corriente puede sufrir desviaciones en su trayectoria al chocar contra un continente, por efecto de la rotación de la Tierra o por

los vientos, creando corrientes derivadas que generalmente se desvían hacia la derecha en el hemisferio norte y hacia la izquierda en el sur. Como ejemplo típico podemos considerar la corriente ecuatorial del norte, que es una corriente

de deriva creada por los vientos alisios del NE. Al llegar a las Antillas se curva hacia la derecha pasando por el este de las Bahamas. Esta corriente es una corriente derivada que se junta con la corriente del Golfo, formando el *Gulf Stream*. Esta corriente es una corriente de conexión,

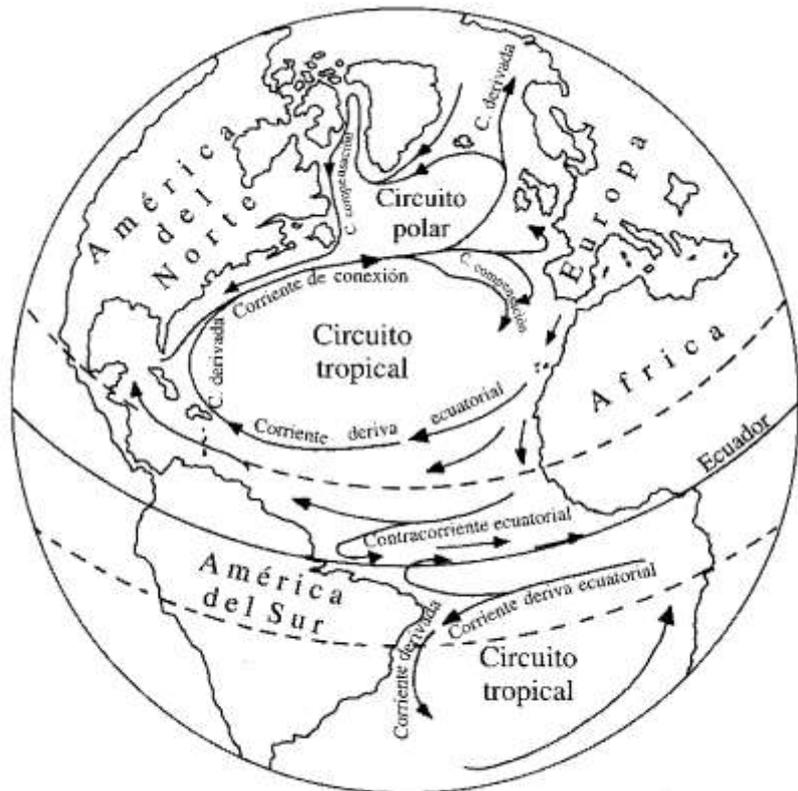


Fig. 2101
Corrientes marinas.

El *Gulf Stream* en alta mar de las costas europeas se ramifica y una de ellas crea una corriente de compensación, de dirección sur, que enlaza con la corriente ecuatorial del norte formando el circuito tropical, de sentido de rotación igual a las agujas del reloj.

La otra rama del *Gulf Stream* se dirige hacia el NE, creando una corriente derivada, que se juntará con la corriente de Groenlandia y la del Labrador, creando una corriente de compensación. Se habrá formado el circuito polar, con sentido de giro contrario a las agujas del reloj.

El circuito tropical del hemisferio sur tiene el sentido de rotación antihorario.

Las corrientes pueden ser frías cuando la masa de agua en movimiento es más fría que el resto circundante; esto puede ser debido a una corriente procedente del circuito polar, con aguas muy frías y transportando hielos en su seno.

Se puede crear una corriente de agua fría ocasionada por la afloración de aguas abisales, como ocurre con la corriente de Canarias.

La corriente caliente procede de zonas ecuatoriales y tropicales de mucho calor, que discurre entre aguas más frías. Es el caso de la Corriente del Golfo o *Gulf Stream*, o la Corriente de Kurohio en el Pacífico Norte.

Los contrastes entre una corriente fría y otra caliente, como es la del Labrador y el Gulf Stream, en el Banco de Terranova, ocasionan nieblas al superponerse el aire caliente y húmedo de la corriente caliente sobre el aire frío de la corriente fría, formando la niebla de mar.

Otra clasificación de las corrientes puede ser como corrientes litorales, que bordean las costas, corrientes pelágicas, de alta mar y corrientes submarinas que son aquellas que van por el fondo o a una determinada cota de la superficie, tales como las de salida del Mediterráneo al Atlántico en el Estrecho de Gibraltar.

CONTRACORRIENTES.- Son corrientes que van en sentido contrario de la principal y su origen puede ser debido al choque contra algún punto determinado de la costa y que por su orientación la desvía de la principal tomando otra dirección opuesta. Esto ocurre al chocar la corriente principal contra un cabo y parte de ella se desvía del flujo general creando una circulación muy cerca de la costa y en sentido opuesto de la que llevaba antes.

Otra causa puede ser el choque contra un continente de dos corrientes de deriva recurvando ambas hacia el interior y creando un flujo en dirección opuesta de las anteriores. Tal ocurre con las corrientes ecuatoriales del norte y del sur que al chocar contra las costas brasileñas crean la contracorriente ecuatorial del Atlántico, de rumbo este. O bien, la contracorriente ecuatorial del Pacífico creada por el choque a la altura de Nueva Guinea de las corrientes ecuatoriales del norte y del sur.

Como ejemplo, la contracorriente que de forma al chocar la corriente del Estrecho con el Cabo de Gata, crea un flujo muy cerca de la costa de rumbo oeste, que se aprovecha por los barcos que van en demanda del Estrecho.

2.1.2. ORIGEN DE LAS CORRIENTES:

- a) **Por cambios de densidad**, debido a variaciones de temperatura y salinidad de las masas de agua. Si se evapora el agua de la superficie se vuelve más salada, más densa. Si recibe agua de precipitaciones o de ríos, el agua de la superficie se vuelve menos densa.
- b) **Corrientes de arrastre**, por acción del viento sobre el agua superficial del mar.
- c) **Corrientes de gradiente**, por la diferencia de presiones debidas a una inclinación que se produce en el nivel del agua al encontrarse dos masas de agua de distinta densidad (A.-Bajan el nivel y B.-Suben el nivel)
- d) **Corrientes de marea**, debidas al fenómeno de las mareas, causadas por las atracciones de las masas de agua por el sol y la luna.

Todas las corrientes están afectadas por la fuerza de Coriolis, por lo que sufren una desviación hacia la derecha en el h. Norte. También influyen en su trayectoria el perfil de las costas y la configuración de los fondos.

Casi todas las corrientes generan contracorrientes, que van en sentido contrario a la principal y pueden ser debidas al choque contra la costa con el consiguiente desvío o choque de dos corrientes de deriva contra la costa, creando un flujo en dirección opuesta.

Para medir las corrientes en su dirección e intensidad se usa los correntómetros.

2.1.3. CORRIENTES DE MAREA.



La variación del nivel de las agua genera unas corrientes importantes, sobre todo en lugares estrechos y de poco fondo, donde suelen adquirir grandes velocidades al coincidir con estrechamientos en los cauces debido a la orografía submarina.

En un canal, la velocidad del agua es máxima en el centro y mínima en las orillas, donde en muchos casos, se crea una contracorriente. También es mayor en las partes cóncavas que en las convexas.

A las corrientes de marea se las suele llamar de flujo y reflujó, según sea entrante la marea o vaciantes. Son periódicas y alternativas. Se alternan cada 6 horas y 12 minutos. Como ejemplo tenemos las corrientes de marea del Mar del Norte y las del Estrecho de Gibraltar.

2.1.4. PRINCIPALES CORRIENTES DEL MUNDO:

ATLÁNTICO NORTE.

La Corriente Ecuatorial del Norte, de deriva o de arrastre, se origina a la altura de las Islas de Cabo Verde y se dirige al W empujada por los vientos alisios. Su intensidad 0,5 a 1 nudo.

A la altura del Amazonas se recurva hacia el WNW. Su intensidad 1,5 nudos y a la altura de las Guayanas toma este nombre. A la altura de Trinidad y Tobago se divide; una de estas ramas se dirige hacia el este de las Antillas tomando este nombre. La otra rama penetra en el Golfo de Paria por el paso de la Sierpe, que separa la isla de Trinidad del continente. Esta corriente es intensa al ser reforzada por la corriente de marea.

Parte de la Corriente de las Antillas penetra en el Caribe por las Antillas de Barlovento formadas por Antigua, Guadalupe, Martinica, Barbados y otras, que al unirse con el flujo del paso de la Sierpe forman la Corriente del Mar Caribe, con intensidad de 1 a 2 nudos.

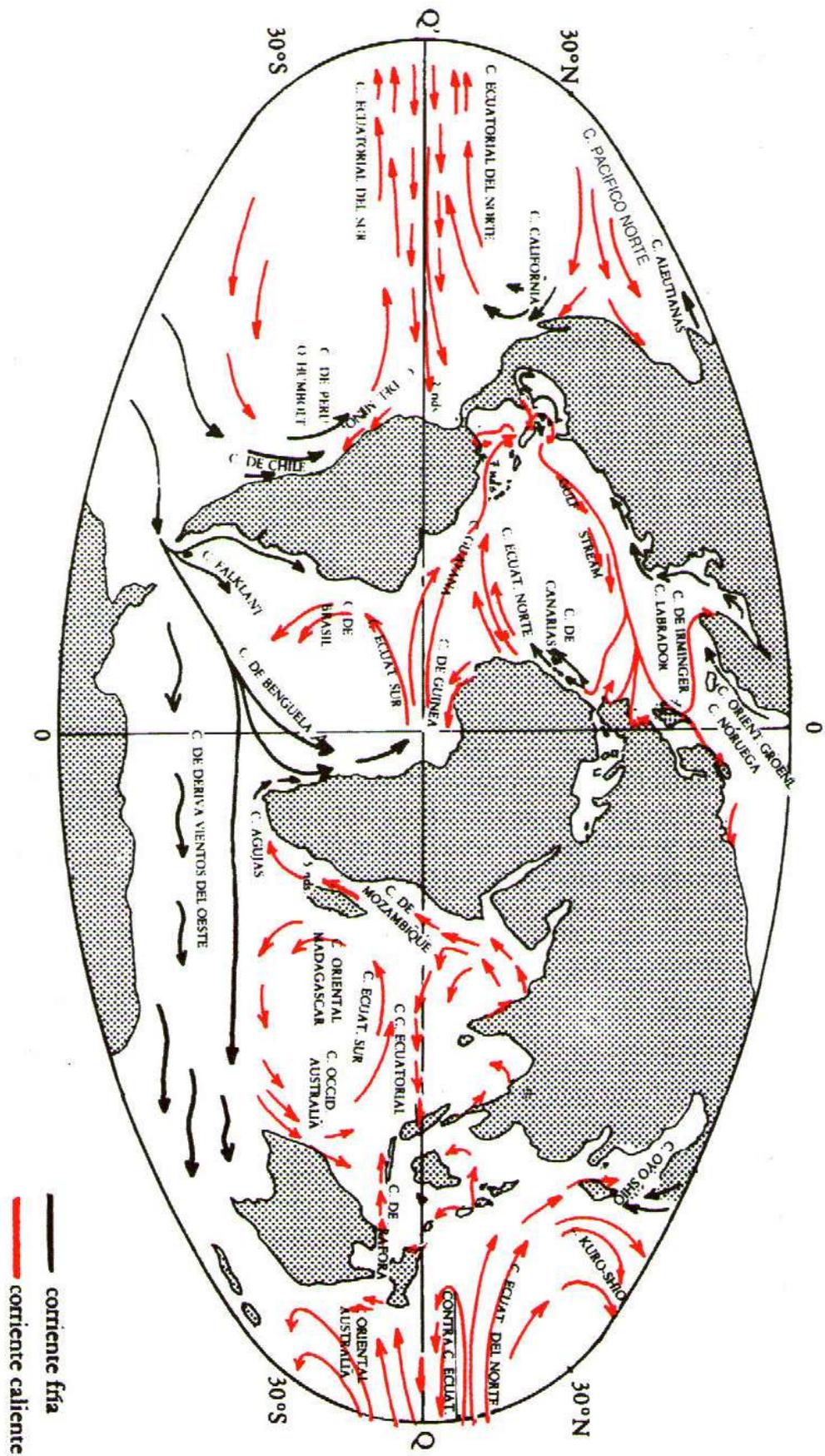
La Corriente del Mar Caribe se dirige hacia el canal de Yucatán, pasando antes entre el Cabo Gracias a Dios en Honduras y la isla de Jamaica. Al llegar a Yucatán su intensidad es de 3 a 4 nudos. Desde este canal una rama se dirige hacia el oeste del Golfo de Méjico y recurvando hacia el este de la desembocadura del río Missisipí. Las otras ramas después de pasar el Cabo de San Antonio, en la isla de Cuba, recurvan hacia el estrecho de Florida. Este estrecho da salida al enorme flujo que ha entrado en el Golfo de Méjico, por lo que se crea una gran corriente de salida hacia el Atlántico de aguas muy calientes de intensidad de 2 a 5 nudos conocida como Corriente de Florida.

Una rama de la Corriente de las Antillas se dirige hacia el norte de Puerto Rico pasando por el norte de la República Dominicana y la isla de Cuba, formando la Corriente de Bahamas, que se juntará con el flujo general de la Corriente de Florida.

La corriente que sale del estrecho de Florida recibe el nombre de Corriente del Golfo o *Gulf Stream*, que toma rumbo norte hasta la altura de Cabo Hatteras en que su intensidad es de 4 nudos y se curva hacia el NE. siguiendo el círculo máximo hacia Europa. En el Cabo Cod su intensidad es 2 nudos y en el Banco de Terranova 1 nudo.

En Cabo Hatteras se forma una contracorriente de dirección sur que entra en el Golfo de Méjico.

En el Banco de Terranova se produce el choque de la Corriente de Labrador, de dirección S. y SW.. de aguas muy frías, con la Corriente del Golfo haciendo que aquélla desplace a ésta hacia el sur y pasando parte de ella por debajo de la corriente caliente creando meandros o hileros, que se van entrelazando como dedos, de corrientes frías y calientes ideales para el crecimiento del plancton que alimenta a los bancos de pesca de Terranova.



Principales corrientes del mundo.

El contraste de temperaturas es grande y propicia aparición de niebla al colocarse una masa de aire caliente y húmedo sobre otra de aire frío. La separación de ambas corrientes coincide con el frente polar.

Esta zona es el límite sur medio de los hielos flotantes que bajan con la Corriente de Labrador.

Pasado Terranova la Corriente del Golfo toma el nombre de Corriente del Atlántico Norte, de dirección NE. y 1 nudo, en el meridiano de longitud 20° W se forman varios meandros o hileros de corrientes calientes. El de más al norte se dirige hacia Islandia (Corriente de Irminger) caliente. El segundo forma la Corriente de Irlanda y luego la Corriente de Noruega, también calientes.

Otra rama se dirige hacia Galicia y en alta mar una rama se dirige hacia el norte peninsular formando la Corriente de Rennell, que bordea el Golfo de Vizcaya y sale por Brest. La rama sur forma la Corriente de Portugal, de rumbo S.

Esta corriente se dirige hacia el sur y favorecida por los vientos alisios atraviesa el Archipiélago Canario como corriente fría debido a la afloración de aguas abisales en la costa marroquí formándose la Corriente de Canarias, fría y de gran abundancia de plancton que alimenta al banco sahariano.

La Corriente de Canarias cierra el circuito tropical de la corriente del Atlántico Norte.

La Corriente de Irminger al bordear las costas orientales de Groenlandia se junta con la Corriente oriental de Groenlandia, unos hileros fríos y otros calientes ambos bordean el Cabo Farewell y se dirige hacia el norte creando la Corriente occidental de Groenlandia, caliente hasta aproximadamente el círculo Glacial Artico. Sigue rumbo N. bordeando la bahía de Baffin, ya como corriente fría, recurva hacia el S. por el este de la isla de Baffin y península de Labrador, tomando el nombre de Corriente de Labrador, de aguas muy frías. Esta corriente cierra el circuito polar Atlántico.

La Corriente de Labrador bordea la costa sur de Terranova y Nueva Escocia llegando hasta Nueva York. Debido a su baja temperatura altera enormemente el clima costero que debe soportar temperaturas muy frías.

CORRIENTES EN EL MEDITERRANEO.

Corrientes en el Estrecho de Gibraltar.- La corriente oceánica que emboca el Estrecho va del Atlántico al Mediterráneo para compensar el menor nivel de éste debido a la gran evaporación y a la poca recuperación de aguas del litoral mediterráneo. Así que, superficialmente se entabla una corriente constante de dirección E. y el flujo sobrante, al ser más densa, saldrá hacia el Atlántico por el fondo del Estrecho de Gibraltar.

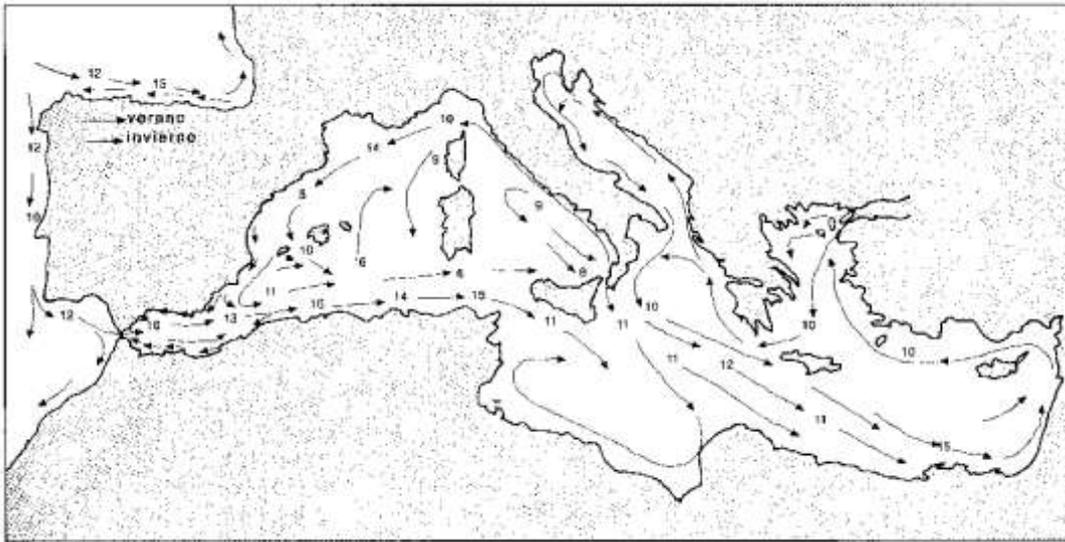
La corriente del Estrecho se ve acelerada por los vientos del W., o ponientes, frecuentes en la zona, aumentando la intensidad de la misma. A la altura de Tarifa la corriente alcanza su mayor intensidad de 2 nudos, que será incrementada si los vientos son del W. y disminuida si son del E.; también se verá incrementada con la corriente de marea, que cuando sea a favor, la corriente puede llegar a alcanzar intensidades de 4 a 5 nudos.

Por las márgenes de la corriente general, se forman fajas o reversas a distintas distancias de la costa española y marroquí, en las cuales habrá una corriente de marea de dirección W. que dependerá de la pleamar en Tarifa.

Las cartas llevan dos reversas, la A y la B en la costa española, y la A y la C en la costa marroquí.

En el Estrecho de Gibraltar se forman hileros de corriente que pueden llegar a ser peligrosos para la navegación a vela; se pueden encontrar en Cabo Trafalgar, los bajos de la Aceitera, en Piedra Piles, Banco de Trafalgar, Placer de Meca, en el Bajo de los Cabezos, en la Perla, en el Banco del Fénix, en la Piedra del Almirante, etc. Estos hileros se producen al chocar la corriente en los bajos. Se ven de lejos durante el día, pues forman franjas en que el agua parece que hierve formando rizado de la superficie y el agua toma una tonalidad oscura.

Corrientes en el Mediterraneo,- La corriente del Estrecho al llegar a la altura de Punta Europa, de dirección E., favorecida por la costa africana, llega hasta Cabo Bon, en Túnez.



A la altura de Cabo de Gata una rama de la corriente general se desvía hacia el ENE. y al NE. siguiendo la configuración de la costa hacia el N.

Con vientos del W. y SW. se entabla una corriente que toma dirección NE. desde el Cabo de Gata hasta las costas catalanas y francesas. Con vientos del cuarto cuadrante desvían esta corriente hasta la costa africana con rumbo SE. y E.

Una parte de la corriente choca contra el Cabo Tres Forcas y se produce una contracorriente hacia el W. bojeando la costa marroquí hasta Ceuta con una intensidad de 1 nudo aprox. Lo mismo ocurre en la costa argelina en donde se forma una contracorriente de dirección W.

La dirección de la corriente, forma un circuito en el sentido contrario a las agujas del reloj, en su recorrido por el norte de África llega hasta Port-Said, remontando al norte por la costa israelí y libanesa, choca en las costas turcas y toma dirección W por el norte de Chipre hasta el Mar Egeo en que toma dirección N. Al N. del Mar Egeo esta corriente choca con la corriente S. con intensidad de 3 a 5 n. procedente del Mar Negro.

Las dos corrientes se unen y bojean la costa oriental de Grecia y sus islas, pasando por el norte de Creta. Pasada esta isla una rama se dirige hacia el N. bojeando la costa Dálmatia y otra hacia el S., uniéndose a la dirección general de la corriente del E.

La rama norte sigue por las costas de Albania y de Yugoslavia, en el Adriático, pasa frente a Venecia y recurva hacia el sur bordeando toda la costa oriental italiana. Al llegar al sur de Italia y Sicilia, toma dirección SE.

En el estrecho de Mesina hay una dirección general poco apreciable hacia el S. y se produce una corriente de marea de flujo en dirección N. y un reflujó en dirección S. La altura de la marea apenas alcanza los 30 cm. en mareas vivas.

De la corriente general del Estrecho de Gibraltar, una rama pasa por el norte de Sicilia y recurva hacia el N. y NW. bordeando toda la costa occidental italiana, pasa por el Golfo de Génova y toma la dirección SW. en la Costa Azul, pasa por las Islas de Levante y atraviesa el Golfo de León, el Cabo de San Sebastián, Costa Brava, Golfo de Valencia y Baleares, y al llegar al Cabo de Gata, se ramifica en dos direcciones, una hacia el W., por las costas de Almería, Málaga y Tarifa, saliendo al Atlántico, y la otra rama se incorpora a la corriente general, cerrándose así el circuito.

Con vientos del cuarto cuadrante la corriente de la costa catalana y del Golfo de Valencia, atraviesa el Mar Balear y se incorpora a la dirección general de la corriente algo más al norte. Con viento del NE., la corriente del Golfo de León baja por la costa catalana, pasa pegada a tierra por el Golfo de Valencia, por la costa alicantina y murciana hasta el Cabo de Gata, ramificándose allí.

Atlántico Sur.- Corriente ecuatorial del sur, de Brasil, subtropical del sur, general del Antártico, del Cabo de Hornos, de Benguela, contracorriente de Brasil.

Pacífico norte.- Corriente ecuatorial del norte, de Kuro Shio, Oya de Shio, Kuriles, septentrional del pacífico, de las Aleutianas, de Kanchatka, de Alaska, de California, contracorriente ecuatorial.

Pacífico sur.- Corriente ecuatorial del sur, occidental de Australia, del Antártico, del Perú.

Índico.- Corriente ecuatorial del norte, de la costa oriental de África, Mozambique, contracorriente ecuatorial del índico. Corriente de la aguja, del Antártico, occidental de Australia, del Alisio.

2.1.5. CORRIENTE DEL GOLFO, SU INFLUENCIA EN LAS COSTAS ESPAÑOLAS.

La corriente del Atlántico Norte, próximo al meridiano 20°W. se desdobra formando varios hileros de corriente, uno de ellos se dirige hacia Galicia y en alta mar una rama baña el norte peninsular formando la Corriente de *Rennell*, que bordea el Golfo de Vizcaya y sale por Brest. La rama sur forma la Corriente de Portugal, de rumbo S.

Corrientes en la cornisa cantábrica: En el norte de España las corrientes corren hacia el E. llegan a alcanzar hasta 3 nudos en los temporales del oeste y noroeste. Normalmente en la costa las corrientes son de 1 nudo.

En verano los vientos se entablan del E y NE, y, por lo tanto, la corriente pasa a ser W. débil, que se unirá a la rama del *Gulf Stream*, que recorre la costa oeste de España y Portugal, con el nombre de Corriente de Portugal.

Las corrientes de marea son generalmente débiles, pero pueden alcanzar valores muy considerables cerca de tierra, especialmente entre canales, islas, bajos y cabos.

En las costas gallegas las corrientes están muy influenciadas por los fuertes vientos reinantes, pero con temporales del E. y NE. las corrientes tiran al W. y SW., mientras que con los temporales del W. y NW. las corrientes tienen componente E.

Corrientes en la costa de Portugal: La circulación general es S., no obstante, con vientos del SW. Duros como suelen darse en la zona, la corriente es de componente N. a lo largo de la costa haciendo peligrosa la navegación en las ensenadas.

Las corrientes de marea se dejan sentir en el litoral portugués tomando dirección N. durante la corriente de flujo y de componente S. en el reflujo. Son de poca intensidad.

La corriente de Portugal a la altura de Cabo San Vicente, se bifurca en dos, una sigue hacia el sur que formará la Corriente de Canarias y la otra rama se dirige hacia el Estrecho de Gibraltar.

Corrientes en el Golfo de Cádiz: Una de las ramas de la corriente de Portugal se dirige hacia el Estrecho de Gibraltar con poca intensidad, estando influenciada por los vientos del SW. de la zona. En este caso se desplaza una gran masa de agua hacia el Saco de Cádiz creando corrientes fuertes de dirección N. y NW. En la medianía del Saco de Cádiz las corrientes al no verse afectadas por la configuración de la costa, son N. y NE., esto siempre con vientos generales del SW. Con vientos del NE. y N. la corriente toma una dirección de componente S.

Corriente de Canarias: Una de las corrientes del Saco de Cádiz a la altura del Cabo Espartel se dirige hacia el sur. Se trata de una corriente fría debido a la afloración de aguas abisales, desde el fondo, producidas por los vientos alisios ya que éstos arrastran gran cantidad de aguas superficiales creando un desnivel o escora en la parte próxima a la costa marroquí, que abarca desde Mogador y Agadir hasta Dakar, encontrándose aguas de temperaturas sobre 17° C, considerándose aguas frías comparadas con las colindantes. Este desnivel se compensa con la subida de aguas profundas y medio profundas a la superficie.

De la corriente de Portugal, una rama se dirige hacia el Estrecho de Gibraltar y la otra sigue su rumbo SSW. La anterior corriente, procedente del Saco de Cádiz, se unirá a la rama de la de Portugal formando la Corriente de Canarias, de aguas frías y una intensidad de medio nudo aproximadamente. Atraviesa el Mar Canario con rumbo S. Y SSW. Recurvando poco a poco al SW. y W. incorporándose a la Corriente Ecuatorial del Norte que se dirige hacia el Caribe y Golfo de Méjico, cerrando así el circuito tropical del *Gulf Stream* o Corriente del Golfo.

2.2. OLAS.

2.2.1. FORMACIÓN DE OLAS

El oleaje es un movimiento ondulatorio de la superficie del mar, que se propaga a una velocidad determinada pero sin transporte de masa, sólo hay propagación del movimiento.

Este movimiento es superficial, a determinada profundidad las aguas, por causa del oleaje, están quietas.

La principal causa de su formación es el viento aunque también los maremotos, erupciones submarinas (TSUNAMIS) y mareas pueden formar olas.

FORMACIÓN.-El viento soplando sobre una extensión de mar empieza, por rozamiento, a rizar su superficie, produciendo en ella pequeños valles y crestas de manera que la acción continuada de dicho viento ejercerá una presión sobre las caras situadas a barlovento de las crestas que hará que el tamaño de la ola vaya en aumento. Según que la velocidad del viento sea mayor, igual o menor que la velocidad de las olas, éstas aumentarán, permanecerán estables o disminuirán.

2.2.2. CLASES DE OLAS:

-Mar de viento, Es el oleaje que se produce cuando un viento sopla en una dirección y fuerza constantes.

se caracteriza por olas más bien agudas, de longitud de onda corta o moderada y altura irregular. La mar de viento depende de:

- * *Intensidad* del viento
- * *Persistencia*, Número de horas que sopla el viento en la misma dirección y con la misma intensidad.
- * *Fetch*. Extensión en millas, sobre la que sopla un viento de intensidad y dirección constantes. Cuanto mayor sea esta mayor será la altura de la ola.

El oleaje se produce en las zonas de borrascas donde reinan fuertes vientos y con una persistencia. Igualmente se produce por la corriente de flujo creada por la circulación ciclónica y anticiclónica de una Baja y una alta presión, cuando están próximas. Si a los dos factores creadores del oleaje, como son el viento y la persistencia le añadimos el fetch, resulta una zona generadora de oleaje. Esta zona coincide con las áreas donde las isóbaras son rectilíneas y distanciadas por igual.

En una Borrasca asociada a un sistema frontal, se pueden formar cuatro áreas generadoras de oleaje, siendo la más importante la formada en el sector caliente C. En ella los vientos procedentes del sector frío A empujan el frente frío y al moverse juntamente con la baja se entabla un flujo permanente y a la vez móvil. Esta movilidad hace aumentar el área generadora de oleaje produciendo un reforzamiento del mismo; se conoce como fetch móvil y es más activo que otro fetch de mayor extensión.

Las otras áreas generadoras cuando están atravesadas o en dirección opuesta al oleaje se ven frenadas por rozamiento, sufriendo un amortiguamiento de las mismas al tener vientos cruzados o contrarios.

El fetch más activo es aquél cuya área generadora coincide con la dirección del viento y del oleaje.

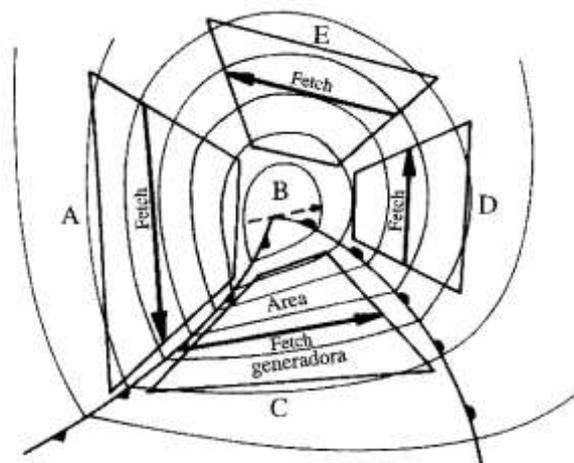


Fig. 2203
Áreas generadoras de oleaje.

Persistencia, es el número de horas que ha sopla el viento en la misma dirección. Cuanto mayor sea la persistencia y el fetch, mayor será el oleaje, tal como ocurre con los vientos del oeste en el Atlántico, que al llegar a las costas gallegas y portuguesas lo hacen con gran violencia, alcanzando las olas gran altura.

Sin embargo, tanto el fetch como la persistencia tienen un valor crítico llegado el cual el oleaje no crece más. En el caso de la persistencia, mientras no se llega al valor crítico, la mar se considera en desarrollo y va aumentando en altura y longitud de ola, pero al llegar al valor crítico se considera plenamente desarrollada y no aumenta más.

-Mar de fondo o mar de leva (también llamada mar tendida, sorda o boba). Es el Oleaje existente en una zona sin haber viento o con viento de distinta dirección de la mar.

La que permanece cuando calma el viento Y también la originada por la propagación de olas de viento formadas en otra zona alejada.

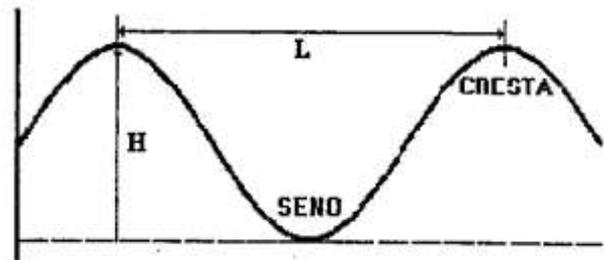
Esta mar es bastante regular, su longitud de onda es muy superior a su altura, sus crestas son redondeadas y nunca rompen en alta mar. Su dirección puede no coincidir con la del viento y si éste salta, se formará sobre la mar de fondo la mar de viento.

La relación que hay entre la intensidad del viento y el oleaje es causa directa del fetch y la persistencia, pues cuanto mayor es la intensidad del viento y el área de fetch, mayor será la altura de la ola. Al aumentar la velocidad del viento aumenta el período de la ola y su longitud y al persistir la misma dirección e intensidad del viento se aumenta rápidamente la altura de la ola. Por el contrario, al calmar el viento, cae rápidamente la altura de la ola, quedando solamente la mar de leva.

Para confeccionar los mapas de oleaje hay diversos métodos, normalmente se emplean ábacos en que entrando con la intensidad del viento, la persistencia y el fetch en millas se halla la altura de la ola.

2.2.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS OLAS.

* **LONGITUD DE ONDA (L).** Distancia entre dos crestas o dos senos consecutivos (m).



* **ALTURA (H).**
Distancia vertical entre la cresta y el seno (m).

* **VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN (V).** Distancia recorrida por una cresta o un seno en la unidad de tiempo (m/s).

* **PERÍODO (T).**
Tiempo transcurrido entre el paso de dos crestas o dos senos consecutivos por un punto fijo en segundos.

RELACIÓN ENTRE SUS ELEMENTOS.

$V = 1.56T$ (m/s) -En pequeñas profundidades la velocidad de la ola es $V = W / 2$
 $V = 3T$ (en nudos).

$$L = 1,6 \cdot T^2$$

$$L = 0,51 \cdot VT$$

$$H = L / 20;$$

-En función del fetch (en millas), tenemos la H en pies; $H = V F / 2$
La altura de la ola depende de: Intensidad, persistencia y fetch.

RELACION ENTRE LA FUERZA DEL VIENTO Y EL ESTADO DE LA MAR.

La fuerza del viento y el estado de la mar dependen de:

- Velocidad del viento.
- Fetch o distancia que recorre el viento.
- Persistencia.
- Estado de la mar inicial (antes de empezar a soplar el W.)

Para saber la altura de las olas en función del fetch y de la persistencia, se calculan en las tablas por separado tomando siempre el valor inferior.

También podemos saber la relación entre el viento y mar por medio de la escala Douglas y Beaufort.

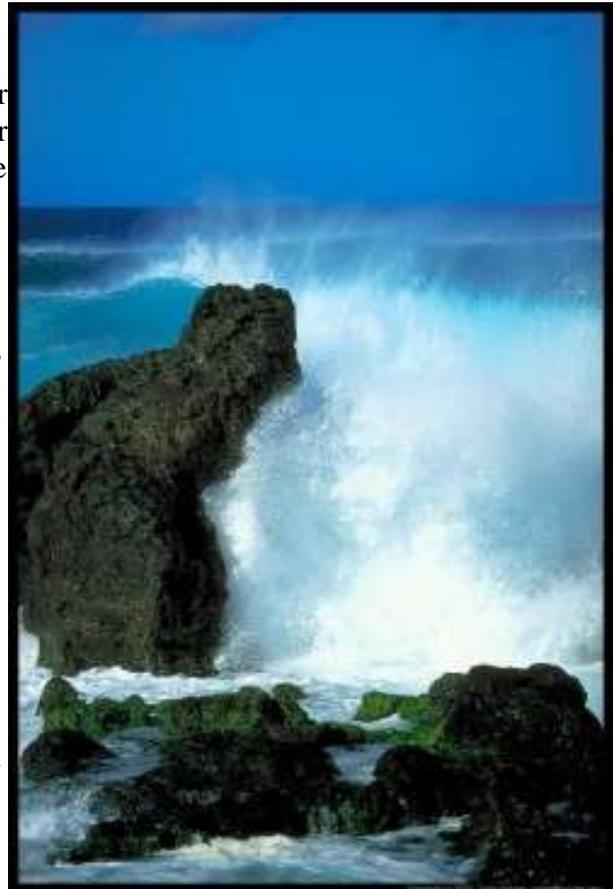
ROTURA DE LAS OLAS; SUS CAUSAS Y EFECTOS:

En alta mar las olas rompen su cresta al incrementar su altura desproporcionadamente a su base. Haciéndose inestable. También rompen las olas al encontrarse ondulaciones de distinta dirección. Estas rompientes indican vientos duros.

En aguas de poca profundidad al perder la inercia la parte baja de la ola por rozamiento con el fondo, la parte alta sigue su avance haciéndose inestable.

Rompientes.- Las rompientes se presentan con gran cantidad de espuma en lugares de poco fondo. Cuando se producen rompientes en arrecifes, bajos o barras, se presentan en líneas irregulares y ha de tenerse en cuenta que la espuma estará a sotavento de ellos, que las aguas llevan velocidad de traslación y que puede haber remolinos fuertes en las proximidades.

Resaca.- Cuando el agua inicia el movimiento de retorno en forma de ola reflejada, establece un movimiento inverso hacia la mar, lo que causa el arrastre hacia el interior de materiales, objetos y personas que se encuentren flotando.



Forma practica de hallar la altura de la

ola.- Cuando se encuentre el barco en el seno de la ola, nos pondremos a una altura tal que podamos ver el horizonte sobre dos crestas sucesivas. La altura de la ola será la altura nuestra sobre la línea de flotación.

2.3. HIELOS FLOTANTES.

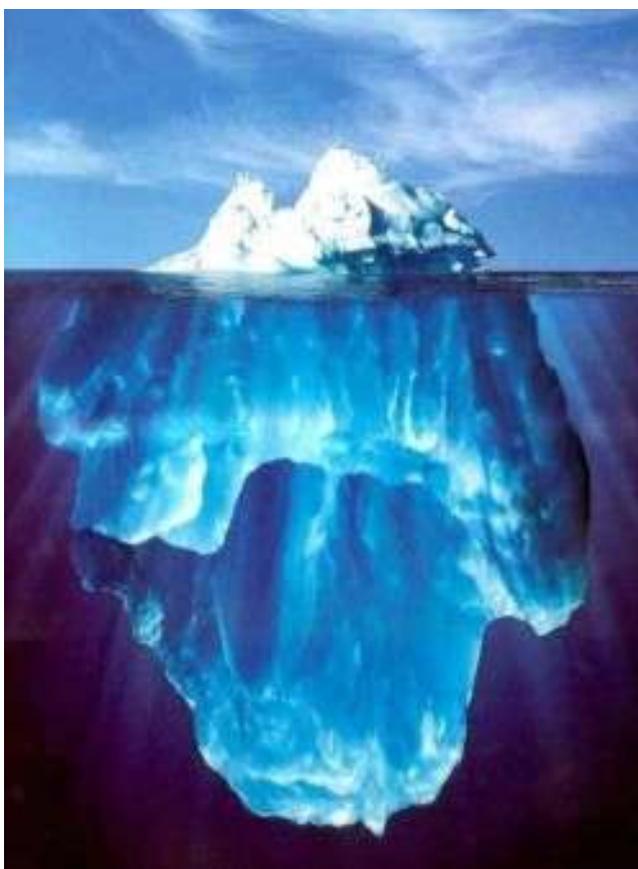
2.3.1. ORIGEN Y TIPOS:

Los hielos se dividen en terrestres y marítimos.

Hielos de origen terrestre: Se forman en los glaciares. En las regiones polares o en las montañas muy altas, el agua se desliza por los valles en forma de ríos de hielo llamados glaciares. Hay tres clases de glaciares: inlandis, propios de los casquetes polares y de Groenlandia; de montaña y de pie de montaña, propios de Alaska.

La fusión del hielo en las regiones polares es muy lenta, por esto, aun sin estar estáticos, su movimiento es muy pequeño, pudiendo ser de unos 30 metros diarios y su anchura de hasta 7 Km.

A medida que el glaciar va aumentando va derivando hacia la mar, introduciéndose en él sin romperse, hasta distancias de la costa que pueden alcanzar 50 millas. Esta lengua de hielo se llama *glaciar tonge*.



La densidad del hielo es de 1,09 por lo que 1/10 parte de su volumen está fuera del agua, la cual puede representar 1/5 de su altura.

Por efecto del propio peso del hielo, de las mareas, vientos y principio de Arquímedes se produce la rotura o *calving* desprendiéndose masas del mismo que se denominan *birgy bit* cuando velan menos de 5 metros, o *iceberg* cuando velan más de 5 metros.

Los hielos originados en el Antártico reciben el nombre de *tabular berg* o *barrier berg* debido a su apariencia superior plana. Estos hielos pueden varar en el fondo, con lo que su deriva queda interrumpida y se les denomina por tal motivo *anchor ice* o *grown ice*.

Los hielos van derivando por efecto de las corrientes y de los vientos hacia latitudes más bajas, fundiéndose lentamente y quedando agujas sumergidas llamadas *ram*.

Cuando el hielo tiene más de dos años de edad, un espesor superior a 2,5 metros, superficie ondulada y color azulado, se le llama *artik pack*.

Se denomina *growler* a todo hielo de origen glaciar o marítimo de color verdoso, emerge 1 metro del agua y tiene unos 20 m².

Hielos de origen marítimo: Como consecuencia del descenso de la temperatura más allá del punto de solidificación, el agua de la mar se hiela en forma de pequeñas agujas de hielo, que unidas entre sí dan lugar a la formación de *pancakes* o tortas de hielo. A medida que tal fenómeno va progresando dichos hielos se van uniendo entre sí formando lo que denominamos *pack ice*, el cual flota y deriva con los vientos y las corrientes. Fig. 2302.

El *pack ice* puede perfectamente no ocupar la totalidad del área considerada, sino que coexista con áreas no heladas. Según sea la proporción, tendremos *open pack ice* si el hielo cubre de los 4/10 a 6/10 de la superficie total. El *close pack ice* será cuando cubra los 7/10 del total.

Cuando estas superficies líquidas están dispuestas de forma que permiten el paso de los barcos reciben el nombre de *lane*; cuando no lo permiten se llaman *pool*.

El hielo como cuerpo sólido experimenta unas dilataciones o contracciones de acuerdo con las variaciones de temperatura, con la particularidad de que a un aumento de temperatura le corresponde una contracción. Al estar la superficie del agua helada y como consecuencia de cualquier descenso de la temperatura, se produce una dilatación del *pack ice* que es absorbida en parte por el aumento del *pack* y, por otro lado, la superficie del hielo va deformándose y produciendo lo que se llama *hummocks*, que no son más que pequeñas colinas de hielo de aristas afiladas y cortantes.

Si por el contrario, la temperatura aumenta el *pack ice* se contrae, produciéndose la fracción del mismo y la consiguiente aparición de *pools* o *lanes*.

Durante el proceso de contracciones y dilataciones se producen extraños ruidos producidos por la rotura, dislocación o derrumbe del hielo, que resultan aterradores, como si un monstruo masticara el hielo produciendo un horrible rugido. Este fenómeno se conoce como la *voz del hielo*.

Los bordes del *pack ice* reciben el nombre de *ice bar*. Cuando una extensa área de *pack ice* deriva, constituye el *ice field* o campo de hielo, el cual no es una masa compacta, pudiendo estar formada por varias de ellas. A la unidad de estos témpanos de origen marítimo se la llama *ice floë*.

A medida que se van fundiendo y disgregando los *ice floës* disminuyen de tamaño y se llama *brash ice*. Cuando estas masas de hielo varan en el fondo se llama *fast ice*.

Cuando el hielo no se fundió durante el verano y entra en su segundo invierno recibe el nombre de *young polar ice*.

Storis son hielos que proceden del polo y pasan por la costa oriental de Groenlandia. Fig. 2303.

Toroës son trozos de hielo amontonados sin soldarse.

EPOCAS Y LUGARES DONDE SON MAS FRECUENTES. LIMITES DE LOS HIELOS.-

Atlántico Norte.- Por el Banco de Terranova se extiende la sonda de 100 brazas a partir de la isla de Miquelón para ir a la cola del banco y de allí a un punto de $l = 47^\circ N$ y $L = 47^\circ W$. El Banco del Sombrero Flamenco (Flemish Cap) está conectado al Banco de Terranova. Figs. 2304 y 2305.

En enero pocos hielos cruzan el paralelo de $48^\circ N$.

En febrero el límite está formado por una línea de Cabo Race a $43,5^\circ N$ y $48,5^\circ W$ y de allí al banco del Flemish Cap.

En junio se produce el máximo de concentraciones de icebergs en la península de Avalón y el límite máximo de extensión que llega hasta los $42^\circ N$.

En agosto y septiembre se funden los témpanos y se reduce la zona.

En octubre y noviembre no hay témpanos al sur del paralelo de $51^\circ N$.



(Supplement to Pilot Chart of the North Atlantic Ocean.)

Fig. 2302
Deriva de los hielos desde su origen.

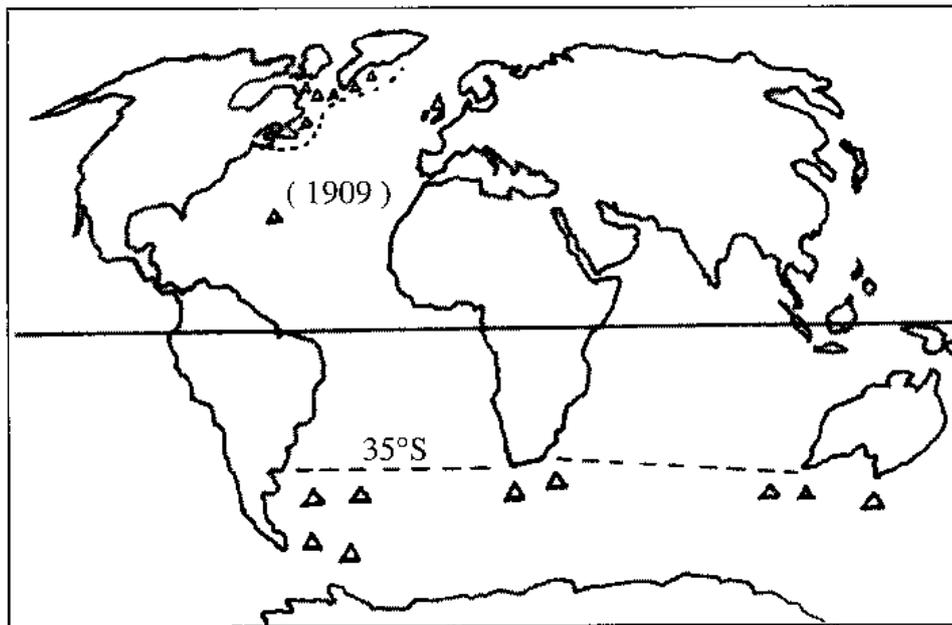


Fig. 2306
Límites máximos de los Icebergs.

En América del Sur el límite sigue una línea trazada desde el Cabo de Hornos hacia el NE. pasando por $l = 35^{\circ} S$ que es el paralelo de Montevideo.

En el área nororiental y sudoriental de las islas Falkland han sido observados icebergs en abundancia.

El día 22 de agosto de 1999 se detectó entre el Estrecho de Drake y el Mar de Scottia un iceberg de 77 Km. de largo y 38 de ancho, su tamaño es 14 veces mayor que la capital de Buenos Aires. Se desplaza a una velocidad de entre 11 y 14 Km. por día, con un rumbo variable por la influencia de las corrientes.

El témpano, al que se ha llamado B-10A, es un desprendimiento de otro bloque *madre*, el B-10, que ya ha desaparecido. Está localizado por satélite y la Oficina Oceanográfica de Washington mantiene a los navegantes informados de su posición. Se ha dado un resguardo de seguridad de 125 millas a partir del centro del iceberg.

En 1956 en esta zona también se avistó un iceberg que medía 333 Km. de largo por 100 de ancho, siendo el mayor localizado hasta el momento.

Indico Sur.- Pueden encontrarse icebergs al sur de la línea que une Sudáfrica con la parte meridional de Australia. Al sur de Nueva Zelanda se pueden encontrar al sur del paralelo de $50^{\circ} S$.

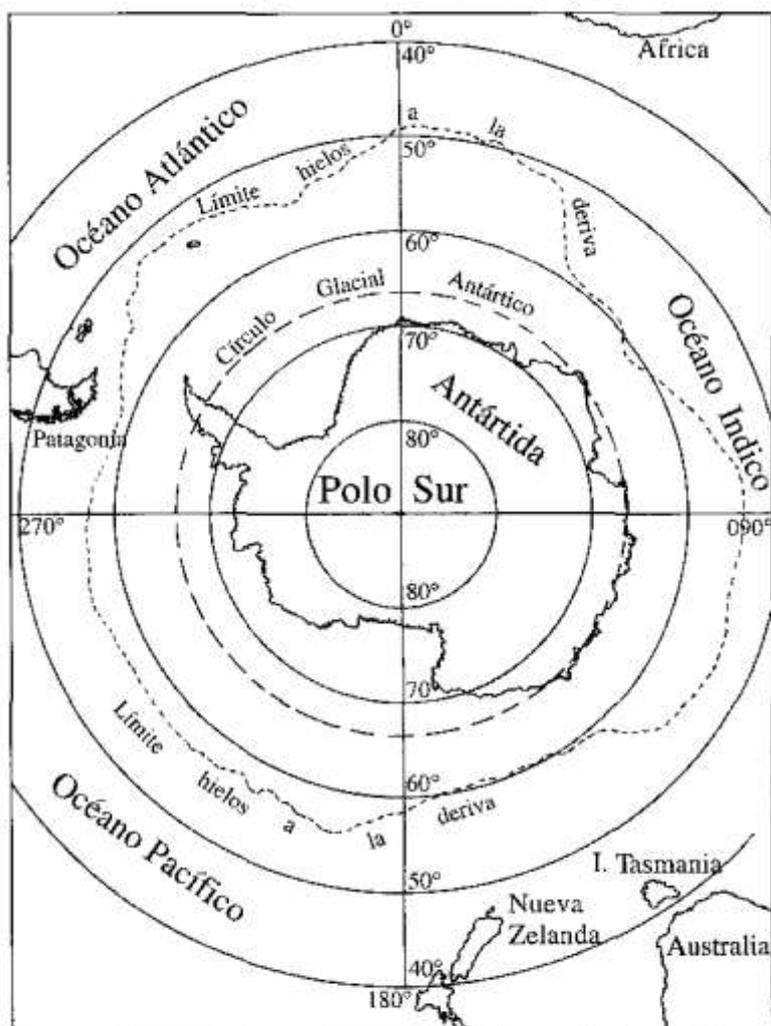
Pacífico Norte.- Solamente se encuentran hielos en el mar de Bering y su límite sur se extiende desde Dutch Harbor, al SW de Alaska, hasta el paralelo de 57° N, recurvando hacia el SW. pasa por alta mar de la Península de Kamchatka y las islas Kuriles hasta la isla japonesa de Hokkaido.

Pacífico Sur.- El límite máximo que alcanzan en latitud los icebergs es entre los paralelos de 50° S y 45° S. Fig. 2307.

SIGNOS DE PRESENCIA DE HIELOS FLOTANTES.- Son los siguientes:

- a) Cielo blanquecino o amarillento.
- b) Disminución brusca de la temperatura del agua del mar.
- c) Mar en calma.

Hay que tener muy presente que los icebergs se pueden encontrar en verano en latitudes muy bajas, como por ejemplo el que se encontró en 1909 en latitud 32° N y longitud 45° W, que corresponde al paralelo de Mogador, en Marruecos. En 1936 se encontró otro en latitud 34° N y longitud 49° W. Como podemos apreciar en la Fig. 2304 del Banco de Terranova, el límite meridional es mucho más al sur que el de los meses de invierno.



(Cortesía del World Atlas by Hammond.)

Fig. 2307
Límite de los hielos en la Antártida.

Trabajo recopilado y efectuado por: Victoriano Reinoso Gómez.
Alumno de AIU.
Licenciatura Ciencias Ambientales.

Bibliografía: González López, B. *Meteorología Aeronáutica*. AVA, 2005.

Taylor, F.W., *Elementary Climate Physics*, Oxford, 2005.

Sendiña Nadal, I y Pérez Muñuzuri, V. *Fundamentos de Meteorología*, USC, 2006.

Guías Glénans, *La Meteorología Marina*. 5ª edición, Tutor, 2005.

Hackel, H, *Guía de identificación. Nubes*. NEGA, 2006.

Páginas WEB: www.fondear.com. (artículos meteorología y climatología).

http://www.wmo.int/pages/index_es.html (Organización Meteorológica Mundial.)