



SUBSECRETARIA DE MARINA

DIRECCION GENERAL DE OCEANOGRAFIA NAVAL

MANUAL DE

METEOROLOGIA MARITIMA

SECRETARIA DE MARINA - ARMADA DE MEXICO

SUBSECRETARIA DE MARINA

DIRECCION GENERAL DE OCEANOGRAFIA NAVAL

| | |
|---|----------|
| 1.1 - LA ATMOSFERA Y LA METEOROLOGIA | 1 |
| 1.2 - TEMPERATURA | 3 |
| 1.3 - HUMEDAD EN LA ATMOSFERA | 7 |
| 1.4 - HUMEDAD EN LA ATMOSFERA | 10 |
| 1.5 - NUBES Y VISIBILIDAD | 12 |
| 1.6 - PRECIPITACIONES | 15 |
| 1.7 - ESTABILIDAD E INESTABILIDAD DE LA ATMOSFERA | 18 |
| 1.8 - VIENTO | 23 |

| | |
|---|----|
| 2.1 - CICLONES Y ANTICICLONES | 29 |
| 2.2 - MASAS DE AIRE Y FRENTES | 32 |
| 2.3 - CIRCULACION GENERAL DE LA ATMOSFERA | 35 |
| 2.4 - CICLONES TROPICALES | 39 |

**MANUAL
DE
METEOROLOGIA MARITIMA**

| | |
|--|----|
| 3.1 - EL ESTADO DEL TIEMPO Y SU EFECTO EN LOS BUQUES | 45 |
| 3.2 - LAS CORRIENTES OCEANICAS | 47 |
| 3.3 - LAS OLAS Y EL ESTADO DE LA MAR | 61 |

| | |
|--|----|
| 4.1 - DIFUSION METEOROLOGICA | |
| 4.2 - DIFUSION DE PRODUCTOS METEOROLOGICOS | 55 |
| 4.3 - DIFUSION DE INFORMACION METEOROLOGICA MARITIMA | 59 |

| | |
|---|----|
| 5.1 - EQUIVALENCIA ENTRE LAS ESCALAS | 61 |
| 5.2 - EQUIVALENCIA EN ESCALAS DE PRESION | 62 |
| 5.3 - INSTRUCCIONES A LAS LECTURAS DE LOS | 63 |

MANUAL DE METEOROLOGIA MARITIMA

INDICE

| | PAGINA. |
|--|---------|
| INTRODUCCION | iii |
| CAPITULO I | |
| ELEMENTOS BASICOS DE METEOROLOGIA | |
| 1.1.- LA ATMOSFERA Y LA METEOROLOGIA | 1 |
| 1.2.- TEMPERATURA | 3 |
| 1.3.- PRESION ATMOSFERICA | 7 |
| 1.4.- HUMEDAD EN LA ATMOSFERA | 10 |
| 1.5.- NUBES Y VISIBILIDAD | 12 |
| 1.6.- PRECIPITACIONES | 15 |
| 1.7.- ESTABILIDAD E INESTABILIDAD DE LA ATMOSFERA | 18 |
| 1.8.- VIENTO | 23 |
| CAPITULO II | |
| SISTEMAS METEOROLOGICOS | |
| 2.1.- CICLONES Y ANTICICLONES | 29 |
| 2.2.- MASAS DE AIRE Y FRENTE | 32 |
| 2.3.- CIRCULACION GENERAL DE LA ATMOSFERA | 36 |
| 2.4.- CICLONES TROPICALES | 39 |
| CAPITULO III | |
| LOS OCEANOS COMO MODERADORES DEL TIEMPO Y EL CLIMA | |
| 3.1.- EL ESTADO DEL TIEMPO Y SU EFECTO EN LOS BUQUES | 45 |
| 3.2.- LAS CORRIENTES OCEANICAS | 47 |
| 3.3.- LAS OLAS Y EL ESTADO DE LA MAR | 51 |
| CAPITULO IV | |
| ELABORACION Y DIFUSION METEOROLOGICA | |
| 4.1.- ELABORACION DE PRODUCTOS METEOROLOGICOS | 55 |
| 4.2.- DIFUSION DE INFORMACION METEOROLOGICA MARITIMA | 59 |
| APENDICE A | |
| A.1.- TABLA DE EQUIVALENCIA ENTRE LAS ESCALAS TERMOMETRICA | 61 |
| A.2.- TABLA DE EQUIVALENCIA EN ESCALAS DE PRESION BAROMETRICA | 62 |
| A.3.- TABLA DE REDUCCIONES A LAS LECTURA DE LOS BAROMETROS | 63 |

MANUAL DE METEOROLOGIA MARITIMA

INDICE

| | PAGINA. |
|---|---------|
| <u>CONTINUA APENDICE A</u> | |
| A.4.- TABLA PSICROMETRICAS | 64 |
| A.5.- TABLA PARA EL CALCULO DE LA HUMEDAD RELATIVA | 65 |
| A.6.- TABLA DE TIPOS DE NUBES | 66 |
| A.7.- TABLA DE ESCALA ANEMOMETRICA DE BEAUFORT | 67 |
| A.8.- TABLA PARA EL ESTADO DE LA MAR (ESCALA DE BEAUFORT)..... | 68 |
| A.9.- TABLA PARA EL ESTADO DE LA MAR | 69 |
| A.10.-ESTACIONES DE RADIO QUE TRANSMITEN INFORMACION METEOROLOGICA | 70 |
| <u>APENDICE B</u> | |
| CARTAS DE NUBES | |
| Niveles Bajos | 71 |
| Niveles Medios..... | 72 |
| Niveles Altos | 73 |
| <u>APENDICE C</u> | |
| FOTOGRAFIAS DEL ESTADO DE LA MAR | 74 |
| <u>APENDICE D</u> | |
| D.1.- PRONOSTICO METEOROLOGICO (emitido a las 09:00 Hrs.) | 75 |
| D.2.- BOLETIN METEOROLOGICO (emitido a las 14:00 Hrs.) | 81 |
| D.3.- BOLETIN METEOROLOGICO (emitido a las 20:00 Hrs.) | 83 |
| D.4.- BOLETIN METEOROLOGICO REGIONAL | 85 |
| D.5.- AVISO DE HURACAN | 86 |

CAPÍTULO I

ELEMENTOS BÁSICOS DE METEOROLOGÍA

INTRODUCCION

En los últimos años la climatología mundial, ha venido presentando cambios notorios; algunos aparentemente obedecen a un comportamiento cíclico; otros son alteraciones propias de la naturaleza, que pudieran no tener justificante; por ello, esta dinámica natural demanda atención y conocimiento.

México, en su calidad de Estado interoceánico y multimarítimo, conforma diversas zonas climáticas, por lo cual no puede soslayarse a la presencia y azote de los fenómenos meteorológicos, de los que algunos han alcanzado notoriedad por los graves y grandes daños, que han ocasionado, tanto por las vidas humanas que han cobrado, como por los destrozos en bienes materiales o los propios del ambiente natural.

Para el Alto Mando de la Secretaria de Marina - Armada de México, dada la responsabilidad que en esto le compete, establece que, ante situaciones de esta índole el alertamiento y las previsiones, son las mejores opciones al respecto. Parte de ello, se circunscribe a propagar el conocimiento y su aplicación práctica, así se sustenta el presente "MANUAL DE METEOROLOGÍA MARITIMA".

Esta intención presenta los elementos básicos y las acciones, con que se trabaja en el complejo campo de la meteorología, que por lo antes expuesto, exige todo el profesionalismo y sobre todo, criterio de quienes participan en ello.

Este trabajo podrá ser mejorado, con lo cual será de más utilidad para atender las exigencias de la meteorología, sí se retroalimenta con experiencias o se informa sobre las limitaciones que presente.

LA DIRECCION GENERAL DE OCEANOGRAFIA NAVAL.

Enero de 1999.

CAPITULO I

ELEMENTOS BASICOS DE METEOROLOGIA

1.1 LA ATMOSFERA Y LA METEOROLOGIA

ATMOSFERA:

Es la capa de aire que rodea a la Tierra. Permanece "pegada" a ella por efecto de la fuerza de gravedad, como cualquier otro objeto físico. Es muy difícil establecer con precisión en dónde termina la Atmósfera e inicia el espacio exterior; sin embargo, se pueden determinar más o menos con cierta definición niveles o capas de ella, debido a características particulares como la presencia o ausencia de vapor de agua, la proporción de cambio en la temperatura con respecto a la altitud sobre la superficie de la Tierra, etc.

El aire como lo conocemos, es en realidad una mezcla de diversos gases como el Oxígeno (aprox. 21%), Nitrógeno (aprox. el 78%), y en menor proporción Argón, Bióxido de Carbono (CO₂), entre otros.

Las capas que podemos reconocer son de espesores variables, siendo la de mayor importancia la conocida como Troposfera, que es la que se encuentra en contacto directo con la superficie, y que es en la que se llevan a cabo la gran mayoría de los procesos que conocemos como fenómenos meteorológicos. Lo anterior es debido principalmente a que en esta capa (cuyo espesor va de aproximadamente 8 kms. en los polos, en Invierno, hasta cerca de 20 kms. en el Ecuador, en verano) se concentra la mayor cantidad de vapor de agua. Las demás capas principales son: Estratosfera, Mesosfera, Termosfera y Exosfera (Fig. 1).

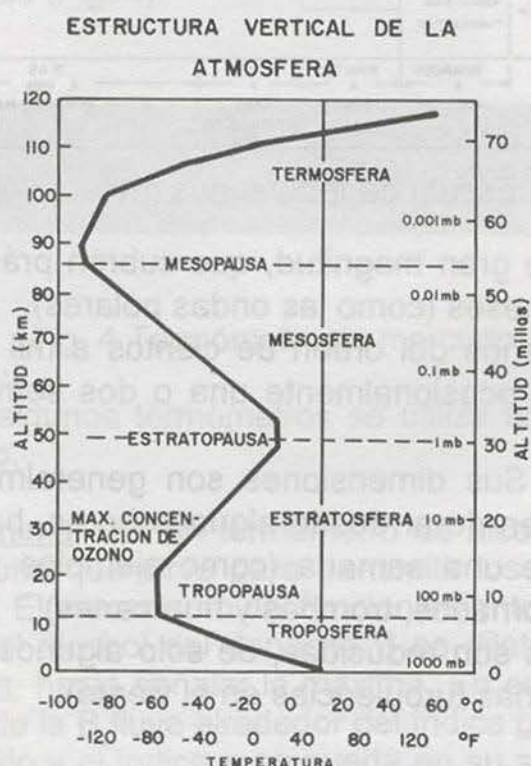


Fig. 1 Capas de la Atmósfera

METEOROLOGIA:

Es la Ciencia que se encarga del estudio de las características químicas, procesos dinámicos y fenómenos físicos que ocurren en la atmósfera. De manera más general, podríamos concluir que estos fenómenos determinan lo que conocemos como Estado del Tiempo, en un momento dado y lugar específico, por lo que la Meteorología se encarga del estudio y descripción del Estado del Tiempo. Como es lógico suponer, este estudio es sumamente amplio, por lo que se han determinado varias ramas enfocadas a áreas más específicas, según su aplicación, tales como la Meteorología Tropical, Meteorología Dinámica, Meteorología Aeronáutica, Meteorología Marítima, etc. Es importante recalcar, que no se debe confundir lo que es Estado del Tiempo y Meteorología, con el Clima y la Climatología, respectivamente, ya que lo que entendemos por clima es un promedio de las características del estado del tiempo, para un lugar o región, pero durante periodos de tiempo prolongados, llegando a ser de varios años o décadas.

Otro enfoque importante para el estudio de la Meteorología, es la escala o magnitud (tanto en tiempo como en espacio) de los fenómenos que pretende analizar. Esto nos lleva a una clasificación de dichos fenómenos de la siguiente manera (Fig. 2):

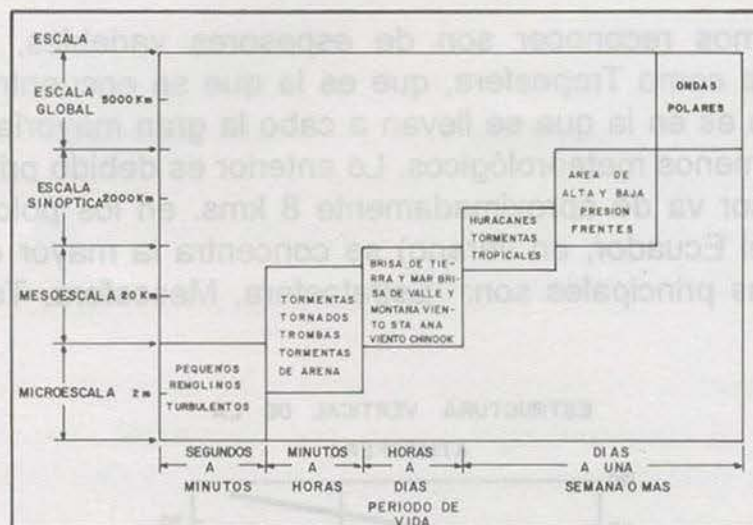


Fig. 2 Escala de fenómenos meteorológicos

Escala Global: Fenómenos de gran magnitud, que cubren prácticamente todo el planeta, y que duran varias semanas o meses (como las ondas polares).

Escala Sinóptica: Son fenómenos del orden de cientos a mil o dos mil kilómetros, y cuya duración es de algunos días, ocasionalmente una o dos semanas (como los sistemas de frentes fríos o calientes).

Mesoescala (Escala Media): Sus dimensiones son generalmente de decenas a algunos cientos de kilómetros, y pueden durar desde algunas horas, hasta varios días, aunque rara vez alcanzan a durar más de una semana (como ejemplos se encuentran las tormentas convectivas y brisas locales, tornados, trombas y huracanes).

Microescala: Sus dimensiones son reducidas, de solo algunos metros, y duran únicamente algunos minutos (como pequeñas turbulencias en el viento).

Es importante tener en mente los conceptos anteriores, a fin de facilitar la comprensión de los fenómenos meteorológicos que nos interesa estudiar.

1.2 TEMPERATURA

TEMPERATURA Es el grado de calor que existe en los cuerpos, medido en una escala.

ISOTERMAS son las líneas que resultan de unir todos los puntos que tienen el mismo valor instantáneo (o medio) de la temperatura (Fig. 3).

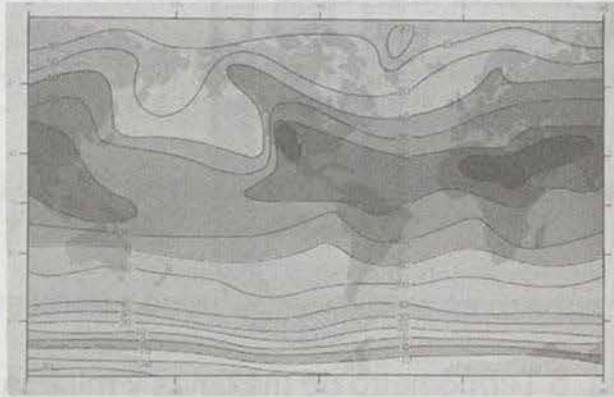


Fig. 3 Cartas de isotermas

TERMOMETROS:

La temperatura se mide con el termómetro. El funcionamiento de este instrumento está basado en el principio de que las materias se dilatan con el aumento de la temperatura y se contraen con la disminución de la misma. Existen varios tipos de termómetros, entre los cuales se encuentran los siguientes:

Termómetro de Mercurio.- Es un tubo de vidrio angosto y cerrado, con una escala para efectuar las lecturas. Tiene un ensanchamiento en su extremo inferior, donde se deposita el mercurio, que es un metal líquido de color gris brillante. Cuando la temperatura aumenta, el mercurio se dilata y asciende por el tubo. Cuando la temperatura disminuye, la columna de mercurio se contrae y desciende (Fig. 4).

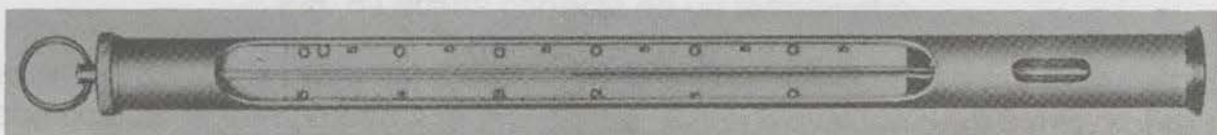


Fig. 4 Termómetro de mercurio

Termómetro de alcohol.- En algunos termómetros se utiliza alcohol coloreado (normalmente rojo o azul) en vez de mercurio.

Termómetro de máxima y mínima.- Es un termómetro de alcohol, en forma de "U", con una columna intermedia de mercurio que sirve para transmitir los movimientos de contracción y dilatación a los índices (Fig 5). El mecanismo del funcionamiento es el siguiente:

Al aumentar la temperatura, el alcohol del depósito B se dilata empujando a la columna de mercurio, junto con el índice a, hasta señalar la máxima. En este movimiento el alcohol de la rama A pasa al depósito y el de la B fluye alrededor del índice b sin arrastrarlo. Cuando baja la temperatura sucede lo contrario y el índice a se queda en su sitio y el b se desplaza hacia el depósito B. La lectura se hace siempre en los extremos de los índices más alejados de los depósitos, y más cercanos a la columna de mercurio.

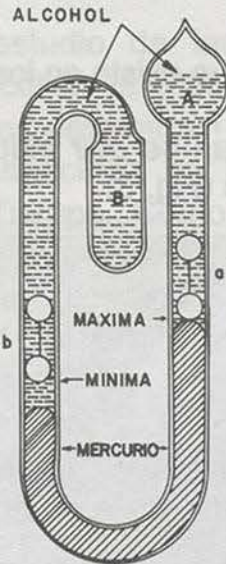


Fig. 5 Termómetro de máximas y mínimas

Termógrafo.- Este instrumento permite registrar gráficamente de manera continua la temperatura del aire. Aunque los valores absolutos de sus indicaciones no son muy exactos, resulta muy útil para apreciar las oscilaciones de la temperatura. Se debe comprobar periódicamente con uno de mercurio. La gráfica que traza la plumilla se conoce por termograma (Figs. 6 y 7).

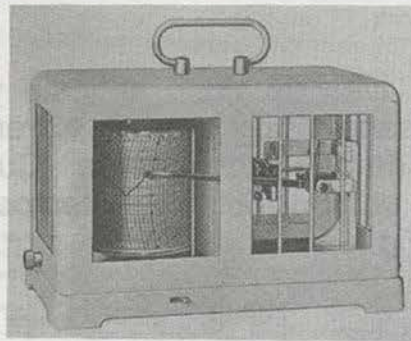


Fig. 6 Termógrafo

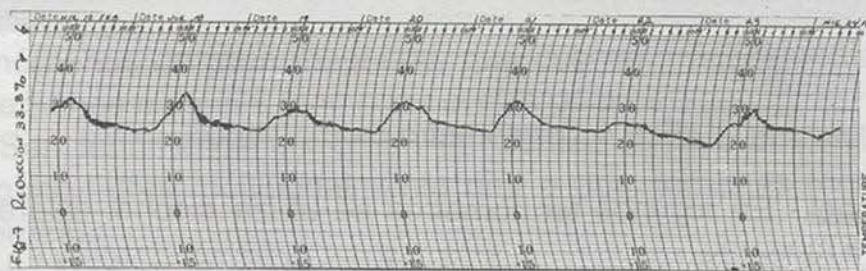


Fig. 7 Termograma

ESCALAS TERMOMETRICAS:

Para medir la temperatura, los termómetros comúnmente utilizan las siguientes escalas:

-Centígrada ($^{\circ}\text{C}$, se lee "grados centígrados"). La temperatura a la que se considera que el agua se congela corresponde a 0°C (punto de congelación), y a la que hierve corresponde a 100°C (punto de ebullición). Se usa en los países que emplean el sistema métrico decimal. También se le conoce como Escala Celsius.

-Fahrenheit (°F, se lee "grados Fahrenheit"). Se utiliza en los países de habla inglesa. El punto de congelación del agua corresponde a 32°F y el de ebullición a 212°F. El intervalo entre ambos puntos es de 180°F.

EQUIVALENCIAS ENTRE LAS ESCALAS TERMOMETRICAS.- 1°C es aproximadamente igual a 1.8°F. Para convertir temperaturas entre ambas Escalas, se usan las siguientes reglas de conversión:

Para obtener °C, a la cantidad de °F se le resta 32, y el resultado se divide entre 1.8.

Ejemplo: $83.4^{\circ}\text{F} - 32 = 51.4 \rightarrow 51.4 \div 1.8 = 28.5^{\circ}\text{C}$

Para obtener °F, la cantidad de °C, se multiplica por 1.8 y al resultado se le suman 32.

Ejemplo: $30.2^{\circ}\text{C} \times 1.8 = 54.3 \rightarrow 54.3 + 32 = 86.3^{\circ}\text{F}$

La tabla I contiene las equivalencias entre las escalas más usadas.

LECTURA DEL TERMOMETRO:

Para que las lecturas sean correctas, se debe cuidar lo siguiente:

- 1.- Leer el termómetro de frente (no de lado), cuidando que el ojo del observador esté a la misma altura del nivel de la columna del líquido del termómetro (Fig. 8).

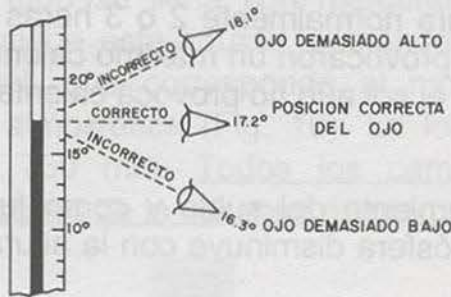


Fig. 3.2. Lectura de un termómetro. Fuente OMM (1974).

Fig. 8 Lectura correcta de un termómetro

- 2.- Nunca deben darle los rayos del sol directamente al termómetro.
- 3.- Se debe colocar el termómetro a la intemperie, a una elevación de 1.5 mts. sobre el suelo, bajo sombra y en un lugar ventilado (no cerca de ventiladores, aire acondicionado, hornos, fogones, ó cualquier cosa que produzca calor o frío).

TEMPERATURA DEL AIRE.- El Sol es la principal fuente de energía para los procesos que tienen lugar en la atmósfera, aunque sus rayos la atraviesan sin calentamiento apreciable. Para que la atmósfera cambie su temperatura (haya intercambios de calor) existen tres mecanismos:

Radiación.- Parte de la radiación solar se transforma en calor al incidir sobre la tierra y mares, aumentándoles su temperatura en una capa de espesor variable. Al calentarse, emiten radiación de ondas largas de calor (infrarrojas), a las cuales es sensible el aire. cosa que prácticamente no sucedía con la radiación de onda corta del Sol. Si hay nubes o vapor de agua, evitan que esta radiación calorífica se disipe por el espacio. Por eso, las noches sin nubes, disipan gran cantidad de radiación con un descenso notable de la temperatura.

Conducción.- El calor se transmite por contacto directo entre superficies o masas de temperaturas distintas. Ejemplo típico es el calentamiento diurno del aire que fluye sobre las tierras soleadas, normalmente con movimientos horizontales de las masas de aire.

Convección.- Cuando el aire, por cualquier causa, se calienta, aumenta de volumen, pierde densidad, se hace más ligero y asciende a capas más altas. Lo contrario sucede cuando se enfría. Posteriormente, se iniciarán los procesos de conducción. De esta forma, grandes masas de aire caliente y vapor de agua son transportadas desde la superficie a las capas altas de la atmósfera.

VARIACION DE LA TEMPERATURA EN LA ATMOSFERA.

Como se dijo, las temperaturas en la atmósfera no son uniformes. Entre los principales factores que la hacen variar, encontramos:

- 1.- La latitud, (mientras más alejados del Ecuador, los rayos del sol inciden con mayor inclinación, "calentando" menos la superficie).
- 2.- La altura del Sol, esto es, dependiendo de la hora del día, y por la misma razón anterior.
- 3.- La estación del año, que provoca cambios en la declinación del Sol, y por lo tanto cambia el ángulo de incidencia sobre la Tierra y las horas de inclinación.
- 4.- La nubosidad.

Variación Diaria:

Debido a la conjugación de estos factores, es importante considerar que diariamente se alcanza un máximo de temperatura normalmente 2 o 3 horas después del mediodía (apenas después de que los rayos del sol provocaron un máximo calentamiento del suelo) y un mínimo momentos antes del orto (cuando el sol aún no provoca calentamiento).

Perfil vertical de temperatura:

Debido principalmente al calentamiento del suelo y como función de la distancia desde él (altitud), la temperatura en la atmósfera disminuye con la altura, a una proporción aproximada de 6°C cada km.

INVERSION TERMICA:

Cuando esta tendencia de la temperatura en la vertical cambia (es decir, que abajo es más frío que arriba), se dice que hay una Inversión Térmica. Estas se producen principalmente cuando en las noches sin nubes, el suelo se enfría muy rápidamente, y en vez de calentar a las capas de aire que le rodean, les roban calor, haciéndolas más frías que las capas superiores. También se producen inversiones cuando coinciden dos masas de aire de temperaturas diferentes. La caliente, por su menor densidad, queda encima de la más fría (Fig. 9).

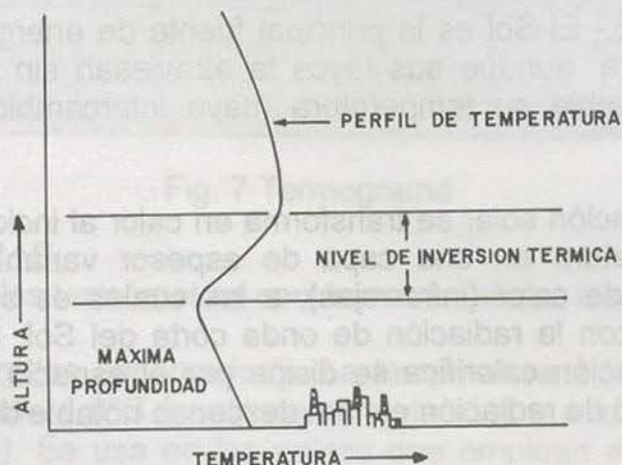


Fig. 9 Inversión térmica

1.3 PRESION ATMOSFERICA

PRESION ATMOSFERICA

Es la fuerza que ejerce la atmósfera, debido a su peso, sobre todas las cosas. Este peso puede variar, debido principalmente a los cambios de temperatura del aire, su contenido de humedad, altura sobre el nivel del mar, y latitud geográfica. Por ello, se considera como medida de referencia lo que conocemos como atmósfera estándar ó Atmósfera (1 atm), de aire seco, con una temperatura de 15°C y al nivel del mar. Aunque la presión ejercida por la atmósfera estándar (1 atm) es aparentemente pequeño, si se sustituyera el aire por su equivalente en agua, se tendría una capa de unos 10 metros de altura.

GRADIENTE DE PRESION:

Es la diferencia de presión entre dos puntos separados, con respecto a la distancia (también conocida como pendiente barométrica).

BAROMETRO:

Es el instrumento meteorológico que sirve para medir la presión atmosférica. Existen dos tipos principales de barómetros, que son:

- 1.- Barómetro de mercurio.- Es un tubo de vidrio, de unos 90 cms. de longitud, cerrado por uno de sus extremos. El tubo se llena con mercurio y se introduce invertido en un recipiente que también contiene este líquido, pudiéndose apreciar que la columna baja hasta un determinado nivel, que corresponde al momento en que su peso queda equilibrado por la presión atmosférica (Fig. 10). La longitud normal de la columna de mercurio será cercana a 760 mm. Todos los cambios en la presión atmosférica ocasionarán ascenso y descenso de la columna de mercurio en el tubo.



Fig. 10 Barómetro de mercurio

- 2.- Barómetro aneroide. Esencialmente consiste en una caja metálica hermética, en la que se ha hecho un vacío parcial. Al aumentar o disminuir la presión, la caja se contrae o se dilata respectivamente, transmitiéndose estos movimientos por un sistema amplificador de palancas a una aguja indicadora (Fig. 11). Este aparato es más fácil de leer, más robusto, más pequeño y más económico, aunque menos preciso. Periódicamente se debe comparar con uno de mercurio.

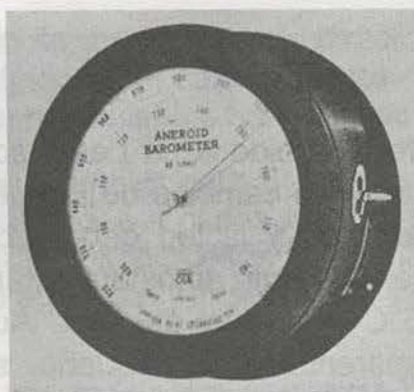


Fig. 11 Barómetro aneroide

Barógrafo. Es un barómetro aneroide dispuesto de forma que la aguja indicadora traza una gráfica (barograma) sobre un papel cuyo eje vertical es la escala de presiones (Fig. 12).

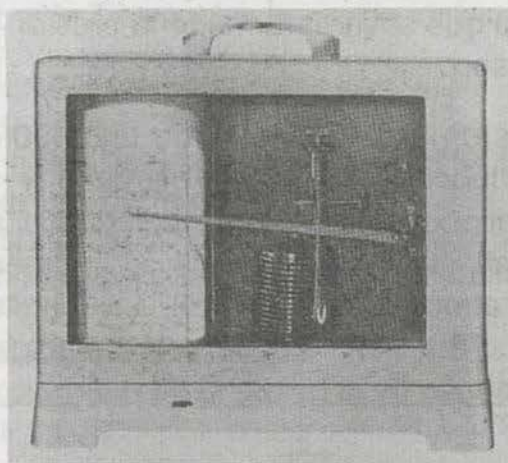


Fig. 12 Barógrafo

ESCALAS BAROMETRICAS:

La altura de la columna de mercurio indica el valor de presión, por lo que se puede medir en milímetros o en pulgadas (mmHg ó inHg, se leen "Milímetros de Mercurio" o "Pulgadas de Mercurio"). Aunque los barómetros aneroides usan también estas escalas como equivalentes, generalmente emplean como unidades de medida a los milibares (mb) o milibarrios, conocidos también como Hectopascales (hPa), que equivalen a la presión ejercida por una fuerza de 1000 dinas sobre un centímetro cuadrado:

$$1 \text{ mb} = 1 \text{ hPa} = 1000 \text{ dinas/cm}^2 = 0.0145 \text{ lbs/pulg}^2 = 0.75 \text{ mmHg} = 0.02953 \text{ inHg}$$

Por lo anterior, las equivalencias del valor normal de presión de una atmósfera, al nivel del mar y en Latitud 45° (ver tabla II), son:

$$1 \text{ atm} = 1013.2 \text{ mb ó hPa} = 1.0132 \times 10^6 \text{ dinas/cm}^2 = 14.7 \text{ lbs/pulg}^2 = 760 \text{ mmHg} = 29.92 \text{ inHg}$$

LECTURA DEL BAROMETRO ANEROIDE:

La lectura del barómetro aneroide es directa, apreciándose las décimas a ojo. Previamente se golpeará ligeramente el instrumento, por si la aguja indicadora está "enganchada".

REDUCCION AL NIVEL DEL MAR:

La presión barométrica cambia rápidamente con la altura, por lo que se ha adoptado el nivel del mar como referencia, y a él se deben reducir todas las observaciones de superficie. La Tabla III da el valor de la corrección, que se aplicará siempre, tanto a los barómetros de mercurio como a los aneroides.

OTRAS CORRECCIONES.- Si se quiere tener el valor de la presión con una mayor exactitud, se tendrán en cuenta las correcciones por cambios en Temperatura y por la fuerza de Gravedad, recordándose que, en la práctica, estas correcciones sólo se aplican cuando interesan lecturas de gran precisión, generalmente en los barómetros de mercurio.

MAREA BAROMETRICA:

Las lecturas del barómetro, en condiciones normales de presión, presentan una variación diurna, conocida como marea barométrica. Este fenómeno se observa como oscilaciones en las lecturas ocasionadas por las ondas de presión que con período de 12 horas barren la tierra de E a W. La marea barométrica (como en los océanos) se origina principalmente por la atracción de la Luna y el Sol sobre la masa atmosférica, en combinación con otras causas como la variación diurna de la temperatura. Este ciclo es aproximadamente de la forma siguiente: 2 mínimo (04:00 hrs y 16:00 hrs), y 2 máximos (10:00 y 22:00 hrs). Su amplitud es variable, dependiendo mucho de la posición geográfica. En los trópicos se nota más (de hasta 2.5 mm entre el máximo y el mínimo) y disminuye con el aumento de la latitud y en el invierno. En algunos lugares está muy atenuada o sólo se nota una vez en el día. Un síntoma típico de aproximación de mal tiempo o de un notorio cambio meteorológico es la desaparición de la marea barométrica.

ISOBARAS:

Son las líneas que resultan de unir en una carta o mapa todos los puntos que tienen el mismo valor instantáneo (o medio) de la presión (Fig. 13). Para trazarlas, los puntos deben tener la misma elevación sobre el nivel del mar, o bien, reducir las lecturas de todos ellos a un nivel común.

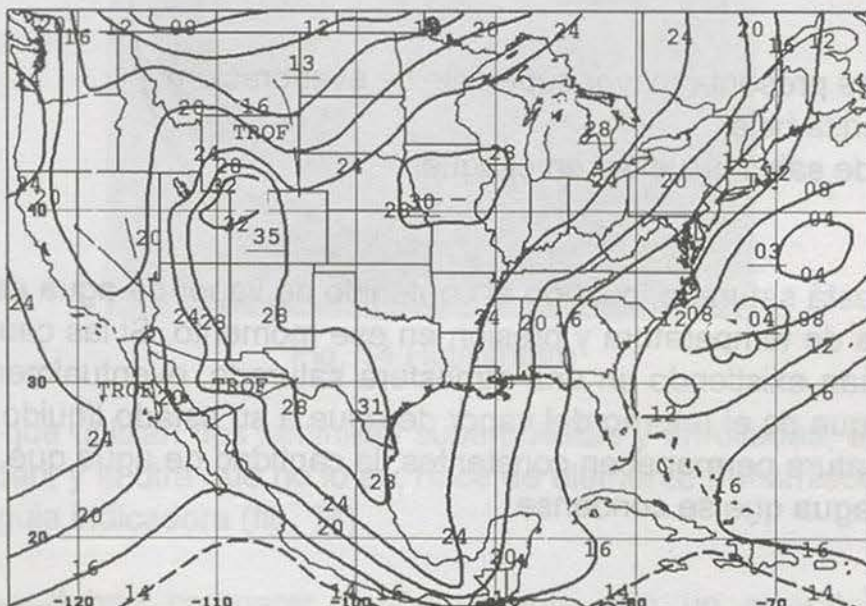


Fig. 13 Carta de isobaras (líneas de igual presión)

FORMACIONES ISOBARICAS:

Al trazar isobaras (generalmente con intervalos de 4 milibarios) es posible apreciar algunos patrones específicos (formaciones isobáricas) en la distribución de la presión sobre la superficie. Estas formaciones son de interés especial, pues se pueden asociar con la presencia de ciertos sistemas meteorológicos y la afectación de éstos sobre el estado del tiempo.

SUBSIDENCIA:

Un ejemplo importante de las afectaciones producidas por los sistemas de presión es la subsidencia, que es un descenso de masas de aire desde niveles altos, que provoca una compresión de las capas inferiores. Por ello, se observan centros extensos de alta presión, escasa o nula nubosidad, altas temperaturas y vientos flojos de dirección variable en el centro de la alta presión.

1.4 HUMEDAD EN LA ATMOSFERA

Humedad es el contenido de vapor de agua en el aire. La cantidad máxima de vapor de agua que puede contener el aire depende de la temperatura y de la presión atmosférica. A mayor cantidad de calor (mayor temperatura) y menor presión atmosférica, o combinación de ambas situaciones, más vapor podrá mezclarse con el aire.

El vapor de agua es un medio importantísimo de transporte del calor. La evaporación de 1 litro de agua (1mm de espesor en una superficie de 1 m^2) absorbe 600,000 calorías (en forma de calor latente) que son reintegradas a la atmósfera (en forma de calor sensible) en el momento y lugar donde ocurra la condensación.

EVAPORACION:

La evaporación tiene lugar cuando el agua líquida pasa al estado gaseoso en forma de vapor de agua. La evaporación se ve favorecida por:

- 1.- Temperaturas elevadas
- 2.- Ambiente seco
- 3.- El viento
- 4.- El oleaje (pues se presenta mayor superficie de evaporación)
- 5.- Presión atmosférica baja
- 6.- Bajo contenido de sales disueltas en el agua.

SATURACION:

Se dice que el aire está saturado, cuando el contenido de vapor de agua es el máximo posible para las condiciones de temperatura y presión en ese momento. Si las causas que originan la evaporación continúan existiendo en una atmósfera saturada, eventualmente se observará la CONDENSACION, que es el retorno del vapor de agua a su estado líquido. Si las condiciones de presión y temperatura permanecen constantes, la cantidad de agua que se evapore, será la misma cantidad de agua que se condense.

PUNTO DE ROCIO:

Es el valor que debe tomar la temperatura para que, sin variar la cantidad de vapor de agua, se alcance el punto de saturación (y se pueda observar condensación).

HUMEDAD ABSOLUTA:

Es el peso, en gramos, de la cantidad total (real) de vapor de agua que hay en 1 m^3 de aire. Su valor decrece con la altura. Debido a que es muy difícil medir la cantidad real o absoluta presente en la atmósfera, se utiliza el concepto de Humedad Relativa.

HUMEDAD RELATIVA:

Es la relación entre el contenido de vapor de agua en el aire en un momento dado, y el valor máximo que podría haber en la atmósfera para la temperatura y presión en ese momento. Cuando el aire no pueda absorber más vapor de agua (atmósfera saturada), la humedad relativa es del 100%. Por lo tanto, aumentos en la presión, descenso de temperaturas, o la combinación de ambas, originan incrementos en la humedad relativa, pues se reduce la capacidad de la atmósfera para contener ese vapor, hasta llegar a un 100%. De acentuarse dichas tendencias, se observaría condensación.

HIGROMETRO:

Es el instrumento que sirve para medir la humedad relativa del aire. Su funcionamiento se basa en las contracciones o dilataciones de un cuerpo altamente sensible a la humedad, como el cabello humano.

El higrómetro de cabello es el más utilizado, y consiste en un haz de cabellos o crines, previamente desengrasados, dispuestos de forma que sus cambios de longitud se transmiten a un indicador que se desplaza sobre una escala graduada en porcentajes (de 0% a 100%).

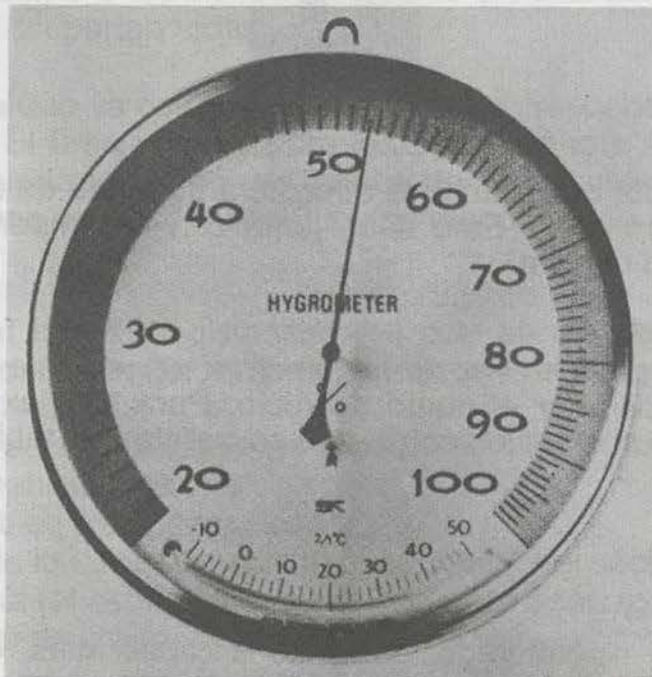


Fig. 14 Higrómetro

Hay otros modelos que utilizan dos laminillas superpuestas y enrolladas, de las cuales una es sensible a la humedad, y la otra que no lo es, hace de elemento transmisor de las alteraciones de la primera a la aguja indicadora (fig. 14).

Ambos modelos se deben comparar periódicamente con un aparato patrón o con un psicrómetro.

PSICROMETRO:

Es el instrumento utilizado para determinar la humedad del aire asociando el grado de "enfriamiento" producido por la evaporación del agua sobre un cuerpo, a la condición de mayor o menor facilidad ofrecida por la atmósfera para que se produzca dicha evaporación.

Consiste en dos termómetros, de los cuales uno, conocido como bulbo seco, está en contacto directo con la atmósfera (como cualquier termómetro ambiental). El otro, llamado de bulbo húmedo, tiene su depósito envuelto en una muselina, que se debe humedecer durante la observación, por lo que normalmente indica menor temperatura que el bulbo seco.

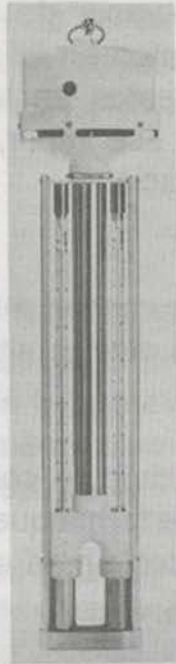


Fig. 15 Higrómetro

La cantidad máxima de vapor que admite la atmósfera depende de su temperatura, o sea, de la que marca el termómetro seco. Este dato, junto con la temperatura del bulbo húmedo, permite calcular la humedad relativa.

TABLAS PSICROMETRICAS:

Cuando se utilizan psicrómetros en vez de higrómetros, se requiere de tablas para calcular la humedad relativa, o para calcular el punto de rocío. Para ello, existen varias versiones de tablas, de acuerdo a la instrumentación con la que se cuenta (ver tablas IV y V).

1.5 NUBES Y VISIBILIDAD

NIVEL DE CONDENSACION:

Cuando una masa de aire no saturado, asciende a capas altas, el enfriamiento producido puede llegar a hacer que su contenido de vapor de agua alcance el punto de rocío. En este momento se dice que ha alcanzado su nivel de condensación, y comienza la formación de nubes.

NUBES:

Son conjuntos visibles de partículas minúsculas de agua líquida o de hielo, o de ambas cosas a la vez, en suspensión en la atmósfera.

El enfriamiento del vapor de agua en el aire, su condensación y la consiguiente formación de nubes, tiene lugar en diferentes circunstancias, lo que genera diversos tipos de nubes. Las

observaciones de estas nubes, si son completas y detalladas, suministran una gran cantidad de información sobre la estructura de la atmósfera, y los fenómenos que estén ocurriendo en ella. Entre los principales factores que influyen en la formación de los diferentes tipos de nubes están: presencia de corrientes ascendentes (convección), elevación forzada (como la originada por el relieve orográfico), turbulencia, frentes calientes, frentes fríos.

CLASIFICACION DE LAS NUBES:

Los nombres utilizados para designar las nubes sirven para describir su tipo y su forma. La clasificación de las nubes considera 10 tipos generales o "géneros" (Tabla VI), mencionando entre sus características principales:

- 1.- Altura de su base, que es la distancia vertical entre su parte más baja y el suelo o superficie (y que corresponde al nivel de condensación).
- 2.- Dimensión vertical, determinada por la distancia entre su base y su cima.
- 3.- Forma, distinguiéndose dos formas básicas: estratiformes (en forma de velos o capas continuas extensas), y cumuliformes (acumulaciones o agrupamientos de nubes, con claros de cielo o separación definida entre estos cúmulos).

Para facilitar su estudio, se recomienda visualizar las imágenes correspondientes en las Cartas de Nubes como la publicada por la Dirección General de Oceanografía Naval y/o en los Atlas de Nubes de diversas editoriales (Apéndice A).

NUBOSIDAD (partes cubiertas):

Es la fracción del cielo cubierto por las nubes. La nubosidad existente se determina "a ojo" agrupando con la imaginación a las nubes existentes en una zona de la bóveda celeste, y calculando el espacio que ocuparían todas juntas.

Se expresa en una escala que va desde el 1 al 8 y que corresponde a las octavas partes que están cubiertas ("octas"). El 0 se reserva para los casos en que está despejado y el 9 para aquellos en que no se pueden apreciar las partes de cielo cubierto, por falta de visibilidad. (Antiguamente se usaba una escala de 0 a 10, en correspondencia con décimas partes).

VISIBILIDAD:

Se define como visibilidad la mayor distancia a la cual se puede ver e identificar un objeto destacado (faro, acantilado, barco, etc.). La visibilidad depende de:

- 1.- Impurezas en el aire.
- 2.- Cantidad de vapor de agua que contenga el aire.
- 3.- Presencia de niebla, neblina o calima.
- 4.- Intensidad de las posibles precipitaciones.
- 5.- Posiciones del Sol o de la Luna respecto al observador y al sector que interese.
- 6.- Altura del Sol o la Luna (al estar bajos, sus rayos atraviesan más kilómetros de atmósfera, disminuyendo su poder de iluminación).

La visibilidad puede variar con los sectores del horizonte que se consideren. En estos casos, si hay que definirla, se precisará el rumbo o zona de estos a que se refiere su valor.

NIEBLA:

Es una nube en contacto con el suelo que reduce la visibilidad a menos de 1 km. Se forma por la condensación del vapor de agua sobre pequeñísimas partículas que flotan en el aire. En la mar, los cristales de sal que abundan en suspensión, constituyen la principal fuente de núcleos de condensación (Fig. 16). La formación de nieblas se ve favorecida por la existencia de

calmas o vientos flojos, así como por las inversiones térmicas. Entre los principales tipos de niebla, podemos encontrar:

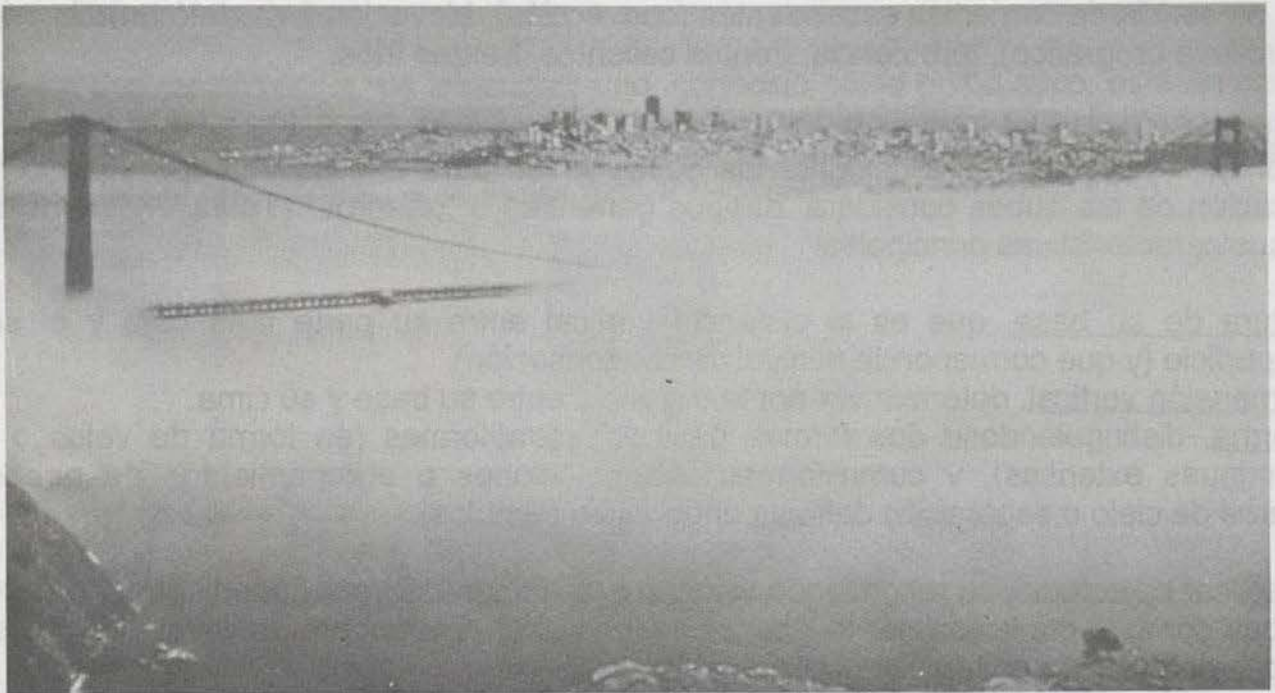


Fig. 16 Niebla de advección que cubre la Bahía de San Francisco

NIEBLAS DE ADVECCION:

Cuando una masa de aire cálida y húmeda fluye sobre una superficie fría, y por contacto se enfría por debajo del punto de rocío, con la consiguiente saturación y condensación, formándose la niebla. El 90% de las nieblas que se forman sobre el mar son de este tipo, viéndose favorecidas cuando en la zona hay una corriente oceánica fría superficial. Pueden ser densas y de bastante espesor, teniendo un proceso de formación rápido.

NIEBLAS DE EVAPORACION:

Cuando el mar está caliente en comparación con el aire que tiene encima, suministra vapor de agua y calor a éste, el cual asciende al perder densidad. Al enfriarse por debajo del punto de rocío da lugar a ramalazos o bocanadas de niebla que se disipan rápidamente. De ahí le viene el nombre de mar de humos, frecuente en altas latitudes y ocasionalmente en las zonas templadas. El vaho que desprenden las tazas y platos con líquidos calientes serían un ejemplo sencillo de este fenómeno.

NEBLINA O BRUMA: Es en todo idéntico a la niebla, salvo que la visibilidad es superior a 1 km.

CALIMA: Es una especie de neblina sin vapor de agua, producida exclusivamente por las impurezas que contiene el aire, sin que intervenga el fenómeno de condensación.

Hace aparecer a los objetos como borrosos, con contornos imprecisos y de un tono grisáceo o ligeramente azulado. En las costas es muy común, debido a las rompientes de las olas que dispersan gran cantidad de partículas de sal en la atmósfera, así como a la arena suelta de las playas, especialmente con las presencia de brisas fuertes.

DISPERSION DE NIEBLAS:

Las nieblas se aclaran o desaparecen cuando se presenta alguna o varias de las situaciones siguientes:

- 1.- Aparición de vientos fuertes.
- 2.- El calor del Sol calienta la superficie del suelo, que a su vez cede calor a la niebla. Al subir su temperatura, puede contener más vapor de agua sin llegar a la condensación.
- 3.- Cuando la niebla pasa sobre una corriente oceánica superficial caliente.
- 4.- Por la aproximación de una masa de aire caliente y seco.

1.6 PRECIPITACIONES

LLUVIA:

Las gotas que forman las nubes tienen un radio promedio de 0.01 mm, pero aún cuando lleguen a los 0.1 mm no alcanzan el suelo, ya que antes se evaporan. Para que podamos apreciar la lluvia, es necesario que muchas gotas pequeñas se reúnan hasta que su tamaño y peso impidan su evaporación completa y puedan vencer el efecto de las corrientes de vientos ascendentes, precipitándose hacia la superficie. El tamaño de las gotas de lluvia está alrededor de los 0.6 mm de diámetro.

La llovizna es una lluvia de gotas pequeñas (de 0.2 a 0.5 mm de diámetro) y numerosas, que dan la sensación de flotar en el aire, siguiendo claramente sus movimientos.

La clase de precipitación está asociada al tipo de nube y a la temperatura a lo largo de la vertical del lugar. Así, las nubes cumuliformes (los "cumulonimbos") ocasionan lluvias fuertes, con gotas grandes y algunas veces acompañadas de granizo, así como rachas de vientos fuertes (chubascos), pero en áreas más bien reducidas. Por otro lado, las nubes estratiformes (los nimbostratos) se asocian a lluvias no muy fuertes, con gotas pequeñas o lloviznas, bajas temperaturas y vientos flojos, pero que pueden durar por varias horas o días, en superficies extensas.

PLUVIOMETRO:

Se llama así al aparato utilizado para medir la cantidad de lluvia precipitada (Fig. 17). En esencia consiste en un vaso o recipiente de boca horizontal y ancha. Por abajo se estrecha y el agua recogida va a parar a un depósito con una escala graduada. Midiendo la cantidad de agua que contenga se puede calcular la precipitación durante el plazo de tiempo que interese. Se expresa, en milímetros o en pulgadas, lo que indica el espesor de la capa de agua que se habría acumulado sobre el terreno, considerando que éste fuera plano, en un periodo de tiempo determinado (puede ser lluvia acumulada en 1 hora, 3, horas, 6 horas, 1 día, etc.). Cada milímetro de capa acumulada, equivale a 1 litro de agua recolectada por cada metro cuadrado de terreno.

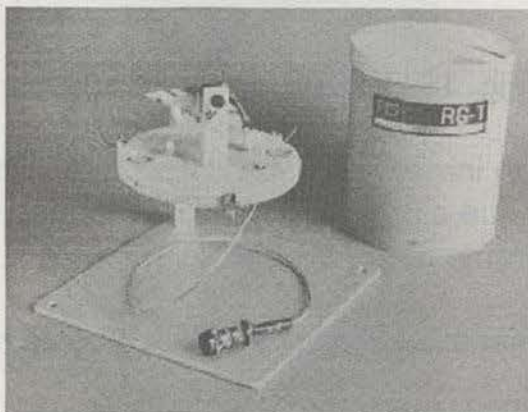


Fig. 17 Pluviómetro

MEDIDAS PARA EFECTUAR LECTURAS CORRECTAS:

- 1.- La boca receptora del pluviómetro, debe estar a 1.5 mts. de altura sobre el suelo y en posición completamente horizontal.
- 2.- El aparato se colocará en un lugar despejado, lejos de construcciones, árboles, cultivos, etc.
- 3.- Debe cuidarse que la boca y el interior del mismo estén limpios de hojas, tierra, insectos y otros objetos que pueden alterar la edición exacta de la precipitación.

La formación de las gotas de precipitación tiene lugar de las siguientes maneras:

- 1.- Si la parte alta de una nube está por debajo de los 0°C , su composición es, entre ciertos niveles, una mezcla de partículas de agua y hielo (Fig. 18). Estas últimas "atrapan" a las primeras y crecen hasta que su peso las hace caer a través de la nube. En este viaje se calientan y derriten, llegando al suelo como lluvia.

Este proceso (de Bergerón) justifica la mayor abundancia de precipitaciones en invierno que en verano.



Fig. 18 Lluvia por núcleos sólidos

- 2.- Algunas gotas de nubes son inicialmente mayores de lo normal y por esta razón atraen a otras más pequeñas hasta que el peso las hace descender. El mismo fenómeno se puede producir en virtud de la diferente carga eléctrica.

En estos casos no es necesaria la existencia de núcleos de hielo.

- 3.- Todas las gotas de nube con movimientos descendentes o de turbulencia chocan con otras "capturándolas" y engordando a expensas de ellas (Fig. 19).

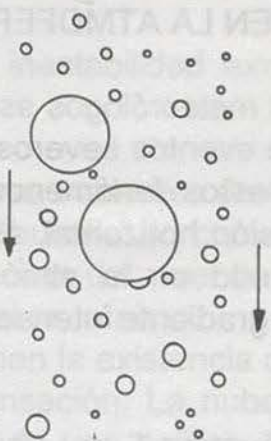


Fig. 19 Pequeños núcleos de lluvia se unen entre si

La Tierra admite una división de zonas de mayor o menor precipitación, que guardan una cierta relación con la latitud (Fig. 20). Evidentemente el paralelo límite entre ellas es irregular, dependiendo mucho de las características de las tierras y mares, así como de su reparto y estación del año. El resultado es que dentro de una zona teórica se pueden dar regiones de gran precipitación y otras de gran sequedad.

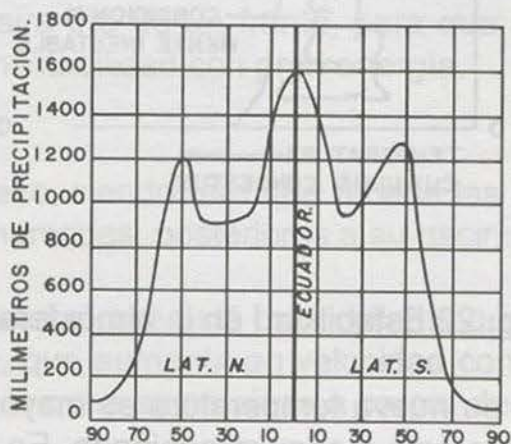


Fig. 20 Variación de lluvia de acuerdo a la latitud

PLUVIOGRAFO:

Es el pluviómetro con algún mecanismo adaptado para indicar de manera gráfica o visual, las acumulaciones de lluvia (Fig. 21).

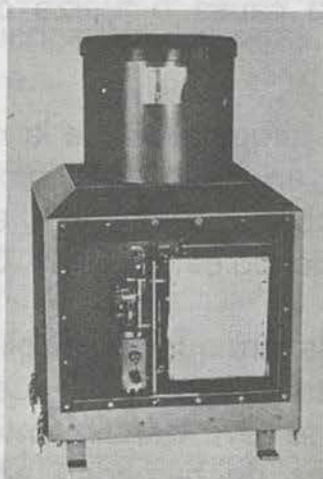


Fig. 21 Pluviógrafo

1.7 ESTABILIDAD E INESTABILIDAD EN LA ATMOSFERA

En general, es práctica común para los meteorólogos asociar condiciones de inestabilidad en la atmósfera, con la posible formación de eventos severos, tales como tormentas, tornados, etc., pues cualquiera que sea su origen, estos fenómenos se caracterizan por gran desarrollo vertical, en comparación con su extensión horizontal, así como fuertes movimientos verticales del aire, que solo son posibles cuando en la atmósfera se desarrolla una situación de inestabilidad. Otra guía para ello es un gradiente intenso de temperatura.

ESTABILIDAD EN LA ATMOSFERA:

Cuando una masa de aire con una temperatura T , por alguna causa es desplazada de su posición hacia arriba, se expandirá y se enfriará, pudiendo ocurrir los siguientes casos (Fig. 22):

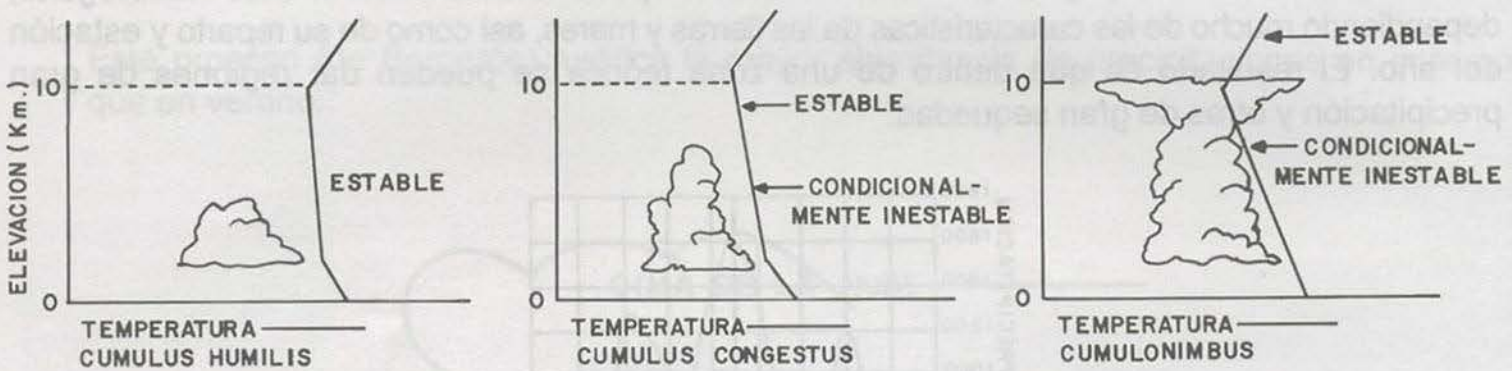


Fig. 22 Estabilidad en la atmósfera

- Equilibrio inestable:** Cuando su nueva temperatura es mayor que la del aire que la rodea, por lo que será más ligera que éste y seguirá subiendo. En este caso se dice que es una condición de inestabilidad.
- Equilibrio estable:** Cuando su nueva temperatura es menor que la del aire que la rodea, por lo que será más pesada que éste y tenderá a volver a bajar hacia su posición inicial, tan pronto como desaparezca la causa o fuerza que la obligó a subir. Esta es una condición de estabilidad.
- Equilibrio indiferente:** Si la nueva temperatura de la masa desplazada coincide con la de las capas de aire que le rodean en cierto momento, sus densidades serían iguales. Al desaparecer las fuerzas que le obligan a moverse, esta masa de aire se quedará en el nivel que se encuentre, permaneciendo estacionaria. Condición de estabilidad indiferente.

Lo mismo sucedería para una masa de aire que fuera obligada a bajar, y que se calentaría por compresión. En este punto es importante mencionar que el aire con vapor de agua es más ligero que el aire seco, además de que lleva ciertas cantidades de calor latente en ese vapor de agua, por lo que las condiciones de humedad alta, son muy favorables para crear situaciones de inestabilidad, y por lo tanto, de ocasionar eventos de tormenta.

SITUACIONES DE INESTABILIDAD:

Dentro de las muchas situaciones de inestabilidad existentes en la atmósfera se destacan como casos típicos las siguientes:

- 1.- Las nubes cumuliformes son muestras evidentes de inestabilidad atmosférica.
 - a.- Las cumulus conocidas como "humilis" (o cumulus de buen tiempo) corresponden a una situación de estable por encima del nivel de condensación e inestable por debajo, por lo que su crecimiento vertical es mínimo.
 - b.- Las cumulus "congestus" suponen la existencia de una capa profunda de inestabilidad por encima del nivel de condensación. La nube crece y se desarrolla verticalmente, tomando por arriba el aspecto de una coliflor. Si el crecimiento vertical se prolonga, dará origen a una del tipo cumulonimbus.
 - c.- En la cumulonimbus la capa de inestabilidad es mucho más profunda (hasta 10,000 metros), por lo que en su parte superior, hay temperaturas muy por debajo de los 0°C, y se forman cristales de hielo. Estas son las nubes que dan lugar a chubascos y tormentas, posible formación de granizo, y en invierno, ráfagas de nieve.
- 2.- En muchas ocasiones sólo hace falta que una pequeña causa, por ejemplo un ligero movimiento ascensional debido a recalentamiento anormal del suelo; un accidente orográfico o una cuña de aire frío de un frente, para que se desarrolle "en cadena" toda una serie de procesos de inestabilidad con gran energía.

TORMENTAS:

La vida de una tormenta es breve, siendo raro que rebase las 2 horas. Dentro de su duración tiene 3 etapas perfectamente marcadas, posteriores a su nacimiento.

- 1.- Desarrollo.- Dentro de la nube el aire está más caliente que a su alrededor, lo cual motiva su movimiento ascendente, que aumenta en velocidad con la altura. En las capas altas la temperatura es muy baja y la nube se empieza a cargar de gotas de agua, copos de nieve y cristales de hielo.
- 2.- Madurez.- Se inicia esta etapa con la aparición de fuertes corrientes descendentes que acaban predominando sobre las ascendentes. Lo anterior da lugar a un chorro vertical de aire frío y húmedo que entra bruscamente y con rachas intensas que se proyectan en forma de cuña en el sentido de avance de la tormenta (Fig. 23). La lluvia es fuerte y viene acompañada de relámpagos y truenos. No son raras las granizadas y según la latitud y la época del año se tendrá o no nieve.

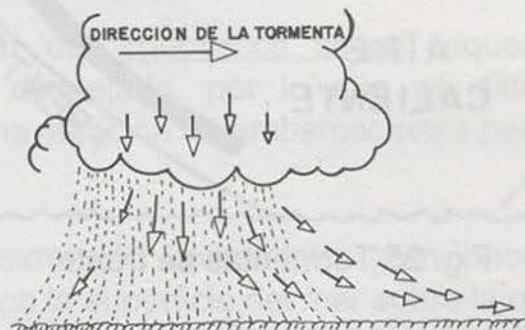


Fig. 23 Madurez y descarga de la tormenta

3.- Disipación.- Cuando el cumulonimbus ha descargado, la lluvia se vuelve menos intensa hasta cesar totalmente. El ambiente refresca y las corrientes descendentes desaparecen.

La figura 24 refleja las alteraciones de los valores de la temperatura, presión, intensidad del viento y lluvia, al paso de una tormenta sobre un lugar. Se destaca que la subida brusca de la presión corresponde a una pequeña alta (alta de la tormenta) coincidente con la zona de la superficie del suelo a que afecta la corriente descendente. La pequeña bajada posterior señala el paso de la depresión de la estela, que sigue a la tormenta.

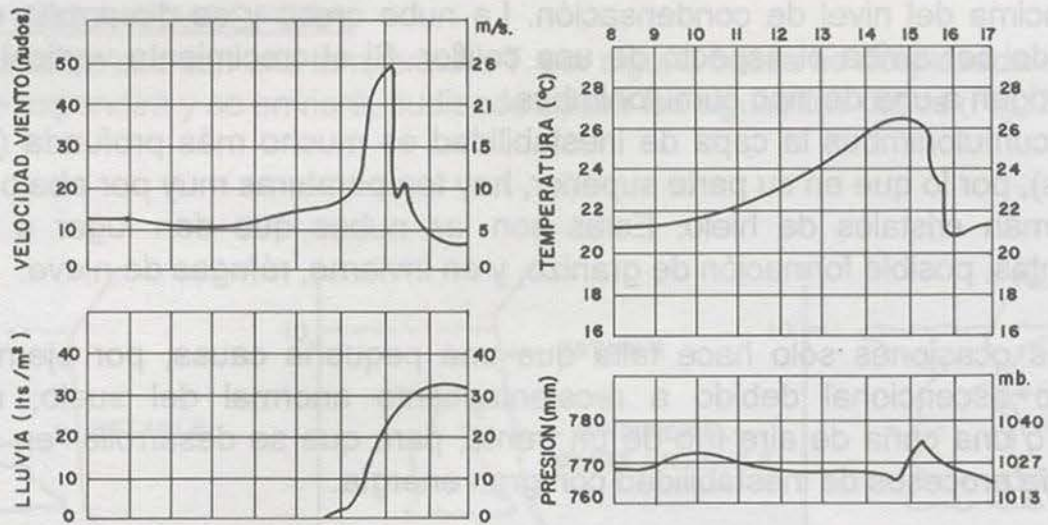


Fig. 24 Cambio de los datos locales al paso de una tormenta

CLASIFICACION DE LAS TORMENTAS

Aunque se pueden presentar en diversas circunstancias, existen 3 tipos fundamentales:

1.- Tormentas de frente: Son provocadas por el desplazamiento de aire caliente hacia arriba al resbalar sobre el más frío pegado al suelo (Fig. 25). Si en la atmósfera existe inestabilidad, aunque sea latente, se formará la tormenta (efecto de disparo). Pueden producirse aisladamente o en forma de línea de turbonada (que es más frecuente), paralela o sobre el trazado horizontal del frente. Tienen lugar en cualquier hora del día.

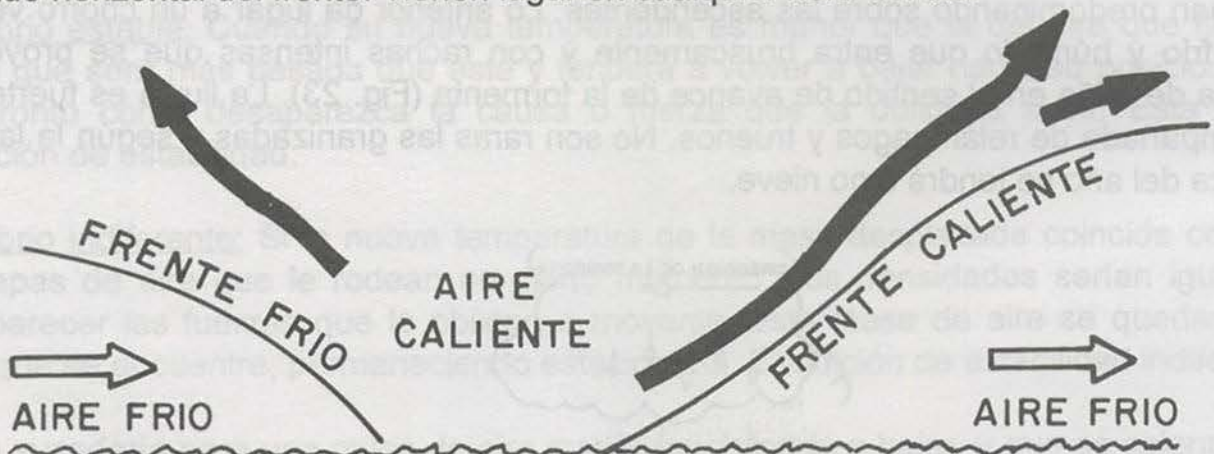


Fig. 25 Tormentas de frente

2.- Tormentas de línea: Van aisladas o en grupos, unas detrás de otras, siguiendo la dirección de los vientos predominantes en los núcleos bajos. Son más frecuentes en las horas de la tarde.

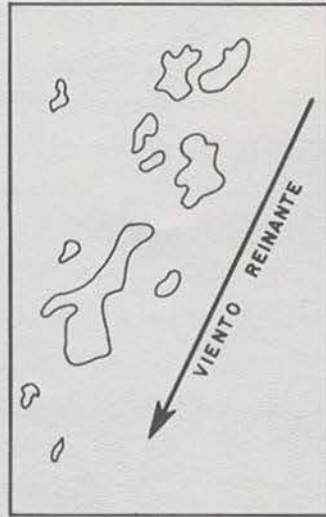


Fig. 26 Vista de tormenta de línea desde arriba

- 3.- Tormentas de calor: Se originan por el calentamiento anormal del suelo, especialmente en verano. Muchas veces el calor del día resulta insuficiente para producirlas, pero el enfriamiento al ocaso del Sol las lleva a su completo desarrollo. Son más frecuentes en las horas de la tarde, con carácter meramente local.

CHUBASCOS:

El chubasco puede considerarse como una tormenta a pequeña escala, de menor duración (hasta 30 min.), y sin relámpagos ni truenos, pues el desarrollo vertical de la nube que lo produce es menor. Su precipitación es breve, con presencia de vientos fuertes y rachas de dirección cambiante. En ocasiones la lluvia es intensa y a veces, con granizo o nieve.

Se observan en nubes bajas de forma irregular y color oscuro que se desplazan con velocidad variable, agrandándose simultáneamente. Normalmente se pueden apreciar pequeñas crestas espumosas en la superficie del mar producidas por sus rachas, y los flecos o telones de lluvia que avanzan con las nubes. Al llegar al sitio donde se encuentra el observador, o un poco antes, el viento se refuerza y puede cambiar a una dirección totalmente distinta de la que soplaba anteriormente, por lo que son peligrosos para la navegación. Pasando el chubasco, vuelven las condiciones originales.

El barómetro no es muy sensible a su aproximación, aunque en algunas ocasiones la presión sube destacadamente durante su paso. El aire frío que trae provoca un descenso en el termómetro, que se nota más si el tiempo reinante es caluroso.

Reciben el nombre particular de "chubascos secos" aquellos que sólo son de viento, presentándose con el cielo despejado, por lo que es difícil detectarlos a simple vista, resultando peligrosos para la navegación de embarcaciones pequeñas y veleros.

TROMBAS:

Son torbellinos de pequeña extensión horizontal y gran velocidad, que descienden de una nube de tormenta y se unen con la superficie del mar sobre la que se desplazan. Su apariencia es la de un embudo, y duran pocos minutos (Fig. 27).



Fig. 27 Tromba

Su diámetro oscila entre los 5 y los 20 metros, y el viento gira en su interior en sentido contrario a las manecillas del reloj (en el hemisferio Norte) a velocidades de 100 m/s o mayores. La manga se mueve horizontalmente a razón de 40 a 50 kms/hora y los daños que ocasiona son tanto por la fuerza del viento como por el efecto de succión que provoca su baja presión.

Inicialmente la manga es vertical, pero en muchas ocasiones se tuerce al desplazarse, llegando a romperse. Su color es gris oscuro, que pasa al amarillento cuando está iluminada por el Sol.

El mismo fenómeno recibe el nombre de "TORNADO" cuando tiene lugar sobre tierra, diferenciándose por su diámetro (hasta 200 m) y mayores efectos destructivos. Algunas veces se adentran algo en la mar (Fig. 28).

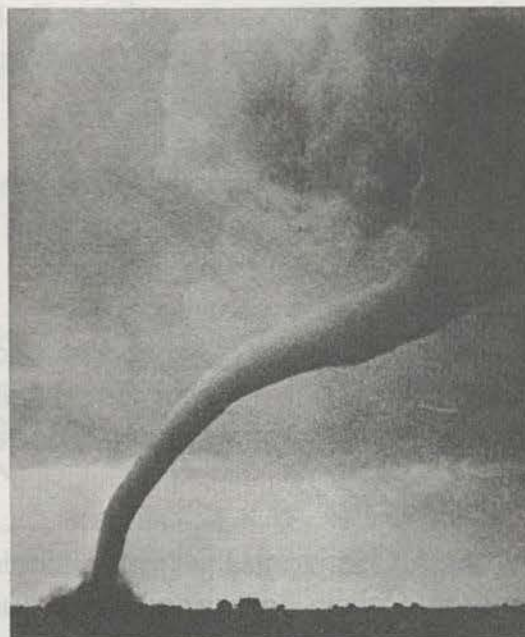


Fig. 28 Tornado

1.8 EL VIENTO

Cuando las masas de aire se desplazan, reciben el nombre de viento. La causa principal de este movimiento es la diferencia de presiones, de la forma siguiente:

La posición geográfica, la estación del año y la orografía hacen que la Tierra tenga zonas de distinto calentamiento que dan lugar a núcleos de altas y bajas presiones. El aire tenderá a moverse en la horizontal, o muy próximo a ella, desde las altas hacia las bajas presiones, con objeto de restablecer el equilibrio (Fig. 29). Este movimiento debería ser perpendicular a las isobaras y con tanta más intensidad cuanto mayor sea la pendiente barométrica o gradiente, al igual que ocurre en el curso de los ríos. Sin embargo, existen otros factores que influyen en el comportamiento de los vientos:

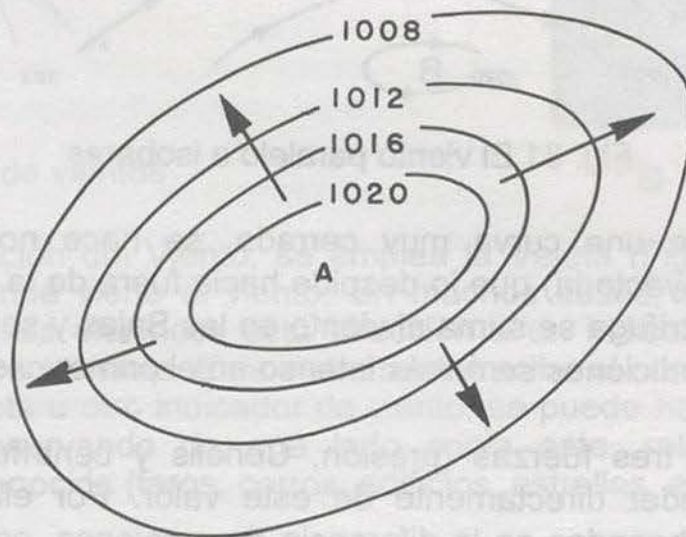


Fig. 29 El viento tiende a ir de las altas a las bajas presiones

1.- El movimiento de rotación de la Tierra, provoca un efecto de giro en cada hemisferio, de forma tal que en el hemisferio Norte los vientos son desviados hacia la derecha de su dirección, (hacia su izquierda en el Sur). Este efecto es conocido como "Efecto de Coriolis" y actúa siempre como una fuerza perpendicular a la dirección de la trayectoria de cualquier móvil (Fig. 30).

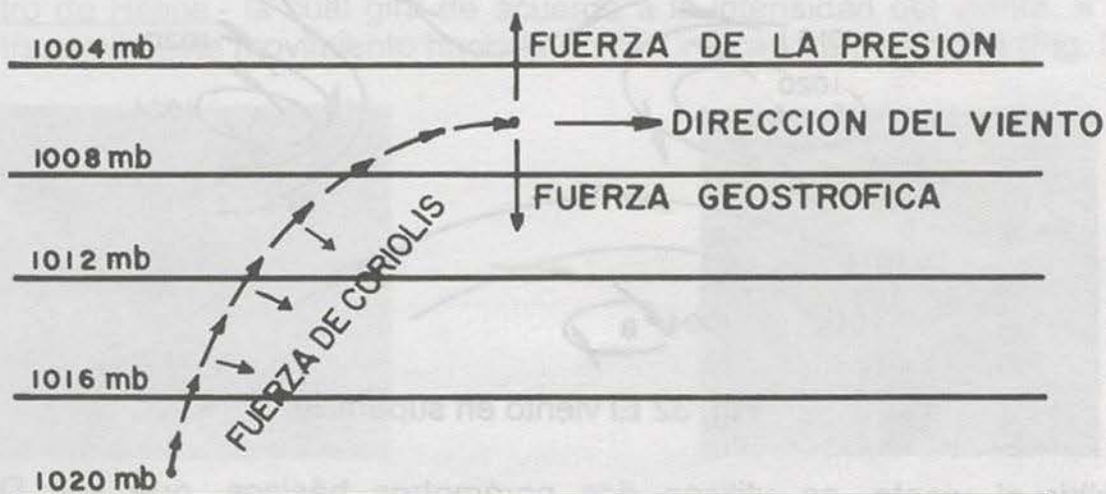


Fig. 30 El viento se recurva

2.- La trayectoria del viento se va recurvando según la resultante de la fuerza originada por la diferencia de presiones y el efecto de Coriolis. En cierto punto ambas se igualarán alcanzándose un equilibrio, y mientras no haya alguna causa que altere esta situación, el aire tenderá a circular paralelo a las isobaras (Fig. 31).

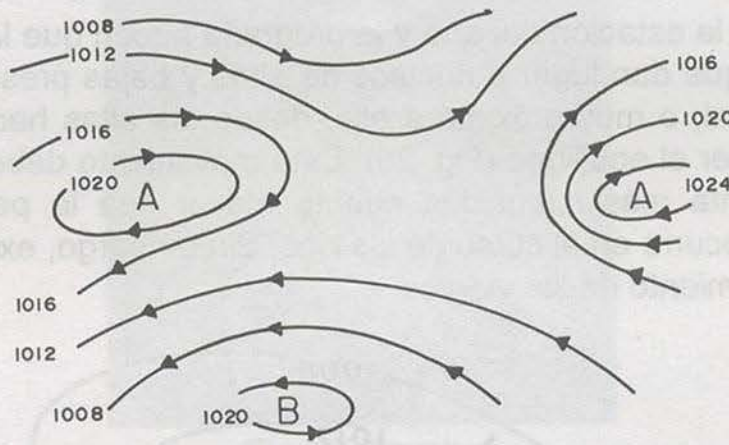


Fig. 31 El viento paralelo a isobaras

3.- Cuando el aire sigue una curva muy cerrada, se hace notar la fuerza centrífuga (perpendicular a la trayectoria) que lo despide hacia fuera de la Alta o de la Baja. Por su sentido, la fuerza centrífuga se suma al viento en las Bajas y se resta en las Altas, por lo que a igualdad de condiciones será más intenso en el primer caso.

4.- La resultante de las tres fuerzas (presión, Coriolis y centrífuga) se llama viento de gradiente, por depender directamente de este valor. Por ello se puede calcular la intensidad del viento basados en la diferencia de presiones, asumiendo que se conoce además la Latitud.

5.- Finalmente, el rozamiento del viento sobre la superficie terrestre, al combinarse con las otras fuerzas, produce pérdida de velocidad, y un cambio de dirección, hacia dentro en las Bajas y hacia afuera en las Altas (Fig. 32). Este viento es el real a nivel de superficie.

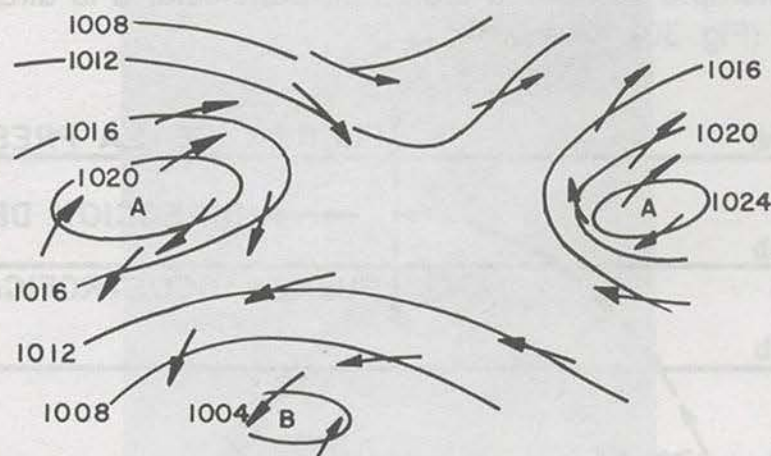


Fig. 32 El viento en superficie

Para describir al viento, se utilizan dos parámetros básicos, que son DIRECCION Y VELOCIDAD.

DIRECCION DEL VIENTO:

Se obtiene al determinar el ángulo desde el cual viene el viento (de 0° a 360°) medido en el sentido de las manecillas del reloj (hacia la derecha) y a partir del Norte Verdadero. En algunos casos no se puede decir con precisión cuál es el ángulo exacto, puesto que constantemente puede haber variaciones en la dirección. Por ello, a menudo se utilizan los rumbos aproximados, descritos generalmente en base a los 16 rumbos o puntos principales de la Rosa de los Vientos (Fig. 33).

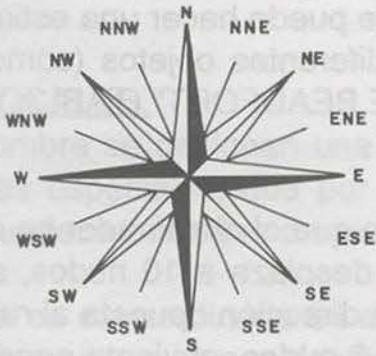


Fig. 33 Rosa de vientos

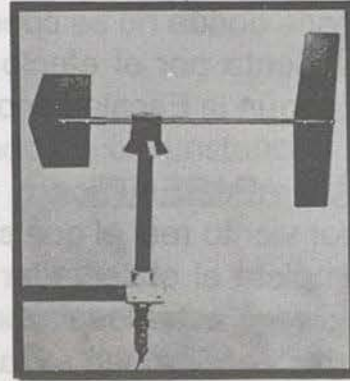


Fig. 34 Veleta

Para determinar la Dirección del Viento, se emplea la Veleta (Fig. 34), cuya punta señala hacia la dirección de donde viene el viento. En muchos casos, esta veleta transmite por medios mecánicos o pulsos eléctricos esta dirección a un indicador o pantalla, donde se puede tomar la lectura directamente. Este instrumento recibe el nombre de ANEMOSCOPIO. Cuando no se tenga veleta u otro indicador de viento, se puede hacer una estimación de la dirección del viento, observando de qué lado sopla este, relacionándolo con alguna referencia de dirección conocida (faros, cerros, edificios, estrellas, etc.).

VELOCIDAD DEL VIENTO

Existen varios tipos de instrumentos para medir la velocidad o intensidad del viento, llamados ANEMOMETROS. Entre ellos, los más comunes son:

- 1.- Anemómetro de Copas.- que son pequeñas copas o cazoletas, con su superficie cóncava orientada hacia el mismo lado, y unidas radialmente a un eje vertical. Estas giran horizontalmente alrededor del eje, transmitiendo la energía hacia la unidad indicadora o pantalla para leer los datos (Fig. 35).
- 2.- Anemómetro de Hélice.- la cual gira de acuerdo a la intensidad del viento, a manera de rehilete, y transmite este movimiento hacia la unidad indicadora o pantalla (Fig. 36).



Fig. 35 Anemómetro de copas



Fig. 36 Anemómetro de hélice

La velocidad del viento se puede expresar en diferentes unidades, tales como metros por segundo ("mts./seg" ó "m/s"), kilómetros por hora ("kph" ó "km/hr"), millas terrestres por hora ("mph"). Sin embargo, en meteorología marítima, la unidad más utilizada es el "Nudo" ("nd" ó "kt", por su nombre en inglés), que equivale a una Milla Náutica por hora (1 MN/hr).

Ejemplo: 1 nudo = 1 MN/hr = 0.5 m/s = 1.8 km/hr.

En algunos casos donde no se cuenta con anemómetros, se puede hacer una estimación de la intensidad del viento por el efecto que éste produce en diferentes objetos (como banderas, árboles, etc.), según la Escala conocida como "ESCALA DE BEAUFORT" (TABLA VII).

VIENTO REAL Y APARENTE.

Se entiende por viento real el que se aprecia en un lugar sin que el observador se desplace. Si con calma completa el observador (p.e. en un buque) se desplace a 10 nudos, se notará el viento producido por este desplazamiento, precisamente en dirección opuesta al rumbo que se lleve. Si en estas condiciones saltara un viento de proa de 6 nudos, el viento aparente que se apreciaría a bordo seguirá teniendo la misma dirección, pero su intensidad aumentaría a 16 nudos.

Para los distintos aproamientos del barco, los dos vientos, el real y el producido por la marcha, combinan sus valores de dirección y fuerza dando lugar en cada caso al viento aparente. Desde el punto de vista meteorológico lo que interesa conocer es el viento real.

Un procedimiento gráfico y muy sencillo para obtenerlo es el siguiente (Fig. 37):

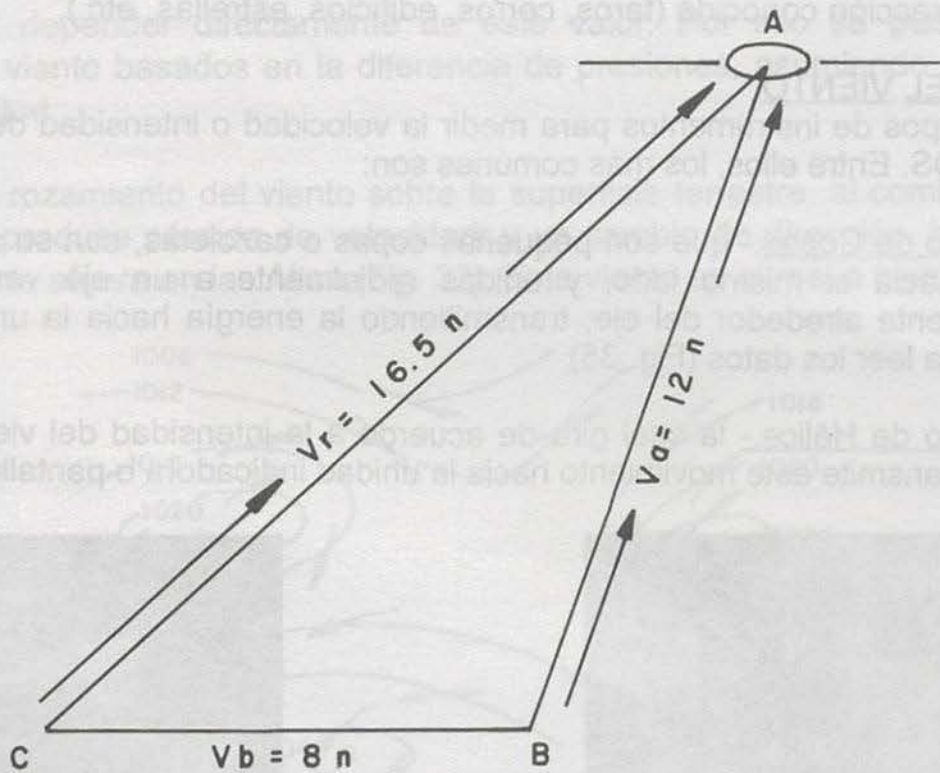


Fig. 37 Cálculo del viento real

- 1.- Elijase una escala de velocidades de forma que se puedan apreciar las dos décimas de nudo. De ser posible trabájese sobre papel cuadrulado.

- 2.- Por un punto se traza una recta AB orientada según el viento aparente "Va" (hacia la dirección de donde viene) y de un tamaño igual a su velocidad (en nudos).
- 3.- Por su extremo B se traza otra recta BC en dirección opuesta al rumbo del barco y de un tamaño igual a su velocidad "Vb".
- 4.- La recta que une A con C representa en tamaño y orientación (viene de C) al viento real "Vr".

VIENTOS LOCALES.

Con este nombre se designan una serie de vientos asociados a circunstancias orográficas y climatológicas especiales, que por ser propias de lugares o zonas determinadas adquieren carta de naturaleza y nombre propio.

Su influencia es extraordinaria en algunos casos, modificando los vientos generales e incluso llegándolos a anular si no son de gran intensidad.

A continuación se precisan algunos de los más destacados:

Brisas de mar y tierra.- Suponiendo que sobre la línea de la costa las presiones tengan un reparto uniforme con sus isobaras paralelas en altura, no habrá viento alguno. Por la mañana conforme el Sol se eleva, la tierra se calienta más rápidamente que la mar y entonces el aire sube sobre el primer lugar creando un pequeño núcleo de bajas presiones. El resultado es una corriente de aire (Fig. 38), que se mantiene hasta que al atardecer se igualan las temperaturas y presiones, volviéndose a la situación de estabilidad.

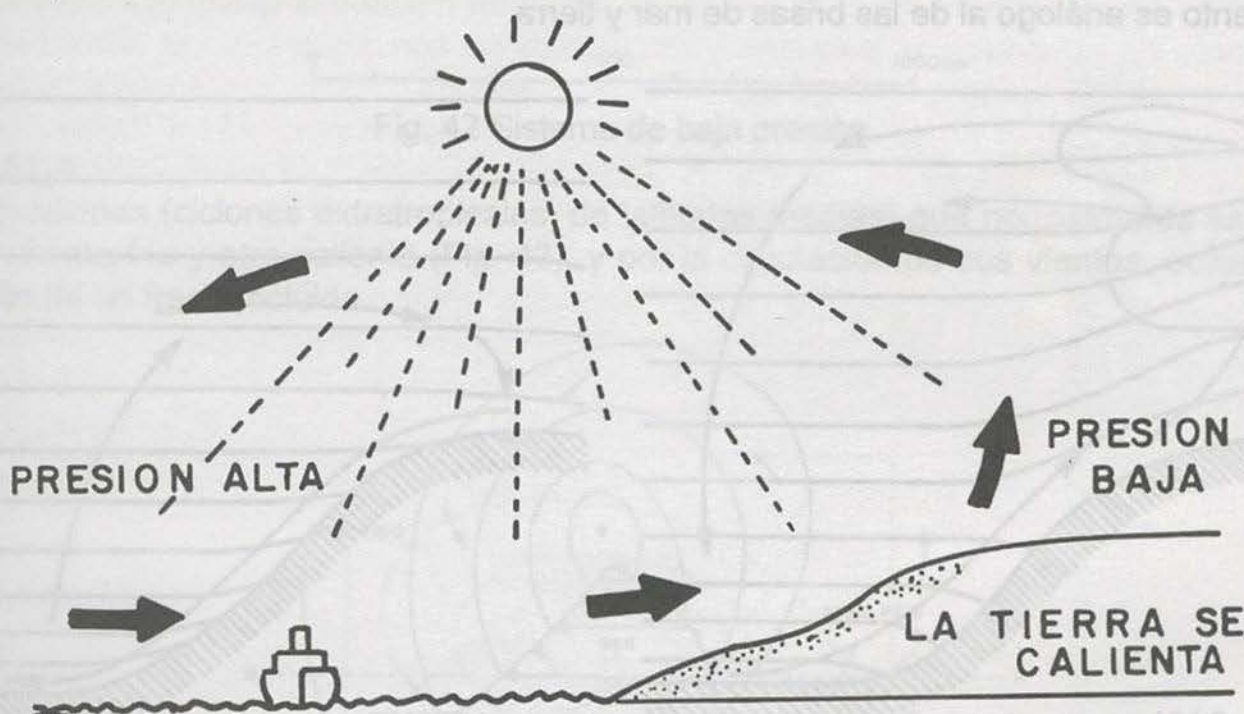


Fig. 38 Brisa de mar

Por la noche la tierra se enfría más de prisa que la mar y se repite el fenómeno, pero en sentido inverso (Fig. 39) dando lugar a las terrenas. Con las primeras horas del día se equilibran las presiones, cerrándose el ciclo.

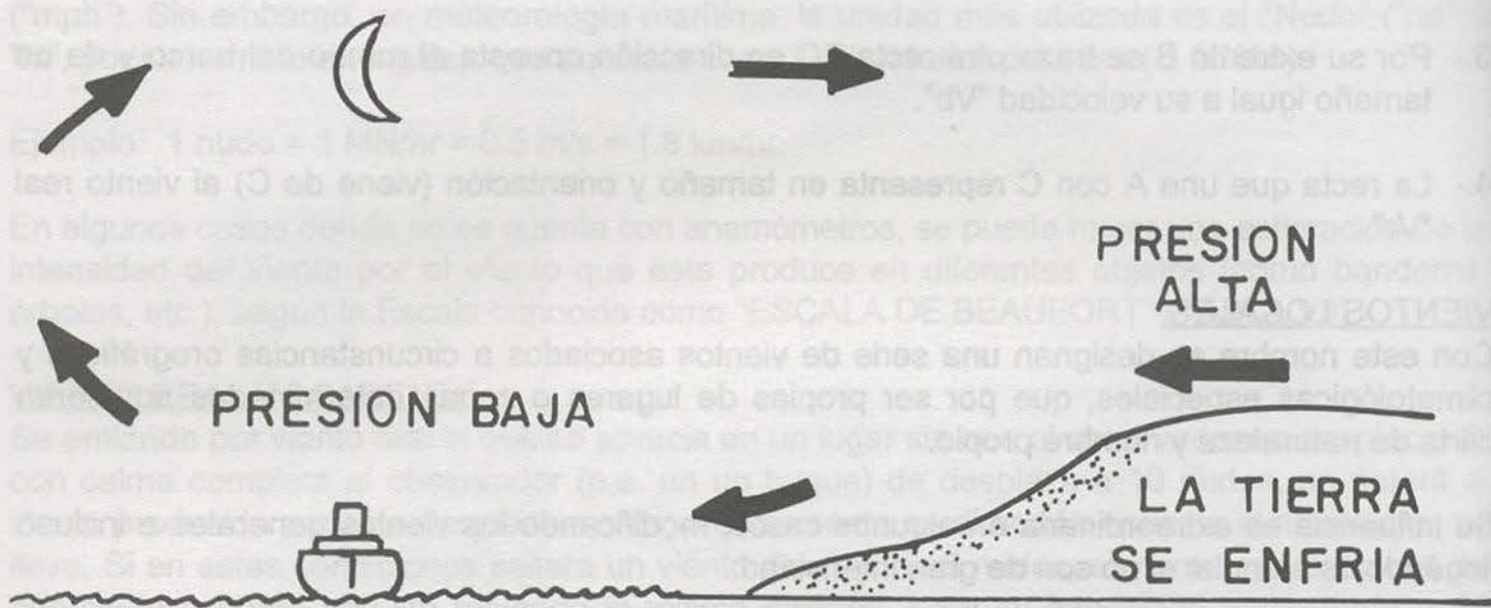


Fig. 39 Brisa nocturna de tierra.

Es un caso típico de vientos en línea recta entre la Baja y la Alta, dada la pequeña extensión horizontal a que afecta.

Brisas de montaña y valle.- Entre los valles y la parte alta de las montañas se establece una circulación hacia arriba durante el día (Fig. 40) y a bajar durante la noche (Fig. 41). Su fundamento es análogo al de las brisas de mar y tierra.

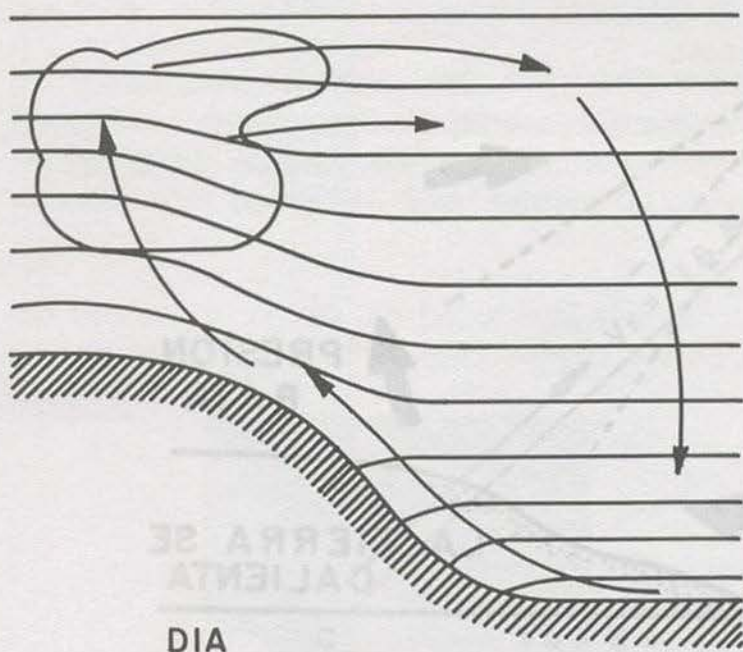


Fig. 40 Viento local durante el día
(Viento adiabático)

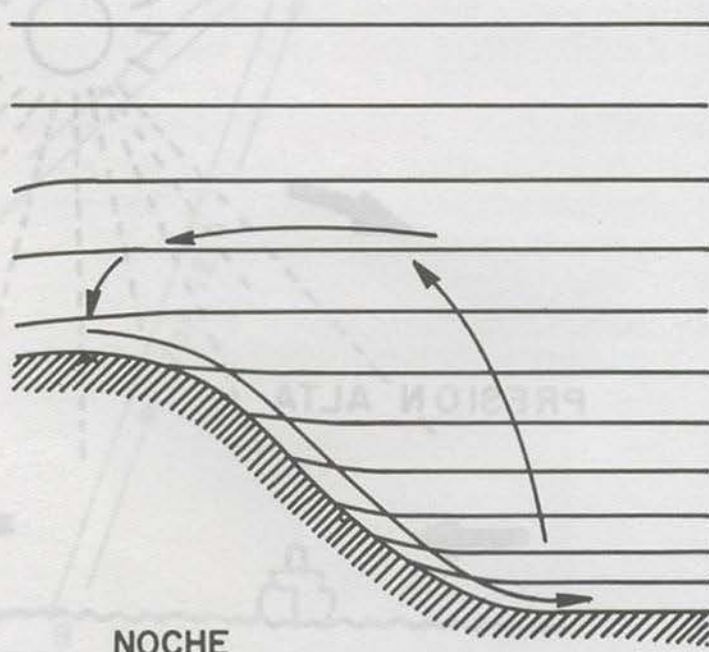


Fig. 41 Viento local durante la noche
(Viento catabático)

SISTEMAS METEOROLOGICOS

2.1 CICLONES Y ANTICICLONES

CICLONES:

Son centros de baja presión o depresiones, donde las isobaras muestran una forma más o menos circular. El viento circula alrededor de estas isobaras en sentido contrahorario, y generalmente son de moderados a fuertes. Normalmente se asocian con la presencia de nubosidad y precipitaciones, pues se caracterizan por corrientes ascendentes y confluencia de viento. Además, se forman generalmente asociadas a un sistema frontal, o a una zona de intenso calentamiento en el suelo continental (Fig. 42). Por esta razón, se ha adoptado el concepto erróneo de que son sinónimo de tormentas o huracanes.

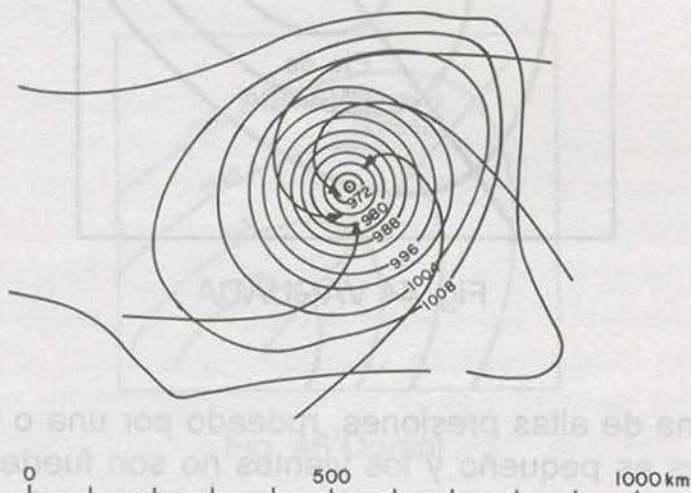


Fig. 42 Sistema de baja presión

BORRASCA

Son depresiones (ciclones extratropicales, de latitudes medias) que normalmente se forman entre un frente frío y otro caliente (Fig. 43), y por la circulación de sus vientos, ocasionan la formación de un frente ocluido.

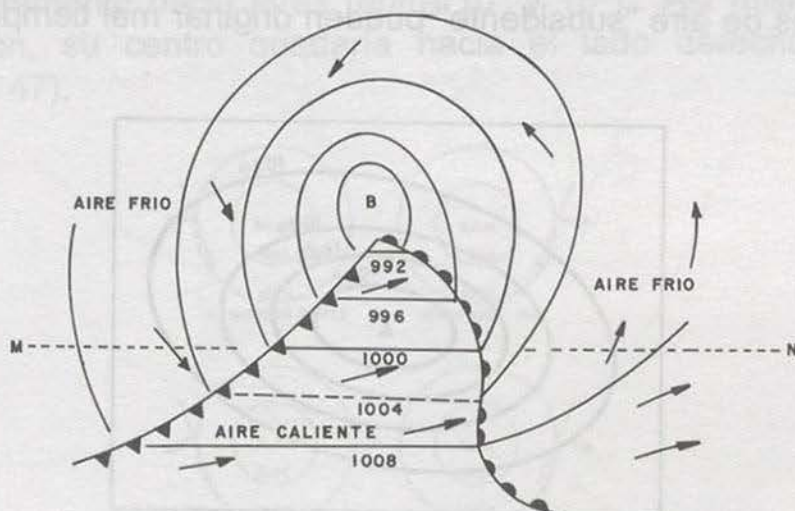


Fig. 43 Borrasca

VAGUADAS:

Es una formación isobárica en forma alargada (generalmente en forma de U), considerada como extensión de una depresión. La presión presenta valores bajos a lo largo de su eje, por lo que también se le conoce a veces como "valle". Se suele representar gráficamente con una línea de trazos discontinuos (Fig. 44). Con frecuencia se asocian a la proximidad de un frente, aunque en algunas ocasiones se pueden formar en regiones de baja presión, donde se observa convergencia y ascenso de masas de aire, generalmente llevando consigo humedad y potencial de inestabilidad, por lo que ocasionan nubes de tipo Cumuliforme y mal tiempo.

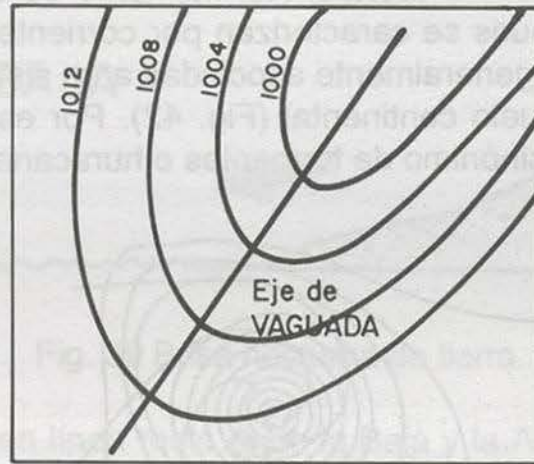


Fig. 44 VAGUADA

ANTICICLONES:

El anticiclón es un sistema de altas presiones, rodeado por una o varias isobaras cerradas. El gradiente de presiones es pequeño y los vientos no son fuertes; en el hemisferio Norte estos fluyen alrededor del centro de alta presión en sentido horario, ligeramente hacia afuera (Fig. 45). La atmósfera en un anticiclón es estable, con la presencia de subsidencia, por lo que el cielo está despejado, si el aire es seco, siendo común la acumulación de rocío e incluso "heladas" por las noches. Si hay suficiente humedad, se pueden formar nubes estratos y llovizna. Son comunes las inversiones térmicas. Se caracterizan por su carácter estacionario o de desplazamiento lento, asociado generalmente a buen tiempo. Sin embargo, estas masas de aire "subsidente" pueden originar mal tiempo en las márgenes del anticiclón.

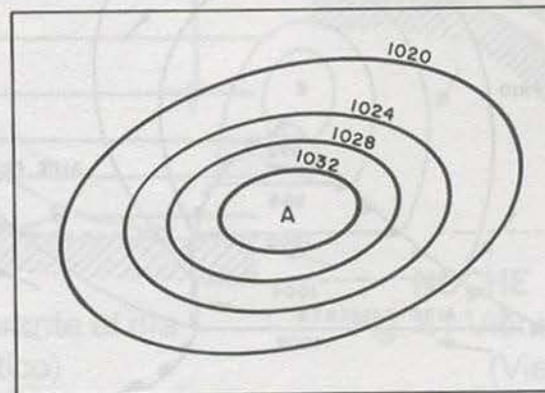


Fig. 45 Anticiclón

Anticiclones subtropicales.- Son anticiclones persistentes a lo largo de todo el año. Estacionarios o de pequeños movimientos. Un caso típico es el de las Azores.

Anticiclones de onda fría.- Aparecen algunas veces entre dos familias de borrascas. Ocasionalmente por una discontinuidad en la corriente en chorro, que facilita la invasión de aire polar hacia las latitudes templadas. Brusca bajada de la temperatura. A los pocos días (de 2 a 4) la mar le cede calor y humedad, llegando a ser una masa de aire inestable. Sobre los continentes sus efectos suelen ser más duraderos.

DORSALES:

También llamadas cuñas o crestas de alta presión, son una extensión de los anticiclones caracterizadas por isobaras abiertas en forma de U, cuyo eje central (línea dorsal) se introduce entre dos zonas de bajas presiones (Fig. 46). Su sistema circulatorio y características generales son del tipo anticiclónico. Normalmente suponen un intervalo de buen tiempo con cielo despejado total o parcialmente.

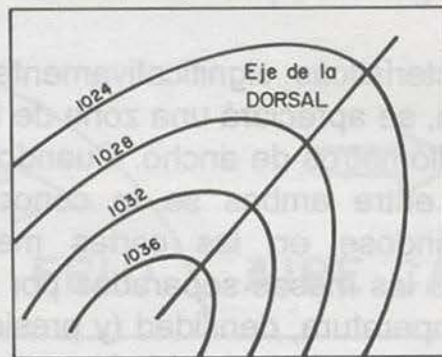


Fig. 46 Dorsal

LEY DE BUYS BALLOT:

Los patrones de circulación de vientos aquí descritos, son de gran utilidad para ubicar a los sistemas de presión que los originan, con una aproximación aceptable. Estos principios fueron resumidos por Buys Ballot (en 1857): "En el Hemisferio Norte, si un observador se coloca de espaldas al viento, el centro de baja presión que lo origina quedará situado hacia su lado izquierdo, ligeramente hacia atrás (entre 10° y 15°)". Así mismo, si se trata de un centro de alta presión, su centro quedaría hacia el lado derecho del observador, y ligeramente atrás (Fig. 47).



Fig. 47 Ley de Buys Ballot.

2.2 MASAS DE AIRE Y FRENTERES

MASAS DE AIRE:

Es una cierta cantidad o volumen de aire en la atmósfera, con características de temperatura, humedad, presión, etc. uniformes y definidas, que permiten diferenciarla del resto del aire que le rodea. Por uniforme se entiende que los cambios en sus características son pequeños, en una gran distancia horizontal y/o vertical.

Las masas de aire, adoptan sus características principalmente por influencia de la región donde se forman, o sobre la cual se desplazan. Esto permite la siguiente clasificación:

Por su origen geográfico (Ártico, Polar, Tropical, Ecuatorial o Monzónico), si son continentales o marítimas (y por ende, menos o más húmedas), y por último calientes o frías, con respecto a la temperatura de la superficie (aunque este es un concepto relativo, pues una masa de aire tropical podrá ser fría si se desplaza sobre zonas ecuatoriales).

FRENTERES:

Entre masas de aire con características significativamente diferentes, no existen límites perfectamente definidos. Más bien, se apreciará una zona de transición entre una y otra; dicha zona es normalmente de varios kilómetros de ancho. Cuando una de estas masas de aire se aproxima a otra, a la frontera entre ambas se le conoce como Zona Frontal, o más comúnmente Frente, representándose en las cartas meteorológicas como una línea. Básicamente, las diferencias entre las masas separadas por estas zonas frontales se suelen resumir por los cambios en la temperatura, densidad (y presión), y frecuentemente humedad. La zona o línea frontal se detecta por la nubosidad generada, cambios en la dirección y velocidad del viento, así como la mayor proporción de cambio en las características de las masas (Fig. 48).

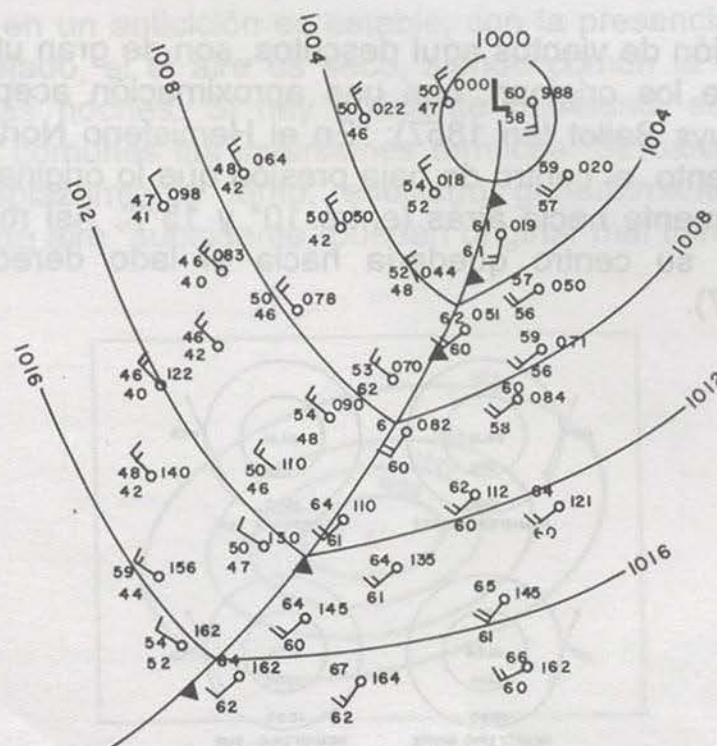


Fig. 48 Cartas meteorológicas representando líneas frontales.

FRENTE FRÍO:

Es aquel en que una masa de aire frío (más densa) se mueve hacia otra de aire caliente (más ligera), desplazándola. En este caso, la zona frontal es relativamente angosta (Fig. 49), pues la masa fría es más densa, y la masa caliente será forzada a ascender con rapidez. Además, el aire cálido (y más húmedo) se vuelve inestable, acelerando su ascenso, y generando gran cantidad de Cumulonimbos, que provocan chubascos y a veces tormentas eléctricas. Esa zona angosta de cambios violentos, se manifiesta además por un rápido descenso de presión, después de lo cual, esta vuelve a aumentar (por haber mayor presión en la masa fría), y el cielo se despeja más o menos rápidamente, con notables mejorías en el estado del tiempo. Aunque en nuestras costas las temperaturas no descienden a niveles peligrosos, la actividad de chubascos y tormentas es común, y los vientos predominantes del norte asociados a las altas presiones de las masas frías generan oleajes importantes, por lo que en los meses de octubre a mayo representan un factor de importancia para la seguridad de las actividades marítimas y costeras. Por fortuna, el avance de las masas polares (generalmente originadas en el Oeste de Canadá o Alaska), es fácilmente monitoreado por las redes de estaciones meteorológicas de superficie, las de radiosondeo y por imágenes de satélite.



Fig. 49 Frente frío.

FRENTE CALIENTE:

Una masa de aire caliente se mueve hacia otra de aire frío, tendiendo a desplazarla. En este caso, la zona frontal es más extensa, pues la masa fría es más sólida, y el borde anterior de la masa caliente será obligada a ir ascendiendo por arriba de la masa fría (Fig. 50). Este frente se considera estable, caracterizándose por nubes estratiformes que pueden ocasionar lluvias continuas por periodos prolongados, aunque no violentamente. La zona frontal puede ser observada con mucha anticipación. Los cambios de presión y los vientos asociados, no son muy violentos.



Fig. 50 Frente cálido.

FRENTE ESTACIONARIO:

Cuando las masas de aire caliente y frío permanecen fijas, cercanas entre sí, o cuando un frente disminuye su velocidad de desplazamiento, se dice que tenemos un frente estacionario, cuyas características en general, son las del sistema frontal original, pero atenuadas, y eventualmente pueden disiparse.

FRENTE OCLUIDO:

En nuestro continente, los frentes fríos se mueven hacia el Este o Sureste, y más rápidamente que los frentes cálidos. No es raro que un frente frío alcance a otro caliente, en cuyo caso parecen unirse, lo que conocemos como Frente Ocluido (Fig. 51). Lo que ocurre en realidad, es que se sobreponen, combinando sus características de una manera compleja, según las condiciones en que se da esta oclusión, por lo que sus efectos son muy diversos.



Fig. 51 Frente ocluido.

Por otro lado, se indicó que por delante y a lo largo de los frentes fríos, se forma una zona de bajas presiones, la cual conocemos como Vaguada Prefrontal. Por ser un sistema ciclónico, esta vaguada eventualmente se acentúa, y su patrón de circulación favorece la formación de un frente caliente (si es que éste no existía) que parece salir desde el extremo más oriental del frente frío, y en general tiende a seguir la misma trayectoria de todo el sistema. En estos casos es fácil que se produzca la oclusión de ambos frentes.

VIENTOS DEL GOLFO DE TEHUANTEPEC

Los sistemas de altas presiones que ingresan al Territorio Nacional y Golfo de México, interaccionan con la presencia orográfica de la Sierra Madre, ocasionando con frecuencia fuertes ráfagas de vientos del norte mayores de 30 nudos. En el Golfo de Tehuantepec se denominan Tehuantepecanos (Fig. 52), con una extensión de hasta 200 Millas Náuticas a partir de la costa; ocasionan un descenso de la temperatura del aire, persistiendo las nubes bajas y lluvias abundantes en la región montañosa del sur de México y América Central. La interacción de estos sistemas frontales con la orografía de la Sierra Madre, es crucial para la duración e intensidad de los vientos Tehuantepecanos. Esta cadena montañosa forma una barrera natural, separando la costa Este (húmeda), de la costa Oeste (Seca) de México y Centro América: la masa de aire frío que se desplaza de la región central de los Estados Unidos, avanza del lado Este de la Sierra Madre e ingresa al Golfo de México, ocasionando un aumento de la velocidad de los vientos al pasar por el Istmo de Tehuantepec, el cual por su configuración misma, forma un tipo de embudo o tobera entre el Golfo de México y Océano Pacífico.

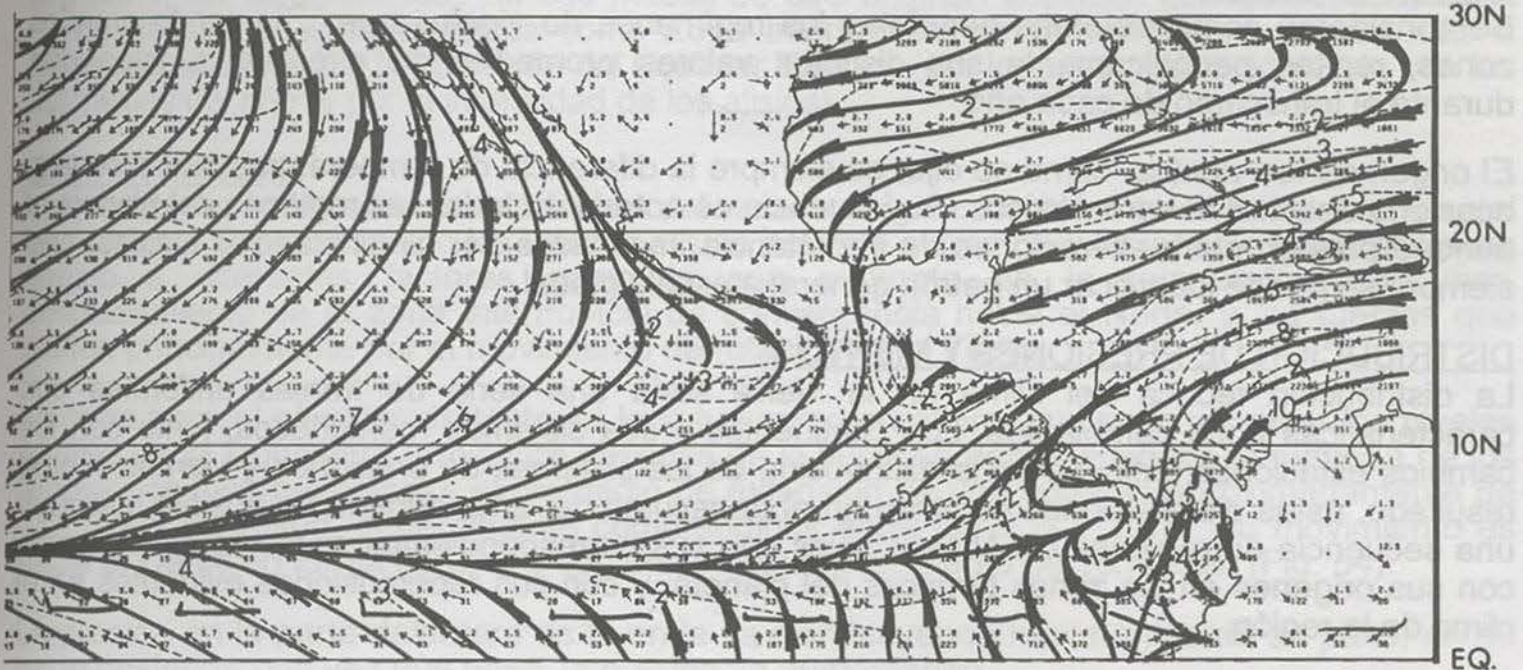


Fig. 52 Vientos del Golfo de Tehuantepec

Debido a la ocurrencia frecuente de los sistemas frontales durante la época de invierno, la presencia de los vientos del Norte en el Golfo de Tehuantepec, son un problema importante de pronosticar en esta región. Sus efectos pueden durar de un día a casi dos semanas después del paso del sistema frontal que lo originó. El aire frío puede tener consecuencias drásticas en la agricultura y las fuertes ráfagas de viento pueden provocar problemas a la navegación de los buques que se encuentren en el Golfo de Tehuantepec.

COLLAS:

Las Collas, conocidas exclusivamente en el Golfo de California, son vientos locales muy fuertes cuya duración es de 2 a 3 días, que soplan del N al NW en su región Norte, y del NE en su porción Sur. Son muy temidos por los marinos, pues sus intensidades van de 30 a 45 nudos; se presentan generalmente en invierno.

En la actualidad sus causas son tema de estudio; una ellas se atribuye a la interacción entre las masas cálidas del Pacífico Subtropical, que bordean los litorales de Sinaloa y Sonora, con los escurrimientos de masas frías provenientes de la región Suroeste del territorio de Estado Unidos, los contrastes térmicos que presenta el desierto de Sonora, con el Golfo y a la presencia de las cadenas montañosas de la región.

Actualmente estos fenómenos meteorológicos son difíciles de pronosticar, ya que se requieren efectuar estudios más completos en el campo de la investigación, sobre los mismos; así como contar con una red densa de estaciones de observación que midan las condiciones meteorológicas imperantes en la región.

2.3 CIRCULACION GENERAL DE LA ATMOSFERA

GENERALIDADES:

Se consideran como sistemas generales los regímenes de vientos que, abarcando grandes zonas, repiten periódicamente sus distintos valores promedios de dirección e intensidad durante el transcurso de cada año.

El origen de los vientos, como se dijo, es siempre la diferencia de temperaturas que a su vez, ocasiona desniveles barométricos. Su influencia es notoria en todas las regiones del planeta, y aunque pueden sufrir alteraciones de importancia, motivadas por circunstancias locales, casi siempre se puede identificar un patrón general a escala global.

DISTRIBUCION DE PRESIONES Y VIENTOS:

La distribución teórica del clima en la Tierra sería una serie de franjas uniformes con características poco cambiantes. Los continentes y sus sistemas montañosos, junto con los cambios estacionales, influyen en la distribución de los sistemas de presiones y vientos. Como resultado, estas distribuciones cambian en el transcurso del año, aunque es posible distinguir una secuencia de regiones de Altas y Bajas con sus correspondientes sistemas circulatorios, con sus orígenes en las zonas térmicas del planeta, y con sus repercusiones evidentes en el clima de la región.

CALMAS ECUATORIALES:

En el "Ecuador Térmico", o zona de máximo calentamiento del planeta (cercano al ecuador geográfico), se ubica una zona de bajas presiones, donde además se produce la mayor parte de la evaporación de agua, por lo que se define una gran zona de convección de aire húmedo, manifestada por una franja de nubes más o menos definida. Los vientos en superficie son muy débiles, de direcciones variables, y normalmente asociados a chubascos y tormentas. Esta es la Zona de Calmas Ecuatoriales (Fig. 53).

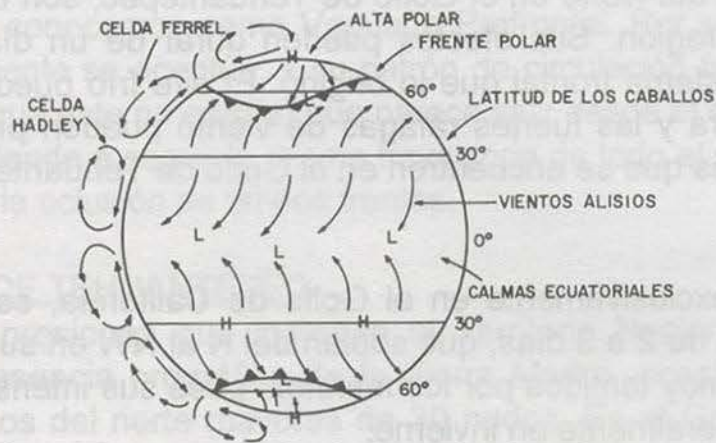


Fig. 53 Circulación general de los vientos

VIENTOS ALISIOS Y CONTRALISIOS.

Las bajas presiones en la zona de Calmas Ecuatoriales, origina el flujo más o menos permanente de vientos sobre los trópicos y hacia el Ecuador. Por la rotación de la Tierra y el Efecto Coriolis, tienen una componente del Este, es decir, soplan del NE (en el Hemisferio Norte) y del SE (en el Hemisferio Sur). Por ser cálidos y húmedos, su estudio es de especial interés para analizar los ciclos de lluvia sobre los continentes, la formación de tormentas tropicales, y su relación con el fenómeno climatológico "El Niño". Los contra-alisios son vientos que soplan en altura (unos 3,000 metros) y en dirección contraria a los alisios superficiales, cerrando un ciclo de circulación, conocido como "Celda o Célula Hadley".

ZONA INTERTROPICAL DE CONVERGENCIA:

Los alisios del NE y del SE confluyen hacia la zona de Calmas Ecuatoriales, y como se mencionó, las características de sus masas de aire originan actividad convectiva constante, región que se designa entonces como Zona Intertropical de Convergencia, siendo más o menos coincidente con la ubicación del Ecuador Térmico, por lo que su ubicación varía con las estaciones del año (y por la intensidad de los alisios).

ONDA TROPICAL

Las ondas tropicales son características del verano, originándose frente a la costa occidental de África, se forman cuando los vientos alisios del este sufren ondulaciones o deformaciones debido a diferentes factores como lo son aumento en la temperatura del mar, desplazamiento de la zona intertropical de convergencia hacia el Norte, y las fuerzas que actúan principalmente por el movimiento de rotación de la Tierra.

La onda tropical se extiende tanto en longitud como en altura, pudiendo alcanzar los niveles medios de la Troposfera (envoltura gaseosa de la tierra en donde suceden la mayoría de los fenómenos meteorológicos), el promedio de extensión de una onda es aproximadamente de 15 grados de latitud, generalmente comprendidos entre los 5°N y 20°N. Su movimiento es hacia el Oeste en forma general y con una velocidad promedio de 13 nudos. (Fig. 54).

La presión en la parte delantera de la onda va disminuyendo hasta antes de su paso, en su parte posterior, una vez que pasó, la presión va aumentando.

Una onda tropical no es una línea precisamente como los sistemas frontales, ya sean fríos o calientes, sino que, es una zona de transición de 50 a 100 millas de ancho en la cual las condiciones del tiempo cambian gradualmente. En ciertas ocasiones, la representación gráfica de esta, dependerá de sus características particulares de cada una de ellas, ya que algunas ondas se extienden a lo largo de una longitud específica, y otras se extienden entre dos o mas longitudes.

Los vientos en la parte delantera de la onda tropical son de componente Noreste, mientras que en la parte trasera son del Sureste. El mal tiempo se registra en las proximidades de la parte delantera de la onda, continuando al paso de esta y hasta su parte posterior; pero no todas las ondas tropicales van acompañadas de mal tiempo, ya que hay algunas que no presentan.

Una onda tropical puede dar origen a ciclones tropicales, presentándose las condiciones necesarias para que se desarrollen estos, como son: temperatura superficial del mar mayor de 27° C, estar alejado del ecuador a más de 5° de latitud, existir un sistema de baja presión con circulación cerrada, actividad convectiva, etc.

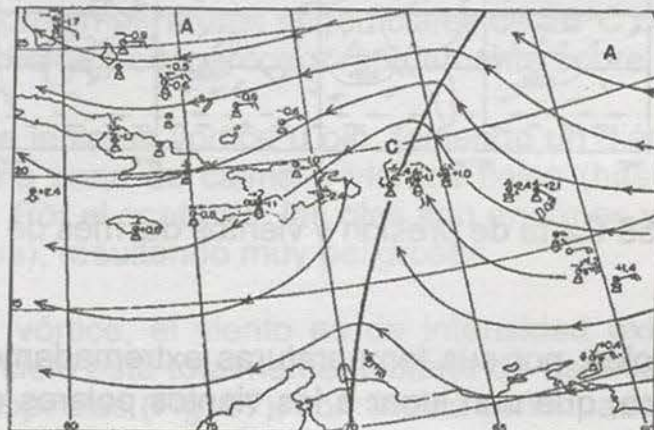


Fig. 54 Onda tropical

ALTAS PRESIONES (ANTICICLONES) SUBTROPICALES.

Para completar la Célula Hadley, formada por las calmas (vientos ascendentes) ecuatoriales, los vientos alisios, y los contralisios, se forma una zona de vientos descendentes ("subsidentes"), manifestada como otra zona de calmas, con altas presiones, alrededor de las Latitudes 30° N y S. El aire subsidente en esta zona es seco, y es el responsable de las zonas desérticas en dichas latitudes. Los navegantes conocen esta región como "Latitud de los Caballos". Un ejemplo conocido es el Anticiclón de las Azores.

LOS VIENTOS DOMINANTES DEL OESTE:

En las latitudes medias de ambos hemisferios y como resultado de los Anticiclones Subtropicales, así como la zona de bajas Subpolar, se tiene durante todo el año y con intensidad variable un régimen de vientos de componente Oeste. En el Atlántico, sus límites aproximados son entre los 60° y los 35° de Latitud (Figs. 55 y 56). La clásica derrota velera a Centroamérica se hacía rodeando el Anticiclón de las Azores, con los Alisios para el viaje de ida, y los Oestes para el de regreso.

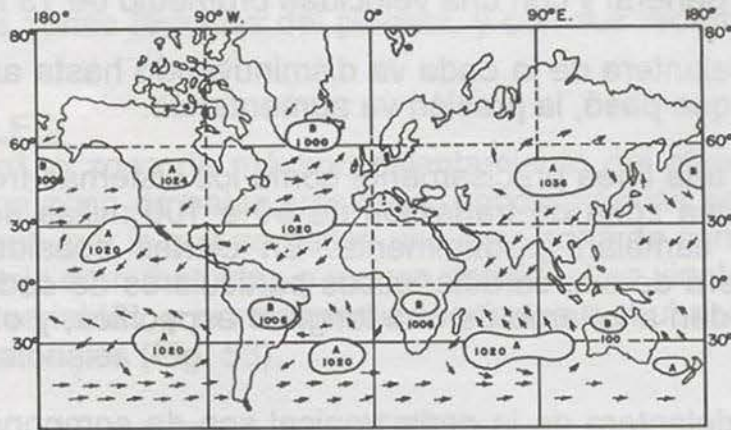


Fig. 55 Carta de presión y vientos del mes de enero

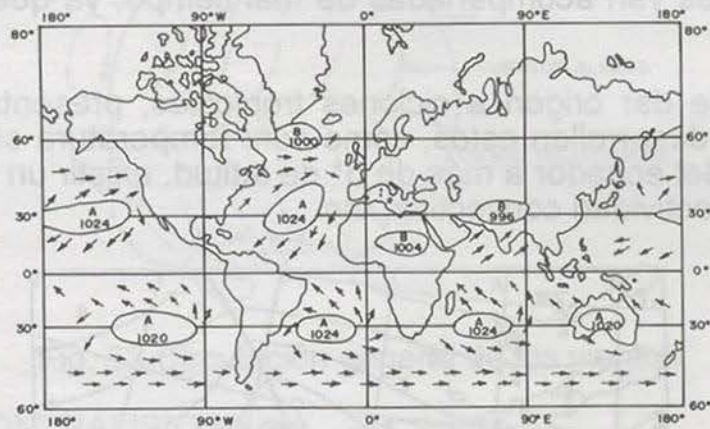


Fig. 56 Carta de presión y vientos del mes de julio

VIENTOS POLARES:

En inmediaciones de los polos, por sus temperaturas extremadamente bajas, se originan los anticiclones ártico y antártico, que dan lugar a los vientos polares del Este. Estos, a su vez, forman una zona de confluencia con los vientos del Oeste de las Latitudes Medias, que por las diferencias entre sus masas de aire, se conoce como "Frente Polar". Es una banda o anillo de

vientos fuertes, irregulares en dirección e intensidad, que a veces llegan a tempestuosos, y con frecuente mal tiempo, nublados, bajas temperaturas, abundantes nevadas y "ventiscas". Los frentes fríos que afectan a nuestro país durante el invierno, son originados en esta región.

MONZONES.

Se da el nombre de monzón a un viento de régimen alternado, que se origina por el periódico y desigual calentamiento de grandes extensiones de tierra y mar, con la consiguiente desnivelación barométrica. El ejemplo más conocido es el que se da en la India y Golfo de Bengala: Durante la primavera, el Sudeste asiático se calienta, formándose un área de bajas presiones que alcanza su máxima intensidad en julio. Los vientos del SW van acompañados de lluvias que descargan fuertemente sobre la India a finales de mayo y principios de junio (lluvias monzónicas). Al empezar el frío se forma una alta presión sobre Siberia y el monzón invierte su sentido, soplando del NE.

LA CORRIENTE DE CHORRO.

Son corrientes de aire muy fuertes en las capas altas de la tropopausa, con velocidades del orden de los 125 nudos o más, relativamente estrechas y que asemejan estructuras tubulares. Fluyen de Oeste a Este, a una altura media de 10,000 metros. Su curso e intensidad tienen una estrecha relación con los contrastes de temperatura de las capas inferiores, y por supuesto, de la orografía y la estación del año. En cada hemisferio hay un chorro polar y otro subtropical, el cual circula por latitudes más bajas y es de menor intensidad.

2.4 CÍCLONES TROPICALES

El Ciclón Tropical es un sistema de vientos intensos alrededor de un área de muy bajas presiones, que tiende a una forma circular; en sus etapas iniciales tiene diámetros entre las 80 y 110 M.N., y al acercarse a su final llega a sobrepasar las 500. La intensidad del viento aumenta desde la periferia al centro, girando en sentido opuesto a las manecillas del reloj en el hemisferio N. Cuando alcanzan velocidades de 34 a 63 nudos se les designa como Tormentas Tropicales, y cuando sobrepasan los 64 nudos, se conocen como Huracanes (en América), o tifones (en Asia). Se caracterizan por:

- 1.- Carecer de frentes.
- 2.- Hay una concentración extraordinaria de energía en un área relativamente pequeña.
- 3.- Se forman en los océanos, generalmente sobre la Zona Intertropical de Convergencia, siempre sobre aguas con temperaturas superficiales de 28°C o mayores.
- 4.- Se debilitan (y generalmente desaparecen) rápidamente sobre tierra.

Al centro de un Huracán se le llama vórtice u ojo, teniendo un diámetro pequeño (de 8 a 14 M.N.). Dentro de él hay una zona de calma o vientos flojos (hasta 15 nudos) de dirección variable, con pocas nubes. Por el contrario, las olas son enormes y procedentes de todas las direcciones (mar montañosa), resultando muy peligrosas.

Cerca de las paredes del vórtice, el viento es de intensidad extraordinaria, en ocasiones mayor a los 130 nudos. El cielo está totalmente cubierto de espesas nubes que se extienden hacia afuera en forma de espirales (Fig. 57), con lluvias continuas y torrenciales.

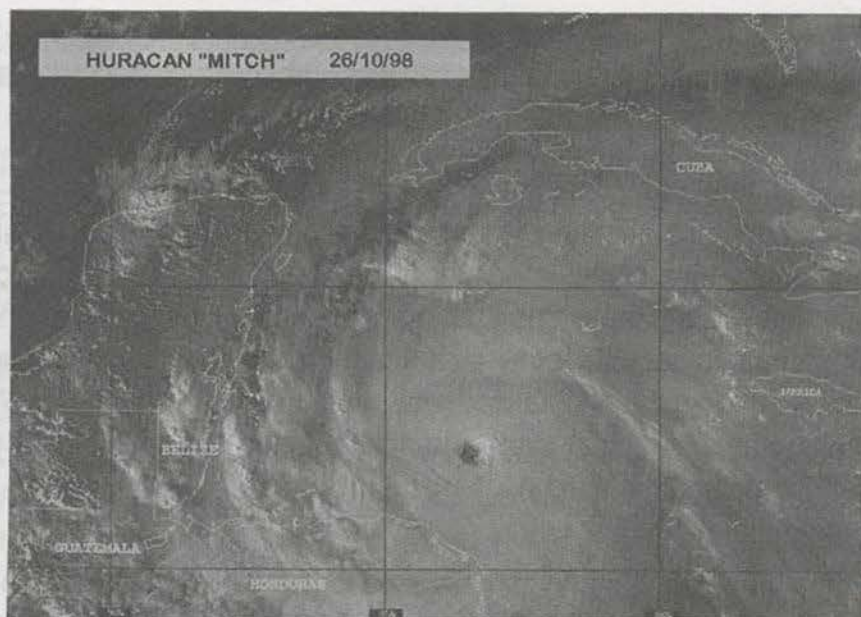


Fig. 57 Imagen visible del huracán Mitch

REGIONES DE FORMACION

La formación de los ciclones tiene lugar en un amplio anillo ecuatorial, sobre unas pocas regiones (Fig. 58). El Atlántico Sur es la única región tropical en la que nunca se han observado ciclones. Esto es debido a que en dicho océano la zona de calmas ecuatoriales, en donde se forman, se encuentra casi siempre en latitud N y los ciclones nunca cruzan el Ecuador.

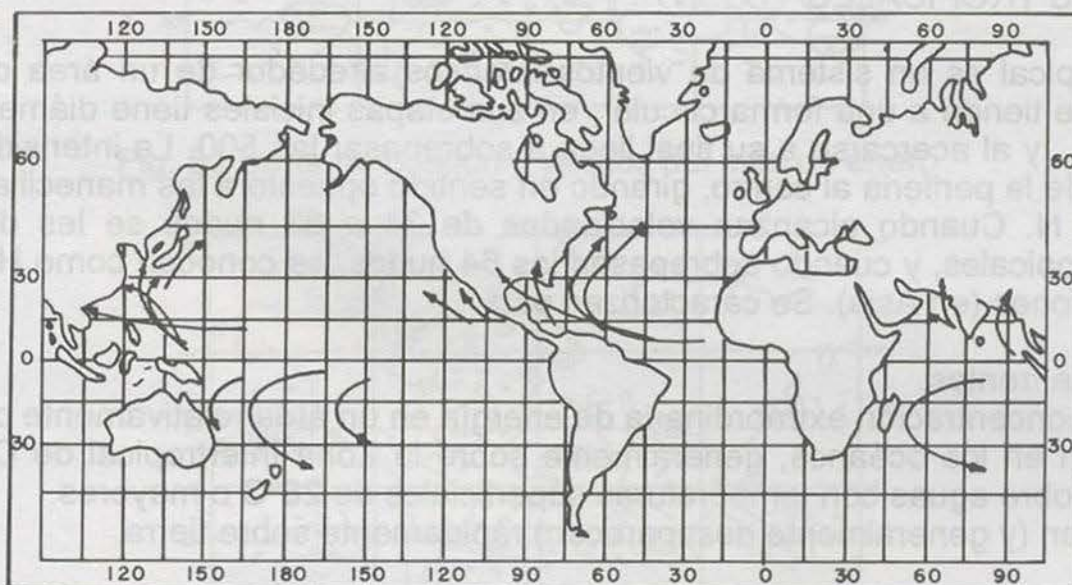


Fig. 58 Regiones de formación de ciclones y trayectorias comunes.

TRAYECTORIA

Los ciclones, además de su movimiento circulatorio, tienen otro de desplazamiento, el cual se ajusta a unas trayectorias que para el 70% de los casos cubren las siguientes etapas:

- 1.- En su fase inicial, se desplazan generalmente hacia el Oeste o Noroeste.
- 2.- En el hemisferio N, recurvan al N en latitudes de unos 30°N, y los del hemisferio S hacia el S en latitudes próximas a los 25°S.

3.- Después de recurvar, tienden a seguir el régimen de vientos generales.

En ocasiones siguen trayectorias distintas o erráticas, pues estas pueden alterarse significativamente por sistemas meteorológicos de escala sinóptica u orográficos. En todos los casos tiene gran importancia el valor de la presión a lo largo de su derrota, especialmente los anticiclones, que tienden a "detenerlos" o desviarlos.

Su velocidad de desplazamiento va de los 5 a los 10 nudos, en latitudes bajas, y tienden a acelerarse a 15 o 20 nudos entre los 20° y 30° de Latitud. Eventualmente pasan de los 30°N, en cuyo caso alcanzan los 50 nudos de desplazamiento.

CICLO DE VIDA

El cinturón de calmas ecuatoriales (zona intertropical de convergencia) se caracteriza por una evaporación oceánica extraordinaria en los meses de verano. miles de toneladas de agua se convierten en vapor, elevándose gigantescas masas de aire caliente y húmedo que al llegar al nivel de condensación dan lugar a nubes y, lo que es más importante, ceden su calor latente (600.000 calorías por litro) a las masas contiguas, creando una marcada situación de inestabilidad.

Simultáneamente con el movimiento ascendente, se forma un núcleo de bajas presiones con un sistema circulatorio que aumenta de intensidad conforme la depresión se incrementa.

Si por cualquier motivo se altera el régimen de alisios, se romperá la situación de equilibrio, e inicia el ciclón. Su vida consta de 4 fases:

- 1.- Formación.- Se establece una circulación ciclónica alrededor de una baja presión del orden de los 1,000 mb y de limitada extensión. Esta fase puede durar desde varios días a 12 horas. Inicia su movimiento de traslación.
- 2.- Desarrollo.- La presión sigue bajando y el viento aumenta. El área ciclónica continúa igual o aumenta ligeramente.
- 3.- Madurez.- La presión se estabiliza en un valor muy bajo (del orden de los 950 mb por término medio) y los vientos alcanzan su máxima intensidad, notándose sus efectos hasta unas 300 millas de distancia. El diámetro de la superficie ciclónica está entre las 300 y 400 millas.
- 4.- Disipación.- La presión empieza a subir, mientras continúa ensanchándose el área ciclónica. Los vientos disminuyen de intensidad y el ciclón acaba perdiendo sus características tropicales. Sobre tierra este proceso es mucho más rápido al faltarle aire húmedo y caliente del mar que lo alimenta.

SEMICIRCULOS PELIGROSO Y NAVIGABLE:

El área del ciclón que se supone circular, se considera dividida en dos semicírculos, divididos entre sí por el eje de la trayectoria.

En el hemisferio N, se llama semicírculo peligroso al de la derecha, mirando en la dirección del avance. Dentro de él, su parte delantera es el cuadrante más peligroso (Fig. 59). Esto debido a:

- 1.- El viento debido al gradiente barométrico se ve reforzado por la velocidad de traslación del ciclón.

- 2.- Las direcciones del viento y de la mar tienden a llevar al barco hacia la parte delantera del ciclón, con riesgo de que el centro del ciclón pase sobre él.
- 3.- Si el ciclón recurva a la derecha, pasa de lleno sobre el buque.
- 4.- Debido al viento más intenso, el estado de la mar es peor que en el resto del área.

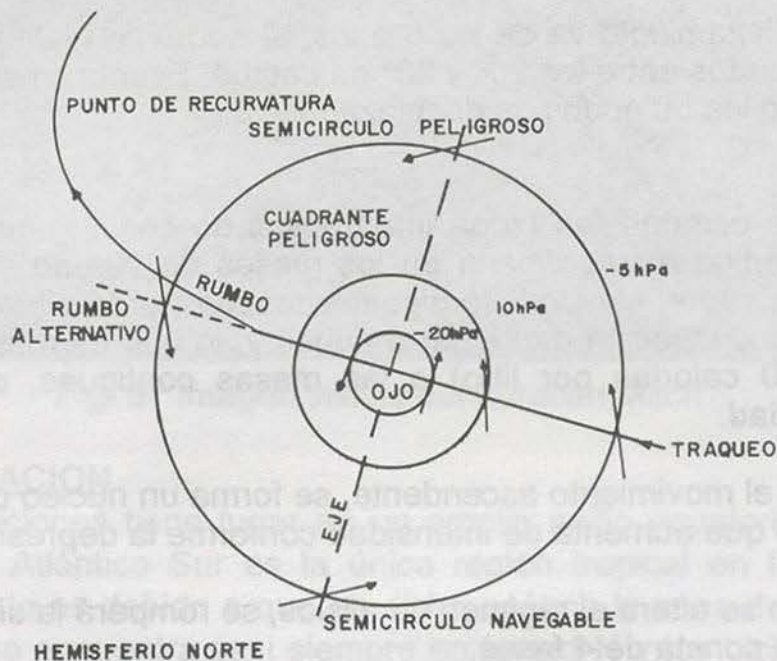


Fig. 59 Semicírculo peligroso y semicírculo navegable.

El semicírculo navegable es el de la izquierda, y en él, la mar es menos fuerte; sobre todo, los vientos tienden a alejar al barco del centro o a llevarlo a la parte posterior del ciclón.

En el hemisferio S los semicírculos están invertidos con respecto a la trayectoria, y el recurvamiento es a la izquierda.

SINTOMAS DE CICLON

La proximidad de un ciclón se puede detectar por alguna o todas las señales que se describen a continuación (Fig. 60):

- 1.- Subidas o bajadas anormales del barómetro respecto a su nivel normal. A partir de los 3 mb en una hora deben ser tenidas en cuenta.
- 2.- En el barómetro se observa:
 - a.- Ligero descenso cuando el centro del ciclón está entre las 500 y 120 millas del barco. Todavía se puede distinguir la marea barométrica.
 - b.- Entre las 120 y las 60 millas desaparece la marea, y se acentúa el descenso.
 - c.- Entre las 60 millas y el centro, la caída es muy rápida.
 - d.- Al paso del ciclón la presión sube tan rápidamente como bajó y adquiere su valor normal.

- 3.- Marejada larga y tendida, sin que existan vientos que la justifiquen. Se puede notar hasta a 1,000 millas del centro y con toda certeza a unas 400. (NOTA: EL TAMAÑO DE LAS OLAS NO ES FUNCION DE LA DISTANCIA).
- 4.- Generalmente se observan nubes Cirros antes de los ciclones. Si es el caso, forman líneas convergentes hacia el horizonte (en dirección al ciclón), y la distancia al centro será del orden de 500 millas. Posteriormente se presentan nubes Cs, Cc y Ac con bancos de nubes negras (Ns) que cierran el horizonte.
- 5.- Las precipitaciones van aumentando gradualmente su frecuencia e intensidad hasta llegar a ser continuas y torrenciales a partir de las 100 ó 150 millas del centro.

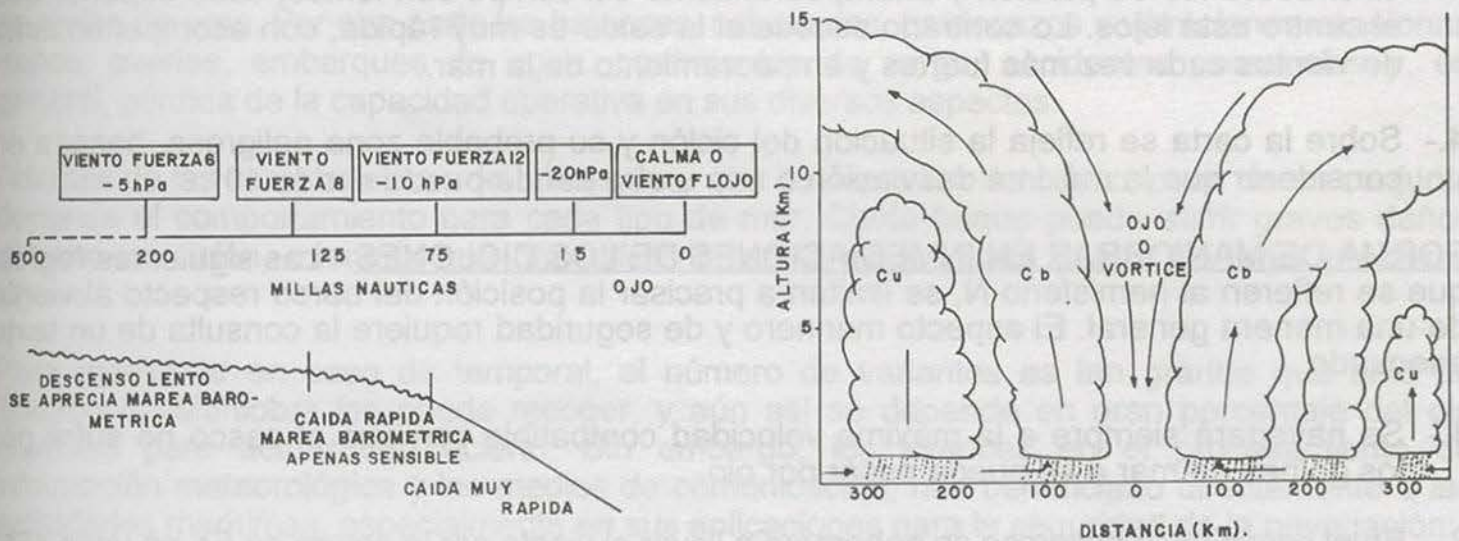


Fig. 60 Síntomas del ciclón.

FORMAS DE SITUAR LOS CICLONES

Si los síntomas señalan la presencia de un ciclón se debe maniobrar para evitarlo. Cuando la distancia es grande, basta con situarlo continuamente sobre una carta y arrumbar a separarse.

Lo anterior no siempre es factible:

- 1.- Porque el barco ya se encuentra dentro del área ciclónica.
- 2.- Porque la maniobra de alejamiento no es posible por la cercanía de la costa.
- 3.- Porque no se reciben los boletines meteorológicos que permiten situar al ciclón.
- 4.- Porque en el intervalo de tiempo entre dos boletines la trayectoria cambia, alcanzando al barco.

Por lo tanto procede situar al centro del ciclón y la posición del barco respecto a él.

- 1.- El centro se puede situar de dos formas:
 - a.- En alta mar, la dirección de donde vienen las olas corresponde sensiblemente al centro (a distancias superiores a 200 millas). Esto no siempre es aplicable en aguas poco profundas.
 - b.- Dándole la espalda al viento real, el centro estará situado a la izquierda en el hemisferio N, y a la derecha en el S ("Ley de Buys Ballot").

Si el viento no cambia de dirección pero aumenta de fuerza, bajando el barómetro, el barco está sobre la trayectoria, que es la posición más peligrosa.

- 2.- En segundo lugar hay que precisar en qué semicírculo y parte de él se encuentra el barco. Para ello se le da la cara al viento y si en el hemisferio N, rola a la derecha se está en el semicírculo peligroso y si a la izquierda, en el navegable.

Por lo tanto, en latitudes N, el cuadrante peligroso supone que el viento rola a la derecha y baja la presión. En latitudes S, rola a la izquierda y baja la presión.

- 3.- En cuanto a la distancia, el barómetro puede dar algunas indicaciones, que se deben tomar con reservas.

Si el descenso de presión y el empeoramiento del tiempo son lentos, cabe suponer que el centro está lejos. Lo contrario sucede si la caída es muy rápida, con acompañamiento de vientos cada vez más fuertes y empeoramiento de la mar.

- 4.- Sobre la carta se refleja la situación del ciclón y su probable zona peligrosa, basada en considerar que la máxima desviación a una u otra banda puede ser de 40°.

FORMA DE MANIOBRAR EN INMEDIACIONES DE LOS CICLONES.- Las siguientes reglas, que se refieren al hemisferio N, se limitan a precisar la posición del barco respecto al viento de una manera general. El aspecto marino y de seguridad requiere la consulta de un texto adecuado.

- 1.- Se navegará siempre a la máxima velocidad compatible con que el casco no sufra por los golpes de mar o se pueda pasar por ojo.
- 2.- En el semicírculo peligroso se gobernará a llevar el viento por la amura de Er, en unos 45°.
- 3.- En el semicírculo navegable se gobernará a llevar el viento por la aleta de Er, en unos 135°.
- 4.- En la mitad delantera del eje de la trayectoria se gobernará a llevar el viento por Estribor, a dos cuartas de Popa (unos 157°), hasta que se encuentre claramente en el sector navegable, en donde se maniobrará como indica el punto 3.
- 5.- En la mitad posterior del eje se hará el rumbo más conveniente para alejarse rápidamente, evitando las posibles trayectorias en caso de que el ciclón recurva.

Para las embarcaciones de vela, la maniobra es como sigue:

- 1.- La primera medida será reducir el aparejo y quedarse a ceñir por Estribor.
- 2.- En el semicírculo peligroso se continuará reduciendo el aparejo de acuerdo con la intensidad del viento y se quedará capeando por el través de Estribor.
- 3.- En el semicírculo navegable se correrá el ciclón llevando el viento en 12 cuartas (135°) por Estribor.
- 4.- En la mitad delantera del eje de la trayectoria se maniobrará a pasar el semicírculo navegable lo más pronto posible, con el viento entre el través y la aleta de Estribor. Por lo tanto, nunca se quedará a la capa y una vez dentro del sector navegable se navegará como indica el punto 3.
- 5.- En la mitad posterior del eje se procederá como en el punto 5 anterior.

CAPITULO III

LOS OCEANOS COMO MODERADORES DEL TIEMPO Y EL CLIMA

3.1 EL ESTADO DEL TIEMPO Y SU EFECTO EN LOS BUQUES

La respuesta del barco a la mar depende de múltiples factores, tales como:

- 1.- Estado de la mar.
- 2.- Tipo de olas, y ángulo con que inciden en el barco.
- 3.- Tipo de barco.
- 4.- Rumbo y Velocidad del barco.

El estado de la mar influye decisivamente en el barco, y especialmente en su velocidad cuando se recibe de proa. Por otra parte los balances, cabezadas, pantocazos y vibraciones ocasionan daños, averías, embarques de agua, corrimientos de carga, accidentes personales y, en general, pérdida de la capacidad operativa en sus diversos aspectos.

Además de las características del oleaje, hay que destacar las del barco, pues de su conjunto depende el comportamiento para cada tipo de mar. Cierta buque puede sufrir graves daños durante un ciclón, mientras que otro diferente en la misma zona puede no tener problema alguno.

Para maniobrar en caso de temporal, el número de variantes es tan grande que sólo un Tratado de Maniobra las puede recoger, y aún así se depende en gran porcentaje del ojo marino para actuar con acierto. Sin embargo, los avances en el procesamiento de información meteorológica y los medios de comunicación, han beneficiado directamente a las actividades marítimas, especialmente en sus aplicaciones para la seguridad de la navegación:

NAVEGACION CLIMATOLOGICA

Está basada en las condiciones meteorológicas medias, para una zona y época determinada. Se practica con buenos resultados en lugares donde el clima es altamente predecible, como sucede en el Atlántico con los alisios y con los dominantes del Oeste, y en algunas regiones del Indico con los monzones. Utiliza fundamentalmente pronósticos estadísticos, que se publican periódicamente en cartas especiales.

CARTAS PILOTO ("PILOT CHARTS")

Estas cartas presentan de forma gráfica gran cantidad de datos (resultados de largas estadísticas), con la finalidad de facilitar la navegación (Fig. 61), proporcionando información sobre:

- 1.- Valores medios del viento (dirección, intensidad y frecuencia).
- 2.- Límites de las áreas de vientos permanentes (alisios y monzones).
- 3.- Derrotas veleras.
- 4.- Derrotas para barcos de propulsión mecánica.
- 5.- Proporción (%) de temporales, calmas y nieblas.
- 6.- Trayectorias más probables de los ciclones tropicales y extratropicales (borrascas).
- 7.- Valores medios de las corrientes oceánicas (rumbo e intensidad).
- 8.- Presencia de hielos.
- 9.- Líneas isobáricas e isotérmicas.
- 10.- Líneas isogónicas (declinación magnética). Se editan por la "U.S. Naval Oceanographic Office" en colaboración con el "Weather Bureau" del Reino Unido, publicándose mensualmente para el Atlántico Norte, Mediterráneo y Pacífico Norte, y bimestral o trimestralmente para el Atlántico Sur y aguas de Centroamérica, Pacífico Sur e Indico y zona septentrional del Atlántico Norte.

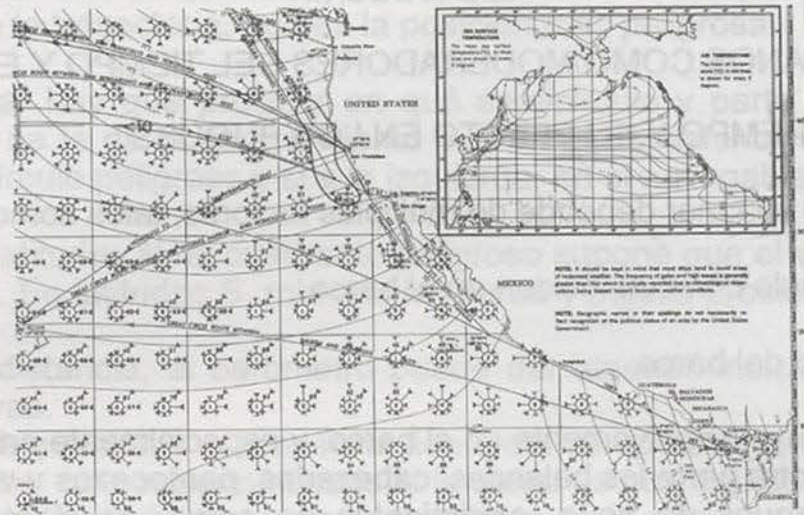


Fig. 61 Cartas Piloto ("Pilot Charts")

NAVEGACION SINOPTICA

Está basada en la interpretación de la información meteorológica y de las predicciones a 12 y 24 horas, recibidas a bordo en forma de avisos, boletines en texto claro o en código, facsímiles, etc. Esta última información incluye, por supuesto, a los mapas de olas actuales y previstos.

La idea principal es que el barco puede continuar con la derrota prefijada o desviarse de ella con objeto de evitar el mal tiempo, mar peligrosa, hielos, etc. Una vez rebasada la zona de riesgo se vuelve a replantear la recalada. Este tipo de navegación puede considerarse como una variante de la derrota climatológica.

NAVEGACION METEOROLOGICA (DERROTA OPTIMA)

Este tipo de navegación (oceánica) se llama en España "Derrota Optima", en Francia "Routage des Navires", y en los países anglosajones "Optimum Track Ship Routing" (OTSR), o "Weather Routing". Se basa en la previsión meteorológica a mediano plazo (de 3 a 7 días) para toda el área de posibles derrotas, con especial atención a la altura y efecto de las olas, pues estos factores son los que más influyen en la velocidad y comportamiento del barco. El objetivo es que el barco mantenga continuamente una velocidad próxima a la de crucero, aunque para ello se tenga que apartar algo de la derrota ortodrómica (de círculo máximo o distancia más corta entre dos puntos). El resultado es un ahorro en tiempo, aumento en la seguridad del barco y de la carga, mayor comodidad para el pasaje, y principalmente una reducción en los gastos.

Este tipo de navegación supone un acuerdo previo entre el barco y el Servicio Meteorológico Marítimo (estatal o particular) que lo proporciona (y que lo cobra), así como un medio de comunicación eficiente entre ambos, que garantice el intercambio de información. Al barco se le facilita inicialmente la derrota óptima completa, pero diariamente se actualiza la correspondiente a las 24 hrs. siguientes, que podrá coincidir o no con la previsión anterior. De esta forma se trabaja con datos recientes y de mayor garantía.

Ninguno de los servicios anteriores es proporcionado actualmente en México, pues esto requiere de un Servicio Meteorológico altamente especializado, de acuerdo a los estándares establecidos por la legislación marítima y organizaciones internacionales. Sin embargo, cada vez existe mayor cantidad de productos meteorológicos y medios de difusión, que ayudan al mejor planeamiento de las actividades en el entorno costero y marítimo.

3.2 LAS CORRIENTES OCEANICAS

GENERALIDADES:

Las corrientes desplazan gigantescas masas de agua, dando lugar a procesos continuos de transporte, mezcla e intercambio de energía.

La primera causa de las corrientes se encuentra en la radiación calorífica del sol, que actúa directamente en la superficie líquida o de forma indirecta por medio del viento.

CLASIFICACION DE LAS CORRIENTES:

Las corrientes se pueden clasificar de muy diversas formas, de acuerdo con su origen o ciertas características; entre ellas tenemos las siguientes:

Corriente de deriva (corriente de arrastre).- Debida a la acción constante del viento sobre la mar, que es la causa principal de la mayor parte de las corrientes superficiales. Por rozamiento provoca el desplazamiento de aguas en su capa superior, con sus efectos limitados en profundidad. Es necesario advertir, que sus trayectorias no coinciden con las del viento, con el que forman un cierto ángulo.

Corrientes de densidad (corrientes termohalinas).- Debidas a la variación de la densidad cuando cambian la temperatura y la salinidad en una considerable masa de agua, ocasionan movimientos verticales que, a su vez, dan lugar corrientes horizontales.

Corrientes de gradiente (corrientes geostróficas).- Son las corrientes superficiales cuyo origen se encuentra en una diferencia de presiones (densidades o desniveles) y que, además, se ven afectadas por la fuerza de Coriolis.

Corrientes de marea.- Debidas a cambios del nivel de las aguas que ocasionan las mareas en las costas, estrechos, ríos, bahías, etc.

Otras clasificaciones cuyos términos se utilizan frecuentemente:

Según localización de su trayectoria (oceánicas o generales, litorales locales y costeras), según la profundidad en que discurre la trayectoria (superficiales, intermedias, profundas), temperatura media relativa del agua (calientes, templadas, frías), regularidad en el tiempo (periódicas, como las de marea, y aperiódicas, como las de tormenta), la duración de sus efectos en una zona (permanentes, estacionales y accidentales), las cuales se deben casi siempre a vientos locales algo intensos, y siguen prácticamente sus cambios de dirección.

El transporte de las aguas en una determinada dirección supone su acumulación en ciertas áreas, así como crear un vacío en la zona de origen. Esto origina corrientes de compensación (contracorrientes o corrientes de retorno) que son contiguas y de dirección opuesta a las principales.

Las corrientes de evacuación son el desagüe de los excedentes de aguas en determinadas regiones costeras.

Todas las corrientes están sometidas al Efecto de Coriolis, desviándose hacia la derecha en el Hemisferio Norte, y hacia la izquierda en el Hemisferio Sur.

CORRIENTES COSTERAS INDUCIDAS POR EL VIENTO:

La acción prolongada de un viento fuerte y constante en la proximidad de la costa produce una circulación de masas de agua (Fig. 62). Además de la desviación que sufre la corriente, el Efecto de Coriolis también se manifiesta como un empuje lateral, que produce una diferencia de alturas entre sus márgenes. La combinación de estos factores, da lugar a desplazamiento de grandes masas de agua, cuyas características son determinadas en función de la orientación del viento respecto a la costa, de su intensidad, del tiempo que lleva soplando, y de la configuración del fondo.

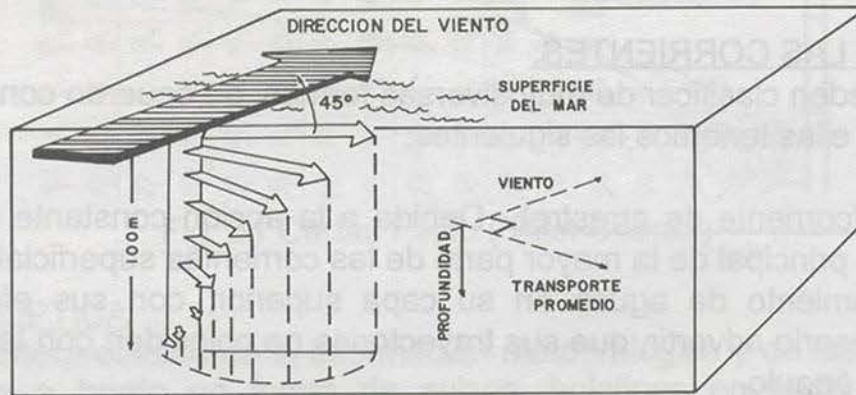


Fig. 62 Transporte de masas de agua por efecto del viento.

El afloramiento de aguas a baja temperatura cerca de la costa se conoce como "surgencia" (en inglés "upwelling"). Su gran influencia en determinados sitios, como aguas muy frías en las costas (y generación de nieblas), es superada por la gran cantidad de elementos nutritivos, químicos y orgánicos, que suelen contener las aguas frías del fondo. Esto crea una situación muy favorable para el desarrollo de la vida vegetal y animal en todos sus niveles biológicos. Las surgencias son bastante frecuentes y sus efectos son más o menos prolongados (como en las costas de California, de Perú, y de SW de Africa).

TEORIA DE LA CIRCULACION GENERAL OCEANICA:

El origen principal de las corrientes superficiales se encuentra en el viento y, en menor grado, en la diferencia de densidades (hasta un espesor medio de 200 metros), con una notoria influencia de los continentes y de otros factores locales.

Aun cuando algunas corrientes oceánicas tienen su origen en la diferencia de densidades, los regímenes permanentes de vientos acaban afectando a dichas corrientes. Esto se puede visualizar fácilmente sobreponiendo un mapa de vientos con una carta de corrientes (Fig. 63).

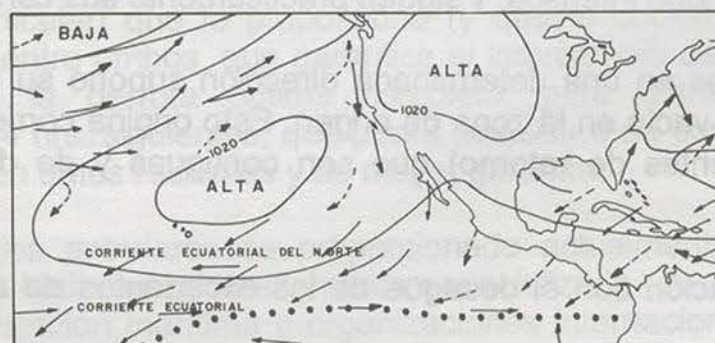


Fig. 63 Detalle de Circulación General Oceánica.

Entre los principios elementales del proceso de circulación oceánica superficial, podríamos mencionar:

- 1.- Los sistemas de vientos estables generan corrientes de arrastre en determinadas zonas.
- 2.- Grandes masas de agua fría y densa se hunden en latitudes altas, moviéndose en profundidad hacia otras latitudes mas bajas, en donde provocan el desplazamiento de las aguas superficiales. Estas tienden a cerrar el ciclo en el sentido contrario.
- 3.- Las aguas superficiales de las latitudes bajas y tropicales están sometidas a una fuerte radiación térmica, que da lugar a la disminución de su densidad. Esta circunstancia supone la aparición de corrientes hacia latitudes mas altas, reforzando a las originadas por el transporte de agua fría.
- 4.- Las trayectorias de las corrientes superficiales mencionadas se ven modificadas por los vientos de carácter permanente, a los que se ajustan con bastante fidelidad.
- 5.- En todos los casos la Fuerza de Coriolis hace notar sus efectos, que son máximos en los polos y nulos en el Ecuador.
- 6.- Lo normal es que los sistemas de circulación se cierren sobre si mismos, adoptando una forma circular o elíptica que se acomoda a la costa cuando coinciden con ella.

Como resultado de todo lo anterior se tiene una distribución de corrientes superficiales, que corresponden al siguiente esquema general (Fig. 64).

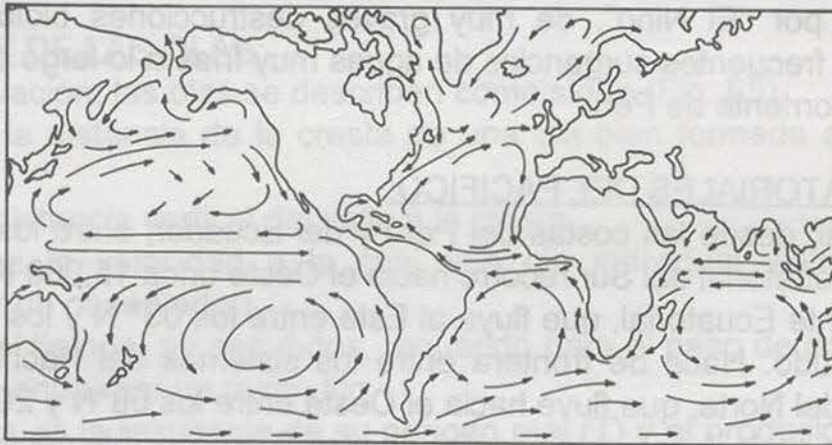


Fig. 64 Corrientes marinas dominantes

Franja Ecuatorial (comprendida entre los 10°S y los 20°N de latitud)

- 1.- Dos corrientes hacia el oeste; una de ellas en el hemisferio N, y la otra en el S o coincidente con el Ecuador.
- 2.- Contracorriente hacia el Este entre las dos corrientes anteriores. Muy clara en el Pacífico, débil o nula en el Atlántico, y sometida a los efectos estacionales en el Indico.

Latitudes bajas y medias.

Predominio de las corrientes de sentido anticiclónico en cada uno de los hemisferios. En el Indico Norte la corriente se supedita al monzón.

Latitudes altas del Hemisferio Norte.

Predominio de las corrientes de sentido ciclónico. En el ártico la circulación se complica por la especial configuración del fondo, y por la gran influencia de los continentes.

Latitudes altas del Hemisferio Sur

Corrientes hacia el este, que se hacen notar a partir de los 40° de latitud.

CORRIENTES DEL PACIFICO.

En el esquema general de la circulación de este océano, se pueden apreciar dos grandes sistemas, aproximadamente circulares y de giros contrarios, que coinciden en la franja ecuatorial. De estos, son particularmente importantes:

La Corriente de California, que se desprende de la Corriente de las Aleutianas hacia el Sur y Sureste, y circula lentamente a lo largo de la costa de los Estados Unidos hasta el Norte de Baja California. Posteriormente cambia de dirección hacia el Oeste, integrándose a la Corriente Ecuatorial del Norte. Produce surgencias frías, vientos frescos y pocos cambios en la temperatura ambiente de la región. Se asocia además con lluvias abundantes en invierno.

La Corriente de Humboldt, derivada de la Corriente Circumpolar Antártica, sube a lo largo de la costa occidental de Sudamérica llegando hasta los 5°S, aproximadamente, en donde se recurva hacia el W contribuyendo a la Corriente Ecuatorial del Sur, y con una rama de menor importancia en el Golfo de Panamá durante gran parte del año. Su temperatura es baja: entre los 10°C en su extremo Sur, y los 20°C en el Norte, con valores varios grados por debajo de la de aguas colindantes. Este contraste es particularmente acusado en la parte del Norte de su recorrido, en donde colinda con las cálidas aguas ecuatoriales. Esta especie de frontera térmica sufre desplazamientos de varios grados de latitud, hacia el Sur, durante el verano austral (de diciembre a marzo), que ocasionalmente son mayores y duraderos, dando lugar al fenómeno conocido por "El Niño", de muy graves destrucciones biológicas y pesqueras. Interesa destacar las frecuentes surgencias de aguas muy frías a lo largo de la costa. También se le conoce como Corriente de Perú.

CORRIENTES ECUATORIALES DEL PACIFICO:

En el Pacífico Central, desde las costas del Perú y del Ecuador, entre los meridianos 90°W y 130°E, la Corriente Ecuatorial del Sur recorre hacia el Oeste unos 15,000 Km. (entre los 10°S y 03°N) y por la Corriente Ecuatorial, que fluye al Este entre los 03° N y los 08° N. Su velocidad promedio es de 1 nudo. Hace de frontera entre los sistemas del Pacífico Norte y Sur. La Corriente Ecuatorial del Norte, que fluye hacia el Oeste entre los 08°N y 20°N, es originada por los alisios del NE. Las variaciones estacionales no modifican sensiblemente esta circulación.

CORRIENTES DEL ATLANTICO:

Corriente Ecuatorial, que fluye hacia el Este entre el Ecuador y los 10°N. Su origen se encuentra entre los 30° y 50° de longitud Oeste (según la época del año), llegando hasta las costas de Africa.

Corriente Ecuatorial del Norte.- Hacia el W entre los 10° N y 20° N, que recurvar en el Atlántico Norte en el sentido de las manecillas del reloj, con ramificaciones en algunos puntos. De estos, es muy destacado el contraste entre la Corriente del Golfo (incluida la de Florida) en el lado Oeste, intensa y estrecha, y las restantes corrientes que completan el giro que son débiles, amplias y de límites poco definidos.

La Corriente Ecuatorial del Norte, mantenida por los alisios de noreste, fluye hacia el oeste entre los 10° y 20° N, con una velocidad media de 1 a 1,6 nudos según la época del año entre

los 30° y 50° de longitud oeste (también según la época del año) se le incorpora la rama de la Corriente Ecuatorial del Sur , que cruza el ecuador hacia las Antillas.

Cuando la corriente se aproxima al Continente Americano, se bifurca, rodeando al conjunto de las Antillas Mayores y Menores. La rama oriental recibe el nombre de corriente de las Antillas y también el de corriente en las Bahamas en su parte final, antes de integrarse a la Corriente de la Florida. La rama de poniente es la Corriente del Caribe, que cruza este mar dejando a su derecha las islas de Puerto Rico, la Española y Cuba, hasta desembocar en el estrecho de Yucatán y penetrar al Golfo de México, en donde se bifurca. La salinidad superficial es superior a la normal, mientras que la temperatura media superficial es alta (26°C).

Dentro del Caribe se tienen dos contracorrientes de cierta importancia:

Una de ellas es la Corriente de Cuba, hacia el Este, que discurre por el sur de esta isla y se recurva luego, rodeando por oriente y poniente a Jamaica, para unirse después a la Corriente del Caribe. La otra es la contracorriente de Centroamérica, que recorre las costas comprendidas entre la Península de Yucatán y Venezuela.

3.3 LAS OLAS Y EL ESTADO DE LA MAR

Las olas son el resultado de la fuerza del viento sobre la superficie del mar (una transferencia de energía del viento al agua). La observación de las olas es de las más importantes hechas por los observadores en la mar.

CARACTERÍSTICAS DE LAS OLAS:

Para fines de observación, las olas se describen como sigue (Fig. 65):

- 1.- Longitud (L) es la distancia de la cresta de una ola bien formada a la cresta de la ola siguiente.
- 2.- Altura (H) es la distancia vertical del valle a la cresta.
- 3.- Velocidad (c) es la velocidad a la cual una ola individual viaja (no es fácilmente determinada por un observador).
- 4.- Periodo (T), es el tiempo, en segundos, requerido para el paso de dos crestas sucesivas (una longitud de onda) por un punto fijo.
- 5.- Periodo aparente es la resultante de su periodo real (T) y el producido por el movimiento del avance del barco a cada rumbo y velocidad.

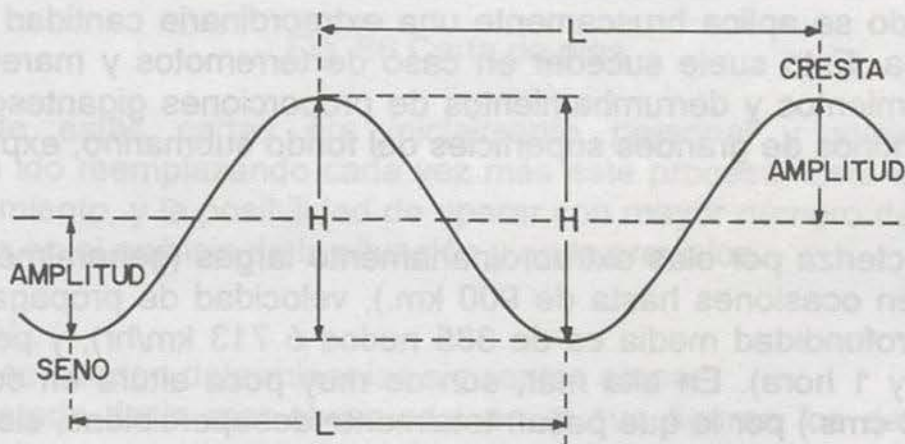


Fig. 65 Características de una ola

ESTADO DE LA MAR:

La altura de las olas también se puede expresar de acuerdo al orden de magnitud, según la Escala de BEAUFORT, dándosele un nombre particular al estado de la mar (Tabla VIII).

Las olas que ocasiona el viento, constituyen la "mar de viento", o simplemente "mar" (en inglés, "sea" o "wind seas"). Este oleaje se propaga sobre la superficie marina en la misma dirección y sentido que sopla el viento, dirigiéndose hacia afuera del área generadora. A medida que se aleja de ella, el oleaje se va amortiguando, perdiendo altura. Para generarse, las olas también requieren una cierta distancia o "pista", llamada también "FETCH", por lo que su desarrollo estará limitado por la longitud del "fetch" y por el tiempo durante el cual sopla el viento que las genera.

La mar de fondo o "mar de leva" ("swell", en inglés) son las olas que permanecen después que el viento que las originó ha cesado, o cambió de dirección sobre un área de "fetch". También se identifican como olas que no han sido generadas localmente, esto es, que se han trasladado fuera del área de generación (pueden viajar hasta varios miles de millas antes de disiparse). Sus crestas son lisas y redondeadas, y la longitud (L) es mucho mayor que las olas de viento de alturas similares.

OLAS DE TEMPORAL (MAREA DE TORMENTA O DE TEMPESTAD):

Reciben este nombre las elevaciones anormales de las aguas, producidas principalmente por circunstancias meteorológicas, detectándose únicamente por su cresta, que es la que origina el aumento de nivel, sin que se pueda determinar propiamente longitud de onda ni periodo. Este fenómeno se origina por ciclones (como los huracanes) y temporales de mucha intensidad que arrastran las aguas superficiales y las acumulan en grandes cantidades sobre un sector de la costa (esta situación, por sí sola, no es de graves consecuencias). Además, intervienen factores adicionales como:

- 1.- Fuertes vientos locales hacia tierra, que producen olas muy altas.
- 2.- Marea astronómica anormalmente alta.
- 3.- Presión atmosférica anormalmente baja.
- 4.- Configuración y peculiaridades del fondo, que pueden actuar como elementos amplificadores.

La combinación de uno o varios de estos factores, puede producir olas de hasta 6 metros, que casi siempre producen estragos.

TSUNAMIS:

Se producen cuando se aplica bruscamente una extraordinaria cantidad de energía a una gran masa de agua. Esto suele suceder en caso de terremotos y maremotos, erupciones volcánicas, deslizamientos y derrumbamientos de proporciones gigantescas, elevaciones o hundimientos repentinos de grandes superficies del fondo submarino, explosiones nucleares submarinas.

El tsunami se caracteriza por olas extraordinariamente largas (generalmente mayores a los 150 kilómetros, y en ocasiones hasta de 900 km.), velocidad de propagación muy alta (en 4,000 metros de profundidad media es de 385 nudos ó 713 km/hr), y periodo muy grande (entre 10 minutos y 1 hora). En alta mar, son de muy poca altura en comparación con la longitud, (aprox. 50 cms.) por lo que pasan totalmente desapercibidas, siendo frecuente que sean poco notorias aún en las cercanías de la costa.

Al disminuir la profundidad cerca de tierra, disminuyen su velocidad, y aumentan de altura. Esta última es función de la pendiente del fondo, de la topografía submarina y del perfil de la costa, por lo que al final de la trayectoria la altura puede variar entre 6 y 20 metros, y a veces hasta 30 y 35 metros, especialmente al entrar a alguna bahía, donde el confinamiento por los márgenes producen gran destructividad.

El tsunami se compone de una serie de olas, de las cuales la primera se diferencia poco de las que normalmente rompen en la costa. Las más grandes se encuentran entre la 3a. y la 8a. de la serie. Aún cuando la primera ola pasa casi desapercibida en muchas ocasiones, algunas veces, al retirarse de la orilla, deja en seco grandes superficies del fondo. Miles de curiosos han perdido la vida con la llegada brusca de la segunda ola. Los tsunamis son raros en el Atlántico y más frecuentes en el Pacífico, estimándose que en las I. Hawaii tiene lugar uno cada 25 años.

CARTA DE OLAS.

La Carta de Olas (en inglés "Wave Chart") es una representación gráfica de la altura de las olas en una gran extensión oceánica. Los publica la "Hydrographic Office" (EE.UU.), con dos modelos: la Carta Actual de Olas ("Sinoptic Wave Chart"), refleja la situación a la hora de la observación, mientras que la Carta de Pronóstico de Olas (Prognostic Wave Chart), muestra la situación probable para un cierto número de horas. Los dos tipos de cartas se transmiten a los barcos por radiofacsimil, independientemente de que los boletines meteorológicos, hablados y cifrados, incluyan los datos mas importantes del estado de la mar y altura de las olas (Fig. 66).

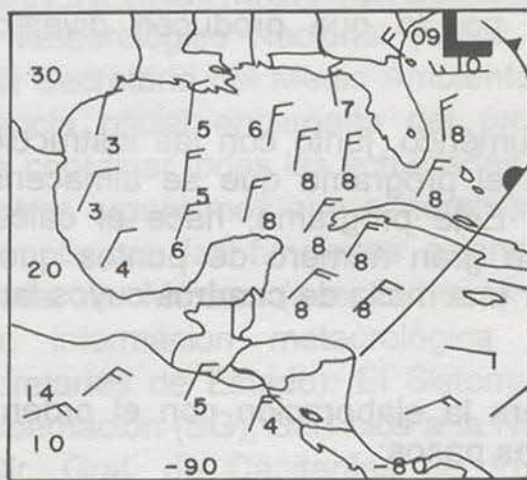


Fig. 66 Carta de olas

La elaboración de estas cartas era inicialmente personal y subjetiva, aunque las computadoras han ido reemplazando cada vez más este proceso. Esta innovación ha dado rapidez al procesamiento, y la posibilidad de operar con mayor número de datos, eliminando criterios personales en el análisis de la situación y en la previsión.

LA CARTA ACTUAL:

En su elaboración se pueden determinar las siguientes etapas:

- 1.- Trazado del estado de la mar observado, en el que figuran los datos reportados por barcos y estaciones costeras sobre el viento, altura, y periodo de las olas. Incluye, además, las direcciones de la mar de fondo.

- 2.- Trazado de la carta sinóptica de superficie (presiones y frentes) de la misma hora que la anterior, sobre la que se determinan los sistemas de vientos y las áreas generadoras de oleaje. Se superponen ambas, se comparan y se hace un análisis de los datos observados y sinópticos. En los puntos en donde no se dispone de datos se calcula la altura de las olas a partir de la relación viento - persistencia y viento-fetch.
- 3.- Trazado de las isoclinas de olas para cada metro de altura. La carta resultante corresponde a la mar de viento y, por lo tanto, cada área generadora dará lugar a un núcleo de oleaje, que se propagará hacia afuera de la misma como mar de fondo, por lo que también se trazan las direcciones de ésta.

EL MAPA PREVISTO.

La elaboración manual de este tipo de mapa es lenta y laboriosa, requiriendo una gran experiencia personal. Su proceso es similar al anterior, pero basado en el mapa actual de olas, y en la carta sinóptica de superficie pronosticada para el plazo requerido (usualmente 24, 36 o 48 hrs.). Su periodo de validez queda fijado por el de la predicción sinóptica de superficie.

PREDICCIÓN NUMÉRICA.

En la carta de olas hecha con computadora se prescinde de los cálculos o estimaciones subjetivas y se opera con el concepto de transferencia de la energía del viento asociada a la persistencia. Lo anterior se complementa con una serie de teorías sobre propagación, desarrollo y amortiguamiento de las olas. Estas relaciones se expresan de la forma más exacta posible por conjuntos de ecuaciones, lo que conocemos como Modelo Numérico. Existen varios modelos numéricos, los que responden a diferentes planteamientos teóricos para solucionar el problema, por lo que producen diversos resultados, generalmente confiables.

Las ecuaciones del modelo numérico, junto con las instrucciones para entrada, lectura y análisis de datos, constituyen el programa que se almacena en la computadora en un lenguaje o código apropiado. Este programa, hace el cálculo de la altura de las olas (actuales y previstas), para un gran número de puntos que cubren la zona de interés, normalmente determinados por una malla de cuadros cuyos lados suelen ser de 60, 90, 120 o 180 millas.

El procedimiento operativo para la elaboración con el ordenador del mapa actual sigue, aproximadamente, los siguientes pasos:

- 1.- Entrada automática de los datos de viento, presión y mar (de viento y de fondo), reportados por barcos y estaciones costeras.
- 2.- Información relativa al régimen de vientos y a la variación de las presiones en las horas anteriores.
- 3.- Análisis y procesamiento de los datos.
- 4.- Cálculo de la altura de las olas para punto de la malla.
- 5.- Impresión de los resultados en la carta (numéricos y trazo de líneas).

Para el cálculo del oleaje futuro los modelos utilizan la salida de los análisis obtenidos como datos de entrada nuevamente, junto con las cartas sinópticas de superficie previstas para el plazo que se desee. Normalmente se hace para periodos de 3 horas, y el resultado se utiliza para una nueva extrapolación, calculando así hasta cubrir el período completo de la previsión.

CAPITULO IV

ELABORACION Y DIFUSION DE INFORMACION METEOROLOGICA

4.1.- ELABORACION DE PRODUCTOS METEOROLOGICOS

ORGANIZACION METEOROLOGICA MUNDIAL

De acuerdo a la Organización Meteorológica Mundial (OMM), el planeta está organizado en seis Regiones Meteorológicas. México se encuentra dentro de la Región IV, que comprende América del Norte y Central. En cada Región Meteorológica existen centros con misiones específicas de investigación; en el caso particular de los ciclones tropicales, en Miami, Fl., se encuentra el Centro Nacional de Huracanes (NHC), que depende de la Administración Nacional para la Atmósfera y los Océanos (NOAA) de los EE.UU. Este organismo es el que rige los criterios con que se emiten los boletines, pronósticos y avisos, y de hecho así sucede para cada país de la región y de otras; esto en base a la infraestructura con que cuenta, así como a la información que procesa y difunde.

Para todo Centro Meteorológico, es vital el intercambio fluido de información; para ello juegan un papel primordial los sistemas de recepción y difusión. Con tal fin, se utiliza principalmente la Red Global de Telecomunicaciones (GTS), que es coordinada por el Centro Mundial de Datos de Washington, D.C., por medio de la cual todos los países de la Región IV intercambian productos meteorológicos entre sí y con otras regiones.

ORGANISMOS QUE PROCESAN INFORMACION METEOROLOGICA EN MEXICO

En nuestro país, el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), dependiente de la Comisión Nacional del Agua (CNA), de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) es la dependencia oficial encargada del procesamiento y la difusión de información meteorológica y de coordinar todas las actividades relacionadas, a nivel nacional. Cabe mencionar que existen otros organismos que generan productos meteorológicos, para fines particulares y/o para cumplir con las funciones asignadas, como es el caso de la Secretaría de Marina - Armada de México (que a través de la Dirección General de Oceanografía Naval, difunde información meteorológica marítima para sus propias necesidades y para otras Secretarías de Estado). El Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC) de la Sría. de Gobernación (SG), Servicios a la Navegación en el Espacio Aéreo Mexicano (SENEAM) y la Dir. Gral. de Capitanías de Puerto, ambos de la Sría. de Comunicaciones y Transportes (SCT), la Comisión Federal de Electricidad (CFE), Petróleos Mexicanos (PEMEX), y el Centro de Investigación Científica de Estudios Superiores de Ensenada (CICESE), etc., los que también generan información meteorológica.

INFORMACION METEOROLOGICA UTILIZADA PARA LA ELABORACION DE PRONOSTICOS Y BOLETINES METEOROLOGICOS.

Muchos eventos meteorológicos (como los huracanes) se forman en áreas marítimas, donde las Redes de Observación y Sistemas de Monitoreo son escasas o insuficientes; por esta razón, los meteorólogos mantienen vigilancia continua, recolectando la mayor cantidad de información posible, para elaborar productos fácilmente interpretables y de utilidad a los usuarios, con lo que se podrá establecer la prevención que corresponda al caso.

Para la detección, seguimiento y pronóstico de eventos meteorológicos severos, es necesario contar con una gran variedad de información generada por las redes de estaciones de observación, tanto de superficie como de la atmósfera superior, de radares meteorológicos, así como de otras fuentes de obtención de información (satélites meteorológicos, aviones de reconocimiento de huracanes y modelos de predicción numérica). Todas estas redes o sistemas de monitoreo de la atmósfera se complementan entre sí, permitiendo al meteorólogo obtener diferentes perspectivas del fenómeno en cuestión. Cabe citar, que en la misma forma como procesa y difunde la información meteorológica un centro como el NHC, con la debida proporción lo realiza nuestra Institución en esa área de responsabilidad. La información que se recopila y utiliza para la elaboración de pronósticos meteorológicos, es:

- 1.- REPORTES DE OBSERVACIONES METEOROLOGICAS:- Son mensajes con observaciones de diversas variables meteorológicas en un momento determinado, generados en diferentes estaciones, que pueden ser manuales o automáticas, fijas o móviles, de superficie o de altura, terrestres o marinas, etc.
- 2.- ANALISIS SINOPTICOS:- Consisten en gráficas o mapas (sinópticos) describiendo un análisis del estado de la atmósfera en un momento dado (trazando líneas descriptivas como: isotermas, isobaras, isotacas, isohipsas, etc).
- 3.- DISCUSIONES METEOROLOGICAS:- Son interpretaciones de imágenes de satélite y datos sinópticos de superficie elaborados por Centros Meteorológicos como: el Centro de Predicción Tropical (TPC) en Miami, Fl. y el Servicio Meteorológico Nacional (NWS), en Washington, D.C., ambos dependientes de la NOAA, por lo cual es un producto propio de esos centros. Estas discusiones describen las características generales del tiempo en superficie y en la atmósfera superior, incluyendo los sistemas meteorológicos principales del Océano Pacífico, Océano Atlántico, Golfo de México y Mar Caribe.
- 4.- BOLETINES METEOROLOGICOS:- Comprenden informes periódicos descriptivos de las condiciones imperantes en alguna región específica. Puede haber diferentes boletines de acuerdo a un propósito en particular.
- 5.- AVISOS:- Son mensajes formales de una Oficina o Servicio Meteorológico que contienen detalles sobre la localización, intensidad y evolución de eventos de tiempo severo, así como las recomendaciones para la toma de precauciones.
- 6.- IMAGENES DE SATELITES METEOROLOGICOS:- Son fotografías de la Tierra captadas por sensores especiales de Satélites Meteorológicos Geostacionarios y de Orbita Polar, que detectan la radiación emitida por el planeta en diferentes longitudes de onda (visible, infrarroja y la correspondiente a vapor de agua). En nuestro continente, son elaboradas por el Servicio Nacional de Datos e Información de Satélites Ambientales (NESDIS), de la NOAA, en Suitland, Md., y distribuidas por diversas instituciones para aplicaciones específicas. Las imágenes de satélite son solo una herramienta mas que se incorpora a la información utilizada por los meteorólogos, y por sí solas no proporcionan un pronóstico. Para la correcta interpretación y análisis de estas imágenes de satélites, se requiere capacitación y experiencia adecuada, ya que existen diferentes factores que deben considerarse al observar dichas imágenes, tales como:

- La proyección geográfica utilizada.
- El espectro o frecuencia de radiación con el que se haya obtenido la imagen.
- Implicaciones técnicas relacionadas con la interpretación de las mismas.

NOTA: La difusión de las imágenes de satélite, es con el fin de ayudar a una mejor interpretación de los Boletines o Pronósticos Meteorológicos, por lo que se recomienda, que su uso no sea independiente, sino como complemento de los citados productos. Estas imágenes nos permiten tener una visión general de la atmósfera; sin embargo, éstas no indican las condiciones que afectan directamente a los sistemas meteorológicos, por lo que asumir una trayectoria o evolución de un meteoro, a partir solamente de una secuencia en pantalla (loop) de imágenes de satélite, puede provocar errores con consecuencias severas. Por ejemplo, aunque un huracán presente un ojo visible, su ubicación exacta y trayectoria debe ser determinada con información complementaria procedente de aviones especiales de investigación (cazahuracanes) o de radares meteorológicos, por lo que siempre se consideran márgenes de error de hasta 60 Millas Náuticas (MN), en algunos casos.

7.- IMAGENES DE RADARES METEOROLOGICOS:- Estas permiten la detección de precipitación, determinan la velocidad y dirección del viento, y por ende fenómenos meteorológicos significativos. En nuestro país, el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), es la única institución que cuenta con radares meteorológicos (distribuidos en ambos litorales del país: 12 en total).

8.- MODELOS NUMERICOS DE PREDICCIÓN:- Son programas complejos de computadora usados para predecir numéricamente las variables meteorológicas del estado del tiempo, resolviendo conjunto de ecuaciones para predecir sus valores futuros. Existen modelos de predicción a corto plazo (que proporcionan una gran cantidad de datos en detalle, pero de áreas geográficas limitadas y pronóstico para 24 ó 48 horas), y a mediano plazo (para periodos de hasta cuatro o cinco días pero con una resolución menor que los modelos a corto plazo). Estas computadoras pueden imprimir el resultado de los cálculos matemáticos, o bien analizarlos y dibujar cartas con líneas de contorno (isolineas) u otras gráficas, llamadas cartas de pronóstico.

PRODUCTOS METEOROLOGICOS ELABORADOS POR LA DIRECCION GENERAL DE OCENOGRAFIA NAVAL.

Los productos con información meteorológica elaborados en esta Dirección General son:

- 1.- Pronóstico Meteorológico (APENDICE D.1):- Distribuido diariamente a las 09:00 horas (hora del centro), con información de las 06:00 hrs. y validez para 24 horas. el cual Incluye una sinopsis del tiempo que impera en los Océanos Pacífico y Atlántico, Golfo de México y Mar Caribe, además de:
 - a.- Pronósticos de vertientes para regiones preestablecidas de los litorales nacionales, en los cuales se describen las temperaturas máximas y mínimas, condiciones de nubosidad, precipitación, vientos predominantes y estado de la mar.
 - b.- Carta sinóptica de superficie, la cual consiste de una descripción de los sistemas de tiempo significativo en superficie, localización de sistemas de altas y bajas presiones.
 - c.- Fotografía actualizada de satélite meteorológico (GOES 8, 9, 10).

- d.- Imagen de satélite meteorológico, con superposición de líneas de igual presión (Líneas Isobáricas).
- 2.- Boletines Meteorológicos (APENDICE D.2):- Estos boletines, emitidos diariamente a las 14:00 y 20:00 horas, (hora del centro), contienen la descripción sinóptica de las zonas oceánicas adyacentes a las costas nacionales. Se les anexa la última fotografía de satélite meteorológico recibida, y en el caso del boletín de las 20:00 horas contiene además la carta de sinopsis (APENDICE D.3).
 - 3.- Boletines Meteorológicos Regionales (APENDICE D.4):- Estos productos, emitidos de acuerdo a las necesidades de los usuarios, son un extracto de las condiciones más significativas de la región que cubre el pronóstico, y se elaboran en base a información originada por redes propias, así como de otras ajenas como el SMN y SENEAM.
 - 4.- Avisos Meteorológicos (APENDICE D.5):- Estos productos se elaboran cuando se presentan ciclones tropicales sobre áreas oceánicas adyacentes a las costas nacionales en sus diferentes etapas de desarrollo; en base a la información que emiten las fuentes oficiales, dividiéndose en dos partes principales, que son:
 - a.- "SINOPSIS", que contiene la intensidad, situación, rumbo, velocidad de desplazamiento y una descripción de las condiciones del fenómeno.
 - b.- "PRONOSTICO", con la probable situación del fenómeno en las siguientes 6 horas, condiciones de influencia y posible área de impacto en las costas nacionales; se acompaña de una carta de traqueo de la trayectoria pronosticada del ciclón tropical producto de modelación numérica, elaborada por el NHC.

Dependiendo de la cercanía y peligrosidad del fenómeno, en ocasiones se emiten avisos conocidos como "Intermedios", cada 3 horas o con mayor frecuencia, según el caso, en los cuales únicamente se indican las condiciones actuales en la evolución del ciclón tropical, es decir, se omite el pronóstico.

En los avisos que emite la Dirección General de Oceanografía Naval, se presta especial atención a los ciclones tropicales con potencial para causar daños severos en el país. El SMN emite también avisos de "Norte", aunque debido al amplio conocimiento de los sistemas frontales, y la buena predictabilidad del desplazamiento de los mismos, la información necesaria para prevenir sus efectos y notificar a la población sobre su proximidad, es incluida oportunamente en los boletines rutinarios.

- 1.- Alerta de Huracán o Tormenta Tropical: Es la condición en la cual un Huracán o Tormenta Tropical puede afectar a determinadas zonas del territorio nacional, en las próximas 36 horas.
- 2.- Advertencia de Huracán o Tormenta Tropical: Cuando en 24:00 Hrs. o en un plazo menor, se espera que una zona determinada sufra uno o más de los efectos peligrosos de: Vientos de Huracán o Tormenta Tropical, Mareas de tempestad peligrosamente altas, así como fuertes precipitaciones que pueden producir inundaciones repentinas y/o deslaves en zonas montañosas.

4.2.- DIFUSION DE INFORMACION METEOROLOGICA MARITIMA

DISTRIBUCION A LOS DIFERENTES USUARIOS DE LOS PRODUCTOS ELABORADOS POR LA DIRECCION GENERAL DE OCEANOGRAFIA NAVAL.

Diariamente a las 09:00, 15:00 y 21:00 Hrs. (Hora del Centro), se ponen a disposición de los Mandos de Zonas y Sectores Navales, a través de la Red Nacional de Teleproceso de la SM-AM, los diversos pronósticos y boletines meteorológicos generados. También se cuenta como sistema alterno la transmisión telefónica por fax o fonía.

Las imágenes de satélite se ponen a disposición en la red de comunicación antes citada, cada dos horas o cada hora en caso de eventos severos.

Al primer indicio de una situación de "ALERTA" o "ADVERTENCIA" por probable impacto de ciclón tropical en costas nacionales, se establece comunicación vía telefónica con el mando de la Región, Zona o Sector Naval, o con el(los) Mando(s) Operativo(s) que corresponda(n), con el fin de informarles con anticipación de la situación que prevalezca, procediendo además a la emisión de los avisos respectivos.

MEDIOS DE TRANSMISION Y RECEPCION DE INFORMACION EN LA DIRECCION GENERAL DE OCEANOGRAFIA NAVAL.

En esta Dirección General, para la transmisión de productos e información meteorológica, se emplean principalmente los siguientes medios de acopio de información:

- 1.- Enlaces a Mandos Territoriales y otras dependencias, por medio de la Red Nacional de Teleproceso de la SM-AM.
- 2.- Enlace vía módem telefónico con el SMN y SENEAM.
- 3.- Acceso a la red mundial informática "INTERNET", para obtención de productos de diferentes Centros de Información Meteorológica (nacionales y extranjeros).

OTRAS FUENTES DE INFORMACION DISPONIBLES PARA LOS USUARIOS EN GENERAL:

BOLETINES Y PRONOSTICOS METEOROLOGICOS VIA RADIO:

Existe una gran cantidad de organizaciones que emiten vía radio boletines y/o pronósticos, ya sea elaborados por ellos mismos, o por otras instituciones. La información completa sobre dichas estaciones de radio, y los productos específicos que emiten, se pueden consultar en publicaciones diversas como la Publicación No. 9, Vol. "D" de la OMM (Información para la Navegación Marítima), Lista de Radioseñales, Vol. 3 (del Almirantazgo Británico), Transmisiones Meteorológicas Marinas en el Mundo ("Worldwide Marine Weather Broadcasts", del NWS de los EE.UU.), entre muchas otras. Como ejemplo, podemos citar las siguientes:

- 1.- KFS, de San Francisco, Ca.- Emite Boletines, Pronósticos y Avisos Meteorológicos para la costa del Pacífico Noroccidental, en texto claro en inglés.
- 2.- WNU, de Nueva Orleans, La.- Emite Boletines, Pronósticos y Avisos Meteorológicos para la costa del Atlántico, Golfo de México y Mar Caribe, en texto claro en inglés.

- 3.- XBA (Servicio Meteorológico Nacional), de Tacubaya, en la Cd. de México, D.F.- Emite pronósticos meteorológicos por regiones para las franjas costeras nacionales del Pacífico, Golfo de México y Mar Caribe.
- 4.- XBC (Centro de Previsión del Golfo), de Veracruz, Ver.- Emite pronósticos meteorológicos para la vertiente del Golfo de México (dividiendo esta en 5 regiones), en texto claro, en español.
- 5.- Además, en los puertos nacionales, existen estaciones de Radio AM - FM, que, bajo convenio entre la Cámara Nacional de la Industria de la Radio y Televisión y la Coordinación General de Puertos y Marina Mercante (SCT), retransmiten los boletines elaborados por la Dirección General de Oceanografía Naval y de otros organismos.

TRANSMISIONES POR RADIOFACSIMIL:

Para hacer llegar imágenes y productos gráficos como Cartas Sinópticas, Cartas de Olas, etc. a los buques y Centros Locales de Pronóstico, algunas estaciones de radio emiten además señales de radiofacsimil (también se describen en las publicaciones mencionadas en el apartado anterior). Este sistema requiere de un receptor especial, que imprime en papel termosensible (como el de FAX), las imágenes recibidas. En algunos casos se puede decodificar la señal de receptores de radio HF convencionales, por medio de computadoras tipo PC que cuenten con un programa de cómputo apropiado. Entre muchas otras estaciones (Tabla IX), podemos mencionar las siguientes:

- 1.- NMC, de Point Reyes, Ca. Transmite Imágenes de Satélite, Avisos, Cartas de Análisis y Pronósticos de viento y olas, entre otras, para el Pacífico Nororiental.
- 2.- NMF, de Boston, Ma. (del NWS), y NAM, de Norfolk, Va. (de la Armada de los EE.UU.): Transmite Avisos, Cartas de Análisis y Pronósticos de temperaturas, viento y olas, a niveles de superficie y altura, entre otras, para el Atlántico Occidental, incluyendo Golfo de México, Mar Caribe y Centroamérica.
- 3.- NMG, de Nueva Orleans, La. (del Servicio de Guardacostas de los EE.UU.): Transmite Imágenes de Satélite, Cartas de Análisis y Pronósticos de olas y viento en superficie, para el Golfo de México, Mar Caribe, y Atlántico Tropical.

Es importante mencionar, que cada estación transmite en diversas frecuencias y horarios, mismos que suelen ser modificados de acuerdo a las necesidades de la institución que las controla; por ello, se recomienda mantener versiones actualizadas de las publicaciones de radioayudas a la Navegación (mencionadas anteriormente), y verificar periódicamente los cambios a los horarios de emisión (que suelen ser transmitidos 1 o 2 veces al día, como parte de los productos transmitidos).

APENDICE "A"

TABLAS DE CONVERSIONES Y EQUIVALENCIAS

TABLA I

ESCALA TERMOMETRICA PARA CONVERSION DE TEMPERATURAS

| DE GRADOS FAHRENHEIT (°F) A GRADOS CENTIGRADOS (°C) | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|-------|
| °F | °C | °F | °C | °F | °C | °F | °C |
| 130.0 | 54.4 | 97.0 | 36.1 | 64.0 | 17.8 | 31.0 | -0.6 |
| 129.0 | 53.9 | 96.0 | 35.6 | 63.0 | 17.2 | 30.0 | -1.1 |
| 128.0 | 53.3 | 95.0 | 35.0 | 62.0 | 16.7 | 29.0 | -1.7 |
| 127.0 | 52.8 | 94.0 | 34.4 | 61.0 | 16.1 | 28.0 | -2.2 |
| 126.0 | 52.2 | 93.0 | 33.9 | 60.0 | 15.6 | 27.0 | -2.8 |
| 125.0 | 51.7 | 92.0 | 33.3 | 59.0 | 15.0 | 26.0 | -3.3 |
| 124.0 | 51.1 | 91.0 | 32.8 | 58.0 | 14.4 | 25.0 | -3.9 |
| 123.0 | 50.6 | 90.0 | 32.2 | 57.0 | 13.9 | 24.0 | -4.4 |
| 122.0 | 50.0 | 89.0 | 31.7 | 56.0 | 13.3 | 23.0 | -5.0 |
| 121.0 | 49.4 | 88.0 | 31.1 | 55.0 | 12.8 | 22.0 | -5.6 |
| 120.0 | 48.9 | 87.0 | 30.6 | 54.0 | 12.2 | 21.0 | -6.1 |
| 119.0 | 48.3 | 86.0 | 30.0 | 53.0 | 11.7 | 20.0 | -6.7 |
| 118.0 | 47.8 | 85.0 | 29.4 | 52.0 | 11.1 | 19.0 | -7.2 |
| 117.0 | 47.2 | 84.0 | 28.9 | 51.0 | 10.6 | 18.0 | -7.8 |
| 116.0 | 46.7 | 83.0 | 28.3 | 50.0 | 10.0 | 17.0 | -8.3 |
| 115.0 | 46.1 | 82.0 | 27.8 | 49.0 | 9.4 | 16.0 | -8.9 |
| 114.0 | 45.6 | 81.0 | 27.2 | 48.0 | 8.9 | 15.0 | -9.4 |
| 113.0 | 45.0 | 80.0 | 26.7 | 47.0 | 8.3 | 14.0 | -10.0 |
| 112.0 | 44.4 | 79.0 | 26.1 | 46.0 | 7.8 | 13.0 | -10.6 |
| 111.0 | 43.9 | 78.0 | 25.6 | 45.0 | 7.2 | 12.0 | -11.1 |
| 110.0 | 43.3 | 77.0 | 25.0 | 44.0 | 6.7 | 11.0 | -11.7 |
| 109.0 | 42.8 | 76.0 | 24.4 | 43.0 | 6.1 | 10.0 | -12.2 |
| 108.0 | 42.2 | 75.0 | 23.9 | 42.0 | 5.6 | 9.0 | -12.8 |
| 107.0 | 41.7 | 74.0 | 23.3 | 41.0 | 5.0 | 8.0 | -13.3 |
| 106.0 | 41.1 | 73.0 | 22.8 | 40.0 | 4.4 | 7.0 | -13.9 |
| 105.0 | 40.6 | 72.0 | 22.2 | 39.0 | 3.9 | 6.0 | -14.4 |
| 104.0 | 40.0 | 71.0 | 21.7 | 38.0 | 3.3 | 5.0 | -15.0 |
| 103.0 | 39.4 | 70.0 | 21.1 | 37.0 | 2.8 | 4.0 | -15.6 |
| 102.0 | 38.9 | 69.0 | 20.6 | 36.0 | 2.2 | 3.0 | -16.1 |
| 101.0 | 38.3 | 68.0 | 20.0 | 35.0 | 1.7 | 2.0 | -16.7 |
| 100.0 | 37.8 | 67.0 | 19.4 | 34.0 | 1.1 | 1.0 | -17.2 |
| 99.0 | 37.2 | 66.0 | 18.9 | 33.0 | 0.6 | 0.0 | -17.8 |
| 98.0 | 36.7 | 65.0 | 18.3 | 32.0 | 0.0 | -1.0 | -18.3 |

TABLA II

EQUIVALENCIAS EN UNIDADES DE PRESION ATMOSFERICA

| inHg | mmHg | mb | inHg | mmHg | mb | inHg | mmHg | mb | inHg | mmHg | mb |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|
| 27,31 | 693,7 | 924,8 | 28,36 | 720,3 | 960,4 | 29,35 | 745,5 | 993,9 | 30,55 | 776,0 | 1034,5 |
| 27,34 | 694,4 | 925,8 | 28,39 | 721,1 | 961,4 | 29,38 | 746,3 | 994,9 | 30,58 | 776,7 | 1035,6 |
| 27,37 | 695,2 | 926,9 | 28,42 | 721,9 | 962,4 | 29,41 | 747,0 | 995,9 | 30,61 | 777,5 | 1036,6 |
| 27,40 | 696,0 | 927,9 | 28,45 | 722,6 | 963,4 | 29,44 | 747,8 | 996,9 | 30,64 | 778,3 | 1037,6 |
| 27,43 | 696,7 | 928,9 | 28,48 | 723,4 | 964,4 | 29,47 | 748,5 | 998,0 | 30,67 | 779,0 | 1038,6 |
| 27,46 | 697,5 | 929,9 | 28,51 | 724,2 | 965,5 | 29,50 | 749,3 | 999,0 | 30,70 | 779,8 | 1039,6 |
| 27,49 | 698,2 | 930,9 | 28,54 | 724,9 | 966,5 | 29,53 | 750,1 | 1000,0 | 30,73 | 780,5 | 1040,6 |
| 27,52 | 699,0 | 931,9 | 28,57 | 725,7 | 967,5 | 29,56 | 750,8 | 1001,0 | 30,76 | 781,3 | 1041,7 |
| 27,55 | 699,8 | 932,9 | 28,60 | 726,4 | 968,5 | 29,59 | 751,6 | 1002,0 | 30,79 | 782,1 | 1042,7 |
| 27,58 | 700,5 | 934,0 | 28,63 | 727,2 | 969,5 | 29,62 | 752,3 | 1003,0 | 30,82 | 782,8 | 1043,7 |
| 27,61 | 701,3 | 935,0 | 28,60 | 726,4 | 968,5 | 29,65 | 753,1 | 1004,1 | 30,85 | 783,6 | 1044,7 |
| 27,64 | 702,1 | 936,0 | 28,63 | 727,2 | 969,5 | 29,68 | 753,9 | 1005,1 | 30,88 | 784,4 | 1045,7 |
| 27,67 | 702,8 | 937,0 | 28,66 | 728,0 | 970,5 | 29,71 | 754,6 | 1006,1 | 30,91 | 785,1 | 1046,7 |
| 27,70 | 703,6 | 938,0 | 28,69 | 728,7 | 971,6 | 29,74 | 755,4 | 1007,1 | 30,94 | 785,9 | 1047,7 |
| 27,73 | 704,3 | 939,0 | 28,72 | 729,5 | 972,6 | 29,77 | 756,2 | 1008,1 | 30,97 | 786,6 | 1048,8 |
| 27,76 | 705,1 | 940,1 | 28,75 | 730,3 | 973,6 | 29,80 | 756,9 | 1009,1 | 31,00 | 787,4 | 1049,8 |
| 27,79 | 705,9 | 941,1 | 28,78 | 731,0 | 974,6 | 29,83 | 757,7 | 1010,2 | 31,03 | 788,2 | 1050,8 |
| 27,82 | 706,6 | 942,1 | 28,81 | 731,8 | 975,6 | 29,86 | 758,4 | 1011,2 | 31,06 | 788,9 | 1051,8 |
| 27,85 | 707,4 | 943,1 | 28,84 | 732,5 | 976,6 | 29,89 | 759,2 | 1012,2 | 31,09 | 789,7 | 1052,8 |
| 27,88 | 708,2 | 944,1 | 28,87 | 733,3 | 977,6 | 29,92 | 760,0 | 1013,2 | 31,12 | 790,4 | 1053,8 |
| 27,91 | 708,9 | 945,1 | 28,90 | 734,1 | 978,7 | 30,10 | 764,5 | 1019,3 | 31,15 | 791,2 | 1054,9 |
| 27,94 | 709,7 | 946,2 | 28,93 | 734,8 | 979,7 | 30,13 | 765,3 | 1020,3 | 31,18 | 792,0 | 1055,9 |
| 27,97 | 710,4 | 947,2 | 28,96 | 735,6 | 980,7 | 30,16 | 766,1 | 1021,3 | 31,21 | 792,7 | 1056,9 |
| 28,00 | 711,2 | 948,2 | 28,99 | 736,3 | 981,7 | 30,19 | 766,8 | 1022,3 | 31,24 | 793,5 | 1057,9 |
| 28,03 | 712,0 | 949,2 | 29,02 | 737,1 | 982,7 | 30,22 | 767,6 | 1023,4 | 31,27 | 794,3 | 1058,9 |
| 28,06 | 712,7 | 950,2 | 29,05 | 737,9 | 983,7 | 30,25 | 768,4 | 1024,4 | | | |
| 28,09 | 713,5 | 951,2 | 29,08 | 738,6 | 984,8 | 30,28 | 769,1 | 1025,4 | | | |
| 28,12 | 714,2 | 952,2 | 29,11 | 739,4 | 985,8 | 30,31 | 769,9 | 1026,4 | | | |
| 28,15 | 715,0 | 953,3 | 29,14 | 740,2 | 986,8 | 30,34 | 770,6 | 1027,4 | | | |
| 28,18 | 715,8 | 954,3 | 29,17 | 740,9 | 987,8 | 30,37 | 771,4 | 1028,4 | | | |
| 28,21 | 716,5 | 955,3 | 29,20 | 741,7 | 988,8 | 30,40 | 772,2 | 1029,5 | | | |
| 28,24 | 717,3 | 956,3 | 29,23 | 742,4 | 989,8 | 30,43 | 772,9 | 1030,5 | | | |
| 28,27 | 718,1 | 957,3 | 29,26 | 743,2 | 990,9 | 30,46 | 773,7 | 1031,5 | | | |
| 28,30 | 718,8 | 958,3 | 29,29 | 744,0 | 991,9 | 30,49 | 774,4 | 1032,5 | | | |
| 28,33 | 719,6 | 959,4 | 29,32 | 744,7 | 992,9 | 30,52 | 775,2 | 1033,5 | | | |

TABLA III

REDUCCIONES A LAS LECTURAS DE LOS BAROMETROS

REDUCCION POR TEMPERATURAS (A 0°C) PARA BAROMETROS DE MERCURIO

(Las correcciones se restan para temperaturas mayores de 0°C, y se suman para temperaturas menores de 0°C)

| °C | milímetros | | | | | | milibarios o hectopascales | | | | | | pulgadas | | | | | | °C |
|----|------------|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------------|-----|-----|------|------|------|----------|------|------|------|------|------|----|
| | 700 | 720 | 740 | 760 | 780 | 800 | 933 | 960 | 987 | 1013 | 1040 | 1067 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | |
| 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| 1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1 |
| 2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 2 |
| 3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 3 |
| 4 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 4 |
| 5 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 5 |
| 6 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 6 |
| 7 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 7 |
| 8 | 0,9 | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,5 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 8 |
| 9 | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,3 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,6 | 1,6 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 9 |
| 10 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 1,5 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,7 | 1,7 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 10 |
| 11 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,6 | 1,7 | 1,7 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 11 |
| 12 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,5 | 1,5 | 1,6 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 2,0 | 2,0 | 2,1 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 12 |
| 13 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,6 | 1,6 | 1,7 | 2,0 | 2,0 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,3 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 13 |
| 14 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,8 | 2,1 | 2,1 | 2,3 | 2,3 | 2,4 | 2,4 | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 14 |
| 15 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 1,9 | 2,3 | 2,3 | 2,4 | 2,4 | 2,5 | 2,5 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 15 |
| 16 | 1,8 | 1,9 | 1,8 | 2,0 | 2,0 | 2,1 | 2,4 | 2,5 | 2,5 | 2,7 | 2,7 | 2,8 | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 16 |
| 17 | 1,9 | 2,0 | 1,9 | 2,1 | 2,1 | 2,2 | 2,5 | 2,7 | 2,7 | 2,8 | 2,8 | 2,9 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 17 |
| 18 | 2,0 | 2,1 | 2,0 | 2,2 | 2,3 | 2,3 | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 2,9 | 3,1 | 3,1 | 0,08 | 0,08 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 18 |
| 19 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,9 | 2,9 | 3,1 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,10 | 19 |
| 20 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,5 | 2,5 | 2,6 | 3,1 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,3 | 3,5 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 20 |
| 21 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,6 | 2,6 | 2,7 | 3,2 | 3,2 | 3,3 | 3,5 | 3,5 | 3,6 | 0,09 | 0,09 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,11 | 21 |
| 22 | 2,5 | 2,6 | 2,5 | 2,7 | 2,8 | 2,8 | 3,3 | 3,5 | 3,5 | 3,6 | 3,7 | 3,7 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 22 |
| 23 | 2,6 | 2,7 | 2,6 | 2,8 | 2,9 | 3,0 | 3,5 | 3,6 | 3,7 | 3,7 | 3,9 | 4,0 | 0,10 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,12 | 23 |
| 24 | 2,7 | 2,8 | 2,8 | 2,9 | 3,0 | 3,1 | 3,6 | 3,7 | 3,9 | 3,9 | 4,0 | 4,1 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 24 |
| 25 | 2,8 | 2,9 | 3,0 | 3,1 | 3,2 | 3,2 | 3,7 | 3,9 | 4,0 | 4,1 | 4,3 | 4,3 | 0,11 | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,13 | 0,13 | 25 |
| 26 | 2,9 | 3,0 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,9 | 4,0 | 4,1 | 4,3 | 4,4 | 4,5 | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 26 |
| 27 | 3,1 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,5 | 4,1 | 4,1 | 4,3 | 4,4 | 4,5 | 4,7 | 0,12 | 0,12 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,14 | 27 |
| 28 | 3,2 | 3,3 | 3,3 | 3,5 | 3,5 | 3,6 | 4,3 | 4,4 | 4,4 | 4,5 | 4,7 | 4,8 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 28 |
| 29 | 3,3 | 3,4 | 3,5 | 3,6 | 3,7 | 3,7 | 4,4 | 4,5 | 4,7 | 4,8 | 4,9 | 4,9 | 0,13 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,15 | 0,15 | 29 |
| 30 | 3,4 | 3,5 | 3,6 | 3,7 | 3,8 | 3,9 | 4,5 | 4,7 | 4,8 | 4,9 | 5,1 | 5,2 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 30 |
| 31 | 3,5 | 3,6 | 3,7 | 3,8 | 3,9 | 4,0 | 4,7 | 4,8 | 4,9 | 5,1 | 5,2 | 5,3 | 0,14 | 0,14 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,16 | 31 |
| 32 | 3,6 | 3,7 | 3,9 | 4,0 | 4,1 | 4,2 | 4,8 | 4,9 | 5,2 | 5,3 | 5,5 | 5,6 | 0,14 | 0,15 | 0,15 | 0,16 | 0,16 | 0,17 | 32 |
| 33 | 3,8 | 3,9 | 4,0 | 4,1 | 4,2 | 4,3 | 5,1 | 5,2 | 5,3 | 5,5 | 5,6 | 5,7 | 0,15 | 0,15 | 0,16 | 0,16 | 0,17 | 0,17 | 33 |
| 34 | 3,9 | 4,0 | 4,1 | 4,2 | 4,3 | 4,4 | 5,2 | 5,3 | 5,5 | 5,6 | 5,7 | 5,9 | 0,15 | 0,16 | 0,16 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 34 |
| 35 | 4,0 | 4,1 | 4,3 | 4,3 | 4,4 | 4,5 | 5,3 | 5,5 | 5,6 | 5,7 | 5,9 | 6,0 | 0,16 | 0,16 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,19 | 35 |
| 36 | 4,1 | 4,2 | 4,3 | 4,4 | 4,6 | 4,7 | 5,5 | 5,6 | 5,7 | 5,9 | 6,1 | 6,3 | 0,16 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,18 | 0,19 | 36 |
| 37 | 4,2 | 4,3 | 4,4 | 4,6 | 4,7 | 4,8 | 5,6 | 5,7 | 5,9 | 6,1 | 6,3 | 6,4 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,18 | 0,19 | 0,19 | 37 |
| 38 | 4,3 | 4,4 | 4,6 | 4,7 | 4,8 | 4,9 | 5,7 | 5,9 | 6,1 | 6,3 | 6,4 | 6,5 | 0,17 | 0,17 | 0,18 | 0,19 | 0,19 | 0,20 | 38 |
| 39 | 4,4 | 4,6 | 4,7 | 4,8 | 4,9 | 5,0 | 5,9 | 6,1 | 6,3 | 6,4 | 6,5 | 6,7 | 0,17 | 0,18 | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,20 | 39 |
| 40 | 4,5 | 4,7 | 4,8 | 4,9 | 5,1 | 5,2 | 6,0 | 6,3 | 6,4 | 6,5 | 6,8 | 6,9 | 0,18 | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,20 | 0,20 | 40 |

REDUCCION POR LA FZA. DE GRAVEDAD
(solo barómetros de mercurio)

| | corrección | | |
|-----|------------|-----------|----------|
| | milímetros | milibares | pulgadas |
| 0° | -2,0 | -2,7 | -0,08 |
| 10° | -2,0 | -2,6 | -0,08 |
| 20° | -1,6 | -2,1 | -0,06 |
| 30° | -1,1 | -1,5 | -0,04 |
| 40° | -0,4 | -0,5 | -0,01 |
| 50° | 0,3 | 0,4 | 0,01 |
| 60° | 1,0 | 1,3 | 0,04 |
| 70° | 1,6 | 2,1 | 0,06 |

REDUCCION POR ALTURA EN METROS SOBRE EL
NIVEL DEL MAR
(para cualquier barómetro)

| | corrección | | |
|------|------------|-----------|----------|
| | milímetros | milibares | pulgadas |
| 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 |
| 3,0 | 0,3 | 0,4 | 0,01 |
| 6,0 | 0,5 | 0,7 | 0,02 |
| 9,0 | 1,0 | 1,3 | 0,04 |
| 12,0 | 1,3 | 1,7 | 0,05 |
| 15,0 | 1,5 | 2,0 | 0,06 |
| 18,0 | 1,8 | 2,4 | 0,07 |
| 22,0 | 2,0 | 2,7 | 0,08 |

TABLA V

CALCULO DE LA HUMEDAD RELATIVA

| T (°C) | DEPRESION DEL BULBO HUMEDO: Temperatura del bulbo seco (T) - Temperatura del Bulbo Húmedo (T) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|--|
| | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 7,5 | 10,0 | 12,5 | 15,0 | 17,5 | 20,0 | 22,5 | 25,0 | |
| -20,0 | 70 | 41 | 11 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -17,5 | 75 | 51 | 26 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| -15,0 | 79 | 58 | 38 | 18 | | | | | | | | | | | | | | | |
| -12,5 | 82 | 65 | 47 | 30 | 13 | | | | | | | | | | | | | | |
| -10,0 | 85 | 69 | 54 | 39 | 24 | 10 | | | | | | | | | | | | | |
| -7,5 | 87 | 73 | 60 | 48 | 35 | 22 | 10 | | | | | | | | | | | | |
| -5,0 | 88 | 77 | 66 | 54 | 43 | 32 | 21 | 11 | 1 | | | | | | | | | | |
| -2,5 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 42 | 37 | 22 | 12 | 3 | | | | | | | | | |
| 0 | 91 | 82 | 73 | 65 | 56 | 47 | 39 | 31 | 23 | 15 | | | | | | | | | |
| 2,5 | 92 | 84 | 76 | 68 | 61 | 53 | 46 | 38 | 31 | 24 | | | | | | | | | |
| 5,0 | 93 | 86 | 78 | 71 | 65 | 68 | 51 | 45 | 38 | 32 | 1 | | | | | | | | |
| 7,5 | 93 | 87 | 80 | 74 | 68 | 62 | 56 | 50 | 44 | 38 | 11 | | | | | | | | |
| 10,0 | 94 | 88 | 82 | 76 | 71 | 65 | 60 | 54 | 49 | 44 | 19 | | | | | | | | |
| 12,5 | 94 | 89 | 84 | 78 | 73 | 68 | 63 | 58 | 53 | 48 | 25 | 4 | | | | | | | |
| 15,0 | 95 | 90 | 85 | 80 | 75 | 70 | 66 | 61 | 57 | 52 | 31 | 12 | | | | | | | |
| 17,5 | 95 | 90 | 86 | 81 | 77 | 72 | 68 | 64 | 60 | 55 | 36 | 18 | 2 | | | | | | |
| 20,0 | 95 | 91 | 87 | 82 | 78 | 74 | 70 | 66 | 62 | 58 | 40 | 24 | 8 | | | | | | |
| 22,5 | 96 | 92 | 87 | 83 | 80 | 76 | 72 | 68 | 64 | 61 | 44 | 28 | 14 | 1 | | | | | |
| 25,0 | 96 | 92 | 88 | 84 | 81 | 77 | 73 | 70 | 66 | 63 | 47 | 32 | 19 | 7 | | | | | |
| 27,5 | 96 | 92 | 89 | 85 | 82 | 78 | 75 | 71 | 68 | 65 | 50 | 36 | 23 | 12 | 1 | | | | |
| 30,0 | 96 | 93 | 89 | 86 | 82 | 79 | 76 | 73 | 70 | 67 | 52 | 39 | 27 | 16 | 6 | | | | |
| 32,5 | 97 | 93 | 90 | 86 | 83 | 80 | 77 | 74 | 71 | 68 | 54 | 42 | 30 | 20 | 11 | 1 | | | |
| 35,0 | 97 | 93 | 90 | 87 | 84 | 81 | 78 | 75 | 72 | 69 | 56 | 44 | 33 | 23 | 14 | 6 | | | |
| 37,5 | 97 | 94 | 91 | 87 | 85 | 82 | 79 | 76 | 73 | 70 | 58 | 46 | 36 | 26 | 18 | 10 | 3 | | |
| 40,0 | 97 | 94 | 91 | 88 | 85 | 82 | 79 | 77 | 74 | 72 | 59 | 48 | 38 | 29 | 21 | 13 | 6 | | |
| 42,5 | 97 | 94 | 91 | 88 | 86 | 83 | 80 | 78 | 75 | 72 | 61 | 50 | 40 | 31 | 23 | 16 | 9 | 2 | |
| 45,0 | 97 | 94 | 91 | 89 | 86 | 83 | 81 | 78 | 76 | 73 | 62 | 51 | 42 | 33 | 26 | 18 | 12 | 6 | |
| 47,5 | 97 | 94 | 92 | 89 | 86 | 84 | 81 | 79 | 76 | 74 | 63 | 53 | 44 | 35 | 28 | 21 | 15 | 9 | |
| 50,0 | 97 | 95 | 92 | 89 | 87 | 84 | 82 | 79 | 77 | 75 | 64 | 54 | 45 | 37 | 30 | 23 | 17 | 11 | |

TABLA VI

TABLAS PSICROAVITAJE TIPOS DE NUBES INJERIDAD RELATIVA

| No. de Clave | TIPO DE NUBE | NIVEL DE ALTURA | CARACTERISTICAS |
|--------------|----------------|---|---|
| 1 | Estratocúmulus | Nube Baja. Desde el suelo hasta a 2 Km. | Tienen aspecto de grandes rodillos que cubren gran parte del cielo dándole un aspecto ondulado de color blanco, gris o ambos con partes oscuras, algunas veces de poco espesor y se puede ver el azul del cielo a través de ellos. |
| 2 | Estratos | Nube baja Desde el suelo hasta a 1 Km. | Se asemejan a las nieblas, de color gris, a veces en capas extensas que pueden producir llovizna, se les ve flotar a menudo sobre los flancos de las montañas. |
| 3 | Cúmulus | Nube baja De 1.5 a 2 Km. | Unas tienen poco espesor y base horizontal con el aspecto de humo blanco otras son espesas en forma de pelotas. Se llaman "copos de algodón" ó "nubes de coliflor". Algunas veces, su cúspide presenta la forma de un hongo. |
| 4 | Cumulunimbus | Nube de desarrollo vertical Desde 1.5 ó 2 Km. hasta 10 km ó más. | Son nubes de gran espesor de color blanco, su parte superior tiene forma de montaña, con textura fibrosa en su cúspide que se extiende generalmente en forma de Yunque. |
| 5 | Altocúmulus | Nube Media Altura 3.5 - 6 Km. | Velo, manto o capa de nubes blancas, grises ó blancas y grises, casi siempre sombreadas y compuestas de elementos redondeados, laminados o en rollos que pueden presentarse unidos o separados y algunas veces cubren gran extensión del cielo. |
| 6 | Altostratos | Nube Media Altura media 4 Km. | Manto o capa nubosa grisácea o azulada de aspecto estriado, fibroso uniforme, que cubre total o parcialmente el cielo y que presenta partes suficientemente delgadas para dejar ver el sol. No da lugar a fenómenos de halo. |
| 7 | Nimbustratus | Nube Media Altura media 1 Km. | Son capas espesas, sin forma bien definida, de color gris, frecuentemente sombrías que por su espesor y extensión ocultan completamente el sol, que producen lluvia continua. |
| 8 | Cirrus | Nube Alta Altura 7 - 12 Km. | Nube aisladas en forma de filamentos (plumas) delicadas, sin sombras, que se presentan en bancos o bandas de color blanco o blanquecino de aspecto sedoso. |
| 9 | Cirrocúmulus | Nube Alta Altura 6 - 12 Km. | Se caracterizan por dar al cielo un aspecto "aborregado" como copos de algodón con disposición en grupos, lineales o rizos; presentan el aspecto ondulado del oleaje del mar. |
| 10 | Cirrostratus | Nube Alta Altura 6 - 13 Km. | Es una nube muy extensa que cubre todo el cielo en forma de velo fino transparente, blanquecino de aspecto fibroso (como cabello) que generalmente produce halo. |

TABLA VII

VELOCIDAD DEL VIENTO

ESCALA ANEMOMETRICA (DE "BEAUFORT")

| FUERZA | VEL. EN NUDOS | VEL. EN KM/HORA | NOMBRE | EFFECTOS VISIBLES EN TIERRA |
|--------|---------------|-----------------|------------|---|
| 0 | 00 | Menos de 1 | Calma | Calma; el humo sube verticalmente. |
| 1 | 1-3 | 1-5 | Ventolina | La dirección del viento es señalada por el desplazamiento del humo, pero no por las veletas. |
| 2 | 4-6 | 6-11 | Flojito | El viento es percibido en la cara; las hojas de los árboles se estremecen; una veleta común es puesta en movimiento. |
| 3 | 7-10 | 12-19 | Flojo | Las hojas y las ramas pequeñas son agitadas constantemente; el viento despliega las banderas livianas. |
| 4 | 11-16 | 20-28 | Bonancible | El viento levanta el polvo y las hojas de papel; las ramas pequeñas son agitadas. |
| 5 | 17-21 | 29-38 | Fresquito | Los arbustos con hojas comienzan a balancearse, se forman pequeñas olas con crestas sobre las aguas interiores, y ondas en los estanques |
| 6 | 22-27 | 39-49 | Fresco | Las grandes ramas son agitadas; se oye el silbido de los alambres telegráficos; el uso de los paraguas se hace difícil. |
| 7 | 28-33 | 50-61 | Frescachón | Los árboles son agitados por entero; la marcha contra el viento es penosa. |
| 8 | 34-40 | 62-74 | Duro | El viento rompe las ramas; la marcha contra el viento es en general imposible. |
| 9 | 41-47 | 75-88 | Muy Duro | El viento ocasiona ligeros daños a las viviendas (desprendimiento de tejas y chimeneas). |
| 10 | 48-55 | 89-102 | Temporal | Se experimenta rara vez tierra adentro; destrozos en edificios; caen tejas y chimeneas árboles desarraigados; importantes daños en las viviendas. |
| 11 | 56-63 | 103-117 | Borrasca | Muy raramente observando; ocasiona destrozos generalizados |
| 12 | 64 ó mayor | 118 ó mayor | Huracán | Destrozos graves y muy generalizados. Verdadera catástrofe. |

TABLA VIII-a

ESTADO DE LA MAR

Estimar la altura de las olas para determinar el Estado de la Mar, puede ser una tarea complicada cuando existe escasa visibilidad, o cuando se hace desde tierra. Esta estimación se puede facilitar utilizando la Escala de Beaufort (excepto en el caso de la "mar de leva", también conocida como "mar de fondo"), la cual establece una relación entre la velocidad (fuerza) del viento, y la altura de las olas que éste puede producir. (Ver también las fotografías correspondientes, en la página 74)

ESCALA DE BEAUFORT PARA LA ALTURA DE LAS OLAS EN BASE A LA FUERZA DEL VIENTO

| ALTURA DE LAS OLAS (EN METROS) | | | | FUERZA DEL VIENTO QUE PUEDE PRODUCIRLAS | | | |
|--------------------------------|--------------------------|------------------------|---|---|-----------|-----------|--|
| CLAVE | ALTURA MEDIA DE LAS OLAS | ALTURA MAXIMA PROBABLE | CARACTERES EN EL MAR | FUERZA | VELOCIDAD | | CARACTERES EN TIERRA |
| | | | | | Nudos | km/hr | |
| 00 | 0.0 | 0.0 | Mar como espejo. | 0 | < 1 | < 1 | El humo sube vertical. |
| 01 | 0.0 | 0.1 | Ondas con aspecto de escamas; no hay espuma en las crestas. | 1 | 1 - 3 | 1 - 5 | El humo se inclina. |
| 02 | 0.2 | 0.3 | Pequeñas olas, crestas transparentes que no llegan a romper. | 2 | 4 - 6 | 6 - 11 | Se siente el rostro, mueve hoja de los árboles. |
| 03 | 0.6 | 1.0 | Olas algo mayores, con crestas que empiezan a romper; algunas espumas blancas. | 3 | 7 - 30 | 12-19 | Agita hojas de los árboles. |
| 04 | 1.0 | 1.5 | Olas crecientes, numerosas crestas blancas. | 4 | 11 - 16 | 20-28 | Se mueven ramas pequeñas, se levanta polvo y papeles ligeros. |
| 05 | 2.0 | 2.5 | Olas moderadas de gran longitud, muchas crestas blancas con salpicaduras. | 5 | 17 - 21 | 29-38 | Mueve los árboles pequeños y forma ondas en los estanques. |
| 06 | 3.0 | 4.0 | Olas mayores, más crestas blancas y más salpicaduras. | 6 | 22 - 27 | 39-49 | Mueve ramas grandes y hace silbar los hilos telegráficos. |
| 07 | 4.0 | 5.5 | Mar que tiende a encrespase, vetas de espuma arrancadas de las olas que rompen. | 7 | 28 - 33 | 50-61 | Se mueven todos los árboles, no se puede andar contra el viento. |
| 08 | 5.5 | 7.5 | Olas bastante altas de gran longitud, vetas de espuma muy marcadas. | 8 | 34 - 40 | 62-74 | Desgaja ramas delgadas; impide andar. |
| 09 | 7 | 10.0 | Olas altas, mar que empieza a rolar; densas vetas de espuma con salpicaduras arrancadas en alto por el viento, que pueden disminuir la visibilidad. | 9 | 41 - 47 | 75-78 | Destrozos en edificios; caen tejas y chimeneas. |
| 10 | 9.0 | 12.5 | Olas muy altas con crestas colgantes; mar blanco de espuma, fuerte balanceo y visibilidad reducida. | 10 | 48 - 55 | 89 - 102 | Arranca árboles de cuajo. |
| 11 | 11.5 | 16.0 | Olas excepcionalmente altas; mar cubierto de espuma, visibilidad muy reducida. | 11 | 56 - 63 | 103 - 117 | Destrozos graves y muy generalizados. |
| 12 | 14.0 o mayor | **** | Mar completamente cubierto por salpicaduras; aire lleno de espuma que reduce aun más la visibilidad. | 12 | > 64 | > 118 | Verdadera catástrofe. |

Nota.- Las alturas indicadas en esta tabla pueden ser causadas por el viento en mar abierto. En aguas costeras o interiores, la altura de las olas producidas será menor.

TABLA VIII-b

TABLA PARA EL ESTADO DE LA MAR

TRADICIONALMENTE, EL ESTADO DE LA MAR SUELE DESIGNARSE TAMBIEN SEGUN LA SIGUIENTE TABLA:

| ESTADO DE LA MAR | NOMBRE | ALTURA DE LAS OLAS (EN METROS) |
|------------------|-------------|--------------------------------|
| 0 | CALMA | ----- |
| 1 | LLANA | ENTRE 0.00 Y 0.10 |
| 2 | RIZADA | ENTRE 0.10 Y 0.50 |
| 3 | MAREJADILLA | ENTRE 0.50 Y 1.25 |
| 4 | MAREJADA | ENTRE 1.25 Y 2.50 |
| 5 | GRUESA | ENTRE 2.50 Y 4.00 |
| 6 | MUY GRUESA | ENTRE 4.00 Y 6.00 |
| 7 | ARBOLADA | ENTRE 6.00 Y 9.00 |
| 8 | MONTAÑOSA | ENTRE 9.00 Y 14.00 |
| 9 | CONFUSA | MAS DE 14.00 |

TABLA IX

ALGUNAS ESTACIONES QUE TRANSMITEN INFORMACION METEOROLOGICA

| ESTACION | LOCALIZACION | FRECUENCIAS | TIPO DE TRANSMISION | HORARIOS (UTC) |
|----------|--|--|--|--|
| KFS | Sn. Francisco, Calif., EE.UU. (Natl. Weather Service) | 4211.5 Mhz. | Pronósticos y Avisos para el Pacífico Nororiental (texto claro en inglés) | 0221 0521 1121 1421 1721 2121 2321 |
| WNU | Nueva Orleans, Louisiana, EE.UU. (Natl. Weather Service) | 22385.5 Khz. | Pronósticos y Avisos para el Atlántico, Golfo de México y Caribe (texto claro en inglés) | 0221 0521 1121 1421 1721 2121 2321 |
| XBA | Tacubaya, D.F. (Servicio Meteorológico Nacional) | 6976.8 Khz | Pronósticos por regiones para las franjas costeras nacionales del Pacífico, Golfo de México y Caribe Mexicano (radiotelegrafía, texto claro en español) | 1500 2100 0300 |
| XBC | Veracruz, Veracruz (Centro de Previsión del Golfo) | DIURNA 6975 Khz. NOCTURNA 3486 Khz. | Pronósticos para la franja costera del Golfo de México y Caribe Mexicano (radiotelegrafía, texto claro) | 1500 0300 |
| NMC | Point Reyes, California, EE.UU. (US Coast Guard) | 472 Khz. | Radiofacsímil de imágenes de satélite, Avisos, Cartas de Análisis y Pronósticos de viento y olas para el Pacífico Nororiental. | 1630, 1900, 2330. |
| NMF | Boston, Massachusetts, EE.UU. (Natl. Weather Service) | 20225 Khz | Radiofacsímil de Avisos, Cartas de Análisis y Pronósticos de temperaturas, viento y olas para el Atlántico Occidental (incl. Golfo de México y Caribe). | 1200 2200 |
| NAM | Norfolk, Virginia, EE.UU. (US Navy) | 16180 Khz | | 1700 1800 |
| NMG | Nueva Orleáns, Louisiana (US Coast Guard) | 8503.9 Khz | Radiofacsímil de Imágenes de Satélite, Analisis, sinopsis, avisos y alertas, para el Atlantico Norte, al oeste de la longitud 035.0°W, incluyendo Golfo de México y Mar Caribe | VARIOS |

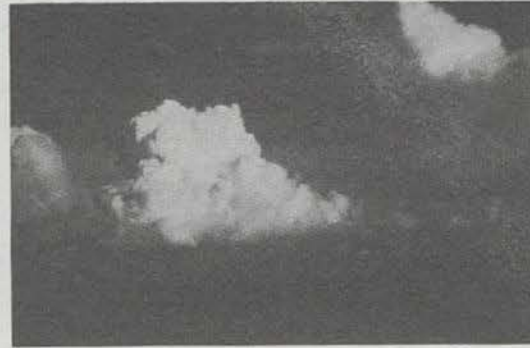
DETERMINACIÓN

Cumulus, Stratus, Strat

Niveles bajos (a



$C_L = 1$: Cumulus con poco desarrollo vertical.



$C_L = 2$: Cumulus con moderado o gran desarrollo vertical.



$C_L = 3$: Cumulo
fibrosas
filament



$C_L = 6$: Stratus en una cortina y/o capa.



$C_L = 7$: Stratus fractus y/o cumulus fractus de mal tiempo.



$C_L = 8$: Cumulo
formad
cumulu
niveles

$C_L =$ Nubes Bajas (por sus siglas en inglés, según

EL TIPO DE NUBE

Cumulus, Cumulonimbus

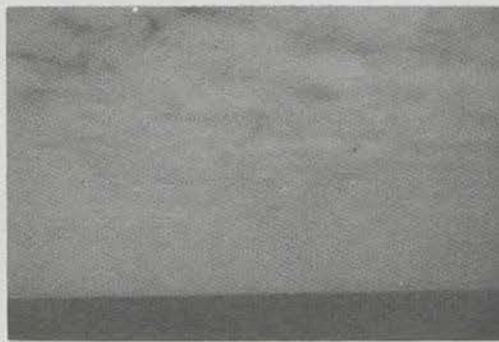
500 pies (2 Km))



us, cimas no
des sin
in yunque.



$C_L = 4$: Stratocumulus debido a la
extensión de cumulus.



$C_L = 5$: Stratocumulus no formados
por la extensión de cumulus.



stratocumulus no
por la extensión de
ses a diferentes



$C_L = 9$: Cumulonimbus con cimas
fibrosas, frecuentemente con
yunque.

NOTA: Cuando más de un tipo de
nube C_L es observado, el orden para
reportarlas es $C_L = 9,3,4,8,2$.

$C_L = 1,5,6,7$ tienen igual prioridad de
reporte. $C_L = 2,3,9$ tienen sus bases
en los niveles bajos, pero podrían
extenderse hasta los niveles medios o
altos.

normas internacionales para codificación de reportes)

DETERMINACIÓN D

Altostratus, Altocum

Niveles medios (6,500 pies (2



C_M = 1: Altostratus, semitransparentes, sol o luna débilmente visibles.



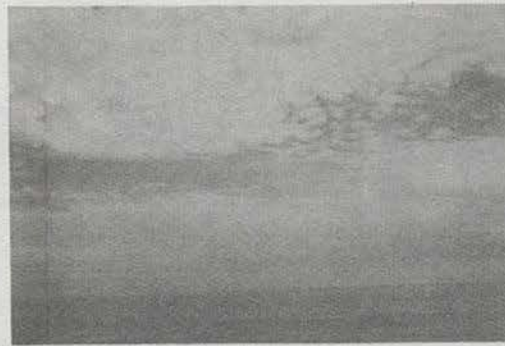
C_M = 2: Altostratus, suficientemente denso para ocultar el sol o la luna, o nimbostratus.



C_M = 3: Altocumulus semitransparentes, nubosos en un nivel.



C_M = 6: Altocumulus, de la extensión de cumulus o cumulonimbus.



C_M = 7: Altocumulus, una o más capas, principalmente opacas, sin extenderse, o altocumulus con altostratus o nimbostratus.



C_M = 8: Altocumulus brotes.

C_M = Nubes Medias (por sus siglas en inglés, según las

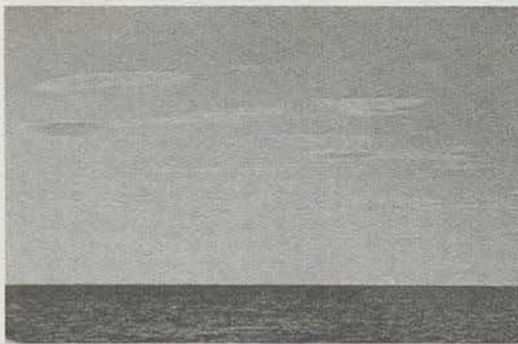
EL TIPO DE NUBE

ilus, Nimbostratus

(Km) a 25,000 pies (8 Km))



nte, elementos
ian lentamente,



$C_M = 4$: Fragmentos de altocumulus, semitransparente, múltiples niveles, elementos cambiantes. También altocumulus lenticular.



$C_M = 5$: Altocumulus, una o más bandas o capas, extendiéndose, engrosándose.



on torres como



$C_M = 9$: Altocumulus de cielo caótico (densos, fragmentados en capas de nubes), por lo general a diferentes niveles.

NOTA: Cuando más de un tipo de nube C_M es observado, el orden de prioridad para reportarlas es $C_M = 9, 8, 7, 6, 5, 4, 7$ (altocumulus opacos), 3 (altocumulus semitransparentes), 2, 1.

formas internacionales para codificación de reportes)

DETERMINACIÓN DEL

Cirrus, Cirrostratus, Ci

Niveles altos (10,000 pies (3 Km))



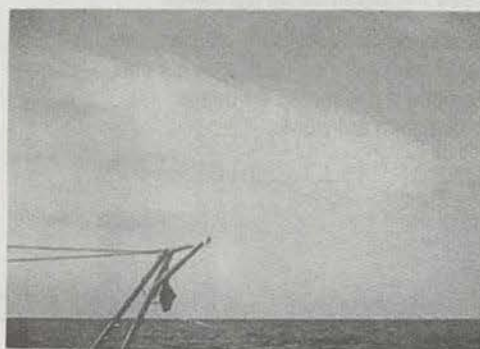
$C_H = 1$: Cirrus en filamentos, hebras, ganchos, sin extenderse.



$C_H = 2$: Cirrus densos, capas o manojos, sin incrementarse, o cirrus como crestas cumuliformes.



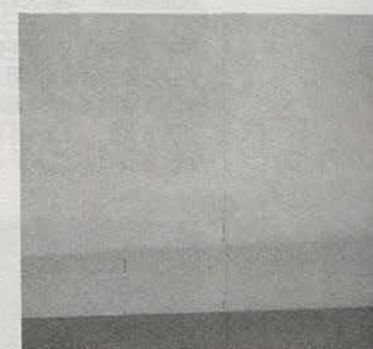
$C_H = 3$: Cirrus densos, frecuentemente remanentes de un yunque de un cumulonimbus.



$C_H = 6$: Bandas de cirrus y/o cirrostratus, incrementándose, haciéndose más densos, velo arriba de los 45°.



$C_H = 7$: Cirrostratus cubriendo todo el cielo.



$C_H = 8$: Cirrostratus, no incrementándose, no cubriendo totalmente el cielo.

$C_H =$ Nubes Altas (por sus siglas en inglés, según las normas internacionales)

EL TIPO DE NUBE

s, Cirrocumulus

(Km) a 60,000 pies (18 Km))



de remanentes
de un



$C_H = 4$: Cirrus en forma de ganchos o filamentos, incrementándose, llegando a ser densos.



$C_H = 5$: Bandas de cirrus, y/o cirrostratus incrementándose, haciéndose más densos, velo debajo de los 45°.



o
se, no
lmente el cielo.

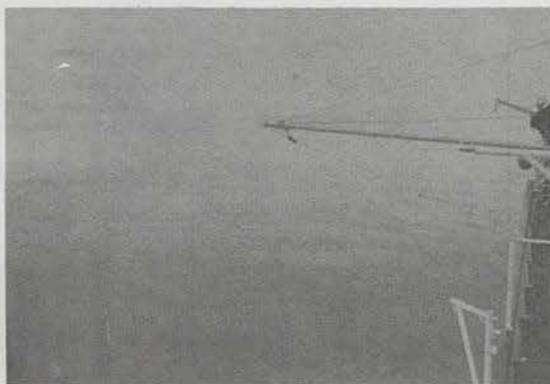


$C_H = 9$: Cirrocumulus solamente, y/o cirrus y cirrostratus.

NOTA: Cuando más de un tipo de nube C_H está presente, el orden de prioridad para reportarlas es de $C_H = 9,8,7,6,5,4,3,1,2$.

mas internacionales para codificación de reportes)

FOTOGRAFÍAS DEL E



Fuerza 0: Velocidad del viento menor de 1 nudo.

Mar: Mar como espejo.



Fuerza 1: Velocidad del viento de 1–3 nudos.

Mar: Altura de las olas 0.1 m (0.25 pies); rizos con apariencia de escamas, las crestas no presentan espuma.



Fuerza 4: Velocidad del viento de 11–16 nudos.

Mar: Altura de las olas de 1–1.5 m (3.5–5 pies); pequeñas olas empiezan a alargarse, rizos numerosos.



Fuerza 5: Velocidad del viento de 17–21 nudos.

Mar: Altura de las olas de 2–2.5 m (6–8 pies); olas moderadas tomando dimensiones mayores, muchos rizos, algo de espuma



Fuerza 8: Velocidad del viento de 34–40 nudos.

Mar: Altura de las olas de 5.5–7.5 m (19–25 pies); olas moderadamente altas de mayor longitud, las orillas de las crestas empiezan a romper en rocío, la espuma se aprecia en trazos bien marcados.



Fuerza 9: Velocidad del viento de 41–47 nudos.

Mar: Altura de las olas de 7–10 m (23–32 pies); altas olas, el mar empieza a ondular, densos trazos de espuma en la dirección del viento, el rocío, puede reducir la visibilidad.

ESTADO DE LA MAR

NOTA: Las descripciones para la mar aquí dadas son para condiciones determinadas, las cuales resultan cuando el viento ha estado soplando desde la misma dirección por un tiempo relativamente largo sobre una zona suficientemente larga.



Fuerza 2: Velocidad del viento de 4–6 nudos.

Mar: Altura de las olas de 0.2–0.3 m (0.5–1 pies); olas pequeñas, crestas de apariencia cristalina que no rompen.



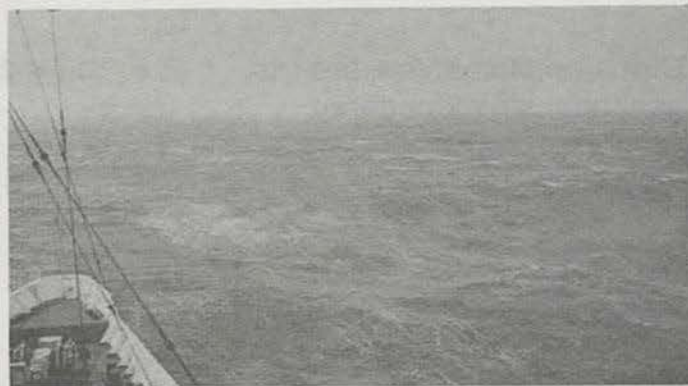
Fuerza 3: Velocidad del viento de 7–10 nudos.

Mar: Altura de las olas de 0.6–1 m (2–3 pies); olas amplias, las crestas empiezan a romper, se observan rizados aislados.



Fuerza 6: Velocidad del viento de 22–27 nudos.

Mar: Altura de las olas de 3–4 m (9.5–13 pies); formación de olas más grandes, rizados por todos lados, más espuma.



Fuerza 7: Velocidad del viento de 28–33 nudos.

Mar: Altura de las olas de 4–5.5 m (13.5–19 pies); las olas se incrementan, espuma blanca de las olas rompiendo empieza a formarse en trazos siguiendo la dirección del viento.



Fuerza 10: Velocidad del viento de 48–55 nudos.

Mar: Altura de las olas de 9–12.5 m (29–41 pies); olas muy altas con crestas sobresalientes, el mar toma apariencia blanca por que la espuma es arrastrada en trazos muy densos, la ondulación es pesada y violenta, la visibilidad es reducida.



Fuerza 11: Velocidad del viento de 56–63 nudos.

Mar: Altura de las olas de 11.5–16 m (37–52 pies); excepcionales olas altas, el mar se cubre con manchas de espuma blanca, la visibilidad es aún más reducida.

APENDICE D.1

1 de 6

SECRETARIA DE MARINA
SUBSECRETARIA DE MARINA
DIR. GRAL. OCEANOGRAFIA NAVAL
240900 HRS. "S" OCTUBRE DE 1998

PRONOSTICO METEOROLOGICO VALIDO PARA 24 HRS. INFORMACION GENERAL DE LAS 06:00 HRS. "S"

OCEANO PACIFICO: LA TORMENTA TROPICAL "LESTER" SE LOCALIZO A LAS 04:00 HRS. "R" DE HOY, CERCA DE LA LAT. 15.0°N Y LONG. 110.8°W, APROXIMADAMENTE A 220. M.N. (405 KM.) AL SUR DE LA ISLA SOCORRO; SE DESPLAZA HACIA EL OESTE-SUROESTE A UNA VELOCIDAD DE 4 NUDOS. SE CARACTERIZA POR UN CENTRO DE BAJA PRESION CON VALOR DE 1000 MILIBARES, CON VIENTOS MAXIMOS SOSTENIDOS DE 45 NUDOS Y RACHAS DE 55 CERCA DEL CENTRO; VIENTOS DE 34 NUDOS QUE SE EXTIENDEN HASTA UN RADIO DE 90 M.N. EN TODOS LOS CUADRANTES, ORIGINAN OLAS DE 12 PIES EN UN RADIO DE 125 M.N. DESDE EL CENTRO SE ESPERA QUE SU CENTRO SE LOCALIZE A LAS 13:00 HRS. "R" DE HOY CERCA DE LA LAT. 14.6°N Y LONG. 110.8°W, APROXIMADAMENTE A 220 M.N. (405 KM.) AL SUR DE LA ISLA SOCCORRO. AUNQUE CON SU TRAYECTORIA ACTUAL SE ALEJA DE AGUAS NACIONALES, CONTINUAN CON LOS PRONOSTICOS DE QUE MODIFIQUE SU DIRECCION HACIA EL NORTE Y NORESTE EN LA PROXIMAS 36:00 HORAS, SIN QUE DISMINUYA SIGNIFICATIVAMENTE SU INTENSIDAD, POR LO QUE CONTINUARAN EMITIENDOSE AVISOS CADA 6 HORAS.

RECOMENDACION 1: MANTENER PRECAUCIONES PARA LA NAVEGACION AL SUR DE LAS ISLAS REVILLAGIGEDO E INMEDIACIONES DEL SISTEMA, POR EFECTO DE LLUVIAS Y CHUBASCOS ASI COMO VIENTO Y OLEAJE ASOCIADOS.

NOTA 1.- SE ENCUENTRA A DISPOSICION DE LOS USUARIOS EN LA RED DE TELEPROCESO, EN LAS CUENTAS EMA.PUB. Y MARINA6, EL AVISO No. 58 Y LA CARTA DE PRONOSTICO DE TRAYECTORIA DE LA TORMENTA TROPICAL "LESTER", CON LOS NOMBRES DE AVI14P58 Y PRO14P58.PCX RESPECTIVAMENTE.

NOTA 2.- EL AVISO No. 59 DE LA TORMENTA TROPICAL "LESTER" SE CARGARA A LA RED DE TELEPROCESO EN LA CUENTA EMA.PUB. Y MARINA6, A LAS 11:00 HRS. "R" DEL DIA DE HOY, CON EL NOMBRE AVI14P59, O ANTES SI OCURRE ALGUN CAMBIO SIGNIFICATIVO EN LAS CONDICIONES.

EL SISTEMA DE ALTA PRESION SEMIPERMANENTE LOCALIZADO AL NOROESTE DE BAJA CALIFORNIA MANTENDRA CIELO DESPEJADO CON ESCASA POSIBILIDAD DE LLUVIAS EN LA REGION NOROCCIDENTAL DE LA REPUBLICA MEXICANA, ASI COMO VIENTOS DEL NOROESTE DE 15 A 20 NUDOS CON OLAS DE 3 A 5 PIES, DISMINUYENDO HACIA LA REGION CENTRAL DE LA VERTIENTE, DONDE SERAN MENORES DE 5 PIES. AFLUENCIA DE LA HUMEDAD QUE SE DESPRENDE DE LA ZONA INTERTROPICAL DE CONVERGENCIA MANTENDRA LIGERA ACTIVIDAD CONVECTIVA SOBRE LAS COSTAS DE GUERRERO, OAXACA Y CHIAPAS, QUE OCASIONARA NUBLADOS, LLUVIAS DE LIGERAS A MODERADAS Y PROBABILIDAD DE CHUBASCOS DISPERSOS EN EL AREA; LOS VIENTOS DOMINANTES SERAN DEL SUR Y SUROESTE, DE 10 A 15 NUDOS, CON OLAS MENORES DE 5 PIES, EXCEPTO EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC, DONDE SERAN DEL NORTE Y NORESTE DE 20 A 25 NUDOS CON RACHAS DE 35 Y OLAS DE 8 A 10 PIES, CON PROBABILIDAD DE INTENSIFICARSE.

RECOMENDACION 2: MANTENER PRECAUCIONES PARA LA NAVEGACION EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC Y HASTA 180 M.N. DE LA COSTA POR EFECTO DE VIENTO Y OLEAJE.

OCEANO ATLANTICO: ALTAS PRESIONES GENERALIZADAS EN LA REGION ORIENTAL DE LOS EE.UU. CON VALOR MAXIMO DE 1031 MILIBARES, MANTENDRAN CIELO DESPEJADO SIN LLUVIAS EN LA MAYOR PARTE DE LA VERTIENTE, ASI COMO VIENTOS DEL NORTE Y NORESTE DE 10 A 15 NUDOS, CON OLAS DE 3 A 5 PIES, EXCEPTO EN INMENDACIONES DE LA PENINSULA DE LA FLORIDA, DONDE SERAN DE 20 A 30 NUDOS, CON RACHAS DE 35 Y OLAS DE 7 A 9 PIES.

GOLFO DE MEXICO: UN FRENTE SEMI-ESTACIONARIO QUE SE EXTIENDE HACIA EL OESTE DESDE EL NORESTE DE LAS ANTILLAS HASTA INMEDIACIONES DE LA LAT. 21.0°N Y LONG. 095.0°W DEL GOLFO, SE ASOCIA A LOS REMANENTES DE UNA BAJA PRESION QUE SE ENCONTRABA CERCA DE LAS COSTAS DE TABASCO. ESTOS SISTEMAS MANTENDRAN CIELO NUBLADO, TEMPERATURAS BAJAS, LLUVIAS DE MODERADAS A FUERTES CON CHUBASCOS DISPERSOS Y ALGUNAS TORMENTAS ELECTRICAS, ASI COMO VIENTOS DEL NORTE Y NORESTE DE 25 A 35 NUDOS, CON RACHAS DE HASTA 45 Y OLAS DE 10 A 12 PIES DESDE VERACRUZ HASTA CAMPECHE, MISMOS QUE TENDERAN A DISMINUIR EN LA REGION NORESTE DE LA VERTIENTE.

RECOMENDACION 3: EXTREMAR PRECAUCIONES PARA LA NAVEGACION FRENTE A LAS COSTAS DE VERACRUZ, TABASCO Y SONDA DE CAMPECHE, POR EFECTO DE LLUVIAS, VIENTO Y OLEAJE.

CONTINUA HOJA "DOS"

APENDICE D.1

2 de 6

HOJA "DOS" DEL PRONOSTICO METEOROLOGICO DEL 240900 HRS "S" DE OCTUBRE DE 1998

MAR CARIBE:

LA TORMENTA TROPICAL "MITCH" SE INTENSIFICO RAPIDAMENTE Y MODIFICO SU TRAYECTORIA MAS HACIA EL NORTE, LOCALIZANDOSE A LAS 04:00 HRS. "R" DE HOY EN AL LAT. 14.3N Y LONG. 077.7W (CON UNA EXACTITUD DE 20 M.N.), APROXIMADAMENTE A 650 M.N. (1200 KM) AL SUROESTE DE COZUMEL, Q.ROO Y A 210 M.N. (390 KM) AL SUR DE LA ISLA DE JAMAICA. SE DESPLAZA HACIA EL NORTE - NOROESTE (Rv-015°) A UNA VELOCIDAD DE 5 NUDOS, SE CARACTERIZA POR UN CENTRO DE BAJA PESION DE 988 MILIBARES, CON VIENTOS MAXIMOS SOSTENIDOS DE 80 NUDOS Y RACHAS DE 95 (CATEGORIA 1 DE LA ESCALA SAFFIR/(SIMPSON). ORIGINA VIENTOS DE 34 NUDOS Y OLAS DE 12 PIES QUE SE EXTIENDE HASTA UN RADIO MAXIMO DE 75 M.N. DESDE EL CENTRO. SE ESPERA QUE A LAS 13:00 HRS. "R" SE ENCUENTRE CERCA DE LA LAT. 15.2N Y LA LONG. 077.5W, APROXIMADAMENTE A 615 M.N. (1140 KM) AL ESTE SURESTE DE COZUMEL, Q. ROO Y A 145 M.N. (270 KM) DE JAMAICA, CON VIENTOS MAXIMOS SOSTENIDOS DE 90 NUDOS Y RACHAS DE 110 (CATEGORIA 2 DE LA ESCALA SAFFIR/SIMPSON). AS MISMO EXISTEN PRONOSTICOS DE QUE CONTINUE INTENSIFICANDOSE EN LAS PROXIMAS 36:00 HRS. Y VUELVA A CAMBIAR SU TRAYECTORIA HACIA EL NOROESTE.

RECOMENDACION 4: AUNQUE LA TORMENTA TROPICAL "MITCH" AUN NO AFECTA LAS AGUAS NACIONALES. SE RECOMIENDA MATENER VIGILANCIA CONSTANTE A LA EVOLUCION DEL SISTEMA.

NOTA 3.- SE ENCUENTRA A DISPOSICION DE LOS USUARIOS DE LA RED DE TELEPROCESO EN LAS CUENTAS EMA. PUB Y MARINA6 EL AVISO No. 10 Y LA CARTA PRONOSTICO DE LA TRAYECTORIA DE LA TORMENTA TROPICAL "MITCH". CON LOS NOMBRES AVI13G10 Y PRO13G09.PCX RESPECTIVAMENTE.

NOTA 4.- EL AVISO No. 11 DE LA TORMENTA TROPICAL "MITCH" SE CARGARA A LA RED DE TELEPROCESO EN LA CUENTA EMA. PUB. Y MARINA6. A LAS 11:00 HRS. "R" DEL DIA DE HOY. CON EL NOMBRE AVI13G11, O ANTES SI OCURRE ALGUN CAMBIO SIGNIFICATIVO EN SUS CONDICIONES.

EL FRENTE SEMIESTACIONARIO DEL GOLFO DE MEXICO SE ASOCIA CON AFLUENCIA DE AIRE HUMEDO DEL ESTE Y SURESTE, LO QUE OCASIONARA NUBLADOS CON LLUVIAS Y CHUBASCOS DISPERSOS FRENTE A LAS COSTAS DE QUINTANA ROO Y SOBRE EL CANAL DE YUCATAN. LOS VIENTOS SERAN DEL ESTE Y NORESTE, DE 20 A 25 NUDOS, CON RACHAS DE 35 Y OLAS 6 A 9 PIES, MISMAS QUE PODRAN AUMENTAR A 11 PIES PARA ESTA NOCHE.

RECOMENDACION 5.- MATENER PRECAUCIONES PARA LA NAVEGACION EN EL CANAL DE YUCATAN. POR EFECTO DE LLUVIAS Y CHUBASCOS. ASI COMO VIENTO Y OLEAJE ASOCIADOS A ESTOS.

CON CUATRO ANEXOS.

ELABORO: TTE. NAV.CG. JORGE V. VAZQUEZ ZARATE (DIPL. EN MET.).

CAPITAN DE FRAGATA C.G.
SUBDTOR. DE METEOROLOGIA
HECTOR CAPETILLO LOPEZ
(S-7743752)

APENDICE D.1

3 de 6

PRONOSTICO DE VERTIENTES PARA 24 HRS. DEL 240900 HRS. "S" OCTUBRE DE 1998.

VERTIENTE DEL GOLFO DE MEXICO Y MAR CARIBE:

DE MATAMOROS, TAMPS. A VERACRUZ, VER.:

Temperaturas: Máxima 23°C Media 9°C Mínima 15°C.

Nubosidad: MEDIO NUBLADO A NUBLADO

Precipitación: LLUVIAS DE LIGERAS A MODERADAS

Viento: DEL NORTE Y NORESTE DE 30 A 35 NUDOS

Estado del mar: MAREJADA FUERTE, OLAS DE 7 A 9 PIES

DE VERACRUZ, VER. A CELESTUN, YUC.:

Temperaturas: Máxima 25°C Media 21°C Mínima 17°C.

Nubosidad: DE DESPEJADO A MEDIO NUBLADO

Precipitación: SIN LLUVIAS.

Viento: DEL NORTE Y NORESTE DE 20 A 25 NUDOS CON RACHAS DE 30

Estado del mar: MAREJADA, OLAS DE 6 A 8 PIES

DE CELESTUN, YUC. A CABO CATOCHE, Q. ROO.:

Temperaturas: Máxima 31°C Media 26°C Mínima 21°C.

Nubosidad: DESPEJADO.

Precipitación: SIN LLUVIAS.

Viento: DEL ESTE Y NORESTE DE 10 A 15 NUDOS.

Estado del mar: MAREJADA, OLAS DE 4 A 6 PIES.

CABO CATOCHE, Q. ROO A XCALAK, Q. ROO.:

Temperaturas: Máxima 30°C Media 25°C Mínima 21°C.

Nubosidad: DESPEJADO

Precipitación: PROBABILIDAD DE LLUVIAS LIGERAS AISLADAS.

Viento: DEL ESTE Y NORESTE DE 10 A 15 NUDOS.

Estado del mar: MAREJADA, OLAS DE 4 A 6 PIES.

VALLE DE MEXICO:

Temperaturas: Máxima 22°C Media 14°C Mínima 06°C.

Nubosidad: DE DESPEJADO A MEDIO NUBLADO

Precipitación: SIN LLUVIAS.

Viento: DEL NORESTE MENORES DE 10 NUDOS.

APENDICE D.1

4 de 6

HOJA "DOS" DEL PRONOSTICO DE VERTIENTES PARA 24 HORAS DEL 240900 HRS. "S" OCTUBRE DE 1998.

VERTIENTE DEL PACIFICO:

DE TIJUANA, B.C. A CABO SAN LUCAS, B.C.S.:

Temperaturas: Máxima 20°C. Media 14°C. Mínima 09°C.
Nubosidad: DE DESPEJADO A MEDIO NUBLADO.
Precipitación: SIN LLUVIAS.
Viento: DEL NOROESTE DE 10 A 15 NUDOS.
Estado del mar: MAREJADA. OLAS DE 4 A 6 PIES

DE PUERTO PEÑASCO, A MAZATLAN, SIN.:

Temperaturas: Máxima 20°C. Media 14°C. Mínima 08°C.
Nubosidad: DESPEJADO CON ALGUNOS NUBLADOS DISPERSOS AL NORTE.
Precipitación: SIN LLUVIAS.
Viento: VARIABLES DE 10 A 15 NUDOS.
Estado del mar: MAREJADA. OLAS DE 4 A 6 PIES

DE MAZATLAN, SIN. A MANZANILLO, COL.:

Temperaturas: Máxima 30°C. Media 24°C. Mínima 18°C.
Nubosidad: DESPEJADO.
Precipitación: SIN LLUVIAS.
Viento: DEL OESTE Y SUROESTE DE 10 A 15 NUDOS.
Estado del mar: MAREJADA. OLAS DE 4 A 6 PIES.

DE MANZANILLO, COL. A PUERTO ANGEL, OAX.:

Temperaturas: Máxima 31°C. Media 27°C. Mínima 22°C.
Nubosidad: DESPEJADO
Precipitación: SIN LLUVIAS.
Viento: DEL SUROESTE DE 10 A 15 NUDOS.
Estado del mar: MAREJADA. OLAS DE 4 A 6 PIES.

DE PUERTO ANGEL, OAX. A PUERTO MADERO, CHIS.:

Temperaturas: Máxima 33°C. Media 27°C. Mínima 21°C.
Nubosidad: DESPEJADO CON NUBLADOS DISPERSOS.
Precipitación: SIN LLUVIAS.
Viento: DEL SUROESTE AL SURESTE DE 10 A 15 NUDOS.
Estado del mar: MAREJADA. OLAS DE 4 A 6 PIES.

CARTA SINOPTICA

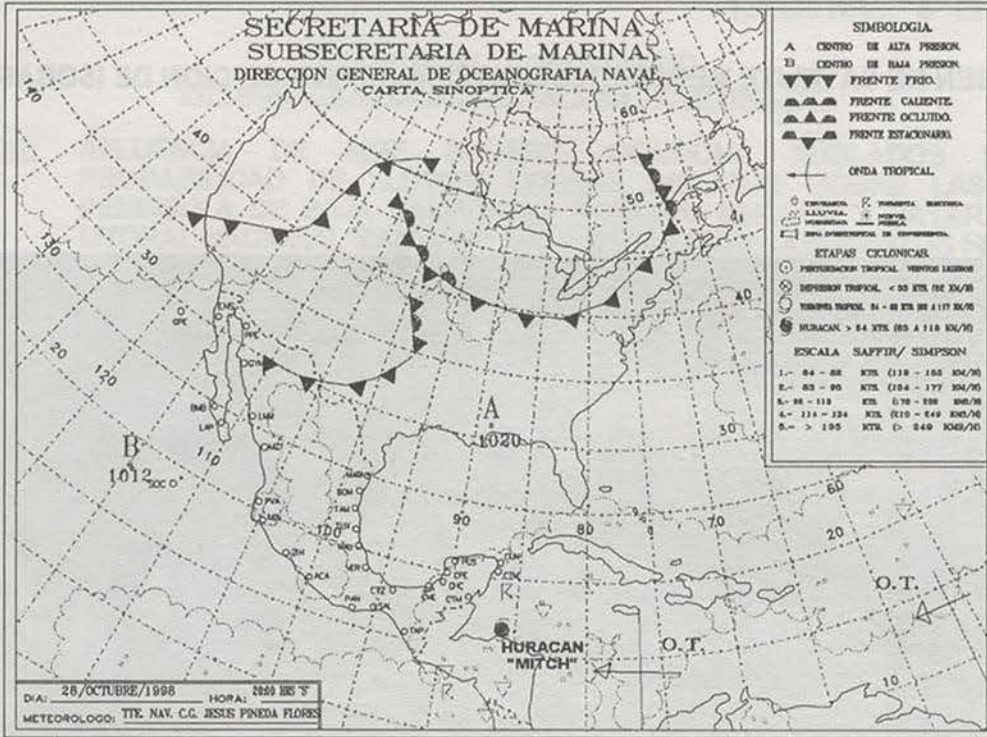
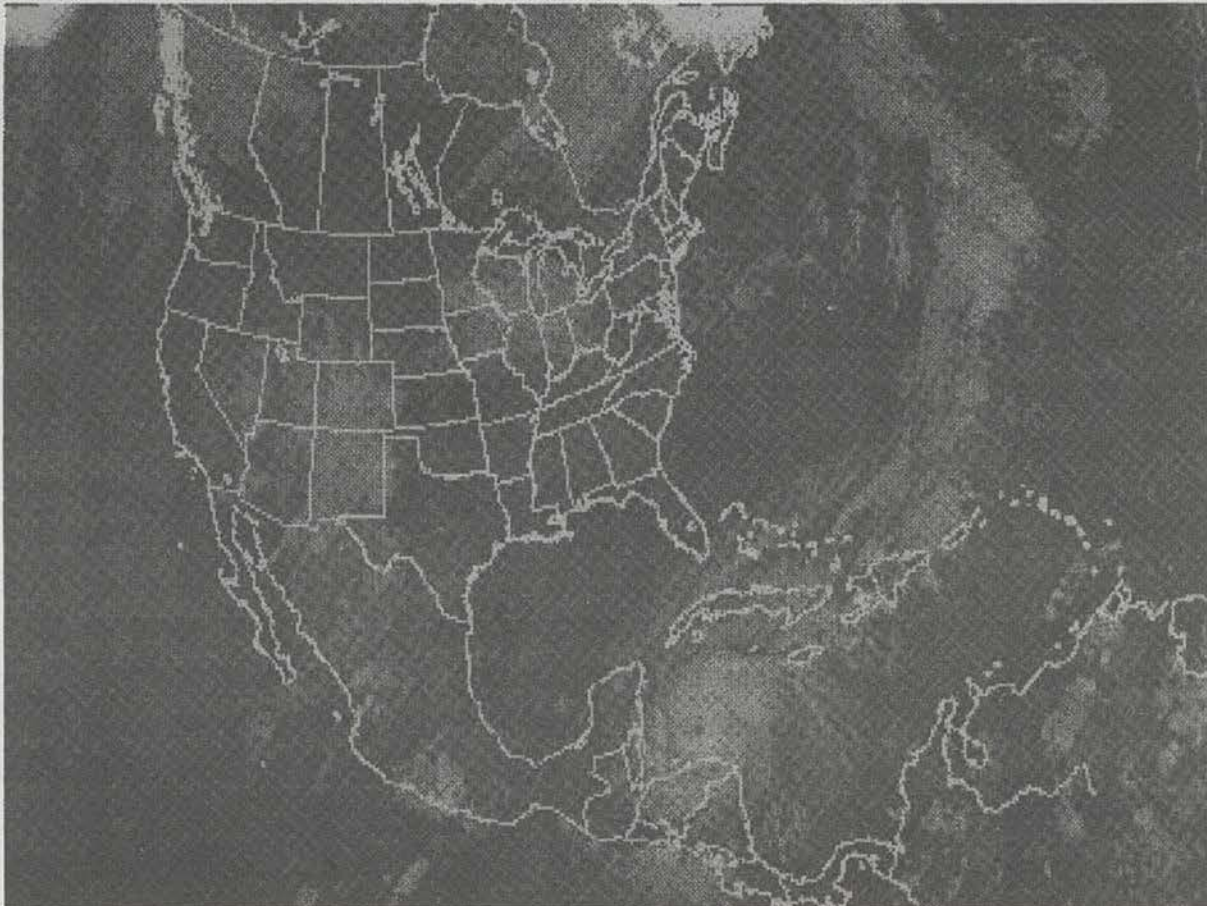


IMAGEN DE SATELITE METEOROLOGICO

SECRETARIA DE MARINA

24/OCTUBRE/1998

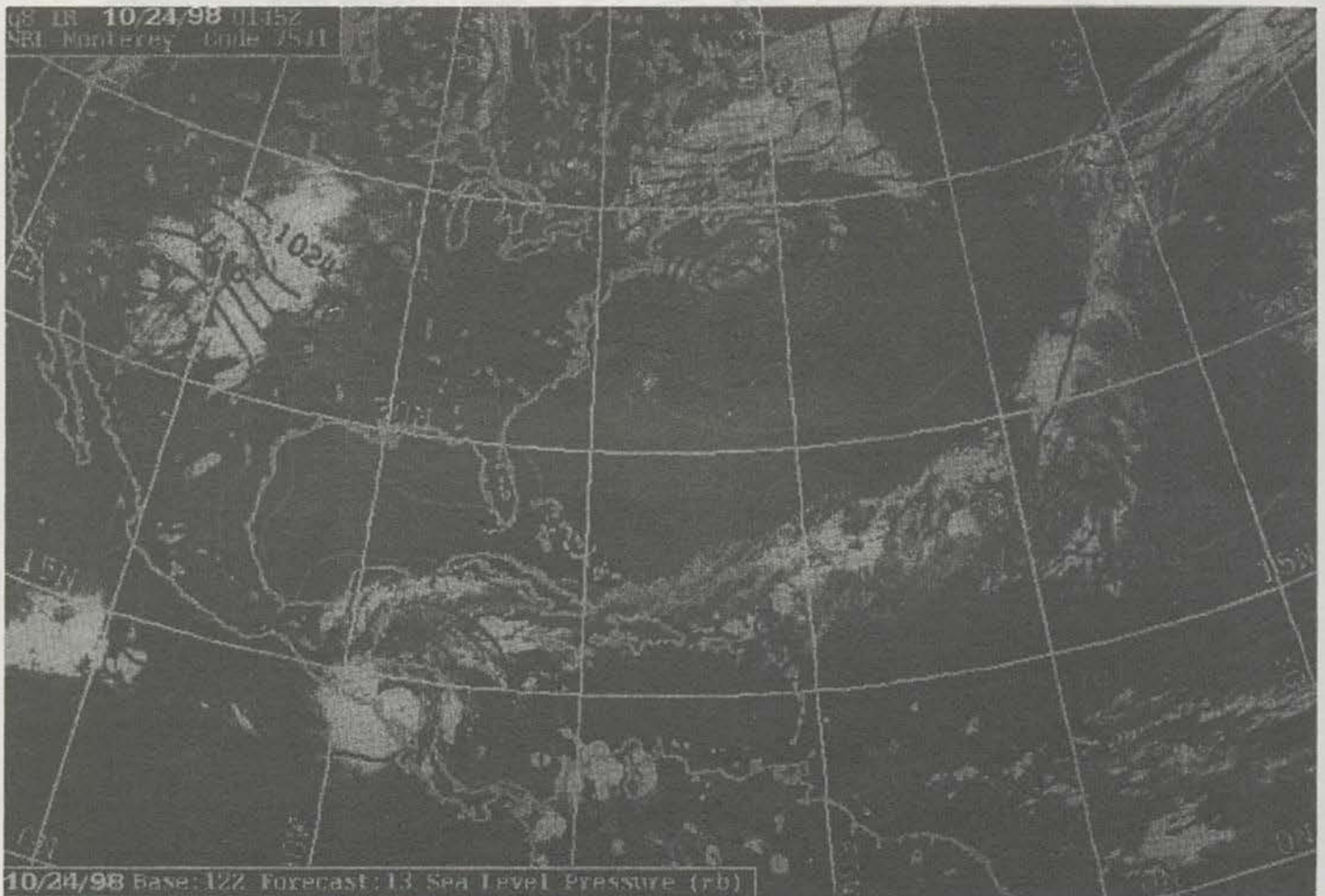
07:45 HRS. " S "



SUBSECRETARIA DE MARINA

DIGONAV.

IMAGEN DE SATELITE METEOROLOGICO CON SUPERPOSICION DE ISOBARAS



SECRETARIA DE MARINA
 SUBSECRETARIA DE MARINA
 DIR. GRAL. OCEANOGRAFIA NAVAL
 121400 HRS. "S" ENERO DE 1999

BOLETIN METEOROLOGICO
INFORMACION GENERAL DE LAS 12:00 HRS."S".

OCEANO PACIFICO: AFLUENCIA DE AIRE HUMEDO, OCASIONA NUBLADOS DISPERSOS, CON PROBABILIDAD DE LLUVIAS LIGERAS AISLADAS SOBRE LAS COSTAS DE LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA, SONORA, SINALOA Y NAYARIT; EL RESTO DEL LITORAL NACIONAL MANTIENE CIELO DESPEJADO; LOS VIENTOS FRENTE A LA COSTA OCCIDENTAL DE LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA SON DEL NOROESTE DE 10 A 15 NUDOS CON OLAS DE 4 A 6 PIES; EN EL RESTO DE LA VERTIENTE SON VARIABLES DE 10 NUDOS, CON OLAS DE 3 A 5 PIES, EXCEPTO SOBRE EL GOLFO DE TEHUANTEPEC DONDE SON DEL NORTE Y NORESTE DE 20 A 25 NUDOS CON RACHAS DE 30 Y OLAS DE 10 A 12 PIES.

RECOMENDACION 1.- PRECAUCIONES PARA LA NAVEGACION SOBRE EL GOLFO DE TEHUANTEPEC, POR EFECTO DE VIENTO Y OLEAJE.

OCEANO ATLANTICO: DESDE UN CENTRO DE BAJA PRESION CON VALOR DE 1012 MILIBARES, LOCALIZADO EN LA LATITUD 44.0° N Y LONGITUD 068.0° W, SE EXTIENDE HACIA EL SUROESTE UN FRENTE FRIO DEBIL QUE LLEGA HASTA LA REGION MEDIA DEL ESTADO DE VIRGINIA, EE.UU., SE DESPLAZA LENTAMENTE HACIA EL ESTE-SURESTE, OCASIONANDO NUBLADOS CON LLUVIAS AISLADAS EN LA PORCION NORTE DE LA COSTA ORIENTAL DE EE.UU.; ASI MISMO, DESDE LA LATITUD 33.0° N Y LONGITUD 063.0°W, SE EXTIENDE OTRO FRENTE FRIO DEBIL QUE LLEGA HASTA LA REGION ORIENTAL DE LA ISLA DE CUBA, OCASIONA LIGERO DESCENSO DE TEMPERATURA Y NUBLADOS CON LLUVIAS LIGERAS AISLADAS A LO LARGO DE LA LINEA FRONTAL; LOS VIENTOS SON DEL OESTE Y NOROESTE DE 10 A 15 NUDOS CON OLAS DE 4 A 6 PIES, EXCEPTO SOBRE LA PENINSULA DE FLORIDA, DONDE SON DEL NORTE Y NOROESTE DE 15 A 20 NUDOS CON RACHAS DE 25 Y OLAS DE 5 A 7 PIES.

GOLFO DE MEXICO: UN SISTEMA DE ALTA PRESION CON VALOR DE 1031 MILIBARES LOCALIZADO SOBRE LA REGION NOROESTE DE LA PENINSULA DE FLORIDA, FAVORECE CIELO DESPEJADO SOBRE LA REGION NORESTE DEL GOLFO, EN EL RESTO DE LA VERTIENTE SE OBSERVAN NUBLADOS DISPERSOS CON PROBABILIDAD DE LLUVIAS LIGERAS AISLADAS SOBRE LAS COSTAS DE VERACRUZ Y TABASCO; LOS VIENTOS EN LA REGION NOROESTE DEL GOLFO SON DEL SURESTE DE 10 A 15 NUDOS CON OLAS DE 4 A 6 PIES.

RECOMENDACION 2.- PRECAUCIONES PARA LA NAVEGACION MENOR SOBRE LA SONDA DE CAMPECHE Y FRENTE A LA PENINSULA DE YUCATAN POR EFECTO DE VIENTO Y OLEAJE.

MAR CARIBE: DESDE LA REGION ORIENTAL DE LA ISLA DE CUBA, SE EXTIENDE HACIA OESTE-SUROESTE UN FRENTE FRIO DEBIL QUE LLEGA HASTA LA LATITUD 17.0° N Y LONGITUD 087.0° W, SE DESPLAZA LENTAMENTE HACIA EL ESTE-SURESTE, OCASIONANDO LIGERO DESCENSO DE TEMPERATURA Y NUBLADOS CON PROBABILIDAD DE LLUVIAS LIGERAS AISLADAS SOBRE LAS COSTAS DE QUINTANA ROO, BELICE, HONDURAS E ISLA DE CUBA; EL RESTO DEL CARIBE MANTIENE CIELO DESPEJADO; LOS VIENTOS SON DEL ESTE Y SURESTE DE 15 A 20 NUDOS CON OLAS DE 5 A 7 PIES, EXCEPTO SOBRE LA REGION NOROESTE, DONDE SON DEL NORTE Y NORESTE CON LA MISMA INTENSIDAD.

RECOMENDACION 3.- PRECAUCIONES PARA LA NAVEGACION FRENTE A LAS COSTAS DE QUINTANA ROO, BELICE Y CANAL DE YUCATAN POR EFECTO DE VIENTO Y OLEAJE.

CON UN ANEXO.

ELABORO: TTE. FRAG. AN. TOA. MET. MARGARITO CONTRERAS ARTEAGA.

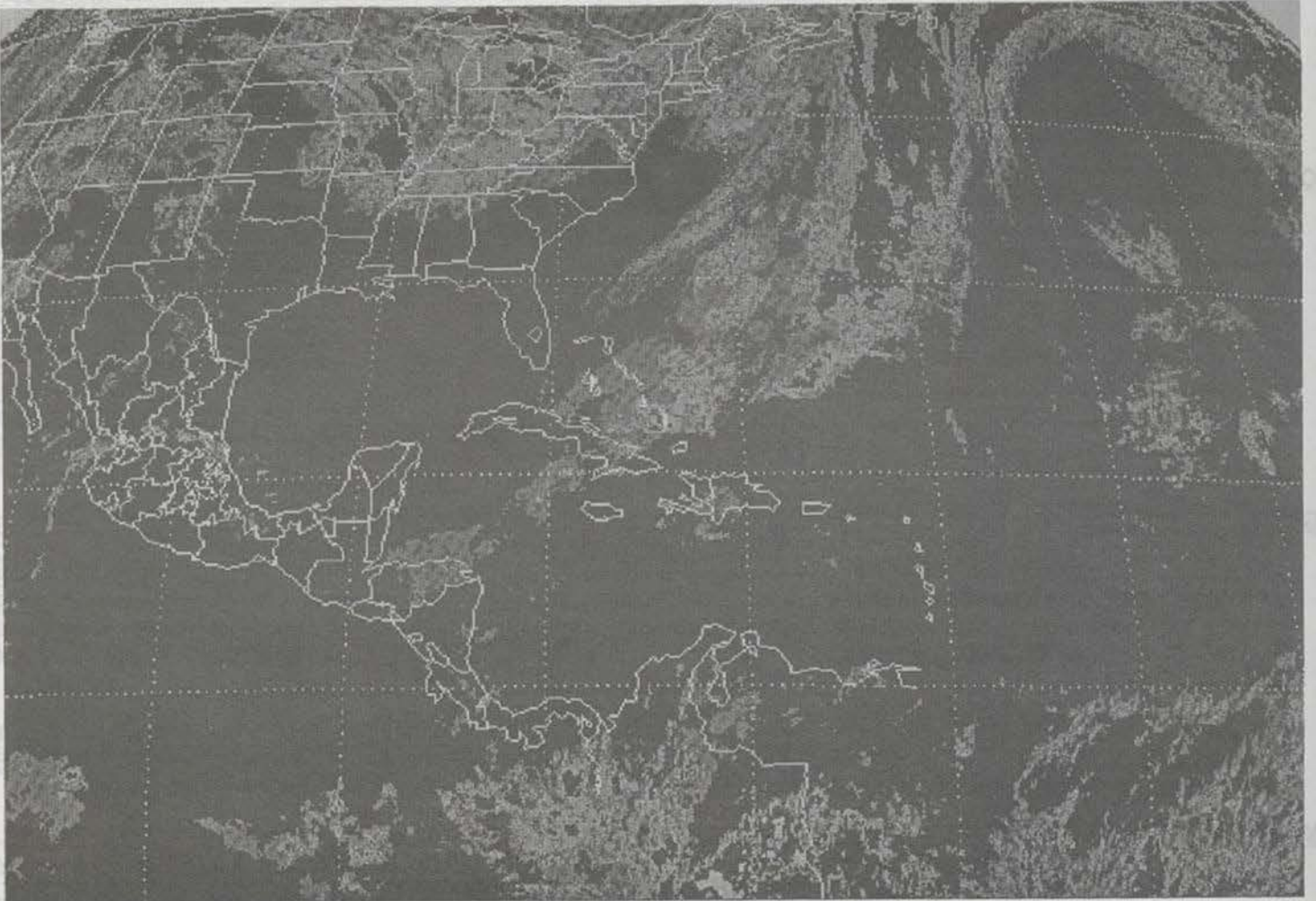
**CAPITAN DE FRAGATA C.G.
 SUBDTOR. DE METEOROLOGIA
 HECTOR CAPETILLO LOPEZ
 (S-743752)**

IMAGEN DE SATELITE METEOROLOGICO

SECRETARIA DE MARINA

12/ENERO/1999

12:15 HRS "S"



SUBSECRETARIA DE MARINA

DIGONAV

SECRETARIA DE MARINA
 SUBSECRETARIA DE MARINA
 DIR. GRAL. OCEANOGRAFIA NAVAL
 112000 HRS. "S" ENERO DE 1999

BOLETIN METEOROLOGICO.
INFORMACION GENERAL DE LAS 18:00 HRS. "S".

OCEANO PACIFICO: AFLUENCIA DE AIRE HUMEDO, OCASIONA NUBLADOS DISPERSOS, CON PROBABILIDAD DE LLUVIAS LIGERAS AISLADAS SOBRE LA REGION NORTE DE LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA, SONORA, SINALOA Y NAYARIT; EL RESTO DEL LITORAL NACIONAL MANTIENE CIELO DESPEJADO; LOS VIENTOS FRENTE A LA COSTA OCCIDENTAL DE LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA SON DEL NOROESTE DE 10 A 15 NUDOS CON OLAS DE 4 A 6 PIES; EN EL RESTO DE LA VERTIENTE SON VARIABLES DE 10 NUDOS, CON OLAS DE 3 A 5 PIES, EXCEPTO SOBRE EL GOLFO DE TEHUANTEPEC DONDE SON DEL NORESTE DE 15 A 20 NUDOS CON RACHAS DE 25 Y OLAS DE 6 A 8 PIES.

RECOMENDACION 1.- PRECAUCIONES PARA LA NAVEGACION SOBRE EL GOLFO DE TEHUANTEPEC, POR EFECTO DE VIENTO Y OLEAJE.

OCEANO ATLANTICO: DESDE UN CENTRO DE BAJA PRESION CON VALOR DE 1012 MILIBARES, LOCALIZADO EN LA LATITUD 44.0° N Y LONGITUD 065.0° W, SE EXTIENDE HACIA EL SUROESTE UN FRENTE FRIO DEBIL QUE LLEGA HASTA LA REGION SUR DEL ESTADO DE VIRGINIA, EE.UU., SE DESPLAZA LENTAMENTE HACIA EL ESTE-SURESTE, OCASIONANDO NUBLADOS CON LLUVIAS AISLADAS EN LA PORCION NORTE DE LA COSTA ORIENTAL DE EE.UU.; ASI MISMO, DESDE LA LATITUD 32.0° N Y LONGITUD 064.0° W, SE EXTIENDE OTRO FRENTE FRIO DEBIL QUE LLEGA HASTA LA REGION ORIENTAL DE LA ISLA DE CUBA, OCASIONA LIGERO DESCENSO DE TEMPERATURA Y NUBLADOS CON LLUVIAS LIGERAS AISLADAS A LO LARGO DE LA LINEA FRONTAL; LOS VIENTOS SON DEL OESTE Y NOROESTE DE 10 A 15 NUDOS CON OLAS DE 4 A 6 PIES, EXCEPTO SOBRE LA PENINSULA DE FLORIDA, DONDE SON DEL NORTE Y NOROESTE DE 15 A 20 NUDOS CON RACHAS DE 25 Y OLAS DE 5 A 7 PIES.

GOLFO DE MEXICO: UN SISTEMA DE ALTA PRESION CON VALOR DE 1029 MILIBARES, LOCALIZADO SOBRE LA REGION NOROESTE DE LA PENINSULA DE FLORIDA, FAVORECE CIELO DESPEJADO SOBRE LA REGION NORESTE DEL GOLFO, EN EL RESTO DE LA VERTIENTE SE OBSERVAN NUBLADOS DISPERSOS CON PROBABILIDAD DE LLUVIAS LIGERAS AISLADAS SOBRE LAS COSTAS DE VERACRUZ Y TABASCO; LOS VIENTOS EN LA REGION NOROESTE DEL GOLFO SON DEL SURESTE DE 10 A 15 NUDOS CON OLAS DE 4 A 6 PIES, EXCEPTO SOBRE LA SONDA DE CAMPECHE Y FRENTE A LA PENINSULA DE YUCATAN, DONDE SON DEL NORESTE DE 15 A 20 NUDOS CON OLAS DE 5 A 7 PIES.

RECOMENDACION 2.- PRECAUCIONES PARA LA NAVEGACION MENOR SOBRE LA SONDA DE CAMPECHE Y FRENTE A LA PENINSULA DE YUCATAN POR EFECTO DE VIENTO Y OLEAJE.

MAR CARIBE: DESDE LA REGION ORIENTAL DE LA ISLA DE CUBA, SE EXTIENDE HACIA OESTE-SUROESTE UN FRENTE FRIO DEBIL QUE LLEGA HASTA LA REGION NORTE DE HONDURAS, SE DESPLAZA LENTAMENTE HACIA EL ESTE-SURESTE, OCASIONANDO LIGERO DESCENSO DE TEMPERATURA Y NUBLADOS CON PROBABILIDAD DE LLUVIAS LIGERAS AISLADAS SOBRE LAS COSTAS DE QUINTANA ROO, BELICE, HONDURAS E ISLA DE CUBA; EL RESTO DEL CARIBE MANTIENE CIELO DESPEJADO; LOS VIENTOS SON DEL ESTE Y SURESTE DE 15 A 20 NUDOS CON OLAS DE 5 A 7 PIES, EXCEPTO SOBRE LA REGION NOROESTE, DONDE SON DEL NORESTE CON LA MISMA INTENSIDAD.

RECOMENDACION 3.- PRECAUCIONES PARA LA NAVEGACION FRENTE A LAS COSTAS DE QUINTANA ROO, BELICE Y CANAL DE YUCATAN POR EFECTO DE VIENTO Y OLEAJE.

CON DOS ANEXOS.

ELABORO: TTE. FRAG. AN. TOA. MET. MARGARITO CONTRERAS ARTEAGA.

CAPITAN DE FRAGATA C.G.
 SUBDTOR. DE METEOROLOGIA
 HECTOR CAPETILLO LOPEZ
 (S-7743752)

CARTA SINOPTICA

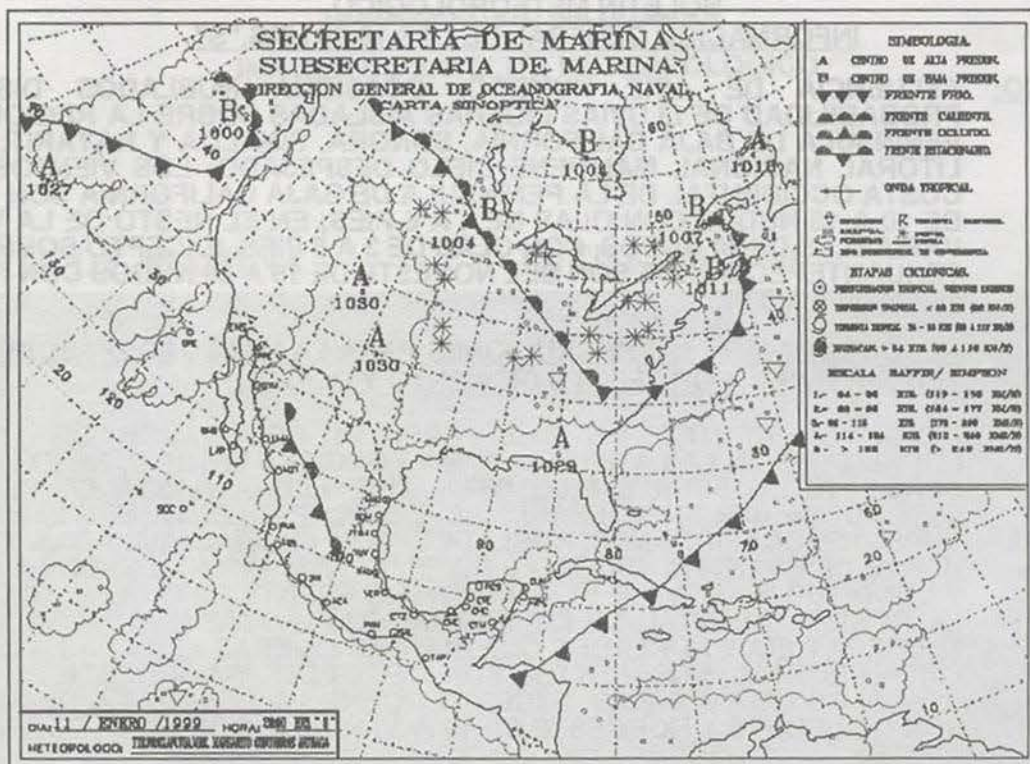
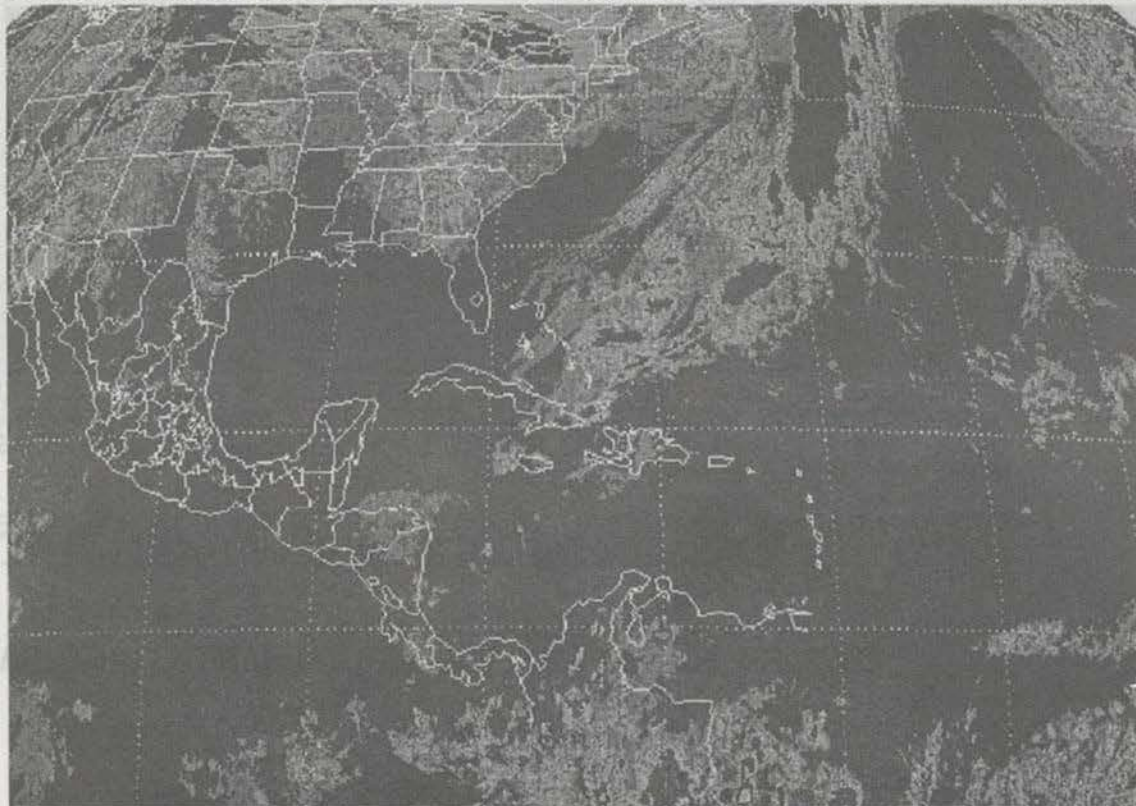


IMAGEN DE SATELITE METEOROLOGICO

SECRETARIA DE MARINA

11/ENERO/1999

18:15 HRS. "S"



SUBSECRETARIA DE MARINA

DIGONAV

APENDICE D.4

SECRETARIA DE MARINA
SUBSECRETARIA DE MARINA
DIR. GRAL. OCEANOGRAFIA NAVAL
231200 HRS. "S" DE NOVIEMBRE 1998

BOLETIN METEOROLOGICO REGIONAL PARA EL PUERTO DE VERACRUZ, VER.

| <u>CONDICIONES 12:00 HRS. "S"</u> | <u>TEMP AMB.</u> | <u>P. ROCIO</u> | <u>HUM.REL.</u> | <u>VEL.VTO.</u> | <u>DIR.VTO.</u> | <u>NUBOSIDAD</u> | <u>PRESION</u> |
|-----------------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|----------------|
| TAMPICO, TAMPS. | 27.2°C | 24.0°C | 69% | CALMA | ---- | DESPEJADO | 1019 Mb. |
| VERACRUZ, VER. | 27.8°C | 25.0°C | 74% | CALMA | ----- | NUBLADO | 1020 Mb. |

SINOPSIS:

DESDE LA PORCION SUR DE LA PENINSULA DE FLORIDA SE EXTIENDE HACIA EL OESTE-NOROESTE UN FRENTE ESTACIONARIO QUE LLEGA HASTA LA LATITUD 29.0° N Y LONGITUD 092.0° W, SE ASOCIA CON UN CENTRO DE BAJA PRESION CON VALOR DE 1020 MILIBARES, LOCALIZADO EN LA LATITUD 30.0° N Y LONGITUD 098.0° W, OCASIONA NUBLADOS CON LLUVIAS LIGERAS AISLADAS SOBRE LA REGION NORESTE DEL GOLFO; ASI MISMO, AFLUENCIA DE AIRE HUMEDO OCASIONA NUBLADOS AISLADOS SOBRE LA REGION MEDIA DEL GOLFO, VERACRUZ Y TABASCO. LOS VIENTOS FRENTE A LAS COSTAS DE TAMAULIPAS Y NORTE DE VERACRUZ, SON VARIABLES DE 10 NUDOS CON TENDENCIA AL SURESTE Y OLAS DE 4 A 6 PIES; EN EL RESTO DE LA VERTIENTE SON DEL NORTE Y NORESTE DE 10 A 15 NUDOS CON RACHAS DE 20 Y OLAS DE 5 A 7 PIES.

PRONOSTICO:

SE ESPERA QUE EL FRENTE ESTACIONARIO LOCALIZADO SOBRE LA REGION NORESTE DEL GOLFO, SE DISIPE DURANTE LAS PROXIMAS 12 HORAS; ASI MISMO, LA AFLUENCIA DE AIRE HUMEDO CONTINUE OCASIONANDO NUBLADOS CON PROBABILIDAD DE LLUVIAS DE LIGERAS A MODERADAS SOBRE LA COSTA DE VERACRUZ, TABASCO Y SONDA DE CAMPECHE; LOS VIENTOS DOMINANTES SERAN DEL NORTE Y NORESTE 10 A 15 NUDOS CON OLAS DE 4 A 6 PIES.

FUENTES: SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL DE LA C.N.A., CENTRO DE PREVISION DEL GOLFO DE VERACRUZ, VER. Y OFICINA DEL SERVICIO METEOROLOGICO DE LOS EE.UU. EN NUEVA ORLEANS, LOUISIANA (WNU).

ELABORO: TTE. NAV. C.G. CARLOS MAYA PEREZ. (DIPL. EN MET.)

CAPITAN DE CORBETA C.G.
SUBDIRECTOR DE METEOROLOGIA
HECTOR CAPETILLO LOPEZ
(B-7743752)

APENDICE D.5

Hoja 1 de 2.

SUBSECRETARIA DE MARINA
DIR. GRAL. DE OCEAN. NAVAL
DIRECCION DE HIDROGRAFIA
SUBDIR. DE METEOROLOGIA
280400 HRS. "S" /OCT/1998.

AVISO No. 33 DEL HURACAN "MITCH" DEL CARIBE.

SINOPSIS

| | |
|-----------------------------------|---|
| SITUACION A LAS 03:00 HRS. "S": | LAT: 16° 18' N LONG. 085° 36' W (CON UNA EXACTITUD DE 20 M.N.) |
| DISTANCIA AL PUNTO MAS CERCANO: | 175 M.N. (325 KM) AL SURESTE DE PUNTA XCALAK, Q. ROO (LIGERAMENTE AL ESTE-SURESTE DE LA ISLA GUANAJA, HONDURAS). |
| DESPLAZAMIENTO ACTUAL: | CASI ESTACIONARIO. |
| PRESION MINIMA ESTIMADA: | 938 MILIBARES. |
| INTENSIDAD DE VIENTOS: | SOSTENIDOS: 115 NDS. RACHAS: 140 NDS. (CATEGORIA 4 DE LA ESCALA SAFFIR/SIMPSON) |
| EXTENSION DE VIENTOS DE 34 NUDOS: | 150 M.N. EN EL SEMICIRCULO ORIENTAL Y 100 M.N. EN EL SEMICIRCULO OCCIDENTAL |
| OLAS DE 12 PIES: | 275 M.N. EN EL CUADRANTE NORESTE, 250 M.N. EN LOS CUADRANTES NOROESTE Y SURESTE Y 150 M.N. EN EL CUADRANTE SUROESTE |

PRONOSTICO

| | |
|-----------------------------------|---|
| SITUACION PARA LAS 12:00 HRS. "S" | LAT: 16° 30' N LONG. 086° 00.' W |
| DISTANCIA AL PUNTO MAS CERCANO | 150 M.N. (275 KM) AL SURESTE DE PUNTA XCALAK, Q.ROO, (EN INMEDIACIONES DE LA ISLA GUANAJA, HONDURAS) |
| INTENSIDAD DE VIENTOS: | SOSTENIDOS: 105 NUDOS RACHAS: 130 NUDOS (CATEGORIA 3 DE LA ESCALA SAFFIR/SIMPSON) |
| EXTENSION DE VIENTOS DE 34 NUDOS: | 150 M.N. EN EL SEMICIRCULO ORIENTAL Y 100 M.N. EN EL SEMICIRCULO OCCIDENTAL |

RECOMENDACIONES: MANTENER PRECAUCIONES EXTREMAS PARA LA NAVEGACION EN INMEDIACIONES DEL HURACAN, FRENTE A LAS COSTAS DE QUINTANA ROO, ASI COMO PARA LA POBLACION EN GENERAL SOBRE LA REGION ORIENTAL DE LA PENINSULA DE YUCATAN POR EFECTO DE LLUVIAS INTENSAS, CHUBASCOS Y TORMENTAS ELECTRICAS, VIENTO FUERTE Y MAREA DE TEMPESTAD QUE PUEDE OCASIONAR INUNDACIONES EN LAS PARTES BAJAS, DEBIENDO MANTENER VIGILANCIA CONTINUA EN SU TRAYECTORIA.

NOTAS:

- 1.- EL SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL MANTIENE LA ZONA DE ALERTAMIENTO DESDE CABO CATOCHE, Q. ROO HASTA CHETUMAL, Q. ROO.
- 2.- EL HURACAN SE MANTIENE CASI ESTACIONARIO. AUNQUE HAY VARIACIONES EN LOS PRONOSTICOS, SE ESPERA QUE LA TENDENCIA GENERAL SERA QUE VUELVA A MOVERSE HACIA EL OESTE EN EL TRANCURSO DEL DIA DE HOY, CAMBIANDO EN 36:00 HORAS HACIA EL NOROESTE, E IMPACTE PROBABLEMENTE EN 48:00 HORAS EN INMEDIACIONES DE BELICE O SUR DE QUINTANA ROO.
- 3.- EL AVISO No. 34 DEL HURACAN "MITCH" SE CARGARA A LA RED DE TELEPROCESO EN LA CUENTA EMA.PUB. Y MARINA6, A LAS 07:00 HRS. "S" DEL DIA DE HOY, CON EL NOMBRE AVI13G34, O ANTES SI OCURRE ALGUN CAMBIO SIGNIFICATIVO EN LAS CONDICIONES ACTUALES.
- 4.- SE ENCUENTRA A DISPOSICION DE LOS USUARIOS DE LA RED DE TELEPROCESO EN LA CUENTA EMA. PUB Y MARINA6 LA CARTA PRONOSTICO DE TRAYECTORIA DEL HURACAN "MITCH", CON EL NOMBRE DE PRO13G25.PCX.

ELABORO:
OFL. DE GDIA.
TTE.NAVIO C.G.
JORGE V. VAZQUEZ ZARATE

REVISO:
CAPITAN DE FRAGATA C.G.
SUBDIRECTOR DE METEOROLOGIA
HECTOR CAPETILLO LOPEZ
(S-7743752)

APENDICE D.5

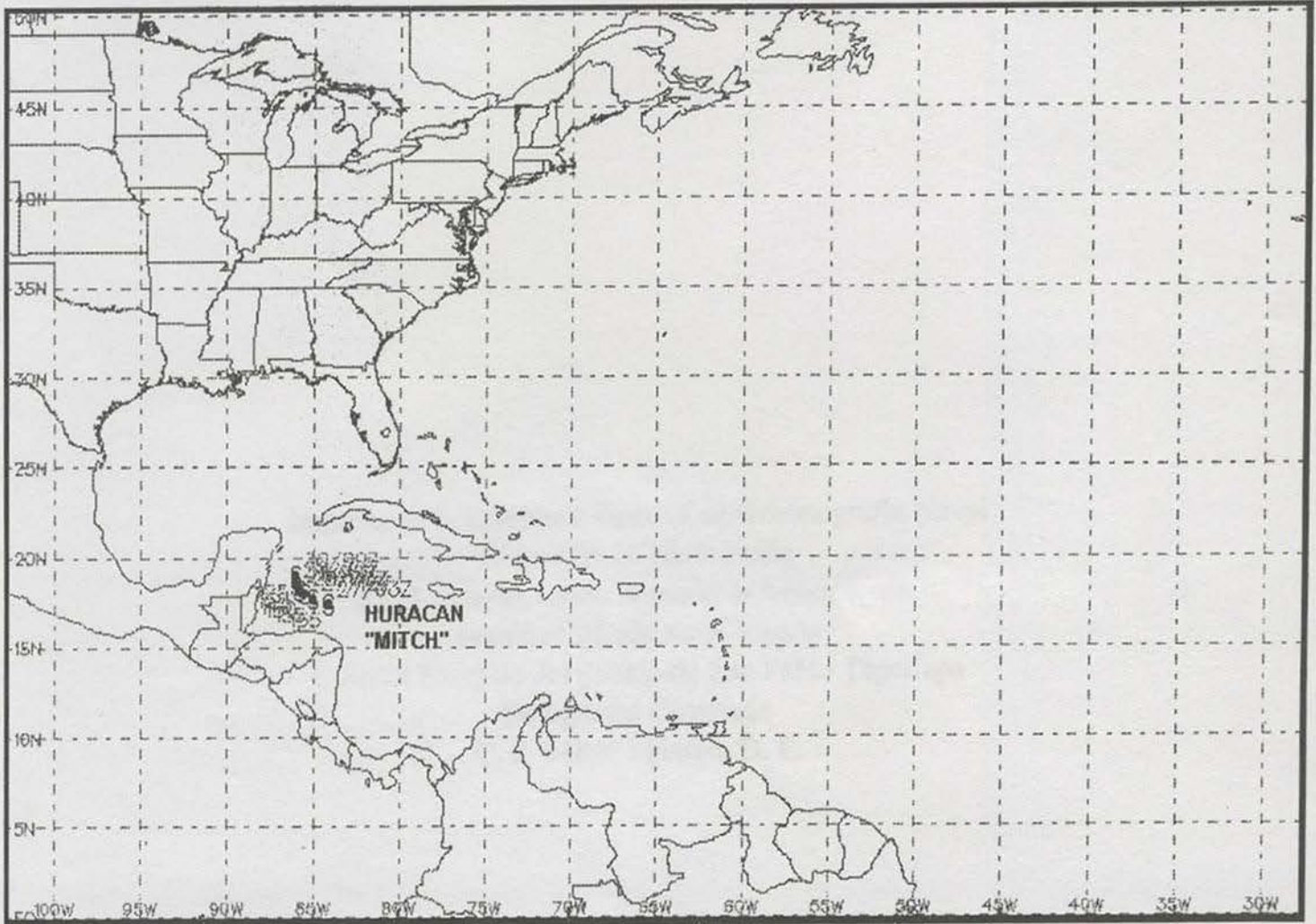
Hoja 2 de 2.

SECRETARIA DE MARINA

26 / OCTUBRE / 1998

21:00 HRS "S"

PRONOSTICO DE TRAYECTORIA DEL HURACAN "MITCH"



SUBSECRETARIA DE MARINA

DIGONAV

Impreso en la Dirección General de Oceanografía Naval
Dirección de Hidrografía
Eje 3 Oriente, tramo Armada de México, s/n.
esquina Calzada de la Virgen
Colonia Ex-ejido del pueblo de San Pablo Tepetlapa
Delegación Coyoacán
C. P. 04840 México, D. F.