

# **Navigational Algorithms**

© Andrés Ruiz

Meteorología y Navegación

La Meteorología es la ciencia que estudia el estado del tiempo, el medio atmosférico, los fenómenos allí producidos y las leyes que lo rigen. En náutica cobra una importancia vital, ya que el tiempo afecta a la navegación y a su seguridad.

© *Andrés Ruiz, Septiembre 2007*  
*San Sebastián – Donostia*  
*43° 19'N 002°W*

# Índice

<b>VARIABLES METEOROLÓGICAS.....</b>	<b>5</b>
<b>PREVISIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>TIEMPO ASOCIADO AL PASO DE UN FRENTE.....</b>	<b>6</b>
<b>VIENTO REAL Y VIENTO APARENTE.....</b>	<b>8</b>
<i>Cálculo trigonométrico.....</i>	<i>8</i>
<i>Cálculo Vectorial.....</i>	<i>8</i>
<i>Ejemplos.....</i>	<i>9</i>
<b>NUBES.....</b>	<b>10</b>
<i>Clasificación por su altura.....</i>	<i>10</i>
<i>Clasificación por su proceso de formación.....</i>	<i>10</i>
<b>NIEBLAS.....</b>	<b>10</b>
<i>Clasificación por su proceso de formación.....</i>	<i>10</i>
<b>CLAVE MAFOR .....</b>	<b>11</b>
<b>ESCALAS METEOROLÓGICAS.....</b>	<b>12</b>
<i>Beaufort- La fuerza del Viento.....</i>	<i>12</i>
<i>Douglas - El estado de la mar.....</i>	<i>13</i>
<i>Saffir Simpson – Huracanes.....</i>	<i>14</i>
<i>Fujita Pearson – Tornados.....</i>	<i>15</i>
<b>CICLONES TROPICALES.....</b>	<b>18</b>
DEFINICIÓN.....	18
<i>Estructura.....</i>	<i>18</i>
<i>Diferencias entre los ciclones tropicales y las borrascas extratropicales.....</i>	<i>19</i>
CLASIFICACIÓN.....	19
CICLO DE VIDA.....	19
<i>Formación.....</i>	<i>19</i>
<i>Desarrollo.....</i>	<i>19</i>
<i>Madurez.....</i>	<i>19</i>
<i>Vejez.....</i>	<i>19</i>
<i>Trayectoria.....</i>	<i>19</i>
REGIONES DE FORMACIÓN.....	20
HURACANES Y NAVEGACIÓN.....	22
<i>Posición relativa del vórtice.....</i>	<i>22</i>
<i>Semicírculos peligroso y manejable.....</i>	<i>22</i>
<i>Determinación del semicírculo en que se halla el barco.....</i>	<i>22</i>
<i>Forma de maniobrar a los ciclones.....</i>	<i>23</i>
<i>Posición, rumbo y velocidad del ojo del huracán.....</i>	<i>23</i>
Método ciclónico.....	23
Dos demoras simultáneas al vórtice desde dos puntos distintos.....	23
<b>Anexo</b>	
Guía rápida: Huracanes y Navegación	
Ejemplo aviso de huracán por e-mail	

## Variables Meteorológicas

	Variable	Instrumento de medida	Unidades
<b>T</b>	Temperatura del aire	Termómetro	°C
<b>P</b>	Presión atmosférica	Barómetro	mb, hPa
<b>H</b>	Humedad relativa del aire	Higrometro, Psicrometro	%
<b>D</b>	Densidad del aire	Densímetro	kg/m <sup>3</sup>
	Precipitaciones	Pluviometro	l/m <sup>2</sup> (mm)
	Vientos	Anemómetro	B, m/s, Kt

Escala Barométrica			
<b>mmHg</b>	<b>mb</b>		
790	1053	Muy seco	
780	1040	Buen tiempo fijo	
770	1027	Buen tiempo	<i>Anticiclón</i>
760	1013	Variable	<i>P media a 15 °C</i>
750	1000	Lluvia y/o viento	<i>Borrasca</i>
740	987	Gran lluvia	
730	973	Tempestad o tormenta	

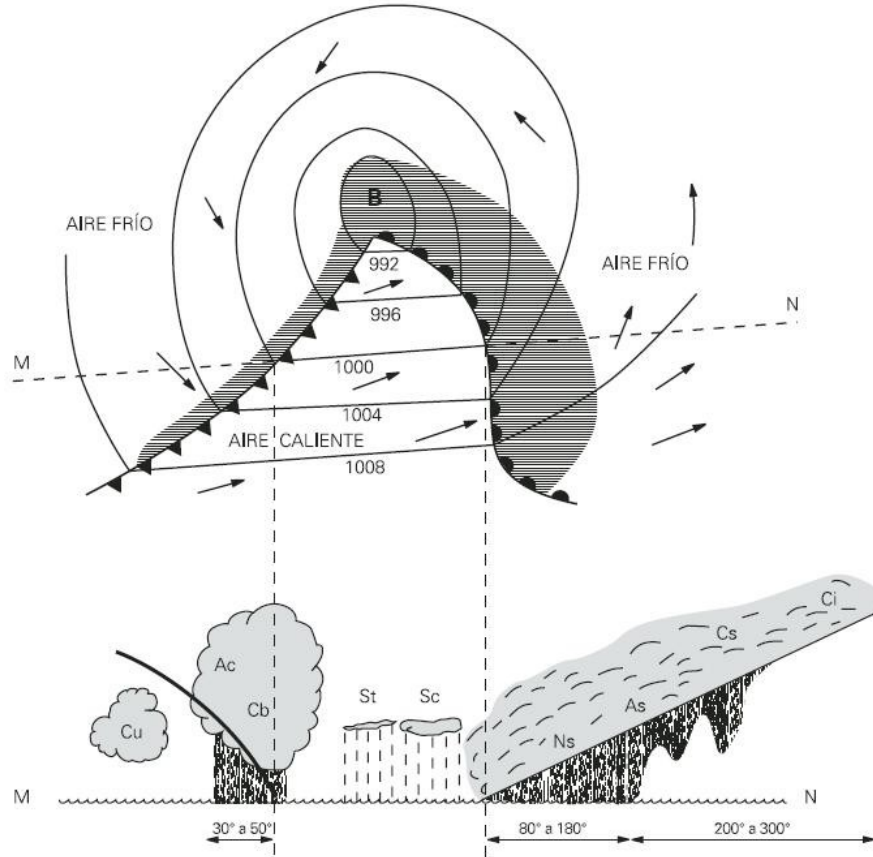
Escala Higrométrica	
Seco	0% - 50%
Normal	50% - 70%
Húmedo	70% - 99%
Punto de rocío	100%

## Previsión

	Higrómetro	Barómetro	Termómetro
<b>Mejoría</b>	60% a 30%	En alza: Buen tiempo estable	En alza
<b>Empeoramiento</b>	60% a 100%	En baja: lluvia	En baja
<b>Tormenta</b>	> 80%	Descenso rápido de P	Descenso rápido de T

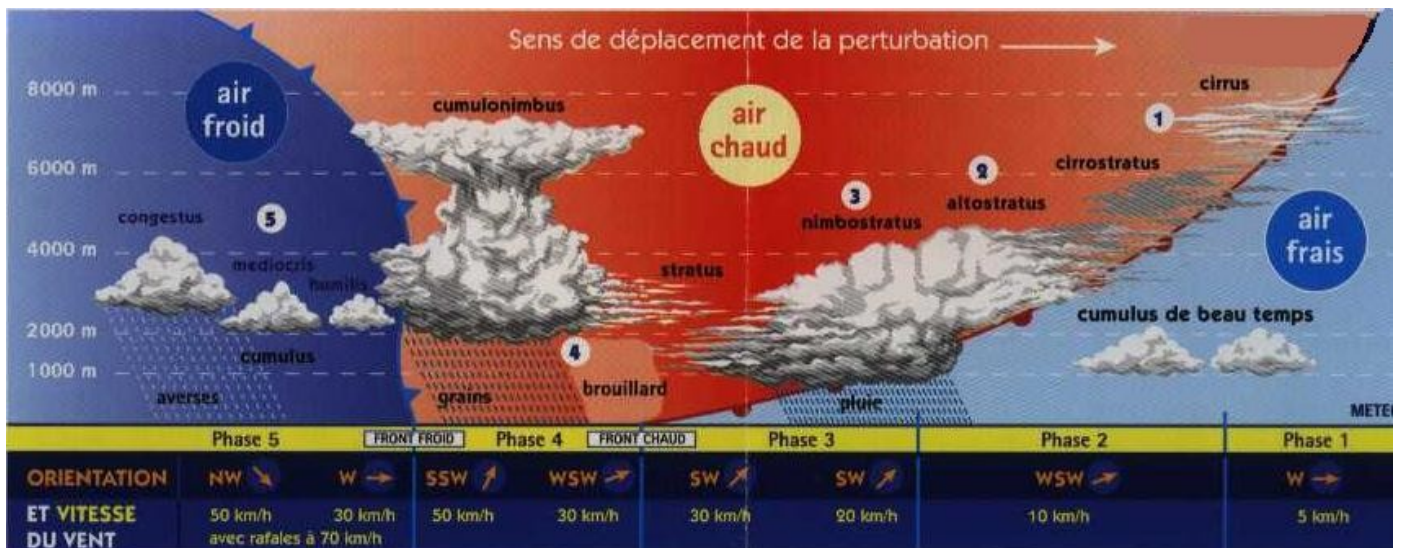
Reglas de Gachons
Se representan las curvas de presión y temperatura. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si se acercan indica mal tiempo.</li> <li>• Si se alejan indican buen tiempo.</li> <li>• Con ondulaciones duradero.</li> </ul>

# Tiempo asociado al paso de un frente



Tiempo asociado

Variable	Frente Frío	Sector Cálido	Frente Caliente	Oclusión
Presión	↑↑	oscilaciones a la baja	↓	↑↑
Temperatura	↓↓	estable	↑	estable
Viento	rola W a NW ↻ en HN 5B a 6B	SSW - WSW 7B	rola S a SW ↻ en HN 3B a 6B	SW a W / NW
Nubes	Cb - Ac - Cu	St - Sc	Ci - Cs - As - Ns	St - Ns / Cb - Cu
Humedad Relativa	↓↓	↑↑	↑	↓
Precipitaciones	Chubascos / granizo	Llovizna / Niebla	Lluvia	Lluvia
Visibilidad	buena	mala	disminuye	mejorando

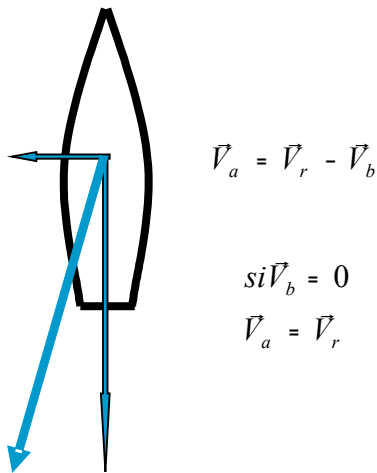


# Viento real y viento aparente

Un observador estacionario aprecia y puede medir el viento que realmente esta soplando.

En cambio, si el observador esta en movimiento, el viento que percibe es el relativo a su velocidad. Recibe el nombre de *viento aparente*, y es la composición del viento real y de su propio movimiento.

Se obtiene por resta vectorial del viento real y del vector velocidad del móvil, la embarcación en el mar.



$$\vec{V}_a = \vec{V}_r - \vec{V}_b$$

$$\text{si } \vec{V}_b = 0$$

$$\vec{V}_a = \vec{V}_r$$

Hay que tener en cuenta que el viento se denomina según la dirección de donde sopla, por lo tanto el sentido de su vector asociado será el opuesto:  $R = \text{dirección viento} \pm 180^\circ$

A bordo la dirección del viento aparente se mide con la veleta y su intensidad con el anemómetro.

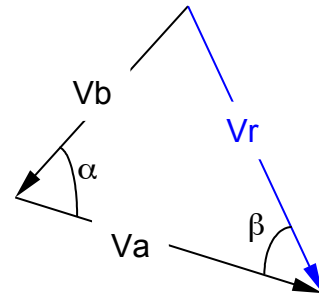
El problema se puede resolver gráficamente en la rosa de maniobra. A continuación se presentan dos métodos analíticos.

Las variables utilizadas son:

vector	velocidad	dirección
Viento real	$V_r$	$R_r$
Viento aparente	$V_a$	$R_a$
Velocidad de la embarcación	$V_b$	$R_b$

La velocidad se mide en nudos, y la dirección en grados, como un rumbo en el sistema circular.

## Cálculo trigonométrico

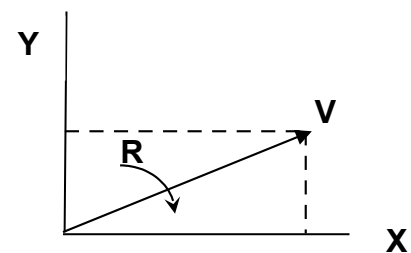


Triángulo de velocidades.

$$V_r^2 = V_a^2 + V_b^2 - 2V_a V_b \cos \alpha$$

$$\frac{V_b}{\sin \beta} = \frac{V_r}{\sin \alpha}$$

## Cálculo Vectorial



Coordenadas cartesianas del vector velocidad.

$$\vec{V}_r = \vec{V}_a + \vec{V}_b$$

$$\begin{bmatrix} V_{rx} \\ V_{ry} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_a \sin R_a \\ V_a \cos R_a \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} V_b \sin R_b \\ V_b \cos R_b \end{bmatrix}$$

El viento real se obtiene pasado las coordenadas cartesianas a polares, con la particularidad de que el rumbo se mide desde en norte, no desde el eje de abcisas:

$$V_r = \sqrt{V_{rx}^2 + V_{ry}^2}$$

$$R_r = \text{atan} \frac{V_{rx}}{V_{ry}}$$

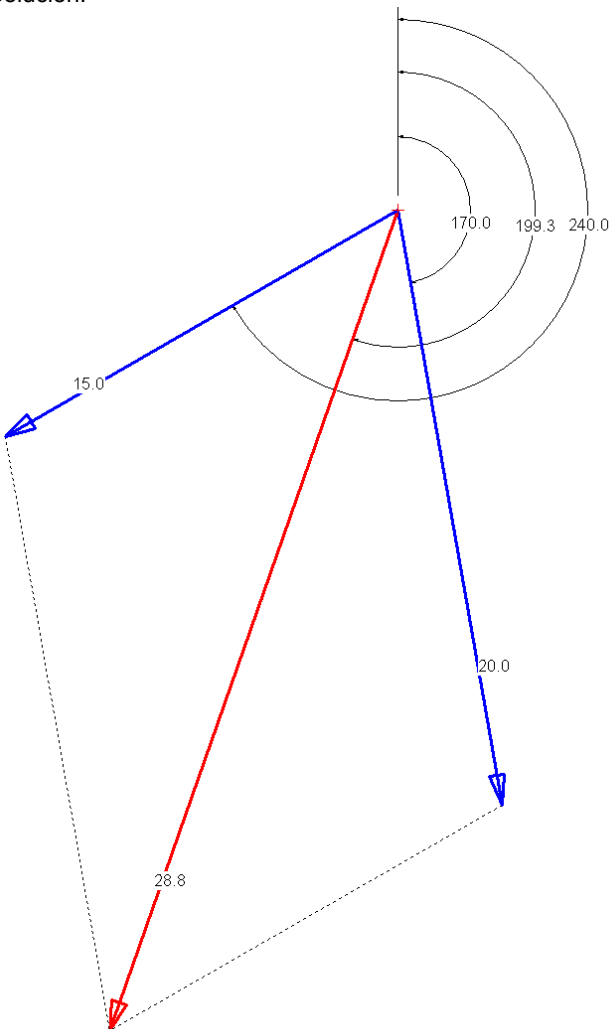
Análogamente se podría obtener el viento aparente conocido el real.

## Ejemplos

Navegando a un rumbo verdadero de  $240^\circ$  y con una velocidad de 15 nudos, se aprecia un viento proveniente del N10W con una intensidad de 20 nudos.

¿Cuál es el viento real?

Solución:



$$V_{rx} = 20 \cdot \sin(170) + 15 \cdot \sin(240) = -9.517418$$

$$V_{ry} = 20 \cdot \cos(170) + 15 \cdot \cos(240) = -27.196155$$

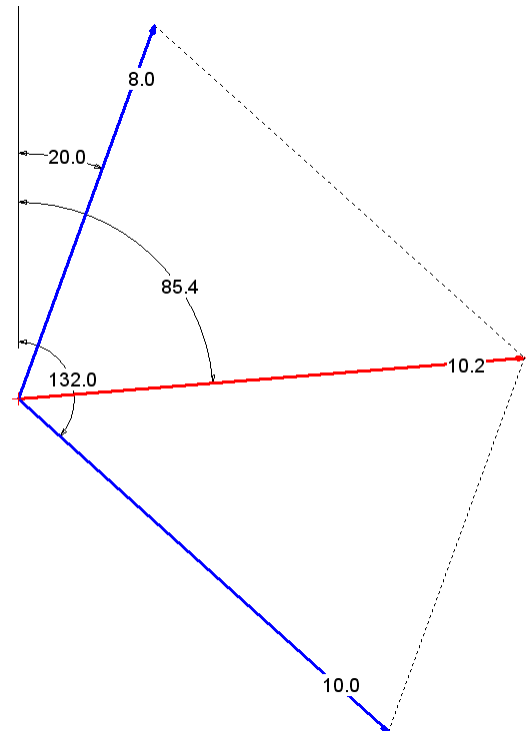
$$V_r = 28.8 \text{ nudos}$$

$$R_r = 199.287725$$

$$\text{Viento real: } 19.3^\circ$$

Calcular el viento real cuando se navega a un rumbo verdadero de  $20^\circ$  y la corredera marca una velocidad de 8 nudos. El anemómetro marca 10 nudos, y la dirección medida a bordo para el viento es de  $312^\circ$ .

Solución:



$$V_b = 8 \text{ kt}$$

$$R_b = 20^\circ$$

$$V_a = 10 \text{ kt}$$

$$R_a = 312 - 180 = 132^\circ$$

$$V_{rx} = V_a \cdot \sin(R_a) + V_b \cdot \sin(R_b) = 10.167609$$

$$V_{ry} = V_a \cdot \cos(R_a) + V_b \cdot \cos(R_b) = 0.826235$$

$$V_r = 10.2 \text{ kt}$$

$$R_r = 85.4^\circ$$

$$\text{Viento real: } 265.4^\circ$$

# Nubes

# Nieblas

## Clasificación por su altura

### Nubes Altas

1	Cirros	<b>Ci</b>
2	Cirrocumulos	<b>Cc</b>
3	Cirroestratos	<b>Cs</b>

### Nubes Medias

4	Alto cumululos	<b>Ac</b>
5	Nimboestratos	<b>Ns</b>
6	Altoestratos	<b>As</b>

### Nubes Bajas

7	Estratocumululos	<b>Sc</b>
8	Estratos	<b>St</b>
9	Cumululos	<b>Cu</b>
10	Cumululonimbos	<b>Cb</b>

## Clasificación por su proceso de formación

de Evaporación

- Nieblas de vapor
- Nieblas frontales

de Enfriamiento

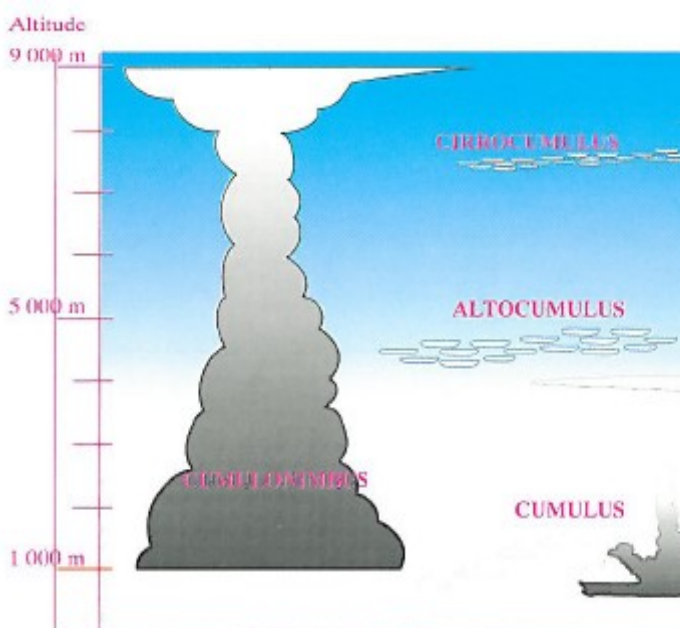
- Nieblas de advección
- Nieblas de radiación
- Nieblas orográficas
- Nieblas de inversión

de Mezcla

- Nieblas de mezcla

## Clasificación por su proceso de formación

- orográficas
- de turbulencia
- convectivas
- de advección
- frontales



*Nubes y altura.*

# Clave MAFOR

## MAFOR 1GDFm Wm

<b>Cifra</b>	Cifra de la clave G = 5, período de predicción de 18 horas
<b>G</b>	G = 6, período de predicción de 24 horas
<b>D</b>	Dirección desde donde sopla el viento en superficie
<b>F<sub>m</sub></b>	Fuerza Beaufort del viento en superficie
<b>W<sub>m</sub></b>	Tiempo previsto

Cifra	D	F <sub>m</sub>	W <sub>m</sub>
0	Calma	0 - 3	Visibilidad superior a 3 millas náuticas, (5 km)
1	NE	4	Riesgos de acumulación de hielo sobre las superestructuras Temperatura del aire entre 0 y -5° C
2	E	5	Gran riesgo de acumulación de hielo sobre las superestructuras Temperatura del aire inferior a -5° C
3	SE	6	Bruma Visibilidad de 5/8 a 3 millas náuticas (de 1 a 5 km.)
4	S	7	Niebla Visibilidad inferior a 5/8 millas náuticas (1 km)
5	SW	8	Llovizna
6	W	9	Lluvia
7	NW	10	Nieve o lluvia y nieve
8	N	11	Chubascos de viento, con o sin aguacero
9	Variable	12	Tormentas

# Escalas Meteorológicas


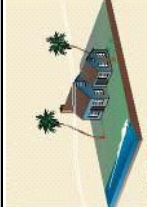








## Beaufort- La fuerza del Viento

LA FUERZA DEL VIENTO EN LA ESCALA BEAUFORT			
Grado [Bf]	Denominación	Velocidad [nudos]	Estado de la mar
0	Calma	<1	Mar lina como un espejo
1	Ventolina	1-3	Mar rizada. Pequeña ondulación
2	Flojito (brisa muy débil)	4-6	Pequeñas olas cortas. Mar rizada
3	Flojo (brisa débil)	7-10	Las olas empiezan a romper. Mar rizada
4	Bonacible (brisa moderada)	11-16	Olas bajas, algo largas. Marejadilla
5	Fresquito (brisa fresca)	17-21	Olas largas. Algunos rociones. Marejada
6	Fresco (brisa fuerte)	22-27	Grandes olas que rompen. Crestas blancas. Peligro para embarcaciones menores. Mar gruesa
7	Frescachón (viento fuerte)	28-33	Espuma longitudinal por el viento. Mar muy gruesa
8	Temporal (viento duro)	34-40	Olas altas que rompen. Espuma en bandas. Mar arbolada
9	Temporal fuerte (muy duro)	41-47	Olas muy gruesas. El mar ruge. Mala visibilidad por rociones y espuma
10	Temporal duro (temporal)	48-55	Olas muy gruesas. Superficie del mar blanca. El mar ruge intensamente. Espuma en el aire
11	Temporal muy duro (borrasca)	56-63	Olas muy grandes. Mar blanca. Navegación imposible
12	Temporal huracanado (huracán)	> 64	Aire lleno de espuma y de rociones. Visibilidad casi nula

## Douglas - El estado de la mar

ESCALA DOUGLAS DEL ESTADO DE LA MAR				
Grado	Denominación	Altura [m]	Aspecto del mar	Escala Beaufort
0	Calma	0	Mar plana	0
1	Rizada	0-0.2	Rizada	1-2
2	Marejadilla	0.2-0.5	Pequeñas olas, algunas crestas rompen	3
3	Marejada	0.5-1.25	Pequeñas olas que rompen	4
4	Fuerte marejada	1.25-2.5	Olas alargadas	5
5	Gruesa	2.5-4	Grandes olas, espuma en las crestas	6
6	Muy gruesa	4-6	El mar empieza a amontonarse y el viento arrastra la espuma blanca de las crestas	7
7	Arbolada	6-9	Olas altas; bandas de espuma paralelas al viento, las olas rompen, mala visibilidad por los rociones	8-9
8	Montañosa	9-14	Olas muy altas con largas crestas que rompen brusca y pesadamente; espuma densa en dirección al viento; superficie del mar casi blanca	10-11
9	Enorme	>14	El aire se llena de espuma y rociones; mar blanca; visibilidad casi nula	12

## Saffir Simpson – Huracanes

La Escala Saffir-Simpson para Huracanes						
Categoría	Daños	Viento		Efectos <small>en edificios, del oleaje e inundaciones</small>	P <sub>min</sub> mb	Oleaje m
		kt	km/h			
	mínimos	64 - 83	118 - 153		>= 980	1.2 - 1.7
	moderados	83 - 96	154 - 177		965 - 979	1.7 - 2.6
	extensos	96 - 113	178 - 209		945 - 964	2.6 - 3.8
	extremos	114 - 135	210 - 249		920 - 944	3.8 - 5.5
	catastróficos	> 135	> 250		< 920	> 5.5

Nota:







- La presión central mínima para categoría es una estimación

- La altura de las olas es orientativa; depende de la batimetría del fondo costero, y de la orografía y tipo de construcciones en la costa.

Fuente:

<http://www.nhc.noaa.gov/index.shtml>

## Fujita Pearson – Tornadoes

Scale		Tornado		Wind Speed			Possible Damage	
		Weak	Strong	Violent	kt	mph		km/h
<b>F0</b>		Gale	Moderate	Significant	Severe	Devastating	Incredible	Minor roof, tree and sign damage
								Roofs damaged. Barns torn apart. Weak trailers flipped and torn apart. Cars thrown from roads. Sheet metal buildings destroyed.
<b>F1</b>		Gale	Moderate	Significant	Severe	Devastating	Incredible	Strongly built schools, homes and businesses unroofed. Concrete block buildings, weak homes and schools destroyed. Trailers disintegrated.
								Strongly built schools, homes and businesses have outside walls blown away. Weaker homes completely swept away.
<b>F2</b>		Gale	Moderate	Significant	Severe	Devastating	Incredible	Strongly built homes have all interior and exterior walls blown away. Cars thrown 300 yards or more in the air.
								Strongly built homes completely blown away.
<b>F3</b>		Gale	Moderate	Significant	Severe	Devastating	Incredible	Strongly built homes completely blown away.
								Strongly built homes completely blown away.
<b>F4</b>		Gale	Moderate	Significant	Severe	Devastating	Incredible	Strongly built homes completely blown away.
								Strongly built homes completely blown away.
<b>F5</b>		Gale	Moderate	Significant	Severe	Devastating	Incredible	Strongly built homes completely blown away.
								Strongly built homes completely blown away.

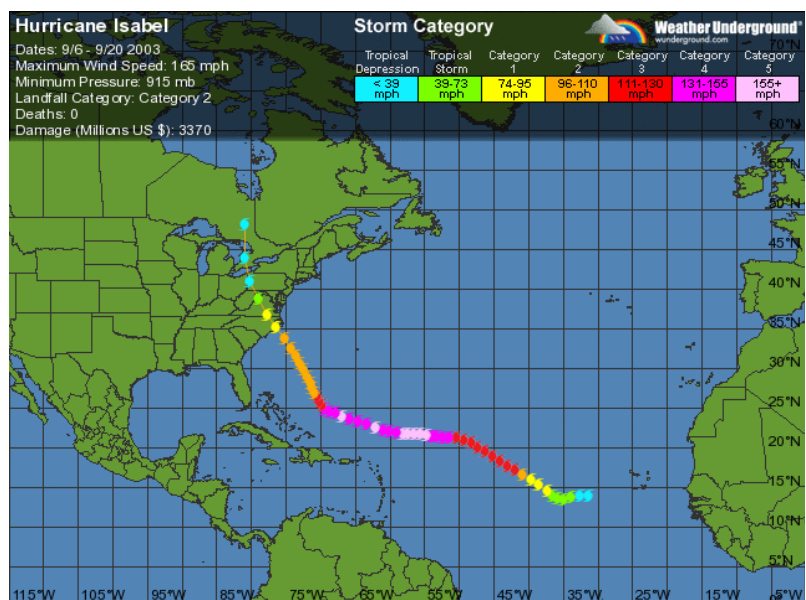
Source: [Weather Research Center](#) in Houston, Texas

# Ciclones Tropicales



Huracán Elena

Navegar por los mares tropicales siempre tiene una fuerte connotación aventurera fomentada por las historias de piratas y galeones con tesoros, por sus islas de palmeras, y por el turquesa de sus aguas. Pero también tiene sus peligros, arrecifes y bajíos mal señalados en las cartas náuticas, y los huracanes. Personalmente el único contacto que he tenido con un ciclón tropical fue en Septiembre de 2003 cuando navegábamos de La Martinica a los Tobago cays, y el huracán Isabel estaba al nordeste de nuestra posición, todos los días mirábamos dos veces en la web del *National Hurricane Center* su posición y su posible trayectoria, por suerte todo quedo en una bonita experiencia.



# Ciclones Tropicales

## Definición

Un ciclón tropical es un potente sistema de tormentas alrededor de un centro de bajas presiones, formado en el mar cerca del ecuador, con vientos de velocidades superiores a los 100 km/h. Forman parte importante del sistema de circulación atmosférica, que provoca el movimiento de calor de las regiones cercanas al ecuador hacia mayores latitudes.

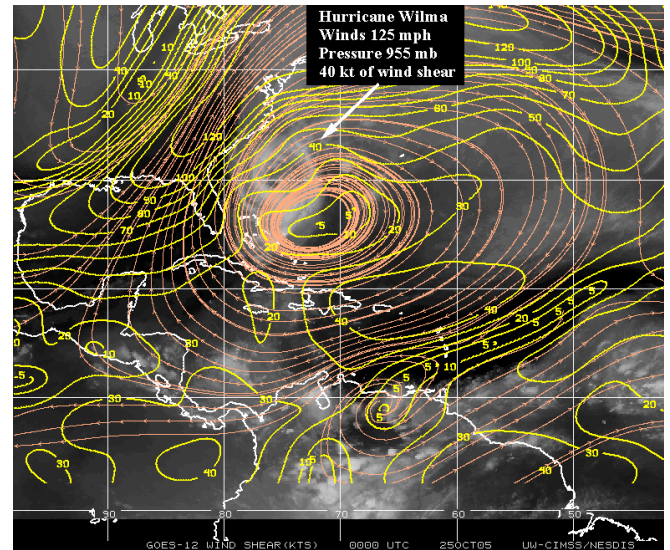


*Huracán Isabel, categoría 5, 2003/09/12*

## Estructura

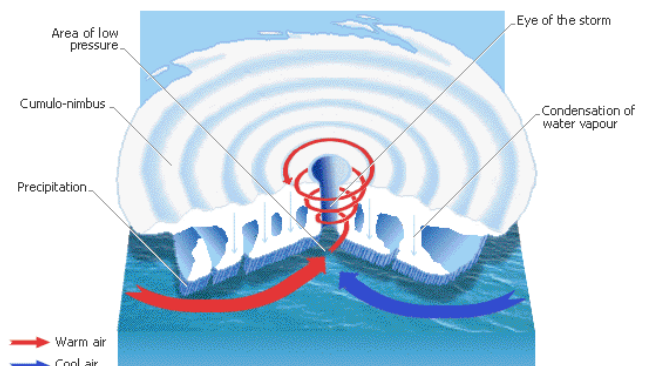
Están compuestos por una masa de aire caliente homogénea. Presentan un centro u *ojo del huracán*, en donde reina la calma y no hay nubosidad y unas *bandas de lluvia* que salen en espiral del centro. El diámetro del ojo puede variar de 2 a 230 mn, y el del ciclón 120 a 360 mn.

Presenta una configuración ciclónica casi circular de isobaras, con un mínimo de presión en el ojo. La intensidad del viento crece a medida que decrece la distancia al centro al aumentar el gradiente de presión, en las *paredes* del ojo se dan los vientos más fuertes, y el paso a la zona de calma del vórtice es casi instantáneo.

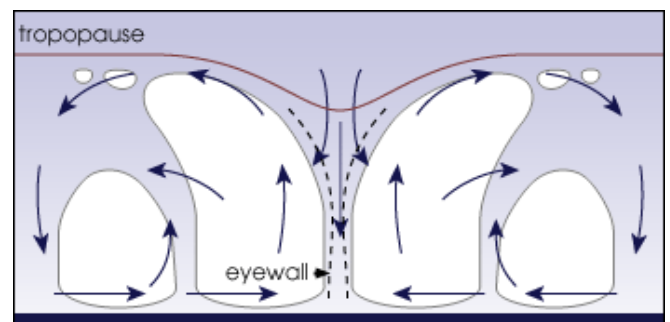


*Huracán Wilma - Mapa de isobaras*

Debido al aumento del gradiente horizontal de presión, el viento va girando hacia el centro, a medida que aumenta la velocidad va disminuyendo al ángulo del viento con las isobaras, llegando a soplar paralelo a ellas.



*Corte de un Huracán*



*Estructura de un Huracán*

## Diferencias entre los ciclones tropicales y las borrascas extratropicales

Los ciclones tropicales y las borrascas ondulatorias responden a un mismo sistema de presión, ambos sistemas consisten en un centro de bajas presiones, con vientos circulando en el sentido contrario a las agujas del reloj en el hemisferio norte, y en el mismo sentido en el hemisferio sur, aunque presentan grandes diferencias:

- El diámetro de los ciclones tropicales es sensiblemente menor que el de las borrascas
- Los ciclones tienen una estructura mucho más simétrica, casi circular, que las borrascas, mientras que estas se aproximan más a la elíptica.
- Los ciclones carecen de frentes
- La energía de las borrascas deriva del contraste térmico entre sus dos masas de aire mientras que en los ciclones se debe fundamentalmente al calor latente de evaporación liberado por el aire húmedo al condensarse.
- Los ciclones son mucho más violentos que las borrascas.
- La mínima presión del ciclón puede alcanzar valores inferiores a los 930 mb, mientras que en las borrascas raramente alcanzan los 950 mb.

## Clasificación

Según la velocidad de sus vientos y grado de desarrollo, las perturbaciones ciclónicas tropicales se clasifican en:

	kt
Onda tropical	la circulación ciclónica es débil
Depresión tropical	< 34
Tormenta tropical	< 47
Ciclón tropical, Huracán, Tifón	> 65

Un huracán típico comienza como una onda tropical que va desarrollándose y creciendo, y si las condiciones son favorables, se convierte en depresión tropical, tormenta tropical, y finalmente en ciclón tropical.

## Ciclo de vida

Se distinguen 4 fases: formación, desarrollo, madurez y vejez o disolución.

### Formación

Las borrascas o depresiones extratropicales se forman en latitudes medias donde aparecen ondulaciones del frente polar.

Los ciclones se forman en latitudes bajas próximas a la **ITCZ** (*Zona de convergencia intertropical*).

Las condiciones necesarias para la **ciclogénesis tropical** en el área de la ITCZ son las siguientes:

- Adecuada fuente de energía en la superficie. T Agua del mar > 26 °C hasta por lo menos de 50 m de profundidad.
- Calor y humedad. Gran evaporación.
- Baja cizalladura vertical del viento.
- Perturbaciones preexistentes
- Fuerza de Coriolis, debida a la rotación de la Tierra, (se hace nula en el ecuador).
- Corriente troposférica.

## Desarrollo

La depresión se ahonda y el viento alrededor de la baja y su área de influencia aumenta progresivamente. Las condiciones necesarias para ello son:

- Moverse o permanecer sobre zonas cálidas
- Moverse o permanecer sobre el agua
- Que aire cálido se traslade hacia el vértice
- Un fuerte anticiclón en altura para expulsar el aire de su interior.

## Madurez

La presión se estabiliza alrededor de 940 mb, el viento es huracanado. Su diámetro puede alcanzar los 700 km, y su altura los 15.000 m. La evaporación en la superficie del agua es máxima.

## Vejez

En su avance alcanza latitudes mayores, desciende la temperatura de las aguas, o se adentra en tierra, donde empieza a escasear el combustible; le falta el vapor de agua procedente del aire cálido y húmedo, y acaba perdiendo fuerza y disipándose.

## Trayectoria

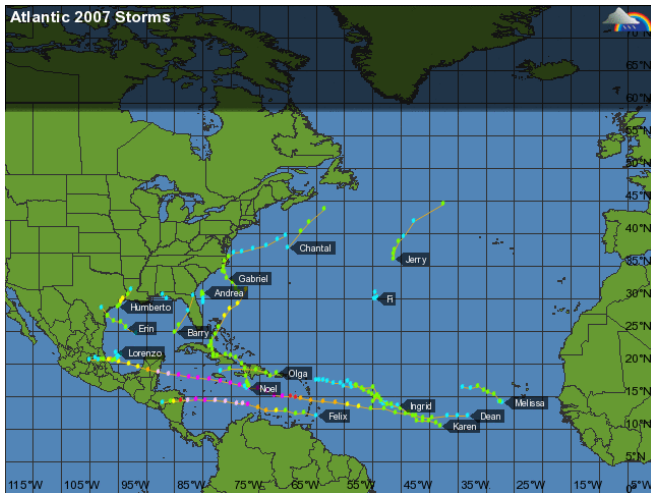
Las trayectorias tienen forma parabólica.

En el hemisferio norte:

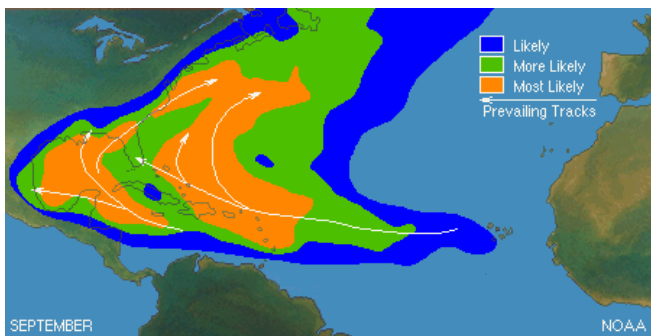
- Inicialmente se trasladan hacia el W casi paralelamente al ecuador.
- posteriormente se abren de la línea del ecuador hacia el WNW.
- Finalmente se recurvan hacia el NW, para luego hacerlo hacia el N y NE en latitudes entre 30° y 40° N.

Nombre y clasificación	Fechas	Viento Max	Presión Min
Tropical Storm Andrea	05/09-05/11	45	1003
Tropical Storm Barry	06/02-06/02	50	997
Tropical Storm Chantal	07/31-08/01	50	994
Hurricane Dean	08/13-08/23	165	906
Tropical Storm Erin	08/15-08/16	40	1003
Hurricane Felix	09/01-09/05	165	929
Tropical Storm Gabriel	09/08-09/11	50	1004
Tropical Storm Ingrid	09/12-09/17	45	1002
Hurricane Humberto	09/12-09/13	85	986
Tropical Depression Te	09/21-09/22	35	1005
Tropical Storm Jerry	09/23-09/25	45	1000
Tropical Storm Karen	09/25-09/29	70	990
Hurricane Lorenzo	09/26-09/28	80	990
Tropical Storm Melissa	09/28-09/30	45	1003
Tropical Depression Fi	10/12-10/12	35	1011
Hurricane Noel	10/28-11/02	80	980
Tropical Storm Olga	12/11-12/12	60	1003

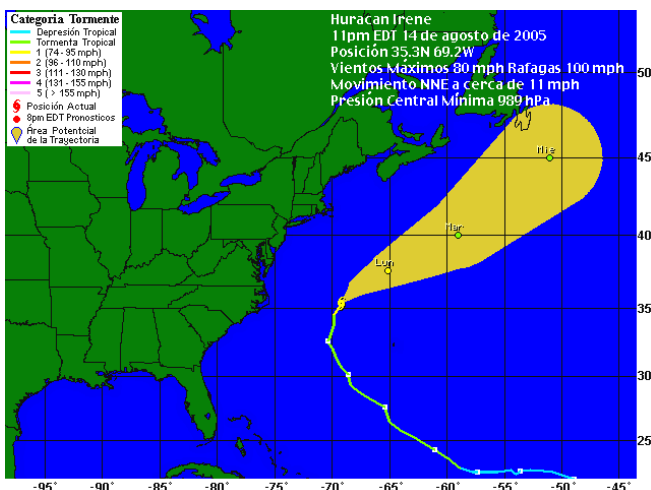
Atlántico norte, estación de huracanes 2007



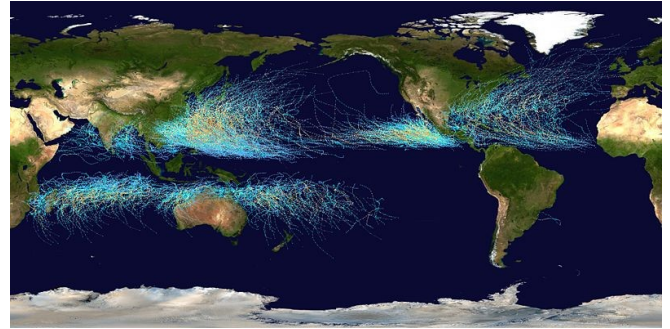
Trayectorias de los huracanes, Atlántico norte en 2007



Probabilidad de una trayectoria en Septiembre



## Regiones de formación



Ciclones tropicales entre los años 1985 y 2005.

## ITCZ

La zona de convergencia intertropical, ITCZ, es un cinturón de bajas presiones existente en la región donde convergen los alisios del hemisferio norte y del sur.

Su posición varía con la declinación del Sol. En primavera y verano se mueve hacia latitudes más septentrionales, y en otoño e invierno hacia latitudes más meridionales. En el océano Atlántico norte se localiza entre los 5°N y los 10°N, durante los meses de Abril a Septiembre. En el Atlántico Sur no hay ciclones ya que la ITCZ esta siempre por encima del ecuador, salvo raras excepciones [9].

Geográficamente se localizan en las siguientes zonas:

- Huracanes - Entre el Caribe y la costa oriental de Africa.
- Tifones - Al SW del Pacífico Norte, entre las islas Marshall y Filipinas.
- Ciclones de Madagascar - Indico meridional y oriental.
- Pacífico Sur al nordeste de Australia
- Mar de Arabia
- Costa centroamericana del Pacífico.

Las estaciones más frecuentes son aquellas en la que la ITCZ está más apartada del ecuador. Primavera y otoño para el Indico y finales de verano y principios de otoño para las demás regiones.

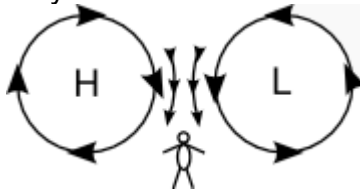
El *National Hurricane Center* da comienzo a la estación de ciclones tropicales el 15 de Mayo para el Pacífico Este, y el 1 de Junio para el Atlántico, finalizando el 30 de Noviembre.

## Huracanes y Navegación

Aparte de los sistemas más convencionales para recibir automáticamente informes meteorológicos, como INMARSAT C y NAVTEX, si se dispone de una conexión a Internet a bordo, es posible consultar el estado del tiempo severo y tropical en varias Webs oficiales, y recibir avisos de temporal o huracanes vía e-mail. En el caso de que ninguna información de este tipo este disponible, se pueden tomar decisiones acerca de la derrota a seguir en las proximidades de un huracán basadas en la observación del viento, la mar y la variación de la presión, y en una serie de reglas que a continuación se enuncian.

### Posición relativa del vórtice

Reglas de Buys Ballot



*En el hemisferio norte, de cara al viento, el centro de altas presiones (H), quedan a la izquierda y el de bajas (L), a la derecha.*

Proa al viento real, el ojo del huracán:

- En el hemisferio Norte se sitúa de 8/4 a 12/4 a la derecha
- En el hemisferio Sur se sitúa de 8/4 a 12/4 a la izquierda

P (mb)		Demora vórtice
1013	1003	12/4 = 135°
1003	993	10/4 = 112.5°
993	...	8/4 = 90°

### Semicírculos peligroso y manejable

La trayectoria del ciclón divide a este en dos semicírculos:

- Derecho
- Izquierdo

La línea perpendicular a su trayectoria por el centro del ciclón lo divide en dos cuadrantes:

- Anterior o delantero
- Posterior o trasero

El semicírculo peligroso es aquel en el cual la velocidad de traslación del ciclón se suma a la velocidad de los vientos. El manejable es aquel en el cual se resta.

En el hemisferio norte,:

- Derecho: peligroso
- Izquierdo: manejable

Siendo el más peligroso el cuadrante derecho anterior.

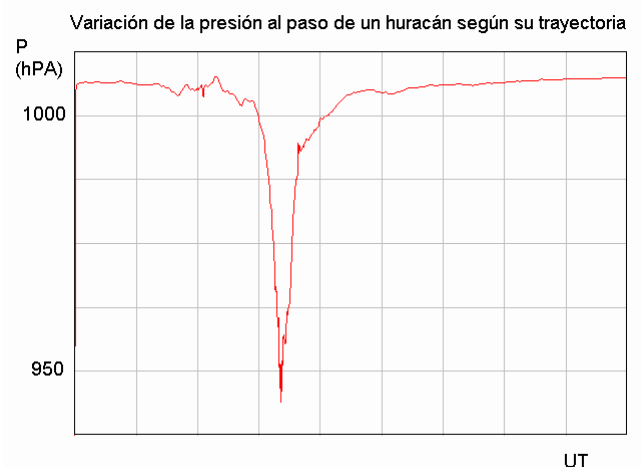
En el hemisferio sur es al revés, ya que el ciclón gira en sentido horario:

- Derecho: manejable
- Izquierdo: peligroso

### Determinación del semicírculo en que se halla el barco

Reglas válidas para ambos hemisferios.

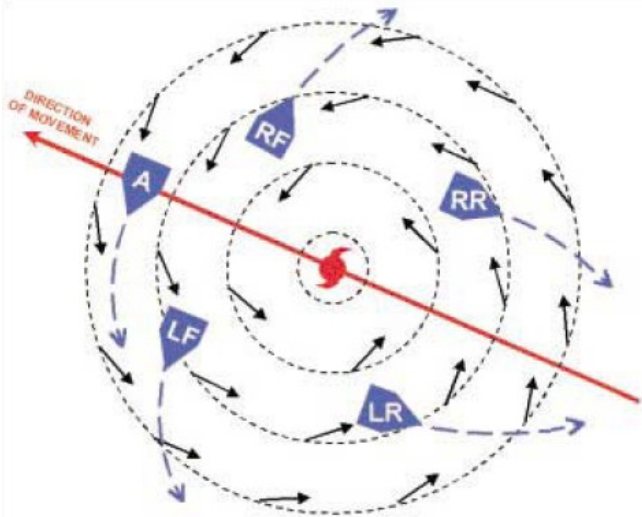
- Si el viento rola en el sentido de las agujas del reloj, estaremos en el semicírculo derecho.
- Si el viento rola en el sentido contrario de las agujas del reloj, estaremos en el semicírculo izquierdo.
- Si el viento mantiene su dirección estaremos en la trayectoria del ojo del huracán.
- Si la presión disminuye y aumenta el viento estaremos en el cuadrante anterior.
- Si la presión aumenta y disminuye el viento, estaremos en el cuadrante posterior.



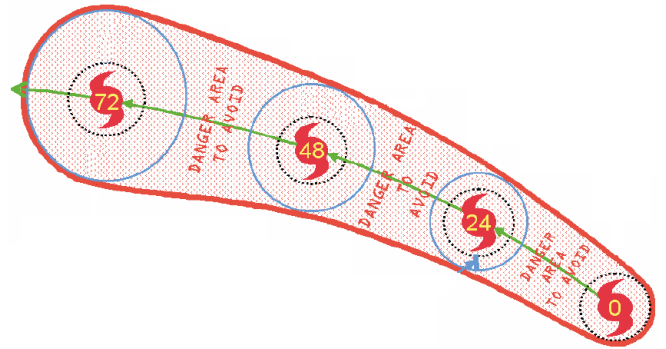
### Forma de maniobrar a los ciclones

Cuando un buque es sorprendido por un ciclón, las maniobras a realizar según su

localización relativa respecto a la dirección del movimiento del ciclón tropical, son las que se señalan a continuación:



Maniobra de evasión. Hemisferio norte



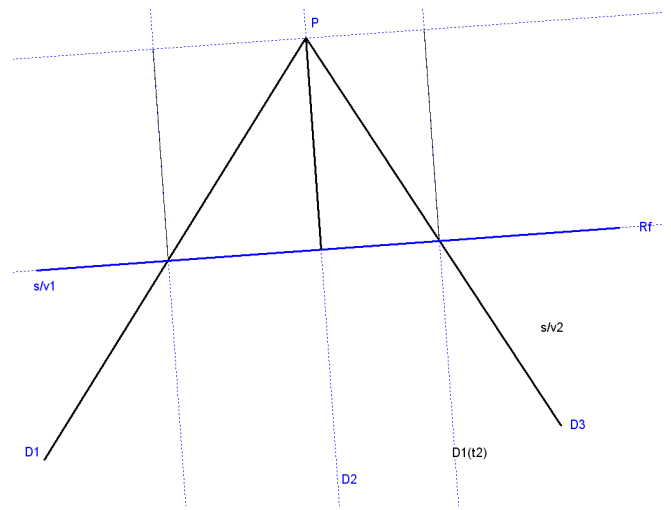
Regla 1-2-3, área peligrosa a evitar.

### Posición, rumbo y velocidad del ojo del huracán

Empleando métodos utilizados en navegación costera y las reglas de Buys Ballot, es posible calcular con bastante exactitud la posición y movimiento del huracán.

#### Método ciclónico

Permite determinar el rumbo del huracán por medio de tres demoras no simultáneas al vórtice desde un mismo punto



Método ciclónico.

#### Dos demoras simultáneas al vórtice desde dos puntos distintos

Si además otra embarcación transmite su demora es posible calcular también la posición del ojo en un instante determinado y su velocidad.

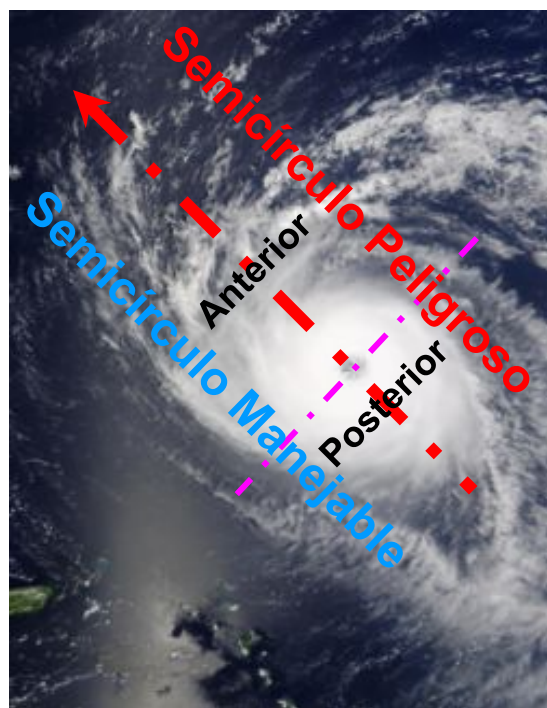
Posición Buque	Maniobra
Delante	Poner el viento a 160° de la proa por estribor, haciendo el mejor rumbo y velocidad para entrar en el semicírculo izquierdo.
Semicírculo derecho	Poner el viento a 45° de la proa por estribor, intentando hacer el mejor rumbo y velocidad para alejarse del ciclón. El viento y la mar pueden reducir drásticamente la marcha del buque.
Semicírculo izquierdo	Poner el viento a 135° de la proa por estribor, haciendo el mejor rumbo y velocidad para incrementar la separación entre el buque y el ciclón.
Detrás	Mantener el mejor rumbo y velocidad para incrementar la separación entre el buque y el ciclón.

Para un buque en las proximidades de un ciclón tropical en el Atlántico norte, basándose en las estadísticas de los diez últimos años, la **regla 1-2-3** propone que el área peligrosa a evitar sea la inscrita por las tangentes a las circunferencias de 0h, 24h, 48h, y 72h, cuyos radios son:

h	Radio
0	34 kt
24	34 kt + 100 mn
48	34 kt + 200 mn
72	34 kt + 300 mn

# Ciclones Tropicales

## Cuadrantes - Hemisferio N



Hemisferio sur: el S.C. peligroso es el izquierdo

## Semicírculo en que se halla el buque - HN y HS

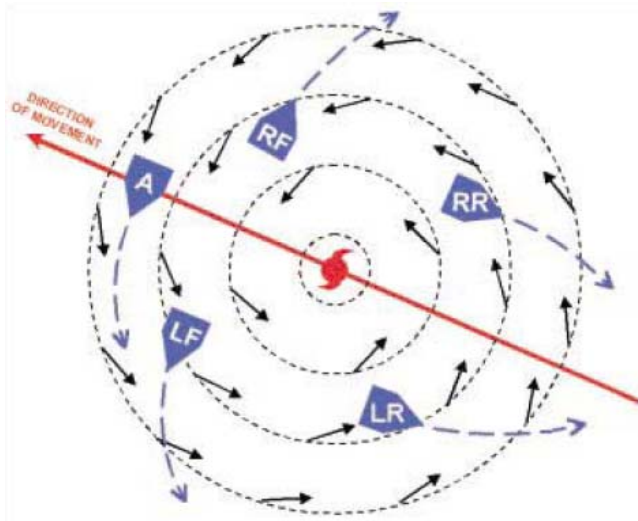
Semicírculo	Viento		Presión
	Rola	Fuerza	
Derecho	↻		
izquierdo	↺		
Trayectoria del vórtice	cte		
Anterior		↑	↓
Posterior		↓	↑

## Posición relativa del vórtice

- Proa al viento real, el ojo se sitúa:
- Hemisferio Norte a la derecha
  - Hemisferio Sur a la izquierda

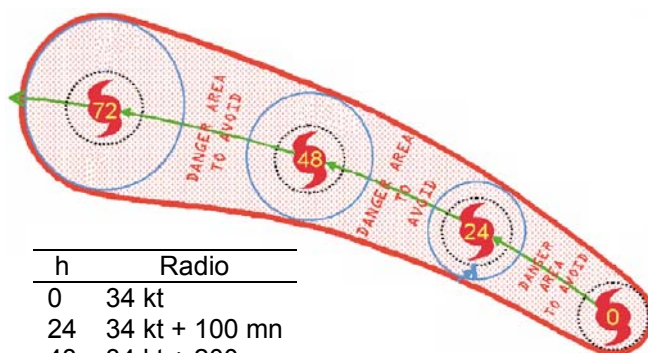
P (mb)		Demora vórtice
1013	1003	12/4 = 135°
1003	993	10/4 = 112.5°
993	...	8/4 = 90°

## Maniobra de evasión - HN



Posición Buque	Maniobra
Delante	Poner el viento a 160° de la proa por estribor, haciendo el mejor rumbo y velocidad para entrar en el semicírculo izquierdo.
Semicírculo derecho	Poner el viento a 45° de la proa por estribor, intentando hacer el mejor rumbo y velocidad para alejarse del ciclón. El viento y la mar pueden reducir drásticamente la marcha del buque.
Semicírculo izquierdo	Poner el viento a 135° de la proa por estribor, haciendo el mejor rumbo y velocidad para incrementar la separación entre el buque y el ciclón.
Detrás	Mantener el mejor rumbo y velocidad para incrementar la separación entre el buque y el ciclón.

## Area peligrosa a evitar



h	Radio
0	34 kt
24	34 kt + 100 mn
48	34 kt + 200 mn
72	34 kt + 300 mn

## Posición, rumbo y velocidad del ojo del huracán

- **Método ciclónico** - rumbo del huracán por tres demoras no simultáneas al vórtice desde un mismo punto.
- **Dos demoras simultáneas al vórtice desde dos puntos distintos** - posición del ojo y velocidad.

# Aviso de Huracán por e-mail

HURR DEAN Forecast/Advisory 14  
000  
WTNT24 KNHC 162031  
TCMAT4  
HURRICANE DEAN FORECAST/ADVISORY NUMBER 14  
NWS TPC/NATIONAL HURRICANE CENTER MIAMI FL AL042007  
2100 UTC THU AUG 16 2007

AT 500 PM AST...2100 UTC...THE GOVERNMENT OF FRANCE HAS ISSUED A HURRICANE WARNING FOR MARTINIQUE...GUADELOUPE AND ITS DEPENDENCIES A HURRICANE WARNING REMAINS IN EFFECT FOR THE ISLANDS OF DOMINICA AND ST. LUCIA. A HURRICANE WARNING MEANS THAT HURRICANE CONDITIONS ARE EXPECTED WITHIN THE WARNING AREA WITHIN THE NEXT 24 HOURS. PREPARATIONS TO PROTECT LIFE AND PROPERTY SHOULD BE RUSHED TO COMPLETION.

A TROPICAL STORM WARNING REMAINS IN EFFECT FOR THE FOLLOWING ISLANDS OF THE LESSER ANTILLES... GRENADA AND ITS DEPENDENCIES...ST. VINCENT AND THE GRENADINES...BARBADOS...SABA...ST. EUSTATIUS... MONSERRAT...ANTIGUA...NEVIS...ST KITTS...BARBUDA AND ST. MAARTEN.  
A TROPICAL STORM WARNING MEANS THAT TROPICAL STORM CONDITIONS ARE EXPECTED WITHIN THE WARNING AREA WITHIN THE NEXT 24 HOURS.

AT 500 PM AST...2100 UTC...A TROPICAL STORM WATCH HAS BEEN ISSUED FOR THE U.S. VIRGIN ISLANDS AND PUERTO RICO. A TROPICAL STORM WATCH MEANS THAT TROPICAL STORM CONDITIONS ARE POSSIBLE WITHIN THE WATCH AREA...GENERALLY WITHIN 36 HOURS.

INTERESTS ELSEWHERE IN THE LESSER ANTILLES...HISPANIOLA...JAMAICA AND EASTERN CUBA SHOULD MONITOR THE PROGRESS OF DEAN. FOR STORM INFORMATION SPECIFIC TO YOUR AREA...PLEASE MONITOR PRODUCTS ISSUED BY YOUR LOCAL WEATHER OFFICE.

HURRICANE CENTER LOCATED NEAR 14.0N 56.5W AT 16/2100Z POSITION ACCURATE WITHIN 20 NM

PRESENT MOVEMENT TOWARD THE WEST OR 280 DEGREES AT 20 KT

ESTIMATED MINIMUM CENTRAL PRESSURE 979 MB EYE DIAMETER 10 NM MAX SUSTAINED WINDS 85 KT WITH GUSTS TO 100 KT.  
64 KT..... 15NE 10SE 10SW 15NW.  
50 KT..... 50NE 15SE 20SW 50NW.  
34 KT.....120NE 75SE 60SW 130NW.  
12 FT SEAS..300NE 90SE 60SW 150NW.  
WINDS AND SEAS VARY GREATLY IN EACH QUADRANT. RADII IN NAUTICAL MILES ARE THE LARGEST RADII EXPECTED ANYWHERE IN THAT QUADRANT.

REPEAT...CENTER LOCATED NEAR 14.0N 56.5W AT 16/2100Z AT 16/1800Z CENTER WAS LOCATED NEAR 13.8N 55.5W

FORECAST VALID 17/0600Z 14.4N 59.7W  
MAX WIND 90 KT...GUSTS 110 KT.  
64 KT... 15NE 10SE 10SW 15NW.  
50 KT... 50NE 15SE 15SW 50NW.  
34 KT...120NE 75SE 60SW 130NW.

FORECAST VALID 17/1800Z 15.0N 63.5W  
MAX WIND 95 KT...GUSTS 115 KT.  
64 KT... 20NE 15SE 15SW 20NW.  
50 KT... 50NE 20SE 20SW 50NW.  
34 KT...120NE 90SE 75SW 125NW.

FORECAST VALID 18/0600Z 15.5N 67.0W  
MAX WIND 100 KT...GUSTS 120 KT.  
64 KT... 20NE 15SE 15SW 25NW.  
50 KT... 50NE 30SE 30SW 50NW.  
34 KT...125NE 90SE 75SW 125NW.

FORECAST VALID 18/1800Z 16.0N 70.5W  
MAX WIND 110 KT...GUSTS 135 KT.  
50 KT... 60NE 40SE 40SW 60NW.  
34 KT...130NE 90SE 75SW 125NW.

FORECAST VALID 19/1800Z 17.5N 78.0W  
MAX WIND 115 KT...GUSTS 140 KT.  
50 KT... 60NE 40SE 40SW 60NW.  
34 KT...140NE 90SE 90SW 140NW.

EXTENDED OUTLOOK. NOTE...ERRORS FOR TRACK HAVE AVERAGED NEAR 225 NM ON DAY 4 AND 300 NM ON DAY 5...AND FOR INTENSITY NEAR 20 KT EACH DAY

OUTLOOK VALID 20/1800Z 19.5N 84.5W  
MAX WIND 120 KT...GUSTS 145 KT.

OUTLOOK VALID 21/1800Z 22.0N 90.5W  
MAX WIND 90 KT...GUSTS 110 KT.

REQUEST FOR 3 HOURLY SHIP REPORTS WITHIN 300 MILES OF 14.0N 56.5W

NEXT ADVISORY AT 17/0300Z

\$\$  
FORECASTER AVILA

-----  
This information is provided as a public service from the  
National Hurricane Center  
<http://www.nhc.noaa.gov> or <http://hurricanes.gov>  
PLEASE NOTE: Timely delivery of this email is NOT GUARANTEED.  
DISCLAIMER: <http://www.weather.gov/disclaimer.php>  
PRIVACY: <http://www.weather.gov/privacy.php>  
FEEDBACK: [mail-storm@seahorse.nhc.noaa.gov](mailto:mail-storm@seahorse.nhc.noaa.gov)  
-----