



# NAVEGACIÓN EN ÉPOCA DE CICLONES TROPICALES

Andrés Balaesque Porta\*

## - Introducción.

Agosto, septiembre y octubre constituyen la época de mayor probabilidad de formación de tormentas tropicales y huracanes en el sector del Océano Atlántico y Mar del Caribe. La FFG *Capitán Prat* efectuó su tránsito a Chile desde Holanda justamente en esa época, motivo por el cual se recopiló bastante información respecto al tema previo al zarpe.

Sólo un día después del zarpe desde Den Helder, Holanda, durante la tarde del 20 de septiembre; mientras la fragata *Prat* navegaba al sur de Inglaterra, en el canal de la Mancha, con destino a Ferrol, España, se recibió información acerca de la existencia del huracán "Gordon". Gracias a la información meteorológica oportuna, fue posible evadir el centro del huracán. Sin embargo esto no siempre es posible.

Aunque resulta obvio mencionarlo, la primera acción que se debe tomar ante la evidencia de un huracán es plotearlo en una carta adecuada, seguir su trayectoria, y gobernar a un rumbo que permita evadirlo, considerando para esto que algunos huracanes llegan a tener 500 millas de radio peligroso. Sin embargo, existe la posibilidad de que el buque no pueda evadir a tiempo el huracán, ya sea producto de informes meteorológicos poco oportunos, poca velocidad disponible, espacio de maniobra reducido,

etc. En este caso se deberá hacer todo lo posible por al menos evadir su centro, y navegar por el sector menos peligroso.

El presente artículo tiene como objetivo compartir la experiencia vivida por la fragata *Prat*, y además entregar información que podría facilitar la toma de decisiones al momento de afrontar un huracán. Para esto se describirá la secuencia de sucesos meteorológicos que anteceden a un huracán, posteriormente las observaciones que se deben llevar a cabo para localizar el ojo del huracán, y finalmente describir cual es la maniobra a desarrollar para evadir el centro.

## - Navegación en Cercanías del Huracán "Gordon".

El 20 de septiembre por la tarde, navegando el canal de la Mancha con rumbo a Ferrol, España, se recibió a bordo de la fragata *Prat* información acerca de la existencia del huracán "Gordon". El huracán había pasado ese mismo día a las 03:00 horas (Z) por las cercanías de las islas Azores, ubicadas a 900 millas al weste de Portugal, y se desplazaba con rumbo Noreste a 29 nudos. Con estos datos, se calculó que la tormenta se encontraría el día 21 a mediodía en el golfo de Vizcaya y a escasas millas al norte de Ferrol. En la secuencia de imágenes (figuras N° 1 a 3), se puede apreciar en color rojo el track original del

\* Teniente 2°.

buque, en color blanco el track navegado por el buque y en color verde el track desarrollado por el huracán.

Dada la posición del buque, existía la posibilidad de aumentar la velocidad a 23 nudos, y recalcar a Ferrol justo antes que el huracán pasara por ese lugar. Esta alternativa se analizó rápidamente, siendo desechada porque las condiciones de mar no eran buenas, y el buque se habría golpeado innecesariamente. Aun habiendo mantenido los 23 nudos, la recalada a Ferrol habría sido muy marginal con el paso del huracán.

Simultáneamente, el mismo día 20 en la noche se recibió información meteorológica actualizada. El huracán había pasado a condición de tormenta extratropical, esto es, un fenómeno debilitado, con vientos de menor intensidad. Aun más importante, había alterado su rumbo hacia el Nornoreste, y aumentado su velocidad de desplazamiento. Con esta información, ya no se encontraría el 21 a mediodía cercano a Ferrol, sino que mucho más al Norte, a la cuadra de Brest, Francia, y posteriormente seguiría con rumbo hacia Irlanda. Por último se informaba que el radio peligroso del huracán correspondía a 200 millas náuticas. Con lo anterior, se analizaron los siguientes cursos de acción:

- Mantener el rumbo general oeste que llevaba el buque en el canal de la Mancha, y salir hacia el Atlántico, intentando obtener un punto de mayor aproximación (PMA) de al menos 200 millas náuticas del centro de la tormenta.
- Esperar en el sector del canal de la Mancha hasta que la tormenta hubiese pasado hacia el norte.
- Ingresar al golfo de Vizcaya y gobernar a un rumbo sureste, también con el objeto de lograr un PMA de 200 millas con el centro.

Verificadas las tres alternativas, con la primera no se alcanzaba a lograr el PMA requerido, y además el buque



Figura N° 1



Figura N° 2



Figura N° 3

se alejaba demasiado de su track original, atrasando excesivamente la recalada a Ferrol. La segunda, quizás la más conservadora, cumplía el objetivo del PMA, pero atrasaba aún más la llegada a puerto. La tercera alternativa permi-

tía alcanzar el PMA requerido, y de no mediar condiciones extremadamente malas, permitía recalcar a Ferrol según lo programado.

Durante el día 21, el buque navegó el golfo de Vizcaya con rumbo sureste, registrándose a las 15:00 horas la máxima intensidad de viento, de 30 nudos. La mar se mantuvo gruesa, con olas promedio de 5 metros, que permitieron al buque navegar sin problemas. Logrado el PMA, el buque cayó al surweste, con rumbo a El Ferrol, puerto al cual recaló al día siguiente con las primeras luces.

La información meteorológica se recibió principalmente a través de la red GMDSS (Global Maritime Distress Safety System), con informes provenientes de estaciones en Inglaterra, Francia y España. Además se imprimió dos veces al día la carta meteorológica de Europa, provenientes del German Marine Meteorological Service (Deutscher Wetterdienst Hamburg).

#### - **Sucesos Meteorológicos que Antecedan la Llegada de un Huracán.**

Los informes meteorológicos recibidos a bordo de la fragata *Prat* fueron tremendamente oportunos y muy ciertos. Esto permitió que el buque tuviera el tiempo suficiente para plotear la tormenta, y decidir por donde se navegaría para evitar su radio peligroso.

Sin embargo, los informes no siempre llegan en forma oportuna, y aunque la tecnología cada día los hace más completos y precisos, no son infalibles. Por esto cobra importancia saber reconocer con medios propios la llegada de un huracán.

El primer paso es comparar en forma permanente los parámetros meteorológicos presentes en el área donde se navega, principalmente presión y viento, con las estadísticas existentes para dichos parámetros en esa área. Cualquier diferencia importante en alguno de estos parámetros podría indicar la formación

o presencia de una tormenta o ciclón. La información estadística se puede obtener de las "Pilot Charts" de procedencia estadounidense o las "Ocean Passages for the World" y "Routeing Charts" de origen británico.

La secuencia de sucesos meteorológicos previos al arribo de un huracán comienza con la presencia de mar de fondo de gran longitud de onda. En la ausencia de un ciclón tropical, las crestas de las olas de mar de fondo en el Atlántico pasan a una razón de 8 por minuto. La mar de fondo que genera un huracán puede ser el doble de larga, con olas pasando a una razón de 4 por minuto. Esta mar de fondo puede ser observada varios días antes de la llegada de la tormenta.

Cuando el centro de la tormenta está entre 500 a 1000 millas náuticas (mn) de distancia, la presión barométrica aumenta un poco y el cielo debiera encontrarse bastante claro. Sólo debiera existir la presencia de algunas nubes tipo cúmulos, con su desarrollo vertical típico algo disminuido.

A medida que el ciclón tropical se acerca más, comienza a formarse una secuencia de nubes muy característica. Cuando el ojo se encuentra entre 300 a 600 mn, aparecen cirrus color blanco nieve. Generalmente estas nubes parecen converger, más o menos, en la dirección desde donde se aproxima el huracán. Esta convergencia es especialmente visible a las horas de orto y ocaso del sol.

Poco después de la aparición de los cirrus, pero algunas veces antes, el barómetro comienza una larga y lenta caída. En un principio esta caída es tan gradual que pareciera sólo alterar levemente el ciclo diario (dos máximas y dos mínimas en los trópicos). Pero a medida que la caída aumenta su razón, el ciclo diario se desfigura totalmente.

Los cirrus comienzan a ser cada vez más confusos y gradualmente dan paso a un velo continuo de cirrostratus. Bajo este

velo se forman altostratus y luego strato-cumulus. Estas nubes de a poco comienzan a ser más densas, y al mismo tiempo el clima se vuelve inestable, comienza a caer lluvia fina, interrumpida a momentos por chubascos. A esta altura la presión debe haber bajado unos 5 milibares.

A medida que la caída de la presión es más rápida, el viento aumenta, alcanzando entre 22 a 40 nudos (Beaufort 6-8). En el horizonte aparece una densa muralla de cumulonimbus, conocida como la "Barra" de la tormenta. Al acercarse la barra, la caída de la presión se hace aún más intensa y los vientos continúan aumentando. Además el cielo debiera ya estar bastante oscuro y el mar en condición de marejada a mar gruesa. Sin embargo, en un ciclón completamente desarrollado, el centro del huracán aún puede estar a 100 ó 200 mn de distancia.

"A medida que el ojo se acerca, la lluvia cae torrencialmente y la furia del viento aumenta. El mar pasa a ser montañoso. Las crestas de las olas vuelan para mezclarse con la lluvia, llenando el aire con agua. La visibilidad es virtualmente cero entre la lluvia y la espuma del mar que enneguecen. Incluso los buques más grandes y marineros pasan a ser inmaniovrables y pueden recibir serios daños. Las embarcaciones más pequeñas podrían incluso no soportar estas duras condiciones. La navegación virtualmente se detiene y la seguridad de la embarcación pasa a ser la única consideración. La extraordinaria fuerza de esta condición sólo puede ser experimentada y no hay palabras que permitan describirla"<sup>1</sup>.

**- Localizando el Centro de un Ciclón Tropical.**

En el hemisferio norte, los huracanes giran en torno a una baja presión en sentido antihorario, y se desplazan a un rumbo determinado a una velocidad de entre 8 a 30 nudos cuando están com-

pletamente desarrollados (ver figura N° 4). Trazando una línea en la dirección de avance del huracán, se puede dividir el fenómeno en dos mitades, conocidas como el Semicírculo Peligroso y el Semicírculo Navegable. Para identificarlos, en el hemisferio norte, tomando como referencia el sentido de avance del huracán, la mitad de la derecha corresponde al semicírculo peligroso, y la mitad izquierda al semicírculo navegable. En el hemisferio sur ocurre lo contrario.

En la figura N° 4 se puede ver que el viento tiene en general una dirección ciclónica, paralelo a las isóbaras. El semicírculo derecho se considera el peligroso ya que si un buque se ubica en el frente derecho, el viento y el mar tenderán a llevar al buque hacia el ojo o centro del huracán. Por el contrario, si un buque se ubica en el frente izquierdo, el viento desplazará al buque hacia la parte posterior del centro, lo que sumado al avance del sistema, hace que el buque en definitiva se aleje. Por lo anterior se puede comprender la importancia de localizar el ojo del huracán y saber donde se encuentra mi buque respecto a ese centro. De esta forma se podrá gobernar para "navegar" el huracán de la mejor manera posible, como será descrito más adelante.

Aun cuando los informes meteorológicos son bastante precisos y son una excelente guía para evadir un huracán, no son infalibles, y pueden contener suficiente error como para inducir a una embarcación que se encuentra en una

posición crítica, a escoger erróneamente el rumbo a gobernar, sometiéndola a un peligro aún mayor. En ocasiones es posible, usando sólo las

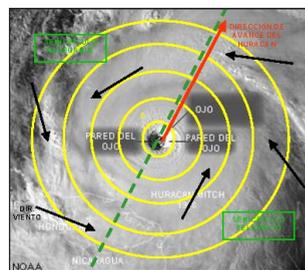


Figura N° 4.

1.- The American Practical Navigator, An Epitome Of Navigation, página 512.

observaciones meteorológicas hechas a bordo, obtener la posición aproximada del centro del huracán con bastante exactitud. A continuación se describen aquellas observaciones.

- La presencia de la mar de fondo de longitud excepcionalmente larga es el primer indicio de la existencia de un huracán. En aguas profundas la mar de fondo se aproxima desde la dirección de origen, es decir la posición del centro de la tormenta. Sin embargo en aguas someras, esta información es menos confiable ya que la dirección del mar cambia debido a la refracción.
- Cuando aparecen los cirrus descritos en el título "Sucesos Meteorológicos que Anteceden la Llegada de un Huracán", su punto de convergencia también provee una indicación de la dirección del centro de la tormenta. Si la tormenta ha de pasar bastante alejada hacia uno de los costados del observador, el punto de convergencia debiera desplazarse despacio hacia la dirección de movimiento de la tormenta. Por otra parte, si la tormenta pasará cerca del observador, este punto debiera permanecer estático.
- Algo similar ocurre con la mencionada "Barra". Cuando esta franja de nubes se hace visible, parece descansar sobre el horizonte durante horas. La parte más oscura y densa de esta barra está en la dirección del ojo del huracán. Nuevamente, si la tormenta ha de pasar alejada del observador, la barra debiera moverse o desplazarse lentamente a lo largo del horizonte. Por el contrario, si la tormenta pasará cerca del observador, el sector oscuro de la barra, aquel que indica donde está el ojo, debiera mantenerse estático.
- Al acercarse a la barra e ingresar al sector denso de nubes bajas, se debe observar su dirección de movimiento. Éste debiera ser a lo largo de las isóbaras, y el centro de la tormenta se

ubica a 90° desde la dirección de movimiento de las nubes (a la izquierda del movimiento en el hemisferio Norte, y a la derecha en el hemisferio Sur).

- El viento es quizás el mejor indicador o guía para determinar la posición del centro de un ciclón tropical. La circulación es ciclónica, y como la gradiente de presión es muy fuerte en las cercanías del centro, los vientos en ese sector soplan con mayor intensidad y son casi circulares. Según la Ley de Buys Ballot, un observador que ponga su espalda hacia el viento tiene la baja presión a su izquierda en el hemisferio Norte, y hacia su derecha en el hemisferio Sur. Si el viento siguiera exactamente las isóbaras, el centro debiera estar exactamente a 90° a la izquierda o derecha, dependiendo del hemisferio. Sin embargo la dirección del viento generalmente se inclina levemente hacia el centro, haciendo que el ángulo, medido desde donde viene el viento hacia el centro de la baja presión, varíe entre 90° y 135°. La inclinación incluso varía dentro de la misma tormenta. El ángulo es menor en el frente de la tormenta y mayor en la parte posterior. El dato promedio que se maneja es de 110° en el frente y 120°-135° en la parte posterior. En la

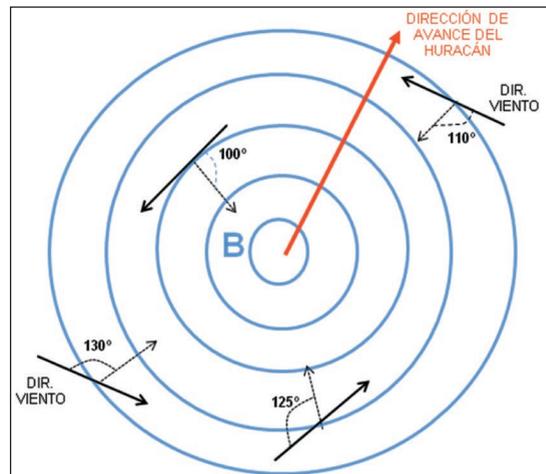


Figura N° 5.

figura N° 5 se puede apreciar la relación aproximada entre el viento, la presión y el centro de una tormenta en el hemisferio norte. Ahí se puede ver que efectivamente el viento en la parte trasera del sistema se inclina más sobre el centro, haciendo que el ángulo descrito sea mayor.

Por último, si se logra observar cómo el viento rola a medida que avanza el ciclón, también se puede determinar la posición del centro. Para esto incluso es recomendable detener el buque y observar por unos minutos el comportamiento del viento. La experiencia indica que es mejor perder algo de tiempo a correr el riesgo de gobernar erróneamente por una observación mal hecha. En el hemisferio norte, si el viento rola hacia la derecha, lo más probable es que el buque se ubique en el semicírculo peligroso, y si rola hacia la izquierda, se encuentra en el sector navegable o menos peligroso. Todo lo contrario ocurre en el hemisferio sur.

Si la dirección del viento se mantiene constante (para una embarcación detenida) pero aumentando en intensidad y la presión atmosférica disminuyendo, el buque se encuentra en o cerca del track que sigue la tormenta, delante del ojo. Por otra parte, si la dirección del viento se mantiene constante, su intensidad disminuye y la presión aumenta, el buque se encuentra en o cerca del track que sigue la tormenta, detrás del centro.

Para comprender lo anterior, imagínese un punto fijo en la figura N° 5, y ubíquelo en el frente derecho del sistema. Luego desplace la figura en el sentido de avance que indica la flecha principal, y observe que a medida que el sistema pasa por el punto, la dirección del viento rota hacia la derecha. Ubicando el punto en las otras tres posiciones (semicírculo izquierdo, en el track por delante del centro y por detrás del centro) y desplazando el sistema de la misma manera se puede también entender mejor lo mencionado en los párrafos anteriores.

- Cuando el centro está dentro del alcance de radar, debiera verse en la consola. Sin embargo, el retorno de radar es principalmente producto de la lluvia, y las mediciones pueden ser engañosas, por lo que no se deben descartar las otras observaciones. El traqueo del centro permite obtener la dirección y velocidad con que se mueve la tormenta, pero debe realizarse por al menos una hora ya que el ojo tiende a oscilar. En la consola también debieran aparecer células individuales que tienden a moverse tangenteando el ojo del huracán. Traqueando estos blancos por 15 minutos se puede obtener una aproximación de la intensidad del viento en el área de la tormenta. En la figura N° 6 se puede ver una imagen de radar con el retorno de un ciclón.

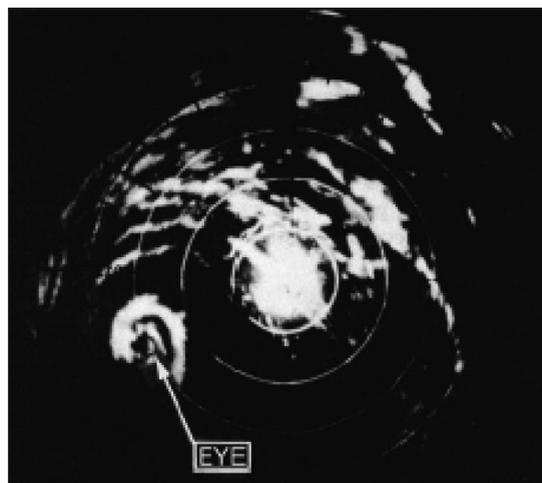


Figura N° 6.

- La distancia al centro es más difícil determinarla que su dirección. Quizás la mejor herramienta sea el radar, pero la razón de caída de la presión barométrica también entrega una indicación válida.

#### - **Maniobra para Evadir el Centro de la Tormenta.**

Habiendo identificado en qué sector del huracán se encuentra el buque, se

debe adoptar el rumbo más adecuado para alejarse el máximo posible del centro. El rumbo se puede calcular cinemáticamente, de la misma manera en que se efectúa un cálculo de PMA, en este caso buscando un PMA entre el buque y el huracán para la mayor distancia posible. Sin embargo, al momento de efectuar el cálculo, también hay que considerar en qué semicírculo del huracán se encuentra el buque.

Aun cuando cada situación pueda requerir de un análisis particular, las reglas generales de cómo maniobrar en un huracán en diferentes posiciones, son las siguientes:

- **Hemisferio Norte.**
  - Si el buque se ubica en el semicírculo peligroso (derecho), gobernar dejando el viento al verde 45°, y ajustar la máxima velocidad disponible de acuerdo a condiciones de mar.
  - Si el buque se encuentra justo al frente y en el track del huracán, gobernar dejando el viento al verde 160° y ajustar máxima velocidad disponible hasta encontrarse en el semicírculo navegable.
  - Si el buque se encuentra en el semicírculo navegable (izquierdo), gobernar dejando el viento al verde 135°, y ajustar máxima velocidad disponible.
- **Hemisferio Sur.**
  - Si el buque se encuentra por detrás del centro del huracán, se debe gobernar al rumbo más adecuado alejándose del centro, teniendo presente que los ciclones cambian de dirección con tendencia hacia el norte y el este.
  - Si el buque se ubica en el semicírculo peligroso (izquierdo), gobernar dejando el viento al rojo 45°, y ajustar la máxima velocidad disponible de acuerdo a condiciones de mar.
  - Si el buque se encuentra justo al frente y en el track del huracán, gobernar dejando el viento al rojo 160° y ajustar máxima velocidad disponible hasta encontrarse en el semicírculo navegable.
  - Si el buque se encuentra en el semicírculo navegable (derecho), gobernar dejando el viento al rojo 135°, y ajustar máxima velocidad disponible.
  - Si el buque se encuentra por detrás del centro del huracán, se debe gobernar al rumbo más adecuado alejándose del centro, teniendo presente que los ciclones cambian de dirección con tendencia hacia el sur y el este.

\* \* \*

## BIBLIOGRAFÍA

- *The American Practical Navigator, "An Epitome of Navigation"*, Bowditch Nathaniel, Edición 2002.
- [www.aoml.noaa.gov](http://www.aoml.noaa.gov)
- [www.cpc.noaa.gov](http://www.cpc.noaa.gov)
- [www.cimss.ssec.wisc.edu](http://www.cimss.ssec.wisc.edu)
- [www.smn.cna.gob.mx](http://www.smn.cna.gob.mx)