

CICLONES TROPICALES

Por el meteorólogo LORENZO GARCÍA DE PEDRAZA

(Publicado en la REVISTA DE AERONÁUTICA
nº 217- Diciembre de 1958; pp 954 a 963)

La atmósfera, ese manto maravilloso que envuelve nuestro planeta, es el fluido de una enorme máquina termodinámica que trabaja tomando calor de los trópicos y descargándole en las regiones polares. El curso de este complejo proceso es el que estudia la Meteorología, tratando de coordinar causas y efectos por medio de una amplia red de observatorios extendida por los océanos y continentes. Durante el Año Geofísico Internacional se han establecido cadenas suplementarias de estaciones que van de polo a polo y que se dedican, simultáneamente, a estudios regulares y completos de los fenómenos atmosféricos, tanto junto a la superficie del suelo como en las altas capas del aire.

Y es que, actualmente, cuando los aviones cruzan la tierra en todas direcciones, no existen fenómenos meteorológicos que puedan considerarse como una “exclusiva” de los países en cuyas latitudes se presentan. Las aeronaves internacionales tienen que sobrevolar tales regiones enfrentándose con los problemas inherentes al mal tiempo, aplicando en cada caso la solución más adecuada para soslayar sus efectos. Así, pues, ningún piloto de líneas europeas, por ejemplo, debe desdeñar los conocimientos relacionados con los monzones de la India, los tifones de Filipinas o las tormentas de arena del Sahara.

Vamos a tratar en estas líneas, sin salirnos del reducido marco científico que orla un artículo de revista, de los llamados ciclones tropicales; potentes y colosales perturbaciones atmosféricas que, con su devastador cortejo de inundaciones, vendavales y tormentas, conmueven todos los años la actualidad mundial, allá por la estación de los equinoccios.

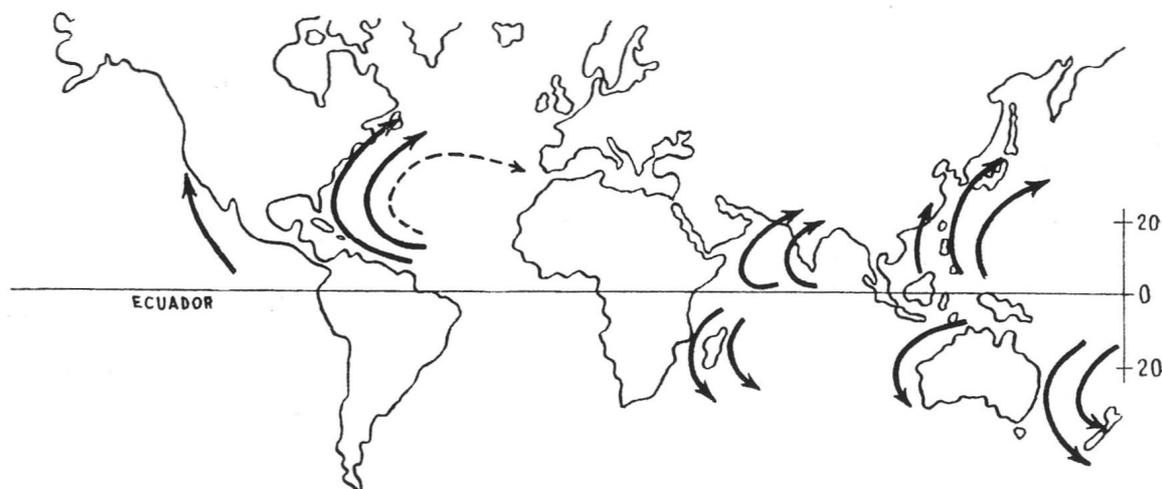


Figura 1.- Lugares de mayor frecuencia de aparición de ciclones tropicales.
Obsérvese, como curiosidad, que en el Atlántico Sur no se presentan.

Estos ciclones tropicales reciben distintos nombres, según las regiones en que se presentan: *huracanes* en el Caribe y Golfo de Méjico, *tifones* en el Japón y Mar de la China y *baguíos* en las Filipinas. En la figura 1 se representan los lugares en que aparecen con mayor frecuencia.

Invariablemente, los ciclones tropicales se forman sobre regiones oceánicas donde la temperatura del agua es elevada y la actividad convectiva muy marcada. En el Atlántico Norte presentan su máxima actividad durante los meses de agosto y septiembre, en la zona comprendida entre las Antillas, Bermudas y costas orientales de Norteamérica, donde, con intervalo de pocos días, van apareciendo una serie consecutiva de ellos, que, originándose en el área del Mar Caribe, describen trayectorias parabólicas comprendidas entre los 20° y 35° de latitud Norte y, después de cruzar las costas de Méjico y Florida, desvían sus trayectorias hacia el NE., entrando en la circulación del frente polar, donde posteriormente, se convierten en una borrasca extratropical de las latitudes medias, cuyo aire puede afectar, inclusive, las costas occidentales de Europa, dando lugar a los típicos temporales de nuestras regiones.

Un ciclón célebre en la historia fue el que el año 1780 arrasó las Antillas, deshaciendo las escuadras inglesa y francesa, que entonces se enfrentaban en aguas de la Martinica; ambos contrincantes tuvieron que cesar las hostilidades para auxiliarse mutuamente, declarando que ante la magnitud de la catástrofe todos los hombres eran hermanos.

En raras ocasiones los ciclones tropicales orientan su trayectoria hacia las islas Azores; entre los últimos registrados en aquel archipiélago citaremos uno el 14 de octubre de 1944, y con fecha más reciente el huracán “Carrie”, que el 21 de septiembre de 1957 ocasionó el catastrófico hundimiento del buque escuela alemán “Pamir”.

Como caso curioso citaremos que los ciclones tropicales no se presentan en el Atlántico Sur, mientras que en el Pacífico meridional –al E. de Australia- y en el Indico –en aguas de Madagascar- se registran bastantes, pero con más intensidad y en mayor número durante los meses de enero, febrero y marzo.

Estructura de los ciclones.

El aire saturado es mucho más inestable que el seco y posee mayor alcance y rapidez en sus movimientos verticales ascendentes, lo que se traduce, por continuidad, en una mayor potencia de las corrientes horizontales que fluyen hacia el vacío que dejan al elevarse. Así, el calor de condensación desprendido por las enormes cantidades de vapor de agua que se eleva en la corriente cálida ascendente se transforma en energía cinética, ocasionando una fuerte aceleración vertical y, simultáneamente, una intensa caída de presión.

En resumen, el aire húmedo y cálido, enormemente dinámico, es el origen de los ciclones tropicales, cuya energía motriz proviene principalmente del calor de condensación; en cambio, los ciclones extratropicales (borrascas de nuestras latitudes) toman la mayor parte de la energía de la inestabilidad horizontal de las dos masas contiguas de distinta temperatura situadas a ambos lados de la superficie de discontinuidad, denominada “frente”.

Las trayectorias seguidas por los ciclones tropicales son hacia el W. o NW., en el hemisferio boreal, y hacia el SW. o SE., en el austral, mientras que la velocidad de desplazamiento oscila entre los 800 kilómetros por día, los más intensos, hasta 100 los más débiles. Su origen principal es, como ya indicamos, el cinturón de calmas ecuatoriales.

No deben confundirse los ciclones tropicales con los “tornados” del E. de Norteamérica. Estos últimos son tormentas producidas por el encuentro de dos corrientes aéreas de dirección y velocidades distintas (una fría y seca del Norte y otra cálida y húmeda del Sur), que dan lugar a la formación de un cilindro, hueco en su centro, con intensas nubes de desarrollo vertical y vientos en espiral de velocidades inusitadas. Cuando un tornado marcha sobre el mar origina una “tromba” que a veces presentan giro anticiclónico, lo que indica que los vientos que la generan marchan en el sentido de las agujas del reloj, cosa que nunca ocurre en los ciclones. Durante el año 1955 se registraron en los Estados Unidos más de 900 tornados individuales, que provocaron sensibles y cuantiosas pérdidas.

Los ciclones se distinguen por su escaso diámetro, que varía entre 80 y 1500 kilómetros, y en su porción central presentan una extraña zona de calmas circular de unos 60 kilómetros, alrededor de la cual giran vientos huracanados con velocidades que rebasan, a veces, los 160 Km/h. En el centro del ciclón hay momentos en que puede verse el azul del cielo; a este claro entre abundante y hosca nubosidad se le denomina el “ojo del ciclón”. Este raro fenómeno está producido por corrientes de aire descendentes.

* * *

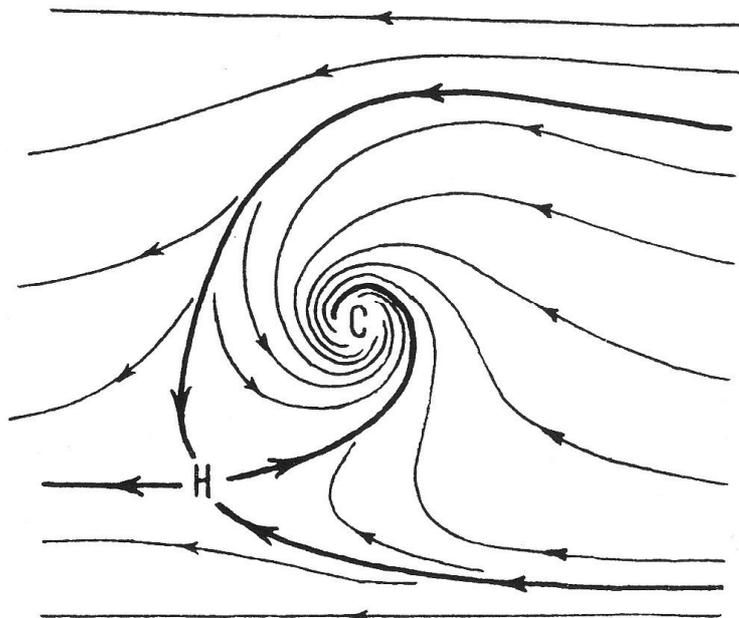


Figura 2.- Esquema teórico de un ciclón completo, incluyendo sus principales singularidades: el punto H (hiperbólico o estacionario), donde las velocidades son nulas, y el punto C (sumidero), que es el centro ciclónico.

En la estructura completa de un ciclón tropical aparecen un punto “hiperbólico” y otro de “succión” (sumidero) (fig. 2); estos puntos singulares de calma nacen simultáneamente como una necesidad dinámica en los estudios teóricos del desarrollo de la tormenta y desaparecen al mismo tiempo al extinguirse ésta.

En la región del punto H existen vientos flojos y sin dirección predominante, cuya observación visual suele hacerse en los vuelos de reconocimiento meteorológico auxiliándose de bombas de humo lanzadas con paracaídas desde el avión. La localización de los puntos C y H es muy interesante para fijar la trayectoria de desplazamiento del ciclón y la distancia entre estos puntos da una buena medida de la magnitud de la perturbación.

La estructura nubosa en un huracán “maduro” es tal que las nubes se agrupan alrededor del ojo formando en su contorno una especie de muralla que se eleva a alturas superiores a los 12000 metros, semejando el cubo de una gigantesca rueda que gira lentamente.

Uno de los más complicados aspectos en la circulación de la tormenta son las bandas de lluvia que convergen en el vórtice en forma de espirales; éstas son los canales a través de los cuales es liberado mucho calor latente de condensación, especie de “gasolina” a base de la cual se mueve el ciclón.

Solamente una pequeña parte de las perturbaciones tropicales llegan a convertirse en huracanes y la impresión más extendida entre los que hacen vuelos de reconocimiento dentro de los ciclones tropicales es que no hay dos tormentas que sean completamente semejantes, por lo que una de las partes más interesantes, al estudiar su formación, será saber diferenciar las características estructurales permanentes de aquéllas que sólo son transitorias.

En los trópicos existe una gran dificultad para diferenciar los efectos diurnos locales de la variación de presión con el cambio del gradiente de presión al establecerse un ciclón; así, pues, una caída de presión del orden de 3 a 4 milibares (que en las zonas templadas es despreciable), puede ser peligrosa en los trópicos. En esta zona, como la fuerza de Coriolis es prácticamente nula, falla la hipótesis del viento geostrófico, y los vientos, en vez de seguir la dirección de las isobaras, fluyen, con frecuencia, perpendiculares a ellas; por lo tanto, los mapas de altura y la dirección de las nubes son datos más representativos que los mapas de superficie. En las zonas tropicales los tipos de tiempo son más persistentes que en las zonas templadas, pero el tiempo suele cambiar más bruscamente; pues debido a la fuerte inestabilidad de aquellas regiones, los efectos de “disparo” son más intensos para desencadenar la tormenta.

Comparación entre ciclones y borrascas.

Aún cuando los ciclones tropicales y los extratropicales (borrascas) son semejantes en muchas particularidades: un centro de baja presión, abundante precipitación, etcétera, presentan también grandes divergencias, que pasamos a enunciar a continuación:

Viento.- En los ciclones el viento alcanza velocidades extraordinarias del orden de los 140 Km/h y hasta más de 300 Km/h, mientras que en las borrascas las velocidades en superficie son moderadas, entre 40 y 60 Km/h.

Presión.- Las isobaras son sensiblemente circulares y simétricas en el ciclón tropical y en su centro pueden alcanzarse presiones del orden de 930 mb. En las borrascas de las zonas templadas la presión mínima es de unos 950 mb las más profundas, y normalmente de 900 a 1000 mb.

Frentes.- En los ciclones, la fuerte convección ascendente destruye los frentes en superficie; en cambio, en las borrascas aparecen perfectamente delimitados los frentes cálido y frío con su sector cálido intermedio.

Temperatura.- En el ciclón tropical la distribución de temperatura en la zona de vorticidad es muy alta y uniforme, mientras que en los extratropicales es muy diferente entre el sector cálido y la masa fría.

Precipitación.- En el tropical la lluvia es torrencial, presentándose en bandas convergentes hacia su centro, con las tormentas uniformemente distribuidas a su alrededor. En las borrascas la lluvia va asociada a las zonas frontales: llovizna en el cálido y lluvia o chubascos después del paso del frente frío.

Latitud.- Los ciclones se generan en las zonas ecuatoriales y las borrascas en las zonas templadas.

Epoca del año.- Los tropicales son más frecuentes en el verano y otoño del hemisferio en que se presenten, mientras que los extratropicales aparecen en cualquier época del año, siendo más potentes en invierno.

Tendencia barométrica.- En los tropicales la caída de presión comienza con el viento, no mucho antes como en los extratropicales.

Trayectoria.- Los tropicales se mueven hacia las altas latitudes, alcanzando frecuentemente los 30°N., y aunque pierden intensidad son de características bien delimitadas, mientras que las borrascas nunca invaden las regiones tropicales, se mueven más bien en el sentido de los paralelos y se van debilitando a medida que se alejan de su región de origen.

En la figura 3, a) y b), se hace una representación esquemática de los dos tipos de ciclones: el tropical y la borrasca.

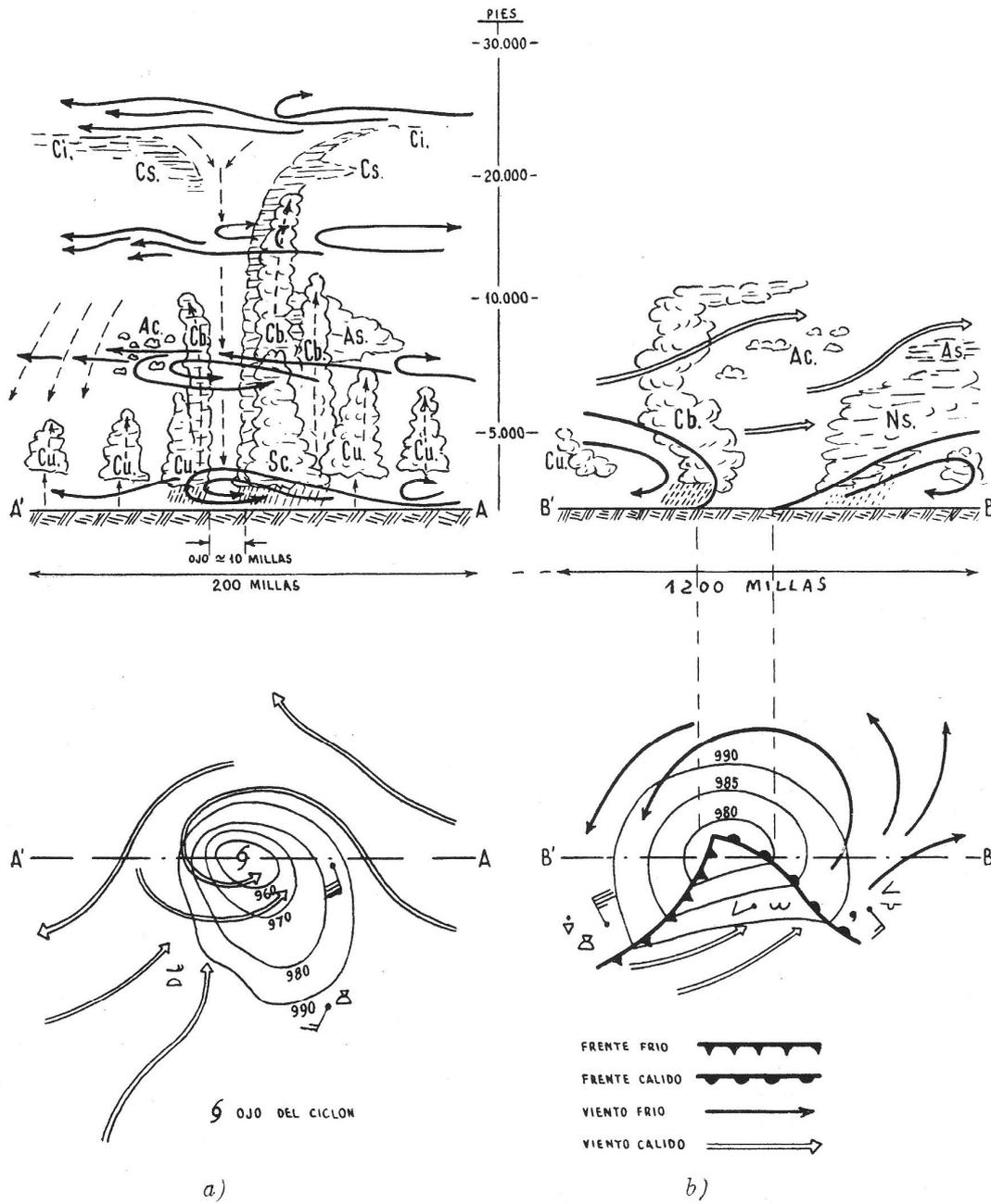


Figura 3.- Esquema comparativo de un ciclón tropical a) con una borrasca b).
 Obsérvese el marcado desarrollo vertical de las nubes en el ciclón tropical y la carencia de frentes en éste. La borrasca, en cambio, ocupa una extensión horizontal mayor.

“Cazadores” de huracanes.

Como en la guerra, así en la lucha contra las inclemencias del tiempo, tiene extraordinaria importancia conocer los efectivos y planes del enemigo. Actualmente funcionan en el Atlántico Norte y en el Pacífico centros de alerta “anti-huracanes” con un sistema perfecto de vigilancia y previsión.

Cuando se localiza en los mapas del tiempo un ciclón, los aviones B-29 de la 373 Escuadrilla de Reserva despegan de la base Kindley, en las Bermudas, y “auscultan” –valga la frase- el huracán y transmiten por radio al centro de Miami (Florida) la posición del avión y las características de la tormenta, haciendo un detallado reportaje del ciclón que se aproxima, lo cual permite dar alerta con tiempo suficiente a lo largo de la costa oriental de los Estados Unidos. En la figura 4 se representa un esquema de este interesante dispositivo.

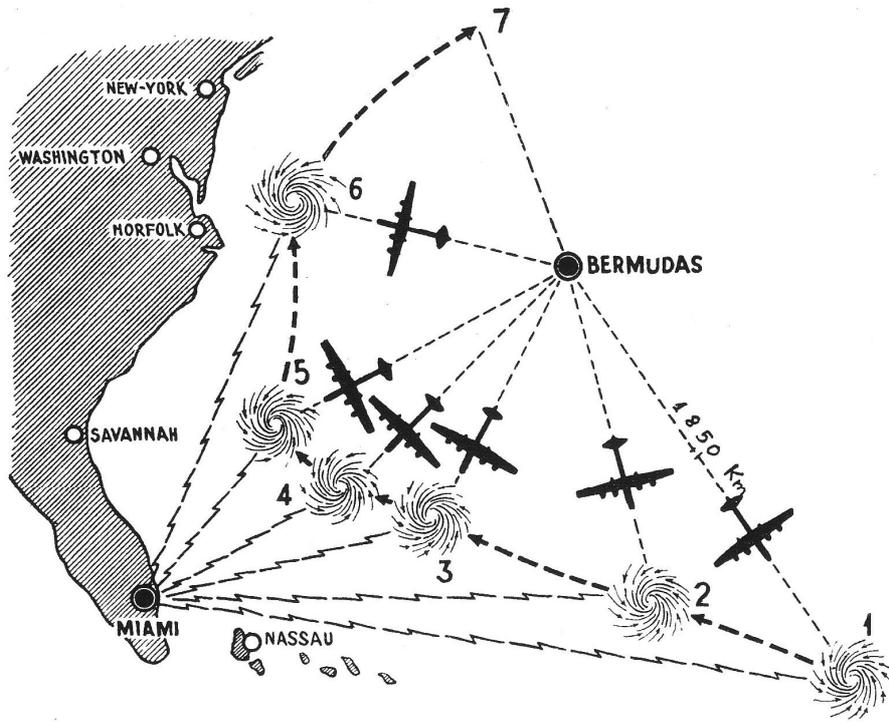


Figura 4.- Los B-29 rastreando un ciclón: Diversas fases de la persecución de un huracán por aviones de reconocimiento meteorológico con base en Bermudas, desde su aparición hasta que alcanza las aguas frías de más altas latitudes.

Esta especie de lucha cuerpo a cuerpo constituye una atrevida empresa llena de riesgos y peligros, a la que han pagado su tributo algunos aviones de las bases americanas de la zona del Caribe y del Japón, que desaparecieron en misiones de reconocimiento en ciclones o tifones.

Para determinar exactamente el centro u “ojo” del ciclón y medir su dirección y velocidad de desplazamiento, los aparatos penetran en la tormenta volando a baja altura, frecuentemente inferior a los 500 metros. Al principio se vuela atacando el viento en ángulo recto, entrando por la parte W. del ciclón; después, cuando la velocidad del huracán rebasa los 130 Km/h., se navega llevando el viento de cola. Al alcanzar el centro el viento decrece y la presión atmosférica aumenta.

Cuando el huracán se dirige hacia las costas orientales norteamericanas se izan las banderas rojo-amarillas de alerta, y la radio y televisión van difundiendo, con frecuentes intervalos, avisos relacionados con la marcha y velocidad del ciclón, para que el público pueda ir tomando con tiempo sus dispositivos de seguridad.

El “ojo del ciclón”, círculo de unos 16 Km de diámetro, está rodeado por una cortina de espesas nubes que va desde el mar hasta alturas de 12 a 15 Km. Las aves marinas que consiguen refugiarse en este “oasis” se mantienen sin dificultad volando dentro de él, ya que allí reina una rara calma que se *traslada* con velocidades de 15 a 25 Km/h. Aprovechando tales circunstancias, en los vuelos de reconocimiento meteorológico, se ha recurrido a la ingeniosa idea de “balizar” el ojo con un globo (“Typhoon Homer”) que es lanzado con un paracaídas desde el avión y queda flotando a presión constante. El equipo consta de un dispositivo para inflado automático y de un transmisor de radio que indica la trayectoria del ciclón y la circulación en su centro. En la figura 5 se expone un esquema aclaratorio.

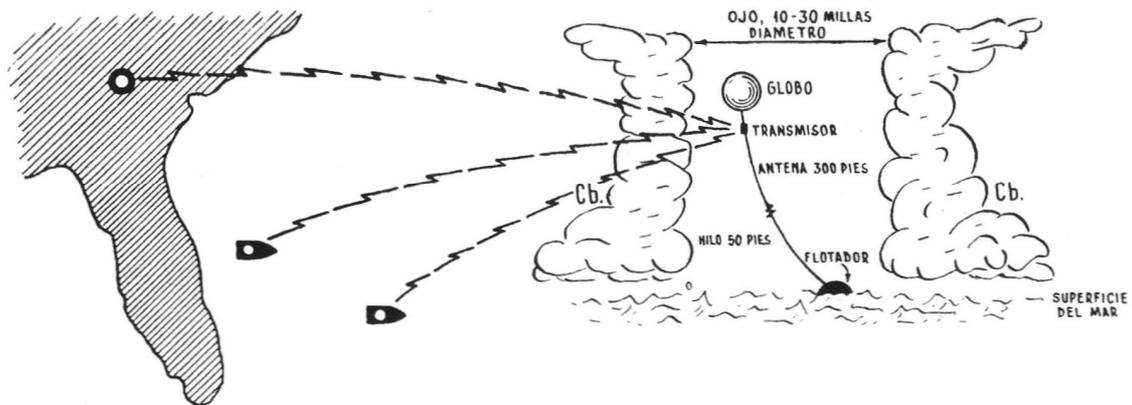


Figura 5.- Ciclón tropical “balizado” por una emisora situada en la zona de calmas del Ojo, que transmite señales de radio cada hora, a fin de localizar y seguir su situación.

Para señalar la posición de estas perturbaciones atmosféricas, además del LORAN (que fija la posición de los aviones dentro de la tormenta) y de los equipos de RADAR meteorológico (de 3,2 cm y una potencia de 250 Kw), se sugiere la utilización del SOFAR –pequeñas cargas de profundidad que emplean los aviadores derribados sobre el océano como señales de socorro- cuya onda explosiva, captada por dos o tres estaciones hidrofónicas, permite localizar sobre el mapa, mediante triangulaciones, el punto de explosión.

Los datos aportados por los aviones de reconocimiento han hecho posible el verificar muchos aspectos del modelo teórico obtenido para la estructura del ciclón, demostrando que ésta es más complicada que lo que en un principio se supuso. En la figura 6 se inserta el modelo de circulación que actualmente se supone existe dentro de un ciclón tropical.

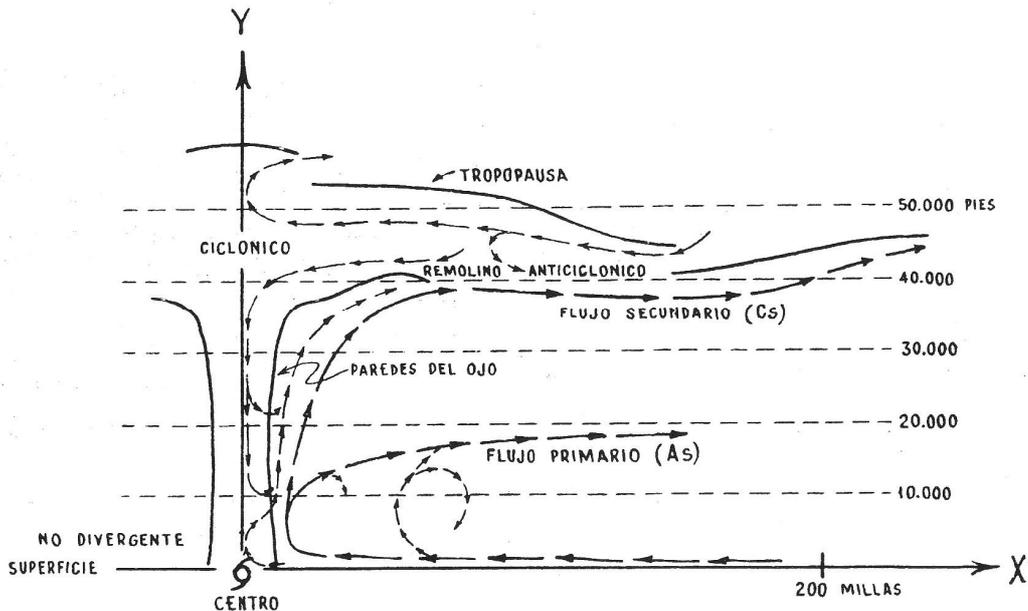


Figura 6.- Modelo de circulación en un ciclón tropical, construido a base de datos aportados por aviones en sus vuelos de reconocimiento meteorológico.

* * *

Como habrá podido comprobar el lector a través de las noticias divulgadas por prensa y radio, los meteorólogos norteamericanos designan a los ciclones con nombres femeninos, poniéndoles como inicial letras consecutivas del abecedario. He aquí, a vía de curiosidad, los huracanes de la estación de 1955, con las fechas de formación y extinción:

Alice (31 dic. 1954-5 ene. 1955).- Brenda (31 jul.-2 ago.).- Connie (3-13 ago.).- Flora (3-9 sep.).- Gladys (4-6 sep.).- Hilda (10-19 sep.).- Ione (13-21 sep.).- Janet (21-29 sep.).- "Sin Nombre" (10-14 octubre).- Katie (16-19 oct.).

Así, se dio el contraste de que el tremendo huracán que arrasó la ciudad mejicana de Tampico el 19 de septiembre de 1955*, que presentaba vientos de más de 250 Km/h y causó más de 300 muertos respondía al dulce nombre de "Hilda" ...

* En el artículo original se introduce una errata en esta fecha y aparece el año de 1954 en vez de 1955. Respecto a como evolucionó este huracán; el Hilda, tenemos el siguiente relato (información sacada de la página web: <http://www.smf.mx/boletin/Ene-99/articles/juan.html>):

El mes de septiembre de 1955 fue lluvioso en grado extremo para la parte central de México, a causa del huracán Hilda. El día 11 de septiembre el huracán se encontraba al norte de Puerto Rico, cuando todavía tenía la categoría de tormenta tropical, y se movía de este a oeste, siguiendo la trayectoria habitual de los huracanes generados en esa región del Atlántico. El día 12 se transformó en huracán, y el 13 pasó rozando el norte de La Española, sin tocar tierra. El 14 pasó por la parte sudoriental de Cuba, y luego enfiló su trayectoria hacia territorio mexicano. El 17 cruzó la península de Yucatán, para entrar el 18 en aguas del Golfo de México, moviéndose con rugidos ensordecedores casi en línea recta rumbo a Tampico. Al amanecer del 19 de septiembre, el huracán se aproximó a las costas, con vientos de velocidad creciente que rebasaban los 250 kilómetros por hora. El pánico entró con furia en territorio nacional, en las inmediaciones del puerto de Tampico, acompañado de destrucción y muerte, y provocando una de las peores inundaciones de que se tenga memoria. Las partes bajas de Tampico quedaron sepultadas bajo las aguas por varios días. Los efectos destructores del huracán se esparcieron por todo el altiplano.

La zona de Carolina del Sur, Florida y Tejas está normalmente considerada como el cinturón de huracanes.

Como dato interesante haremos constar que mediante un cohete se ha conseguido fotografiar de “cuerpo entero” a una de estas lindas (?) y veleidosas perturbaciones atmosféricas desde una altura de 160 Km. El huracán, de unos mil kilómetros de radio, aparecía situado en las proximidades de Río, en el Estado de Tejas.

Proyecto para investigación de huracanes.

Los norteamericanos, con el lujo de medios técnicos que les es proverbial, comenzaron en mayo de 1956 una recopilación de observaciones y datos que constituyen el esquema básico del “National Hurricane Research Project”, al que asignaron unos treinta meses de duración y en el que vienen estudiando de forma sistemática los puntos:

- a) Perturbaciones sinópticas asociadas a los ciclones y detalles de su estructura y de cómo la energía es aportada a la tormenta.
- b) Estudio de la formación de nubes y lluvias en los huracanes e investigación de los posibles desequilibrios termodinámicos que permitan modificar la estructura y movimiento de un ciclón.
- c) Determinación de los parámetros más importantes en la predicción de huracanes con auxilio del radar y la aviación.

Este último punto merece mención aparte, ya que en él cooperan los siguientes medios:

- 1) Aviones especialmente equipados para vuelos de reconocimiento meteorológico.
- 2) Reconocimiento, mediante cohetes, para hacer fotografías completas del huracán y sus alrededores, desde alturas de 50 millas.
- 3) Radar especial para localizar el centro del ciclón tropical, viendo si este mínimo de baja presión coincide con el “ojo” de la tormenta, y para estudiar los sistemas nubosos y las bandas de lluvias torrenciales asociadas a ellos.
- 4) Estudio muy completo de los mapas del tiempo: al nivel del mar, a 700 y 250 mb, cartas de líneas de corriente en bajos niveles y secciones verticales. Una extensa red de sondeos termodinámicos con radiosondas se extiende a tal fin desde Tampa (Florida) hasta Guadalupe (Indias Occidentales francesas).

Los aviones asignados al proyecto por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, y que trabajan bajo las directrices del “Air Weather Service”, fueron inicialmente un B-47 y dos B-50. Cada huracán se analiza simultáneamente por tres aviones que vuelan dentro de la misma tormenta: el primero, entre 1000 y 8000 pies; el segundo, comienza a 15000 pies, para alcanzar luego los 25000 pies, y el tercero ataca la tormenta a 30000 pies y puede desplazarse, eventualmente, hasta los 40000. Cada avión va equipado con instrumentos de la más avanzada técnica: higrómetros de absorción de infrarrojos, radioaltímetros, equipo para estudio físico de nubes e

intensidad del campo eléctrico, dispositivos para medir el tamaño de las gotas de lluvia, los núcleos de condensación y engelamiento, etc.

Para fines de la recopilación de datos y dirección de las operaciones se estableció la base en Florida. El Centro de Investigación de Miami sacará posteriormente, tras intensos y concienzudos estudios, modelos teóricos de los huracanes y métodos prácticos para predicciones numéricas.

Las observaciones oceanográficas relacionadas con los ciclones tropicales estaban a cargo de las célebres “torres de Texas” (instalaciones flotantes situadas frente a las costas americanas que completan la cadena de alerta y radar) y de los dispositivos montados para la explotación de petróleo en el Golfo de Méjico. Estas observaciones van especialmente orientadas a investigar la causa de las inundaciones costeras provocadas por los huracanes.

En la lucha del hombre contra los fenómenos atmosféricos adversos tendrán siempre un meritorio recuerdo histórico estos célebres “Projects” acometidos por los norteamericanos, en los que, sin escatimar medios técnicos ni económicos, se van obteniendo interesantísimas conclusiones teóricas para el progreso de la Meteorología y valiosas consecuencias prácticas para la Aeronáutica. Además de éste, relacionado con los ciclones tropicales, son dignos de mención el “Thunderstorm Project” (llevado a cabo en la primavera y verano de los años 1946-47, para analizar la estructura dinámica de las tormentas) y el “Jet-Stream Project” (comenzado en abril de 1954 a fin de investigar los “chorros” de viento en la atmósfera superior y las turbulencias a ellos asociadas).

También son de resaltar las Conferencias celebradas en el Japón en noviembre de 1954, bajo los auspicios de la UNESCO, a las que concurrieron prestigiosas figuras de la Meteorología Tropical de Corea, China, Filipinas, India, Japón y Vietnam, con el fin de intercambiar estudios y opiniones sobre los tifones de aquella zona del SE. de Asia.

Estas ambiciosas empresas científicas son las que impulsan la Meteorología que, en ejemplar cooperación internacional, va superponiendo sobre la cuadrícula de meridianos y paralelos de nuestro planeta una red cada vez más uniforme y extensa de estaciones (en la que todavía se observan grandes lagunas forzadas por los océanos, desiertos y tierras polares). Sus observaciones son de interés capital, no sólo para trabajos sinópticos y climatológicos, sino también desde el punto de vista económico y social. Nunca debe olvidarse, por ejemplo, que el “dibujo abstracto” de un ciclón tropical en los mapas del tiempo puede pasar a ser una “realidad concreta” al presentarse sobre zonas habitadas, con su catastrófico cortejo de tormentas, vientos huracanados e inundaciones.