

EL HURACAN GILBERTO Y SU EVOLUCION EN EL CARIBE, GOLFO DE MEXICO Y NORTEAMERICA (SEPTIEMBRE DE 1988)

José Jaime Capel Molina
*Departamento de Geografía
Universidad de Murcia*

RESUMEN: En este estudio se analiza el huracán "Gilbert" considerado como uno de los más violentos del siglo XX. Se originó en un thalweg barométrico que extendía hacia el Norte las calmas ecuatoriales. La onda del Este se profundiza, formalizándose en su interior una depresión tropical. El 11 de septiembre adquiere la fuerza de ciclón tropical. Localizado a 55° W y 12° N, se desplaza a través de las aguas cálidas de la corriente de las Antillas, devastando la República Dominicana, Haití, Jamaica, Cuba, islas Caimán, Honduras, Península de Yucatán, los estados mexicanos de Tamaulipas, Nuevo León y finalmente Texas. A su paso por el canal de Yucatán, los vientos máximos alcanzan 324 Km./h., lo que se traduce en una marejada que se alzó hasta 5 metros sobre el nivel del mar, registrando el mínimo de presión de 890 mb., que constituye el récord de mínimo de presión para los huracanes en el océano Atlántico desde que existen registros meteorológicos.

Palabras clave: Climatología tropical. Huracanes. Ciclón Gilberto. Septiembre/1988. Océano Atlántico.

SUMMARY: The 'Gilbert' hurricane and its evolution in the Caribe, the Mexican Gulf. And American Land. (September/the 1988).

In this work it is analyzed the 'Gilbert' hurricane, considered as one of the most violent in the 20 th. century, and it was originated in a barometrical thalweg which spread the Equatorial calms to the North. The Eastern wave is deepened, originating inside a tropical depression. The 11 th of september gets the force of a tropical cyclon. Placed 55° W and 12° N, it moves through the warm waters of the stream in the Antilles, desolating the Dominique Republic, Haiti, Jamaica, Cuba, Caiman islands, Honduras, Yucatán Peninsula, the Mexican states of Tamaulipas, Nuevo León, and finally, Texas. On its way through the Yucatan Channel, the strongest winds reach 324 km/h, what is translated in a swell of the sea which reached as far as 5 metres over sea level, recording the lowest pressure of 890 mb., which makes up the lowest pressure of record for hurricanes in the Atlantic Ocean since the meteorological searches were created.

Key words: Tropical climatology. Gilbert cyclon. Atlantic Ocean. Hurricanes.

El año de 1988 en el Atlántico Norte se caracterizó por una gran actividad en cuanto a la formación de huracanes. Hubo un total de 19 perturbaciones tropicales, 11 de las cuales adquieren al menos la intensidad de tempestad tropical. Frecuencia media anual mayor que en el período 1931-1984 (1) y muy superior respecto al promedio que Vallaux da para el período entre 1887 y 1925 de 6,4 (2). Sobre todo después de un bienio indigente en este tipo de fenómeno atmosférico tropical (1986-1987) anotándose seis perturbaciones para cada uno de los años (3). Sin embargo, después del verano y el otoño de 1988 no se ha producido un invierno perturbado en Europa; por el contrario el tiempo atmosférico se ha caracterizado por la ausencia de vientos del Oeste a latitudes templadas y una anomalía climatológica singular. Temperaturas altas y grave sequía en España y Portugal, afectando también, aunque menos severamente, a Francia, Italia y países centroeuro-

peos del bajo Danubio. La circulación zonal mostró un elevado índice con circulación del Oeste y Suroeste al norte del paralelo 55° N. Permaneciendo casi estacionario un fuerte anticiclón europeo, correspondiéndose con un anticiclón de bloqueo de la circulación superior sobre Europa del Oeste entre el tres de diciembre de 1988 y el 20 de febrero de 1989. Extendiendo su influencia a las penínsulas mediterráneas (Ibérica, Itálica y Balcánica), influencia árida que se hizo notoria en regiones tradicionalmente lluviosas como el NW y el Norte de España, contabilizándose numerosos incendios forestales en Asturias y Cantabria. Hecho impensable para meses de invierno, aunque en gran parte intencionados.

En Cantabria no había un invierno tan seco desde 1876 y los embalses de Galicia estuvieron tan sólo al 15% de su capacidad. La grave sequía que ha interesado a Europa del Oeste y cuenca mediterránea, ha ido paralelo a una acusada

anomalía térmica positiva. La persistencia de tiempo anticiclónico seco y moderadamente cálido ha provocado un agravamiento de los niveles de contaminación atmosférica en los grandes centros urbanos e industriales. A comienzos de febrero el aire en París contenía un promedio de 440 miligramos de dióxido de azufre y 100 miligramos de monóxido de carbono por metro cúbico.

La estación de huracanes de 1988

La estación de 1988 comenzó tardíamente. De las 19 perturbaciones que se anotaron, 5 alcanzan la intensidad de ciclón tropical (vientos superiores a 63 nudos) y 6 el estadió de tempestad tropical (vientos de 34 a 63 nudos). Nosotros hemos utilizado como base de investigación la cartografía sinóptica que aparece "Europäischer Wetterbericht" de Frankfurt. Se llevó a cabo una búsqueda cartografiando sobre el Atlántico los ciclones tropicales a las 00 h. (T.M.G.) en sus momentos de nacimiento, desarrollo y disipación, indicando trayectorias y duración.

La primera perturbación con categoría de tempestad tropical "Alberto" se forma el 6 de agosto y la última "Keith" (tempestad tropical) el 17 de septiembre. De todos ellos sólo tres: Ernesto, Helene y Keith son convertidos en ciclones del frente polar alcanzando el espacio sinóptico del Atlántico Norte. Ernesto alcanza Islandia el 7 de septiembre y el ciclón tropical Helene llega al Mar de Noruega y posteriormente al Mar de Barents el 4 de octubre.

El promedio de duración es alto, con 6,4 días: destaca el ciclón Joan de larga longevidad con 15 días (12-26 de octubre). Las regiones aerológicas más propicias para la formalización de estas perturbaciones fueron por importancia, los espacios marítimos al Este del meridiano 60° W (Atlántico Central), con cinco casos. Igualmente presenta cinco casos el sector marítimo del Golfo de México y oeste del Mar de las Antillas; las regiones menos afectadas fueron las longitudes comprendidas entre los meridianos 60° y 80° W, correspondiéndose con el Caribe, con tan sólo un caso. La mayor parte de las perturbaciones en el Atlántico tropical exhibieron movimiento hacia el Oeste. América Central y el Caribe fueron visitados por dos devastadores huracanes: "Gilberto" por su intensidad y "Joan" por su extrema trayectoria al Sur, próximo al Ecuador (4).

El ciclón tropical Gilberto

En el período del 9 al 17 de septiembre de 1988, una perturbación tropical se forma al Este de Barbados sobre el paralelo 12° N, desplazándose a lo largo de las aguas cálidas de la corriente marina Norte-Ecuatorial. El huracán "Gilberto" constituye un nítido ejemplo de ciclón tropical: la disposición concéntrica de las isobaras, dimensiones reducidas de 300 Kms. de radio, la homogeneidad térmica de la atmósfera en la corriente del alisio, los fuertes vientos superiores a 63 nudos, con ráfagas de más de 320 Km./h.,

su continuo avance hacia el Oeste por el flujo de vientos superiores del Este y desvío paulatino hacia el Polo, su larga vida de 9 días, con caídas de la presión en el centro del vórtice por debajo de 930 mb., incluso registrando el día 14 de septiembre a las 00 h. el valor más bajo conocido de 890 mb., convirtiéndose en el récord de presión más baja para huracanes en el Atlántico, desde que existen registros. Todas estas características le diferencian de las perturbaciones ciclónicas extratropicales.

A principios de septiembre se observaba sobre el Atlántico tropical un tipo de "**circulación con régimen normal**". Situación atmosférica definida barométricamente por la presencia del anillo anticiclónico subtropical, cuyo eje principal se extiende a lo largo del paralelo 35° N. Fusionándose las células de Bermudas y Azores en un único centro anticiclónico, emplazado a 40° W. Tal disposición aplastada del anticiclón subtropical, en sentido de los paralelos terrestres, definía una corriente marítima de largo recorrido sobre la región tropical, del Este. Este esquema de "**circulación con régimen normal**" y característico de la época cálida —circulación del alisio— queda alterado por meteoros que destruyen la uniformidad del régimen del alisio el día 3, apareciendo una nueva "**circulación con régimen perturbado por ciclones tropicales**". Constituye una situación específica dentro del régimen normal del alisio que traduce los altos valores de humedad y calor latente de vaporización en violentas tempestades, de viento huracanado y que liberan la energía acumulada (5).

Dentro de esta circulación zonal del Este aparece la cuarta perturbación tropical "Debby" (tempestad) afectando a las costas de Veracruz el 2 y 3 de septiembre. Simultáneamente aparece una inflexión de las isobaras, formalizándose un thalweg barométrico que remonta desde las calmas ecuatoriales, cuyo eje principal se situó a lo largo del meridiano 58° W. La onda del Este se profundiza, originando en su interior una circulación cerrada que evoluciona en violenta tempestad tropical (**Ernesto**) a 34° N. el día 4. El día 7 sobre el golfo de México se organiza una perturbación con categoría de ciclón tropical "**Florence**".

El día 9 superpuesta a la corriente tropical del Este, aparece una acusada inflexión de las isobaras hacia el Norte, que prolongan las bajas presiones ecuatoriales, cuyo eje principal se sitúa a 55° W. Originándose en su seno circulación cerrada, la duodécima depresión tropical a 12° N sobre aguas cálidas (28°) de la corriente Norte-Ecuatorial. Convirtiéndose el día 10, a las 10 h., en tempestad tropical bautizado por el servicio meteorológico de USA con el nombre de "Gilbert", comenzando una larga deriva hasta alcanzar México. La tempestad tropical genera vientos de hasta 35 nudos del NE, en la isla de Guadalupe en superficie, que rebasan los 40 nudos a 200 mb., con componente SE sobre Santo Domingo. El día 11, a las 4 h., alcanza la fuerza de ciclón tropical, moviéndose lentamente hacia el Oeste dentro del flujo del alisio y sobre las cálidas aguas de la corriente oceánica del Mar de las Antillas, anotándose a unos 500 Kms. del centro del ciclón vientos de hasta 45 nudos. El día 12 afecta al sur de la República

Dominicana y Haití; el 13 afecta de lleno a Jamaica, provocando graves destrozos, con pérdidas en millones de dólares. El 14 se aproxima al canal de Yucatán, afectando al oeste de Cuba y a la P. del Yucatán, especialmente al estado de Quintana Roo, alcanzando una fuerza inusitada provocando vientos de hasta 300 Kms./h. en Puerto Juárez, alcanzando el mínimo de presión barométrica de 890 mb., que constituye "lowest pressure of record for a hurricane" (6) para el Atlántico desde que existen registros meteorológicos. Cuanto más bajo llegue a ser la presión atmosférica en el ojo del torbellino, mayor intensidad suelen alcanzar los vientos giratorios.

Durante los días 14, 15 y 16 de septiembre sobre la vertical del ciclón tropical aparece un vórtice ciclónico a 500 mb. con aire cálido en su interior entre (-3°) y (-4°), el aire más cálido de los alrededores. Como corresponde a la estructura con ojo cálido de un ciclón tropical, donde el gradiente térmico horizontal está dirigido radialmente hacia fuera. Mientras que el día 15 afecta especialmente al estado mexicano de Yucatán y Campeche, el 16 interesa a Veracruz, adentrándose sobre el continente el día 17 a través de Tamaulipas, afectando a Nuevo León con graves daños en Monterrey a consecuencia de las lluvias torrenciales; convirtiéndose al perder fuerza de los vientos en tormenta tropical.

Los vientos inducidos por el huracán "Gilberto" produjeron una deformación en las aguas costeras que provocó inundaciones en las tierras bajas de la Península de Yucatán, impidiendo la corriente natural de los ríos. El nivel del mar subió más de 3 metros. Aparte del ascenso del nivel del mar (entre 50 cm. y 1 metro) inducido como consecuencia de las bajas presiones atmosféricas.

Racha máxima, 14/septiembre/1988, de 324 Km./h. (4 y 10 Z). Viento sostenido, 14/septiembre/1988, de 278 Km./h. (4 y 10 Z).

El huracán tuvo a lo largo de su trayectoria un desplazamiento latitudinal de 13° . Después de abordar la península de Yucatán por Cozumel, pasa por Tizimin y Progreso, para ingresar en el Golfo, posteriormente penetra por las costas de Tamaulipas, a 170 Kms. al Sur de Matamoros y

a 230 Kms. al Norte de Tampico. Finalmente se adentra en Nuevo León por Saltillo convertido ya en tempestad tropical.

Huracanes más intensos que penetraron en las costas mexicanas durante los últimos años (1966-1988)

10/oct./1966	"Inés"	Tamaulipas	230 Km./h.
23/sept./1967	"Beulah"	P. de Yucatán y Tamaulipas	280 Km./h.
12/sept./1970	"Ella"	P. de Yucatán y Tamaulipas	185 Km./h.
2/sept./1977	"Anita"	Tamaulipas	250 Km./h.
11/agos./1980	"Allen"	Tamaulipas	280 Km./h.
29/agos./1983	"Barry"	Tamaulipas	130 Km./h.
14-16/sept./1988	"Gilberto"	P. de Yucatán y Tamaulipas	324 Km./h.

Efectos inducidos por el huracán "Gilberto" en la Península de Yucatán y Tamaulipas

El viento y los daños provocados por "Gilberto" a su paso por la península de Yucatán, fueron cuantiosos. Constituye un ejemplo paradigmático al instituirse en uno de los más fuertes registrados en la historia reciente. Unas 220.000 has. cultivadas de maíz fueron totalmente destruidas a su paso por Quintana Roo, Yucatán y Campeche. 45.000 has. de maíz quedaron muy dañadas en Yucatán y 20.000 has. en Tamaulipas. En Yucatán 6.000 has. de Frijol quedaron devastadas, igualmente unas 10.000 has. de la cosecha de arroz en Campeche.

El 22 de septiembre el gobierno mexicano contabilizaba 675.000 damnificados y 250 muertos, de los cuales 60 murieron ahogados en las aguas del río Santa Catarina, cauce normalmente seco en la mayor parte del año en la ciudad de Monterrey. Las pérdidas se calcularon en 2,5 billones de pesos en material, infraestructura de comunicaciones y hotelera, viviendas, ganadería, pesca y agricultura.

Evolución de "Gilberto" según "The National Hurricane Center, Miami"

Long. W.	Día	Hora Z	Lat. N.	Categoría	Radio máximo en Kms.	Diámetro del ojo	Vientos en Km./h.			
65°	10	16 h	15° 2'	tempestad	93	—	NE 185	SE 139	SW 65	NW 65
70°	11	16 h	16° 5'	huracán	119	74	231	231	46	139
76° 7'	12	16 h	18°	huracán	119	56	139	46	46	139
82° 1'	13	16 h	19° 1'	huracán	119	24	93	93	93	139
87° 3'	14	16 h	20° 7'	huracán	119	15	185	93	93	185
92° 3'	15	16 h	22° 2'	huracán	119	18	231	139	139	231
96° 4'	16	16 h	23° 9'	huracán	119	35	231	185	185	231
98° 6'	17	16 h	24° 6'	huracán	119	37	185	185	46	46

El viento causa daños que por lo general crecen en proporción al cuadrado de su velocidad, de acuerdo con la fórmula básica $P = K v^2$, en la cual P es la presión ejercida por el viento contra las superficies verticales, V es la velocidad del viento y K es el factor dependiente de la densidad del aire y al arrastre. El viento con velocidades comprendidas entre 65 y 80 Km./h. desprende hojas y ramas pequeñas de árboles. Entre velocidades de 90 a 115 Km./h. arranca árboles de raíz, derriba techumbres y paredes ligeras. En cambio los vientos de huracán con velocidades superiores sostenidas de 115-120 Km./h. derriba incluso edificaciones, ejerciendo una presión de 400 Kgm./m.² en las grandes estructuras y puede arrasar hasta los cimientos de edificios en su primer impacto.

A su paso por la Península de Yucatán, el mayor daño del huracán "Gilberto" fue en las construcciones, pues gran parte de la población fue previamente evacuada o alojada en construcciones más seguras; en Cancún resultaron seriamente dañadas 3.977 plazas hoteleras y 1.362 en Cozumel (7). A lo largo del litoral septentrional del Yucatán quedó patente la violencia del viento, con ráfagas máximas superiores a 300 Km./h., en la vegetación arbórea que estaba quemada por el arrastre del agua, sal y arena en forma horizontal. Tal efecto se presentó en varios kilómetros del litoral, incluso la vegetación en espacios interiores de la península mostraba aspectos de inclinación en dirección de los vientos máximos.

En las franjas costeras, los daños ocasionados directamente por el viento fueron muy inferiores a los provocados por la sobreelevación del nivel del mar y por el oleaje sobrepuesto a este nivel extraordinario. La invasión de agua salina afectó, en algunos casos, a franjas de varios kilómetros de ancho, sobre todo en el estado de Yucatán. En este sector septentrional, y en torno a la ciudad de Progreso, los daños observados fueron profundamente ligados a la sobreelevación del nivel marino (de hasta tres metros). Embarcaciones de hasta 100 toneladas fueron arrastradas para depositarse a decenas e incluso centenares de metros alejados del litoral, una vez de la retirada del agua. Ello directamente relacionado con la escasa profundidad del mar en torno a la costa septentrional, que si bien limita la altura de la ola, en cambio, incrementa el efecto de marea.

Por otro lado en el litoral oriental (Quintana Roo), en las proximidades de Cancún, Puerto Morales y Puerto Juárez los daños se debieron al efecto combinado de oleaje y sobreelevación del nivel del mar, por la gran profundidad frente al litoral, agregándose adicionalmente un factor coyuntural como fue la posición y desplazamiento del centro del huracán que provocaba vientos de hasta 250 Km./h., paralelos a él; de tal manera, que el oleaje (mar arbolada) interesaba al litoral de forma oblicua, originando fuerte arrastre de sedimentos. El gran complejo hotelero de

Cancún después del paso del huracán quedó completamente erosionado hasta el nivel de la roca de arenisca subyacente, erosionándose un volumen de 1 millón de metros cúbicos de arena depositada no en la costa, sino más adentro. Según Sánchez Sesma, los daños a edificaciones hoteleras fueron en su mayoría por socavación de la arena por debajo del nivel de cimentación de las estructuras. Las huellas indican alturas máximas de agua por marea y oleaje combinado de más de 5 metros sobre el nivel del mar (8).

Las precipitaciones ocasionadas por el huracán en la República de México

Los ciclones tropicales van asociados a formaciones nubosas convectivas, a modo de espiral giratoria. Se trata de grandes núcleos de convección profunda, Cumulonimbos, de gran dimensión vertical que alcanzan el techo de la tropopausa, que se traducen en grandes tormentas, gran fuerza del viento y lluvias torrenciales que se incrementan al encontrar elevaciones montañosas. Gilberto llegó a provocar lluvias de hasta 340 mm. en 24 horas. El paso del huracán entre los días 14 y 17 de septiembre, dio lugar a un régimen de lluvias intensas; mientras en las costas de Quintana Roo, éstas se presentaron sobre todo el día 14, en el estado de Yucatán y Campeche se registraron el día 15. Por el contrario en Tamaulipas y Nuevo León se desplazaron a los días 17 y 18, por el continuo traslado este-oeste de la perturbación.

Destacaron:

340 mm. en San Nicolás (Tamaulipas), el día 17
280 mm. en Nunkini (Campeche) el día 15
280 mm. en Guadalupe (Tamaulipas) el día 17
278 mm. en Xcupil (Campeche) el día 15

QUINTANA ROO

Observatorios	(Precipitación en mm.)		
	Día 13	Día 14	Día 15
Dziuche	6,9	198	0
Vallehermoso	0	60,5	90,7
Puerto Felipe Carrillo	33,8	162	0

YUCATAN

Observatorios	(Precipitación en mm.)		
	Día 13	Día 14	Día 15
Mérida	12,8	20,2	140,6
Progreso	5,2	110,4	9,1

CAMPECHE

Observatorios	(Precipitación en mm.)				
	Día 13	Día 14	Día 15	Día 16	Día 17
Becal	Inp.	40	240,1	15,4	7
Calkini	8	25	200	20,2	0
Campeche Sur	13,3	31,6	210,5	3,6	0
Dzibalche	0	0	250,4	0	0
Edzna Drenes	2	0	222	0	0
El Carmen	36	23,6	72	0,8	0
Hool	26,5	2,5	180	0	0
Hecelchakan	17,5	7	250,5	Inp.	0
Hopelchen	1	1,4	224	0	0
Kanci	40	6	200,5	15,7	0
Nunkini	0	15	280	15	0
Tximucuy	8,2	40	234,4	Inp.	0
Xcupil	0	2	278	0	0

TAMAULIPAS

Observatorios	(Precipitación en mm.)					
	Día 13	Día 14	Día 15	Día 16	Día 17	Día 18
San Nicolás	0	0	0	0	340	0
Mainero	0	0	25	17	52	170
Abasolo	0	0	3,7	35	120	0
San Carlos	0	0	12,5	24	200	0
Conrado Castillo	0	0	30	270	0	0
El Encinal	0	1	0	160	10	0
Graciano Sánchez	0	0	0	200	9,5	0
Guadalupe	0	10	Inp.	42	280	0
La Loba	0	0	0	100	130	0
Lucio Blanco	0	0	0	256	0	0
Maguelles	0	0	0	26	181	0
Padilla	0	0	0	23,7	122	0
Puerto de Valles	0	1,2	0	16,4	86,8	Inp.
Tenacitas	0	0	0	40	165	0
Villagran	0	0	0	26	197	0

Conclusiones

Los ciclones tropicales tras una primera fase de su recorrido de Este a Oeste, con ligera componente SE, suelen cambiar de rumbo rolando al SW con una configuración parabólica en su trayectoria, típicamente anticiclónica. En la estación de huracanes de 1988 sobre el Atlántico algunos de ellos nacieron y murieron en el océano (Alberto, Ernesto, Helene, Isaac y Keith); otros, en cambio, originándose en el océano morían por debilitamiento, al adentrarse en territorio norteamericano (Debby, Beryl, Chris, Florence, Gilberto). Excepcional, por su recorrido y trayectoria fue el ciclón Joan que se desplazó de Este a Oeste, a lo largo del paralelo 12° N. Con un desplazamiento de más de 7.500 Kms., atraviesa el Caribe y Centroamérica por Nicaragua, el Pacífico, convirtiéndose en la tempestad tropical "Mirian" que origina grandes lluvias en el golfo de Tehuantepec. Parte de ellos prosiguen su vida y actividad, encauzados por la corriente de Poniente del anillo templado. Bien reactivando perturbaciones extratropicales viejas o incluso engranándose en el sector cálido de una perturbación extratropical activa. Convirtiéndose, con frecuencia, en un ciclón noruego resurgiendo como grandes borrascas, con un esquema ondulatorio clásico de la nubosidad—frente cálido y frío—, con depresión fría en altura que trae un largo reco-

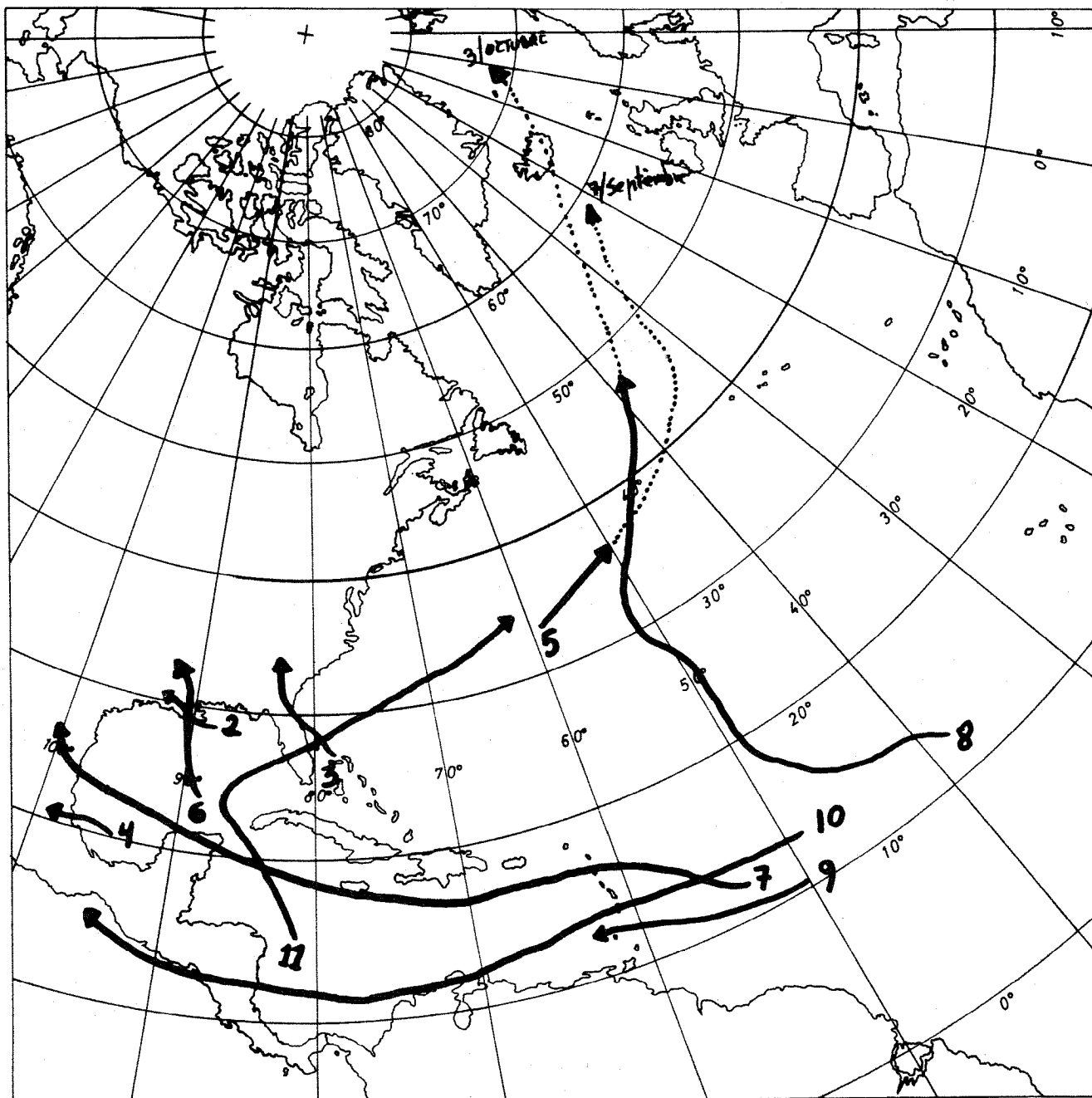
rido sobre el Atlántico Norte, interesan a Islandia y Mar de Noruega, con un aporte pluviométrico efectivo. En esta ocasión ninguno de ellos interesó a las costas del continente europeo, como en los años anteriores por nosotros analizados en trabajo anterior.

No cabe duda que durante los meses más cálidos del año (mayo a octubre) en el hemisferio Boreal y (diciembre a mayo) en el hemisferio Austral, los huracanes o ciclones acontecen en los trópicos. Tanto en relación a los meteoros que origina, sobre todo, las lluvias torrenciales y la gran fuerza del viento capaz de dañar las más sólidas estructuras, cuanto al efecto subsecuente de inundación por invasión de agua salina provocado por la sobre elevación del nivel del mar y oleaje sobrepuesto a este nivel extraordinario. En espacios litorales de llanura los efectos devastadores son notorios, con marejadas que elevan el nivel marino más de tres metros como en el caso reciente del huracán "Gilberto" en septiembre de 1988 que afectó a la región caribeña, península de Yucatán, Tamaulipas, Nuevo León y Texas. La mortalidad por este meteoro es muy considerable en las regiones tropicales del Atlántico, Pacífico e Indico. "Gilberto" ha sido uno de los huracanes más catastróficos en el Atlántico en el presente siglo, los vientos sostenidos máximos se estimaron en 278 Km./h. (9) y rachas máximas de 324 Km./h. (10).

NOTAS

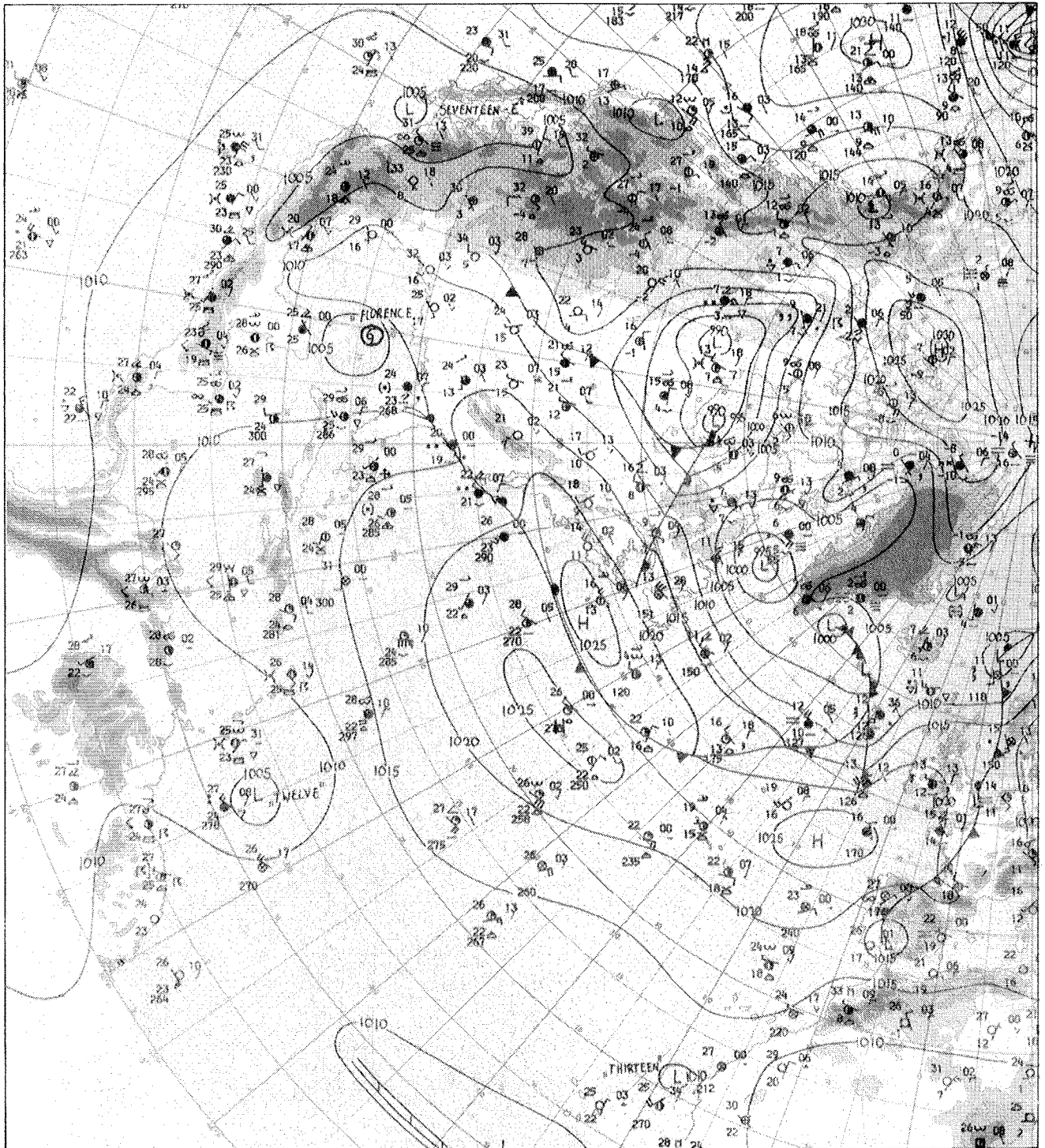
- (1) Direction de la Météorologie Nationale (1985): "Saison 1984 des perturbations tropicales dans l'Atlantique-Nord". **Rev. Met-Mar**, n.º 188, pp. 50-53.
- (2) CAMILLE VALLAUX (1961): **Geografía general de los mares**. Juventud Barcelona, pág. 318.
- (3) CAPEL MOLINA, J. J. (1988): "Las perturbaciones tropicales en el Atlántico Norte y su incidencia en Europa Occidental". **Rev. Papeles de Geografía**, n.º 14, pp. 9-33. Universidad de Murcia.
- (4) John H. WARD (1988): "The first year of operational forecasts with the national meteorological center's Quasi. Lagrangian Hurricane model". **National Meteorological Center / NWS / NOAA**, Washington, DC 20233.
- (5) MORAN, F. (1947): "Los ciclones tropicales". **Rev. de Geofísica**, año VI, n.º 23, Madrid, julio-sept., pp. 405-476.
- (6) "Europäischer Wetterbericht" (1988): *Amtsblatt des Deutschen Wetterdienstes*, Frankfurter, Volume 13, n.º 258, p. 2.
- (7) JAUREGUI, Ernesto (1989): "Los huracanes prefieren a México". **Rev. Información Científica y Tecnológica**, agosto, Vol. II, n.º 155, México, D.F.
- (8) ROSERGAUS, M., y SANCHEZ SESMA, J. (1988): "Efectos del huracán Gilberto en la Península de Yucatán". **Rev. Ingeniería Civil**, noviembre, México, D.F.
- (9) Según la Escala de Huracanes Saffir-Simpson, elaborado por la Subdirección General del Agua. Subgerencia del Servicio Meteorológico Nacional de México. México, D.F.
- (10) ALAN G. DAVENPORT (1989): "Análisis del riesgo de huracán. El caso del huracán Gilbert. En **"Encuentro Internacional -Catástrofes y Sociedad-**", 24-26 de octubre, Madrid. Fundación Mapfre.

FIGURA 1. Estación 1988. Ciclones y tempestades tropicales en el Atlántico Norte



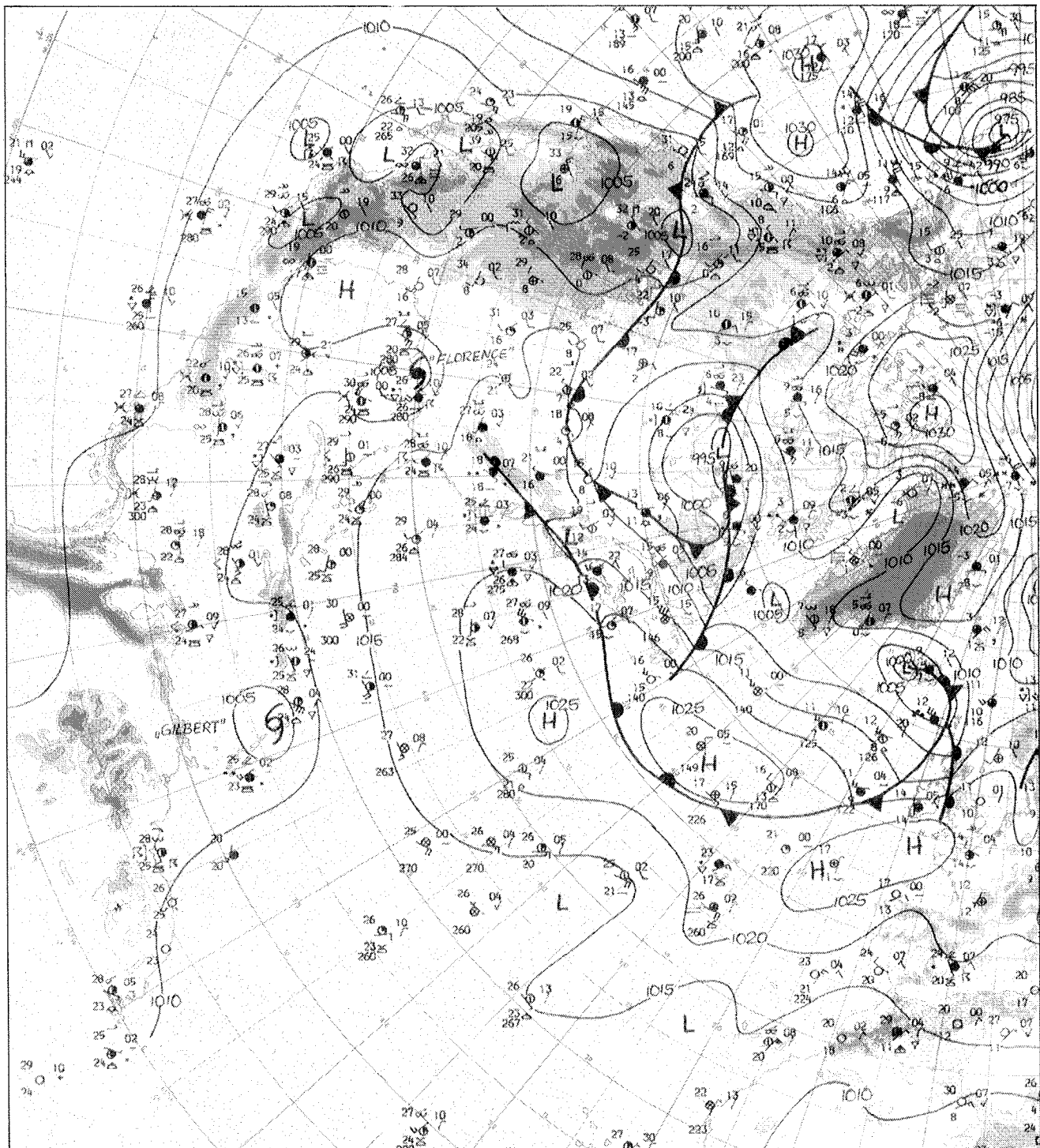
1. "Alberto" 6-8-VIII (Tempestad). 2. "Beryl" 8-10-VIII (Tempestad). 3. "Chris" 22-29-VIII (Tempestad). 4. "Debby" 1-3-IX (Ciclón). 5. "Ernesto" 3-4-IX (Tempestad). 6. "Florence" 7-10-IX (Ciclón). 7. "Gilberto" 9-17-IX (Ciclón). 8. "Helene" 19-30-IX (Ciclón). 9. "Isaac" 1-2-X (Tempestad). 10. "Juan" 11-26-X (Ciclón). 11. "Keith" 17-24-XI (Tempestad).

FIGURA 2. Situación del 9 de septiembre de 1988, a las 00 H.T.M.G.). Análisis de superficie



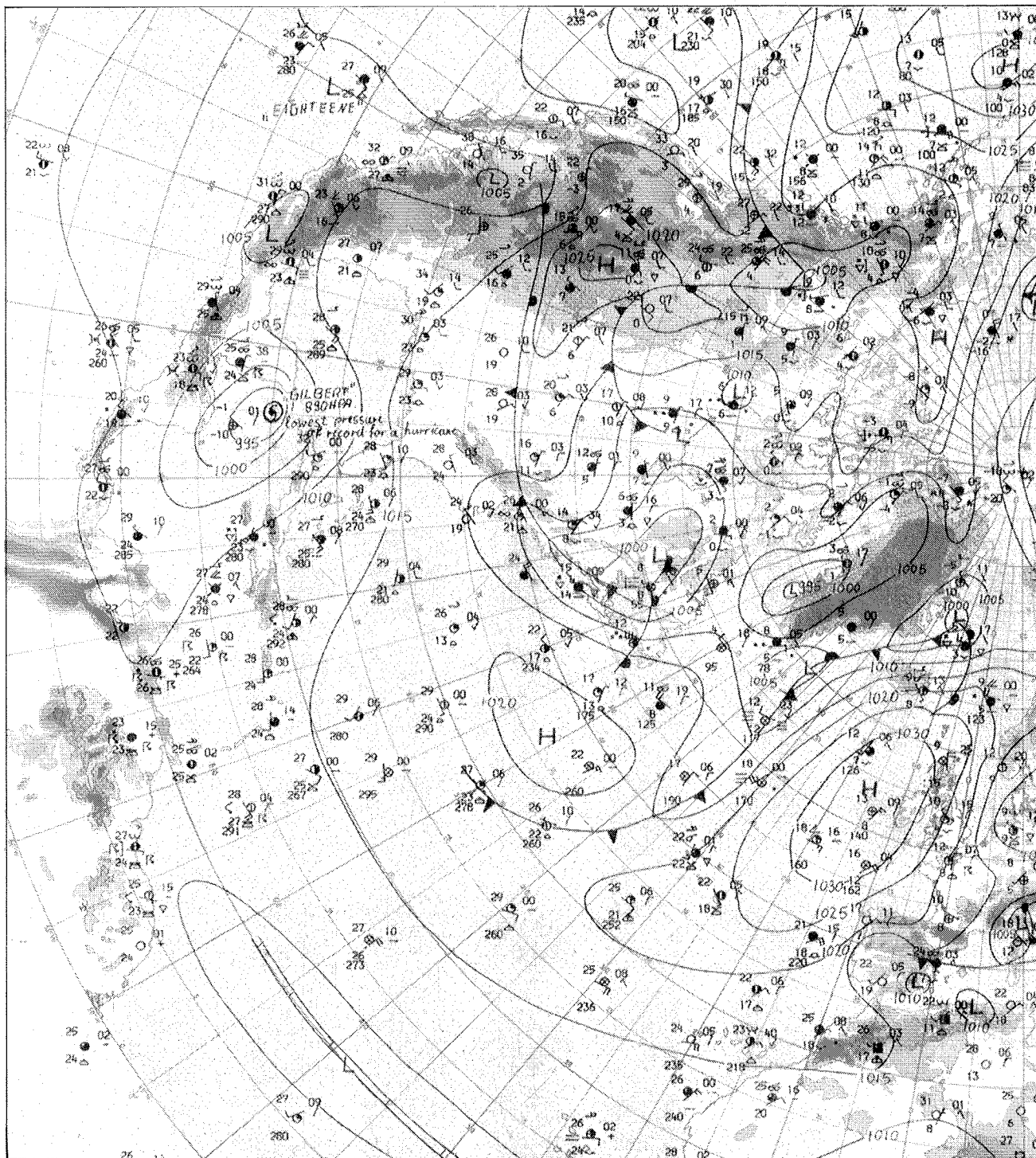
Superpuesta a la corriente tropical del Este, aparece una acusada inflexión de las isobaras hacia el Norte, que prolongan las bajas presiones ecuatoriales, cuyo eje principal se sitúa a 55° W. Originándose en su seno circulación cerrada, la duodécima depresión tropical al 12° N. Sobre aguas muy cálidas (28°) de la corriente Norte-Ecuatorial.

FIGURA 3. Situación del 10 de septiembre de 1988, a las 00 h. (T.M.G.), Análisis de superficie



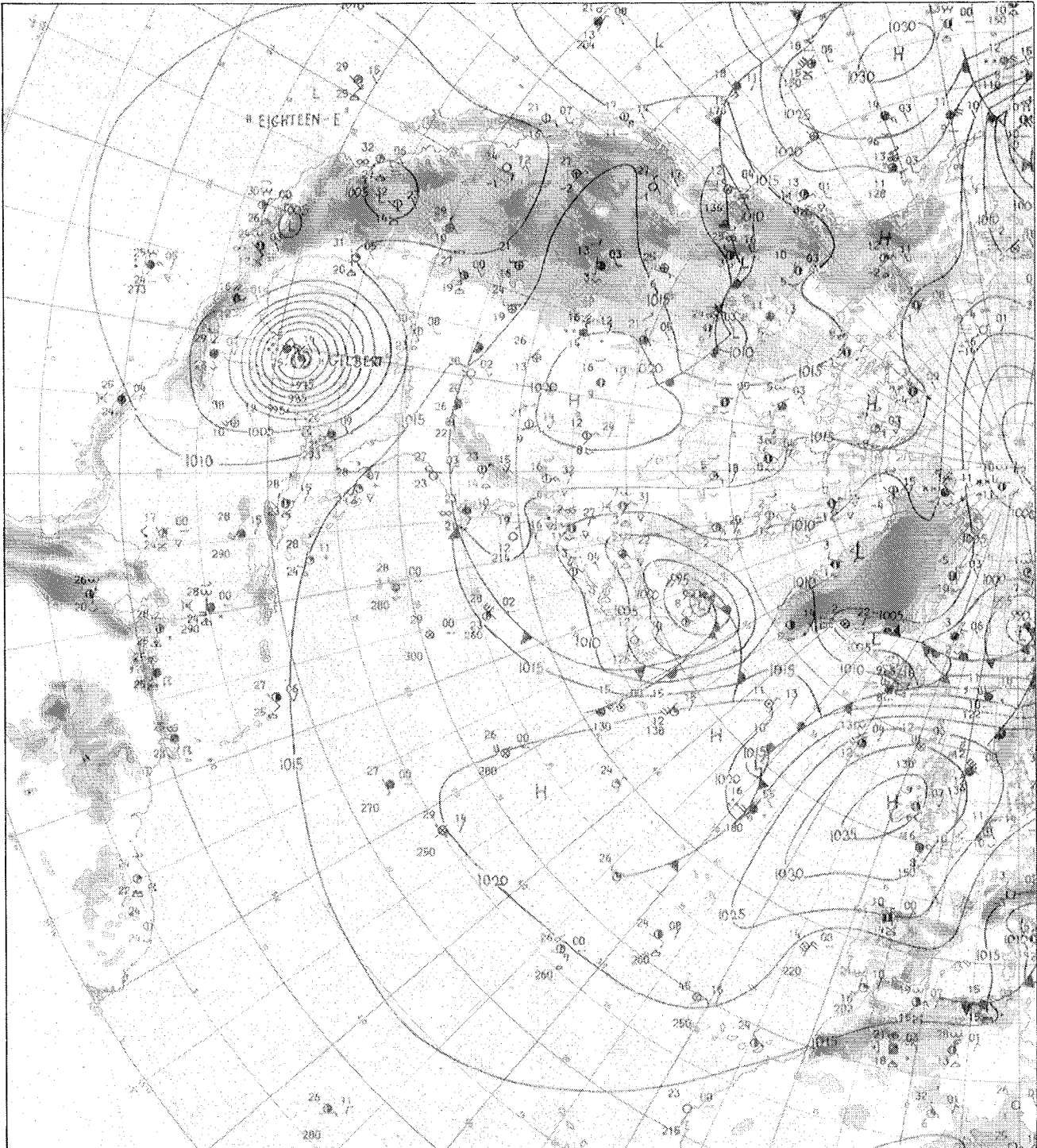
La depresión tropical sobre el Atlántico Norte se convierte en tempestad tropical, con vientos superiores a 100 Km./h., y bautizado por el Servicio Meteorológico Nacional de USA con el nombre de "Gilbert", afectando a Isla Guadalupe, a 62° W.

FIGURA 4. Situación del 14 de septiembre de 1988, a las 00 h. (T.M.G.). Análisis de superficie



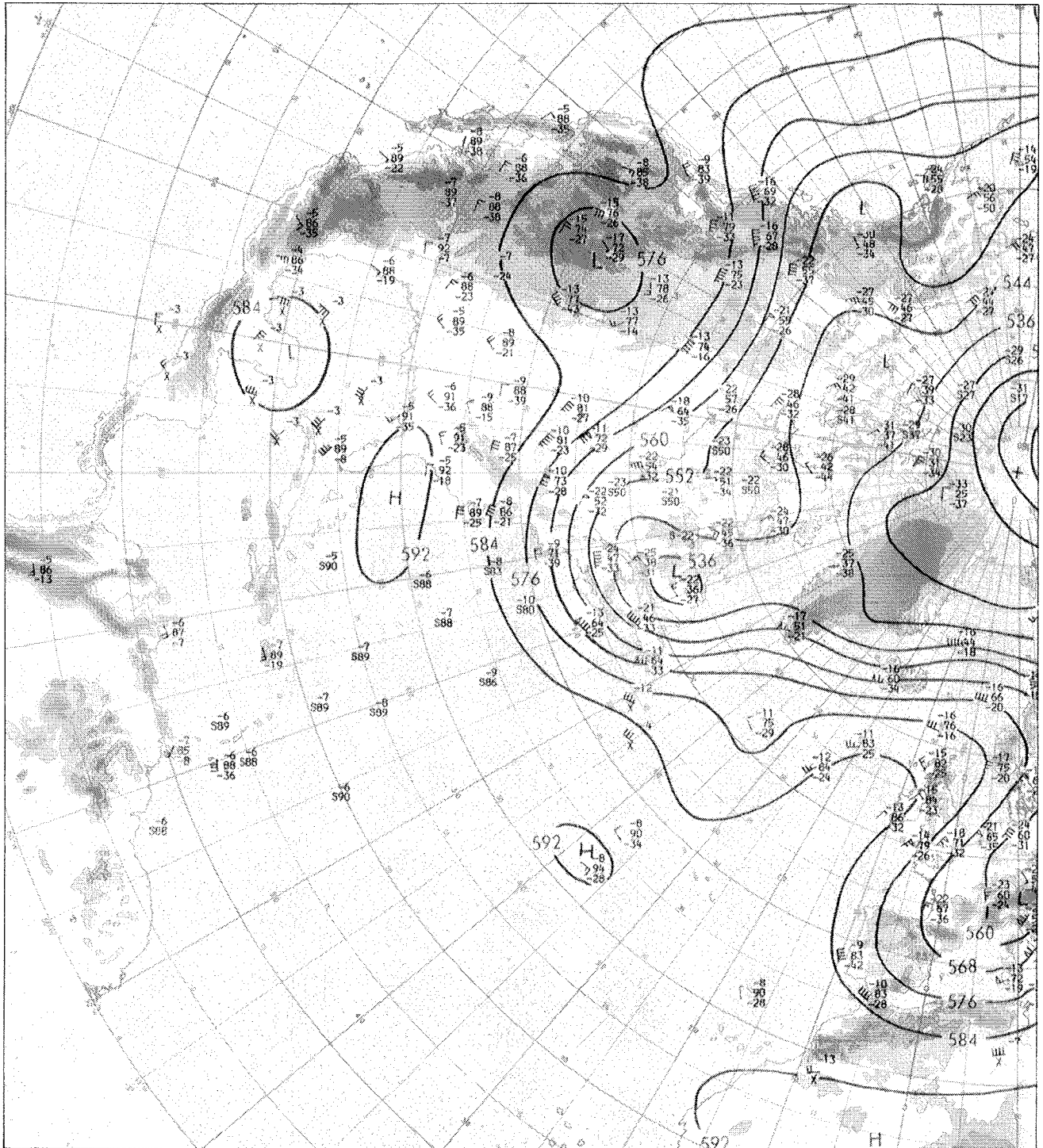
Convertido ya en ciclón tropical "Gilberto" tras devastar una amplia región del Caribe (República Dominicana, Haití, Jamaica, con pérdidas de más de 150 millones de dólares) se aproxima al canal de Yucatán, alcanzando una fuerza inusitada, con rachas de vientos de hasta 324 Km/h. y vientos máximos sostenidos de 278 Km/h. Alcanzando el mínimo de presión barométrica de 890 milibares, que constituye el récord de presión más baja para los huracanes en el Atlántico desde que existen registros meteorológicos. Las costas del Norte y Nordeste de la península de Yucatán son devastadas, destruyéndose la actividad portuaria e infraestructura viaria y hotelera de Cancún, Isla Cozumel, Puerto Juárez, Progreso.

FIGURA 5. Situación del 15 de septiembre de 1988, a las 00 h. (T.M.G.). Análisis de superficie.



El ciclón tropical Gilberto situado en las costas del Estado de Yucatán, afecta con ráfagas instantáneas de hasta 259 Km./h. y vientos sostenidos de 220 Km./h.

FIGURA 6. Situación del 15 de septiembre de 1988, a las 00 h. (T.M.G.).
Análisis de la topografía absoluta de 500 mb.



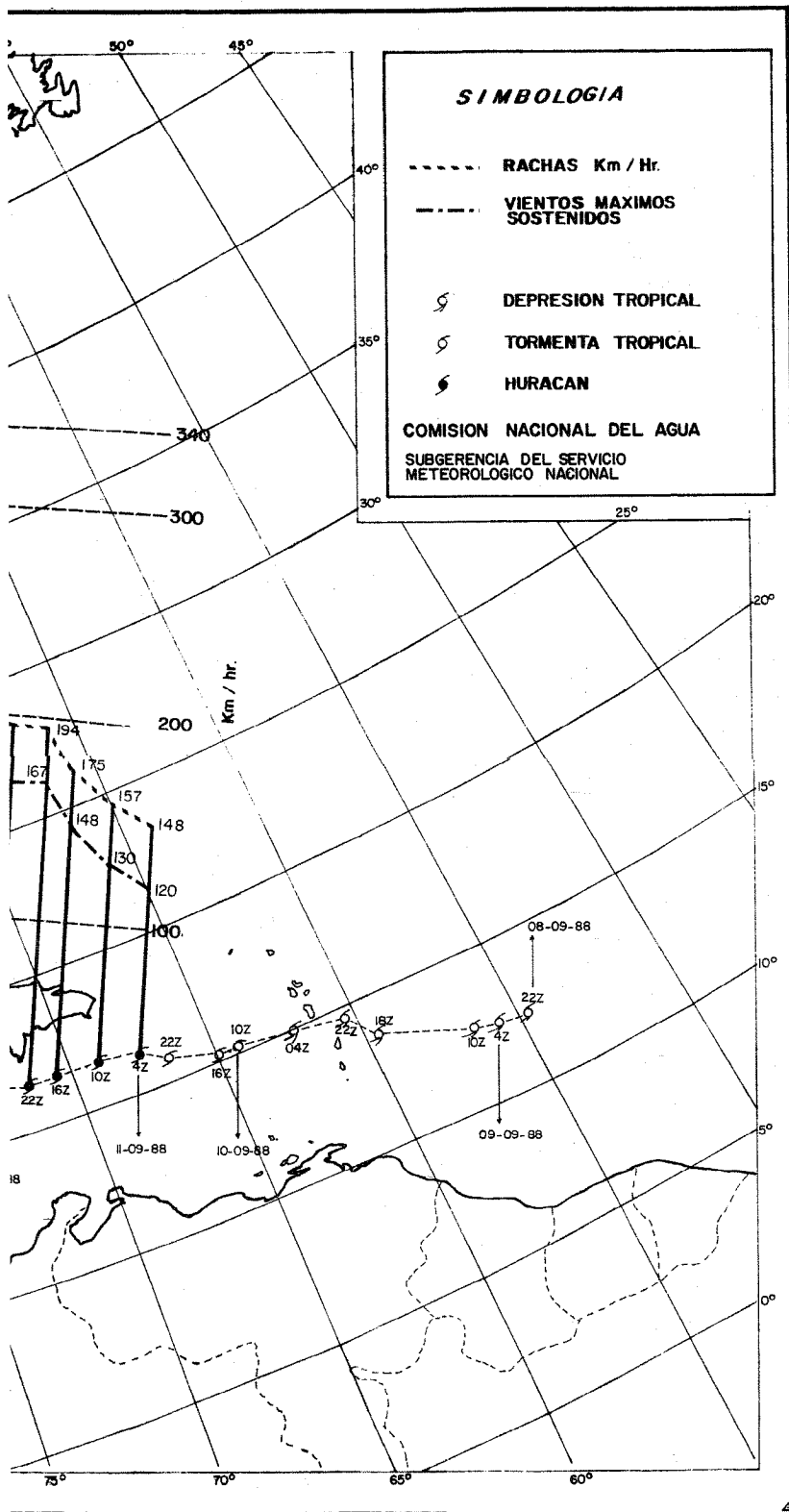
Sobre la vertical de la península de Yucatán aparece un vórtice ciclónico con aire cálido en su interior, con -3° , a 5.840 m. de altitud y que constituye el aire más cálido de los alrededores. Hecho característico de tales perturbaciones, como corresponde a la estructura con ojo cálido de un ciclón tropical, donde el gradiente térmico horizontal está dirigido radialmente hacia fuera.

FIGURA 7. Trayectoria del ciclón "Gilberto" (9-17/sep/1988) y fuerza de los vientos, según la escala de huracanes Saffir-Simpson

No. DE AVISO	DIA	HORA GMT	POSICION DEL CENTRO		CATE- GORIA	MOVI- MIENTO	VIENTOS MAXIMOS SOSTENI- DOS KM/H	RACHAS KM/H	VIENTOS SOSTENI- DOS KM/H	RADIO DE LOS VIENTOS SOSTENIDOS EN KM/CUADRANTES				DIAMETRO DEL OJO KM.
			LAT. N.	LONG. W.						NE	SE	SW	NW	
1	8	22:00	12.1	54.8	Depresion Tropical	W 280	46	56						
2	9	04:00	12.4	55.8	DT	W 280	46	56						
3	9	10:00	12.6	56.7	DT	W 280	46	65						
4	9	16:00	13.7	59.5	DT	W 280	56	83						
5	9	22:00	14.5	60.5	DT	W 280	56	74						
6	9	04:00	14.8	62.3	DT	W 280	56	74						
1	10	10:00	15.1	64.2	Tormenta Tropical	W 280	65	93	63	93	93	93	93	
2	10	16:00	15.2	65.0	TT	W 280	93	120	93	185	139	65	65	
3	10	22:00	15.8	66.5	TT	W 280	111	139	93	185	185	46	65	
4	11	04:00	16.1	67.5	Huracan	W 280	120	148	119	46	46	46	46	
5	11	10:00	16.5	69.0	H	W 280	130	157	119	231	231	46	139	
6	11	16:00	16.5	70.5	H	W 280	148	175	93	278	278	139	185	55.5
7	11	22:00	16.5	71.5	H	W 270	167	194	119	231	231	46	139	
8	12	04:00	16.9	72.9	H	W 280	167	194	93	278	278	139	185	
9	12	10:00	17.5	74.7	H	W 280	175	204	119	139	46	46	139	
10	12	13:00	17.7	75.5	H	W 280	185	222	93	278	139	139	278	64.8
11	12	16:00	18.0	76.7	H	W 280	185	222	119	139	46	46	139	
12	12	22:00	18.3	77.8	H	W 280	185	222	93	278	139	139	278	55.5
13	13	04:00	18.5	79.5	H	W 280	185	222	119	139	46	46	139	
14	13	10:00	18.8	80.6	H	W 280	213	250	93	278	185	185	278	22.2
15	13	13:00	19.0	81.5	H	W 280	213	250	119	139	46	46	139	
16	13	16:00	19.1	82.1	H	W 285	222	259	93	278	185	185	278	27.8
17	13	22:00	19.5	83.5	H	WNW 285	259	296	93	278	185	185	278	24.0
18	14	04:00	19.9	84.8	H	WNW 285	278	324	119	139	46	46	139	16.7
19	14	10:00	20.2	86.0	H	WNW 285	278	324	93	278	185	185	278	14.8
20	14	16:00	20.7	87.3	H	WNW 285	259	296	119	139	46	46	139	
21	14	22:00	21.3	88.8	H	WNW 285	222	259	93	278	185	185	278	14.8
22	15	04:00	21.5	90.2	H	WNW 290	204	241	119	139	46	46	139	
23	15	10:00	22.0	91.5	H	WNW 285	194	231	93	278	185	185	278	22.2
24	15	13:00	22.1	92.0	H	WNW 285	194	231	119	139	46	46	139	
25	15	16:00	22.2	92.3	H	WNW 285	194	231	93	278	185	185	278	18.5
26	15	22:00	22.4	93.6	H	WNW 285	194	231	119	139	46	46	139	
27	16	04:00	22.8	94.4	H	WNW 290	194	231	93	278	185	185	278	
28	16	10:00	23.3	95.4	H	WNW 290	194	231	119	139	46	46	139	
29	16	16:00	23.9	96.4	H	WNW 290	194	231	93	278	185	185	278	22.2
30	16	22:00	24.2	97.8	H	WNW 285	194	231	119	139	46	46	139	
31	17	04:00	24.6	98.6	H	WNW 300	167	194	93	278	185	185	278	35.1
32	17	10:00	25.0	99.8	TT	WNW 295	102		93	278	185	185	278	37.0
33	17	16:00	25.5	101.0	DT	WNW 295	56	74	93	278	185	185	278	

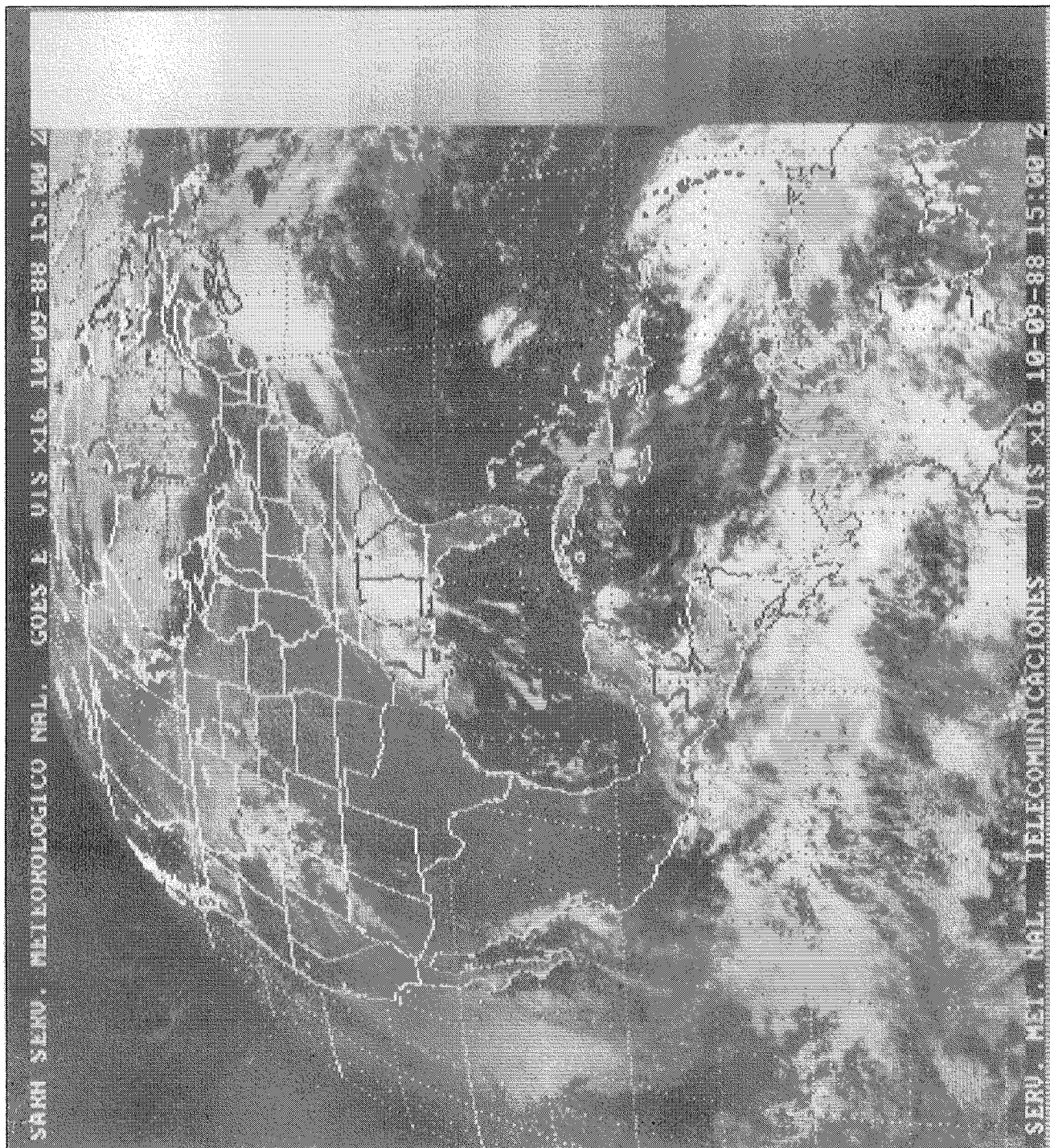


za de los vientos, según la escala de huracanes Saffir-Simpson



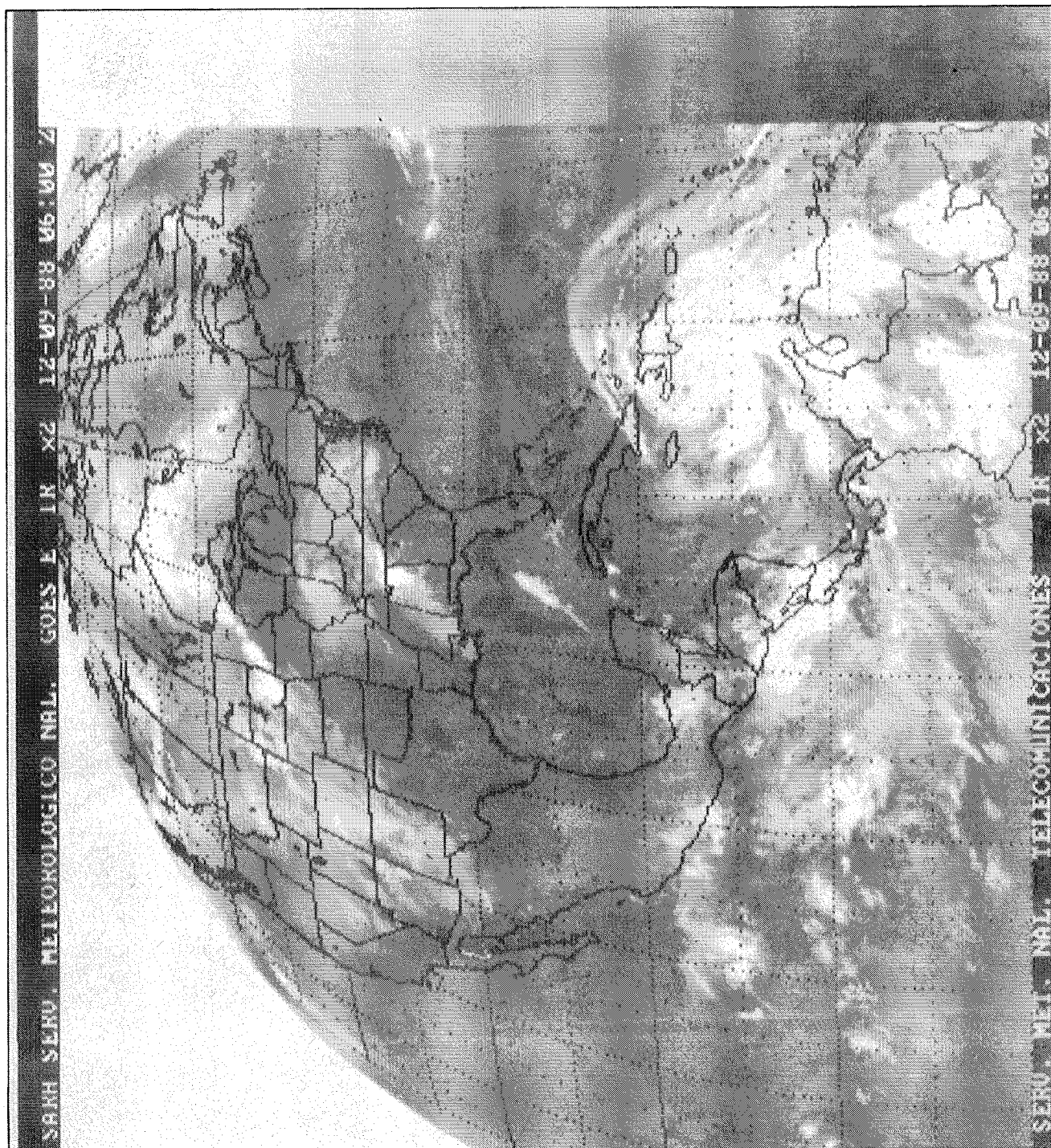
Comisión Nacional del Agua.
Subdirección General de
Administración del Agua. Subgerencia
del Servicio Meteorológico Nacional.
Jefatura de Proyecto de Meteorología

LAMINA I. Imagen visible del satélite meteorológico "GOES E" del 10/IX/1988, a las 15:00 (T.M.G.)



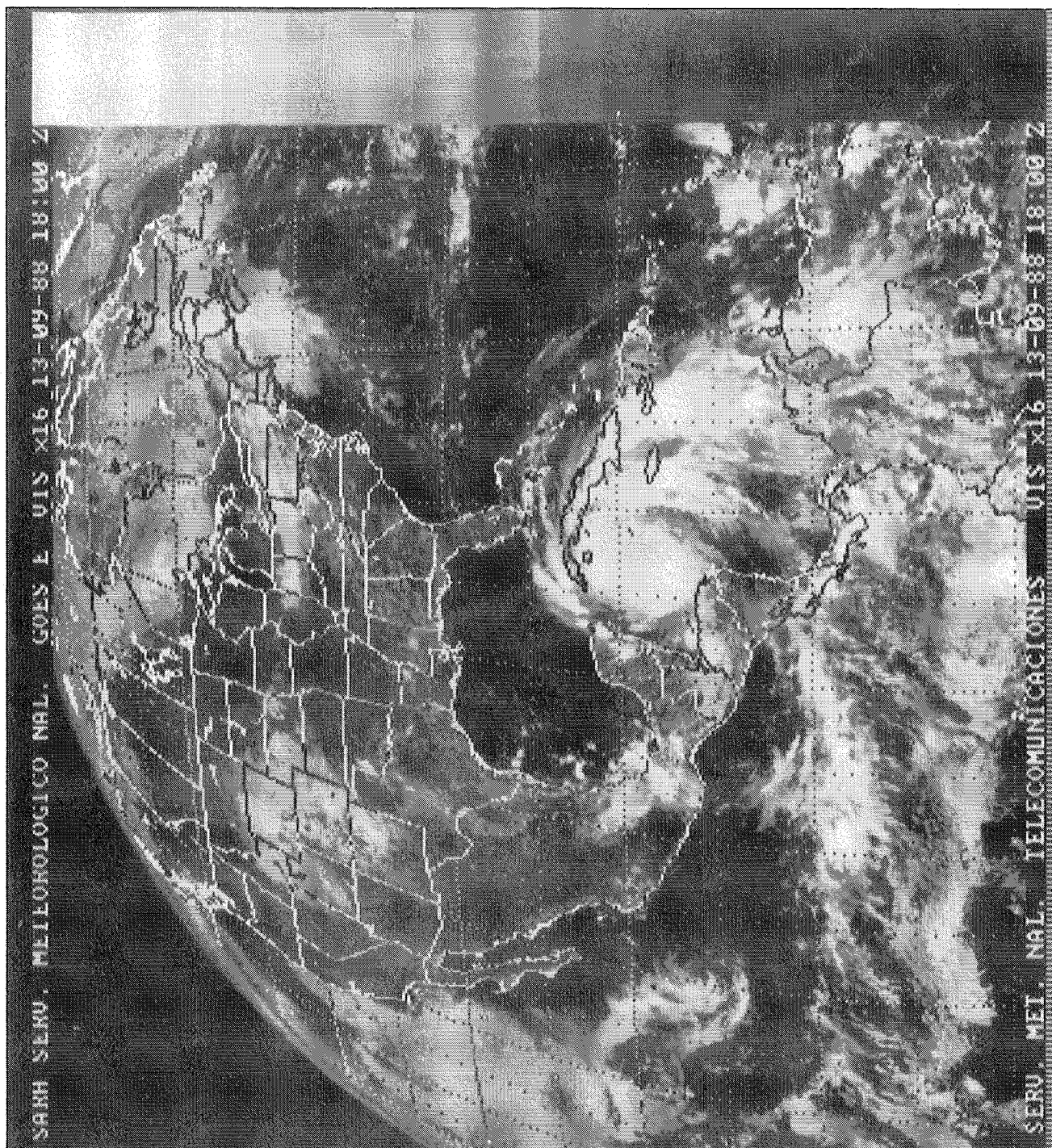
Se destaca sobre el Atlántico tropical una "circulación con régimen perturbado por ciclones tropicales" observándose sobre 15° N y 65° W el ciclón tropical "Gilberto" (séptimo ciclón de la temporada), interesando con su nubosidad al archipiélago de las Pequeñas Antillas. Constituye una situación específica dentro del régimen normal del alisio que traduce los altos valores de humedad y calor latente de vaporización en violentas tormentas, vientos superiores a 58 nudos y que liberan la energía acumulada.

LAMINA II. Imagen en infrarrojo del satélite meteorológico "GOES E" del 12/IX/1988, a las 06:00 (T.M.G.)



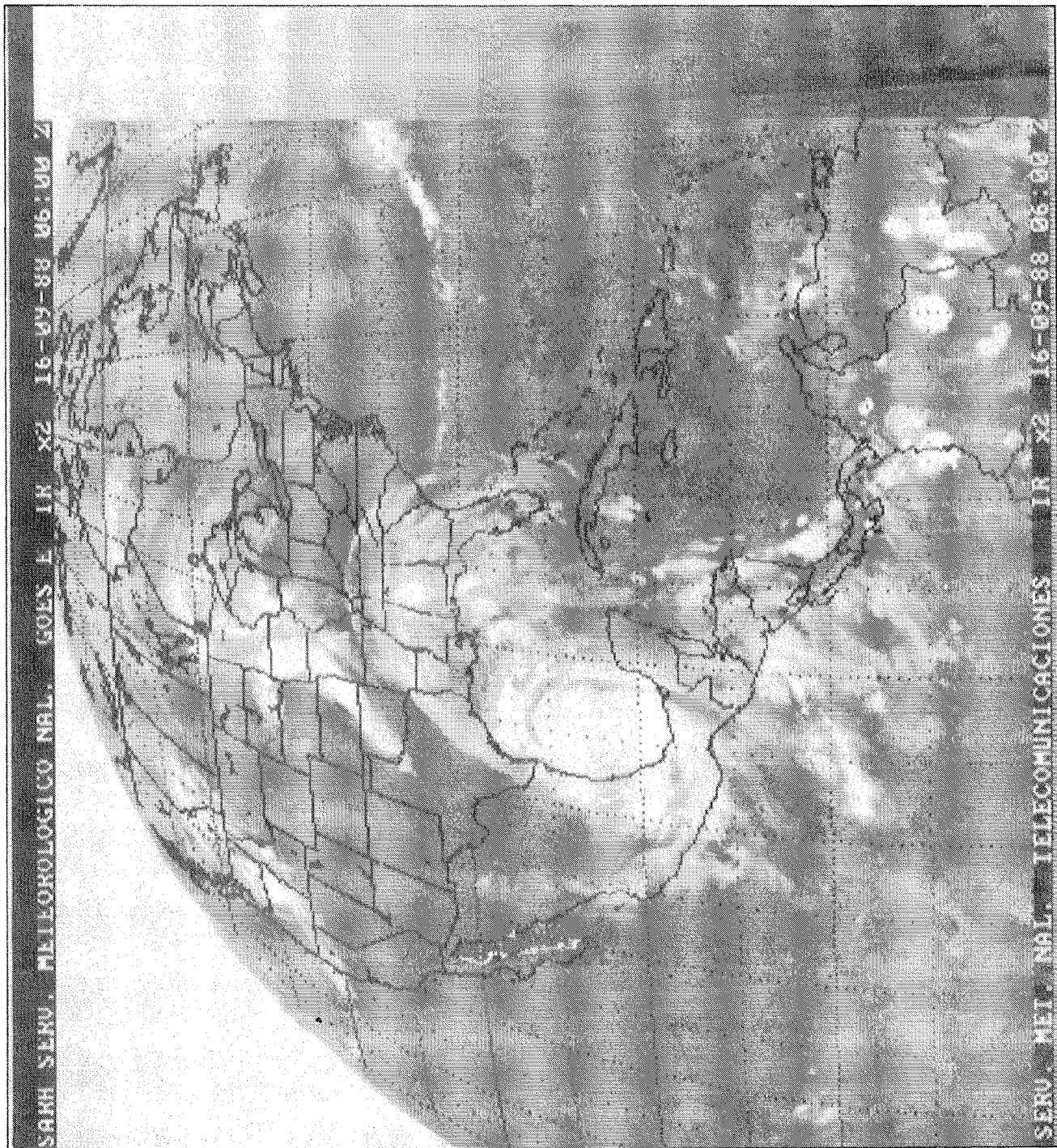
Se observa el ciclón tropical "Gilberto" sobre la corriente de las Antillas, con su ojo cálido despejado y la disposición de la nubosidad convectiva a modo de espiral, con gran desarrollo vertical "Cumulonimbos". El ciclón está situado a $17^{\circ} 30' N$ y $74^{\circ} W$, afectando al Suroeste de Puerto Rico, República Dominicana, Haití y sureste de Cuba, con vientos huracanados y aguaceros torrenciales.

LAMINA III. Imagen visible del satélite meteorológico "GOES E" del 13/IX/1988, a las 18:00 (T.M.G.)



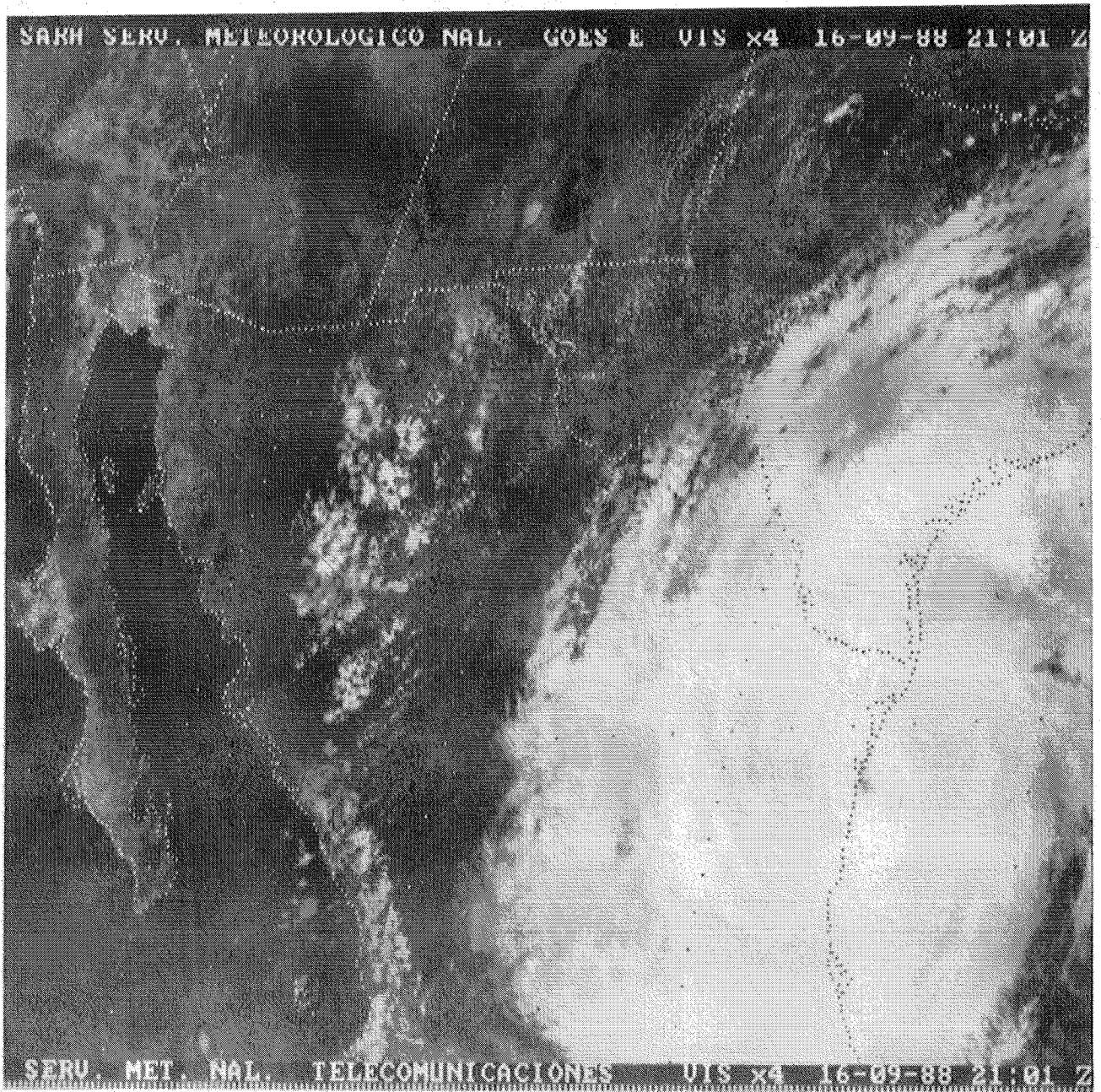
Se aprecia el huracán "Gilberto" a 19° N y 83° W, afectando a Jamaica, Cuba y costas de Honduras, igualmente al estado mexicano de Quintana Roo. Se originan vientos máximos sostenidos de 220 Km./h. Igualmente se aprecia la Zona de Convergencia Intertropical sobre el océano Pacífico, a lo largo del paralelo 10° W.

LAMINA IV. Imagen en infrarrojo del satélite meteorológico norteamericano "GOES E" del 16/IX/1988 a las 06:00 (T.M.G.)



El huracán "Gilberto" tras inundar los estados de Quintana Roo, Yucatán y Campeche, se adentra en el golfo de México, situándose frente a las costas de Tamaulipas, interesando con lluvias a los estados de Campeche, Tabasco, Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Puebla y Veracruz.

LAMINA V. Imagen del satélite meteorológico "GOES E" del 16/IX/1988, a las 21:01 (T.M.G.)



El ciclón tropical "Gilberto" con vientos huracanados toca la superficie continental norteamericana. Se observa el centro del huracán (con ojo cálido despejado) sobre el litoral norte del estado mexicano de Tamaulipas, a unos 140 Km. al sur de la desembocadura de Río Grande. La disposición de la nubosidad convectiva de gran desarrollo vertical afectaba al NE y E de la República de México y especialmente a los estados de Tamaulipas y Nuevo León, donde se originan violentos aguaceros. La nubosidad asociada a Gilberto también interesada con lluvias torrenciales al sur de Texas (USA). (Cortesía del Servicio Meteorológico Nacional de México).

LAMINA VI. Daños catastróficos sobre la costa norte de Yucatán



Parte de la flota pesquera encalló en la carretera de Progreso a Chicxulub. (Según Diario de Yucatán, 18/IX/1988).

LAMINA VII. Barcos de gran tonelaje fueron arrojados, quedando empotrados en los núcleos urbanos costeros (P. del Yucatán), al paso del huracán "Gilberto"



Las rachas de viento superaron los 300 Km./h., lo que se tradujo en una marejada que se alzó unos 5 metros sobre el nivel del mar. (Foto: Jorge Sánchez Sesma).

BIBLIOGRAFIA

- ALAKA, M. A. (1976): Climatology of Atlantic tropical storms and hurricanes. En "Climates of Central and South America". Amsterdam, Elsevier Scientific Publ. Co. (Vol. 12 of H. E. Landsberg (ed.). World Survey of CLimatology), pp. 479-509.
- ANTNES, Richard, A. (1982): "Tropical cyclones: their evolution, structure, and effects". **Meteorological Monographs**. Boston. Vol. 19. n.º 41. Feb.
- CAMILLE VALLAUX (1961): **Geografía general de los mares**. Juventud Barcelona, pág. 318.
- CAPEL MOLINA, J. J. (1988): "Las perturbaciones tropicales en el Atlántico Norte y su incidencia en Europa Occidental". **Rev. Papeles de Geografía**, n.º 14, pp. 9-33. Universidad de Murcia.
- CAPEL MOLINA, J. J., y CASTILLO REQUENA, J. M. (1983): **El clima de los Estados Unidos Mexicanos**. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.
- CASE, Bob (1986): "Atlantic hurricane season of 1985", **Weatherwise**. Wash., D. C., 39 (1), pp. 24-29.
- CASE, Robert A. (1986): "Atlantic hurricane season 1985", **Monthly Weather Review**, Boston, 114 (7), pp. 1.390-1.405.
- CASE, Robert A.; GERRISH, Harold P. (1984): "North Atlantic tropical cyclones, 1983", **Mariners Weather Log**. Wash., D. C., 28 (1), pp. 10-14.
- CLARK, Gilbert B. (1983): "Atlantic hurricane season 1982". **Monthly Weather Review**, Boston, 111 (5), pp. 1.071-1.079.
- CHAN, Johnny C. L.; GRAY, William M., y KIDDER, Stanley Q. (1980): "Forecasting tropical cyclone turning motion from surrounding wind and temperature fields". **Monthly Wether Review**, Boston, 108 (6), pp. 778-792.
- DARCHEN, J. (1981): "Saison 1980 des perturbations tropicales dans l'Atlantique nord". **Met-Mar, Bulletin**, n.º 112, July, Paris, pp. 31-41.
- DAVENPORT ALAN, G. (1989): "Análisis del riesgo de huracán. El caso del huracán Gilbert". Encuentro Internacional. Catástrofes y Sociedad. 24-26 de octubre, Fundación Mapfre. Madrid.
- DING, Yi-Hui; REITER, Elmar, R. (1981): "Large-scale circulation consditions affecting the variability in the frequency of tropical cyclone formation over the North Atlantic and the North Pacific oceans". **Environmental Research Paper**, n.º 33.
- DONG, Keqn; NEUMANN, Charles J. (1986): "Relationship between tropical cyclone motion and environmental geostrophic flows". **Monthly Weather Review**, Boston, 114 (1), pp. 115-122.
- DROPCO, Kenneth M. (1981): "Tropical cyclone intensity change: a quantitative foreacasting scheme". **Atmospheric Science Paper**, n.º 333, May.
- FERNANDEZ, Walter; THORPE, Alan J. (1979): "Evaluation of theories of storm motion using observations of tropical convective systems". **Monthly Weather Review**. Boston, 107 (10), pp. 1.306-1.319.
- FIORINO, M.; HARRISON, E. J.; MARKS, D. G. (1982): "Comparison of the performance of two operational dynamic tropical cyclone models". **Monthly Weather Review**, Boston, July, 110 (7), pp. 651-656.
- GABY, D. C. (1980): "Satellite classifications of Atlantic tropical and subtropical cyclones: a review of eight years of classifications at Miami". **Monthly Weather Review**, Boston, May, 108 (5), pp. 587-595.
- GRAY, William M. (1984): "Atlantic seasonal hurricane frequency. Pt. 1. El Niño and 30-mb quasibiennial oscillation influences". **Monthly Weather Review**, Boston 112 (9), pp. 1.469-1.668.
- INSTITUTO CUBANO DEL LIBRO (1973): **Trayectoria de huracanes y de perturbaciones ciclónicas del Océano Atlántico, del Mar Caribe y del Golfo de México (1919-1969)**. La Habana.
- HEBERT, Paul J. (1978): "Intensification criteria for tropical depressions of the western North Atlantic". **Monthly Weather Review**, Boston, 106 (6), pp. 831-840.
- JARVINEN, Brian R.; NEUMANN, Charles J. (1979): **Statical forecasts of tropical cyclone intensity for the North Atlantic Basin**. Tecnical Memorandum (NOAA TM NWS NHC 10). April.
- JAUREGUI, Ernesto (1989): "Los huracanes prefieren a México". **Rev. Información Científica y Tecnológica**, agosto, Vol. II, n.º 155, México, D.F.
- KUNG, E. C.; BURGDORF, H. A. (1978): "Maintenance of kinetic energy in large-scale tropical disturbances over the eastern Atlantic". **Quarterly Journal**, 104 (440), April, pp. 393-411.
- LAWRENCE, Miles B. (1982): "1981 hurricane season: normal activity but no landfalls", **Weatherwise**, Wash., D. C. 35 (1), pp. 22-26.
- LAWRENCE, Miles B. (1985): "Atlantic hurricane season". **Weatherwise**, Wash., D. C. 38 (1), Feb, pp. 34-38.
- LUSHINE, James B. (1977): **Life cycle an Atlantic subtropical low**. Satellite Applications, Information Note 77/10, United States National Weather Service.

- MERRILL, Robert Travis (1982): **Comparison of large and small tropical cyclones**. Atmospheric Science Paper n.º 352, July.
- MORAN, F. (1947): "Los ciclones tropicales". **Rev. de Geofísica**, año VI, n.º 23, Madrid, julio-septiembre, pp. 405-476.
- ROSERGAUS, M., y SANCHEZ SESMA, J. (1988): "Efectos del huracán Gilberto en la Península de Yucatán". **Rev. Ingeniería Civil**, noviembre, México, D. F.
- NEUMANN, Charles J. (1978): **Tropical cyclones of the North Atlantic Ocean, 1871-1977**. National Weather Service. Environmental Data Service. Asheville, N. C., June.
- NEUMANN, Charles J.; CRY, George W. (1978): "Revised tropical cyclone climatology". **Mariners Weather Log.**, Wash, D. C., 22 (4), July, pp. 231-236.
- NEUMANN, C. J.; PRYSLAK, M. J. (1981): **Frequency and motion of Atlantic tropical cyclones**. National Weather Service, Technical Report (NOAA TR NWS 26), March.
- NEUMANN, Charles J. (1981): **Tropical cyclones of the North Atlantic Ocean, 1871-1980**. National Weather Service. Environmental Research Labs., Asheville, N. C., June 1978, rev. July 1981.
- NEUMANN, C. J.; PELISSIER, J. M. (1981): "Analysis of Atlantic tropical cyclone forecast errors, 1970-1979". **Monthly Weather Review**, Boston, 109 (6), June, pp. 1.248-1.266.
- PELLISIER, J. M.; LAWRENCE, M. B. (1982): "North Atlantic Tropical cyclones, 1981". **Mariners Weather Log.**, Wash., D. C., 26 (1), Jan-March, pp. 4-9.
- PUTTKER, J. (1983): "Tropische Wirbelstürme 1982 über dem Nordatlantik". **Der Seewart**, Hamburg, 44 (2), pp. 51-56.
- REEVES, Roberto W. (1979): "Relationships between large-scale motion and convective precipitation during GATE". **Monthly weather Review**, Boston, 107 (9), pp. 1.154-1.168.
- SANDERS, F. (1983): "Unexpected cyclogenesis in the western North Atlantic Ocean, June 1981". **American Meteorological Society**, Boston Bulletin, 64 (9), pp. 1.038-1.049.
- STERANKA, Joseph et al. (1984): "Diurnal variation of Atlantic Ocean tropical cyclone cloud distribution inferred from geostationary satellite infrared measurements". **Monthly Weather Review**, Boston, 112 (11), pp. 2.338-2.344.
- STERANKA, Joseph et al. (1986): "Relationship between satellite-measured convective bursts and tropical cyclone intensification". **Monthly Weather Review**, Boston, 114 (8), 1.539-1.546.
- WENDALAND, Wayne M. (1977): "Tropical storm frequencies related to sea surface temperatures". **Journal of Applied Meteorology**, Boston, 16 (5), pp. 477-481.