

27  
2ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS**

**COLEGIO DE GEOGRAFIA**



**"CLIMATOLOGIA DEL HURACAN ROXANNE  
Y SUS EFECTOS EN EL LITORAL DEL  
GOLFO DE MEXICO"**

**TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
LICENCIADO EN GEOGRAFIA  
P R E S E N T A  
LUCIA GUADALUPE MATIAS RAMIREZ**

**ASESOR: MTRA. ROSALIA VIDA**



**MEXICO, D. F.**

**FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFIA**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**1997**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

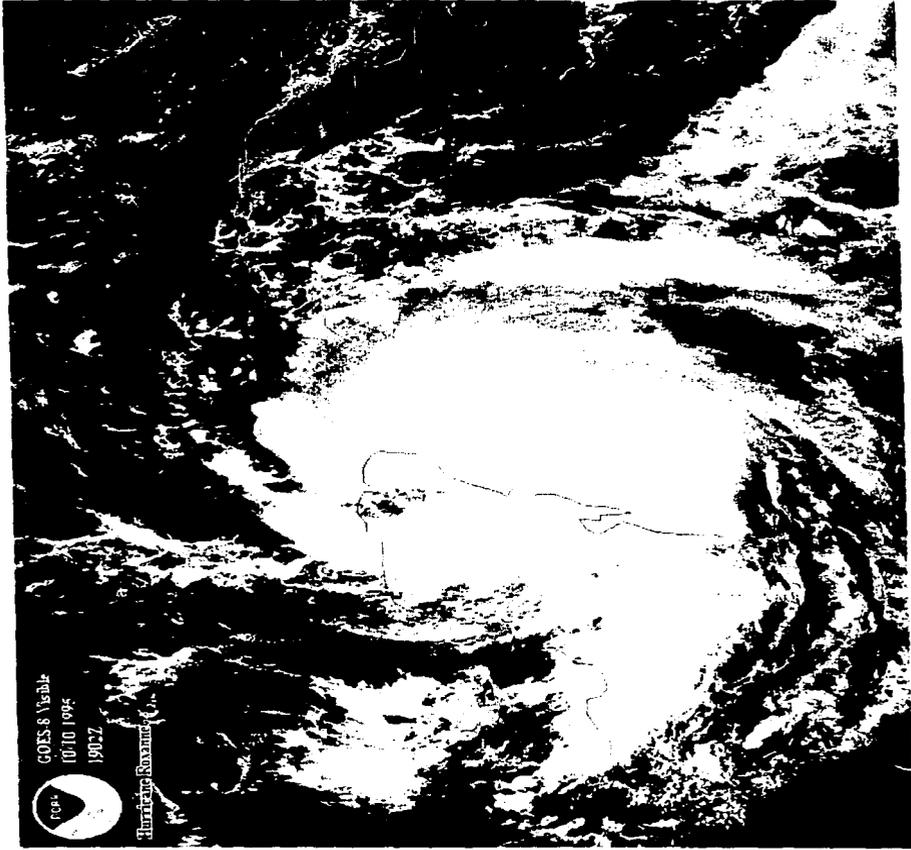


**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



GOES-8 Visible

10/10/1995

1902Z



Hurricane Roxanne.tif

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A la asesoría:**

**De la Mtra. Rosalía Vidal Zepeda,** por los comentarios y correcciones que aportó a la realización de esta tesis.

### **A los miembros del Jurado :**

**Mtro. Francisco Hernández, Mtra. Consuelo Gómez, Mtra. Graciela Pérez y Mtra. Ma. Eugenia Villagómez,** gracias por sus pertinentes observaciones.

### **Al apoyo:**

**Del Instituto de Geografía de la UNAM,** por permitirme utilizar sus instalaciones. Principalmente al Departamento de Climatología, Geografía Física.

### **A la contribución :**

**Ing. Ricardo Villalobos, CNA.  
Ing. Othón Cervantes, SMN.  
Fís. Víctor Ramos, SMN.  
Lic. Mary Lira, SMN.  
Sr. Luis Eduardo, SMN.  
Lic. Oscar Castro, SCT.  
Lic. Benjamín Flores, SCT.  
Geóg. Alfredo Victoria, INEGI.  
M. en C. Orlando Delgado, CCA.  
M. en C. Enrique Azpa, CCA.  
Dr. José Luis Palacio, I.G.  
Mtra. Carmen Juárez, I.G.  
Bib. Arturo Hernández, I.G.  
Bib. David Velázquez, I.G.  
Lic. Simón Hernández, La Jornada.  
Lic. Dullio Rodríguez, La Jornada.  
Lic. Rocío Velázquez.**

**A mi compañero y amigo Arturo Resendiz,** por su incondicional apoyo en la elaboración de gráficos.

## DEDICATORIA

A mis padres:

**Agustín e Ignacia**, quienes me dieron la vida, la oportunidad de estudiar y seguir adelante. GRACIAS por el amor, respeto y confianza que ambos me tienen.

A mi hermano:

**Ángel**, por compartir juntos las noches de desvelo y por el apoyo que siempre me brinda.

A mis hermanas:

**Rocío y Teresa**, por estar siempre conmigo.

A mi abuelita:

**Lorenza**, por el gran amor que te tengo aunque tú no lo sepas, Te Quiero.

A mi primo:

**Hugo**, quien es como mi hermano.

A mis amigos:

**Arturo, Alma Delia, Blanca Estela, Dalia Ivette, Erik, Norma, Osbaldo y Sergio**. Gracias por su amistad ya que compartimos juntos momentos inolvidables.

A mis compañeros:

Del Instituto de Geografía: **Angélica, Guadalupe, Laura, Yadira y José Manuel**, Gracias por el apoyo que siempre me brindaron, espero que pronto todos ustedes estén titulados también.

## Índice Temático.

	Páginas.
<b>Introducción.</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo 1. Características de los huracanes.</b>	<b>1</b>
1.1 Descripción general.	1
1.2 Definiciones de huracanes.	1
1.3 Origen de los ciclones tropicales.	2
1.4 Desplazamiento de los ciclones tropicales y su relación con el fenómeno "El Niño".	2
1.5 Regiones matrices y trayectorias de huracanes.	7
1.6 Trayectorias históricas.	11
1.7 Etapas del huracán.	14
1.8 Estructura de los huracanes.	18
<b>Capítulo 2. El huracán Roxanne y sus condiciones climáticas.</b>	<b>21</b>
2.1 Huracanes del Atlántico en 1995.	21
2.2 Trayectoria del huracán Roxanne.	21
2.3 Trayectorias históricas similares a la del huracán Roxanne.	32
2.4 Análisis de los días con mayor precipitación durante la presencia huracán Roxanne (7 al 20 octubre 1995).	35
2.5 Precipitación diaria producida por el huracán Roxanne en algunos lugares seleccionados.	49
<b>Capítulo 3. Efectos del huracán Roxanne.</b>	<b>57</b>
3.1 Daños por ciclones tropicales.	57
3.2 Efectos del Huracán Roxanne en el litoral del Golfo de México.	59
3.3 Daños físicos	59
3.3.1 Daños en costas	59
3.3.2. Daños por viento	60
3.3.3 Daños por precipitación	61
3.4 Daños sociales	61
3.4.1 Daños a la población	65
3.4.2 Daños al sector educativo	67
3.4.3 Daños al sector salud	67
3.5 Daños económicos	68
3.5.1 Daños al sector agrícola, pesca y ganadería	68
3.5.2 Daños a la industria PEMEX	69
3.5.3 Daños a la Infraestructura	72
3.5.4 Daños al Turismo	72
3.5.5 Daños a las Comunicaciones.	73
<b>Conclusiones.</b>	<b>83</b>
<b>Referencias.</b>	<b>85</b>
<b>Anexo1. Índice de Figuras.</b>	
<b>Anexo2. Glosario.</b>	

## **INTRODUCCIÓN**

La humanidad enfrenta un gran número de riesgos capaces de causar muerte y destrucción, los de origen natural son por ejemplo: ciclones tropicales, terremotos, inundaciones y sequías que causan año con año en países en desarrollo un promedio de 250 000 muertes y 15 billones de dólares en daños.

El estudio de los huracanes, se ha venido realizando desde el siglo pasado, cuando los marinos navegaban por las aguas cálidas del Mar Caribe y se tienen registros de buques que se hundieron a causa de los ciclones tropicales debido a los fuertes vientos huracanados que provocaban elevadas olas y altas precipitaciones desde la época de la Colonia.

Las pérdidas por riesgos naturales y antropogénicos continúan elevándose tan rápido como la población. La tarea no es simple y requiere de la más rigurosa aplicación de técnicas para la prevención de daños ocasionados por fenómenos naturales, las imágenes de los satélites meteorológicos, las cartas del tiempo y el uso del radar son de gran utilidad para la detección, seguimiento y prevención oportuna de los huracanes.

Es importante estudiar la información sobre los efectos naturales ocasionados por ciclones tropicales, la presente investigación realiza una evaluación climatológica de la influencia del Huracán Roxanne (7-20 Octubre 1995) en el SE de la República Mexicana, teniendo como principal antecedente al huracán Gilberto (8-20 Septiembre 1988) que causara 255 muertos, 52 000 damnificados e innumerables lesionados a su paso por los estados de Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila.

Una situación semejante ocurrió con el Huracán Roxanne que afectó los estados de Quintana Roo, Tabasco, Veracruz, Yucatán y particularmente al estado de Campeche, por el comportamiento errático de su trayectoria, además se realizó el inventario de los daños causados.

Entre los objetivos principales de este trabajo se encuentran los siguientes:

- Identificar las zonas de afectación de los huracanes.
- Localizar en mapas los huracanes más devastadores de la temporada de 1995 en el Océano Atlántico.
- Explicar la trayectoria del huracán Roxanne y su relación con la precipitación diaria.
- Analizar los efectos ocasionados por huracanes para prevenir y reducir los posibles daños.
- Profundizar el conocimiento de los principales riesgos para dar con oportunidad los avisos de alerta e informar a la población de los posibles daños que ocasionan los huracanes y tratar de prevenirlos.

### **Objetivo Secundario :**

- **Colaborar al mejor conocimiento de los efectos climatológicos producidos por los huracanes, con los datos de sus trayectorias.**

**En esta investigación se usan como sinónimos los términos Huracanes y Ciclones tropicales.**

**El cuerpo de trabajo está compuesto por tres capítulos. En el primero se analizan las características de los ciclones tropicales, tales como: origen, evolución y trayectorias de los ciclones tropicales que suelen afectar a la República Mexicana en comparación con las del resto del mundo, el periodo de ocurrencia, las zonas de influencia y las condiciones determinantes durante la presencia de estos meteoros.**

**El segundo capítulo muestra al Huracán Roxanne y sus variantes climáticas, se explica la trayectoria que siguió día a día en su movimiento errático, se analizan las cartas del tiempo, las isoyetas y las imágenes de satélite del mismo periodo de incidencia del meteoro.**

**La tercera parte presenta el inventario de daños causados por el huracán Roxanne, sus repercusiones económicas y sociales en el país, teniendo como antecedente a los huracanes Gilberto en México y Andrew en Estados Unidos.**

**Finalmente se exponen las consideraciones finales.**

**Se agrega la lista de referencias consultadas en el texto y un glosario de términos para el usuario que no este familiarizado con la terminología meteorológica.**

## **CAPITULO 1. Características de los huracanes.**

### **1.1 Descripción general:**

Los huracanes o ciclones tropicales (C.T) en su etapa de madurez, son perturbaciones atmosféricas en las aguas cálidas de las zonas tropicales durante el verano y el otoño, son grandes remolinos o vórtices que se mueven por lo general hacia los polos con trayectorias difíciles de predecir, pero en general tienen un componente hacia el oeste en latitudes bajas y hacia el este en latitudes superiores a los 25 grados.

Por su mecanismo de crecimiento, los ciclones tropicales concentran enormes cantidades de energía provenientes de las aguas oceánicas cálidas, por medio de la condensación del vapor de agua. Gracias a ello, elevan grandes cantidades de vapor de agua que después se precipitan al encontrar condiciones atmosféricas y orográficas adecuadas, ya que se disipan al alejarse de la fuente de energía básica ya sea que se dirijan al norte sobre aguas frías o que se adentren a tierra, donde pierden fuerza relativamente rápido sobre todo cuando se encuentran con alguna cadena montañosa. Sus manifestaciones más representativas, son los oleajes, las mareas y las precipitaciones pluviales, además de sus intensos vientos y bajas presiones centrales.

Al fenómeno se le conoce con varios nombres por ejemplo: Huracán en las Antillas, Ciclón en Centroamérica y en el Golfo de Bengala, Tifón en el Océano Pacífico, Baguío en el Archipiélago filipino, Willy-Willies en Australia.

### **1.2 Definiciones de huracanes:**

Según la Organización Meteorológica Mundial (OMM), el huracán se define como:

**"Un ciclón tropical no frontal de núcleo caliente y a escala sinóptica que se desarrolla sobre aguas tropicales o subtropicales, y que presenta una circulación en superficie organizada y definida, en el cual el viento máximo medio es de 64 nudos (118 km/h) o más durante un minuto". (OMM, 1988).**

De acuerdo a Jáuregui, 1967. Los ciclones tropicales son causados por una depresión en la cual el flujo del aire que proviene del Este asociado a la zona de confluencia de los alisios en las bajas latitudes, adquieren un movimiento rotatorio al tiempo que es arrastrado por la circulación de la atmósfera en concordancia a la dinámica de las ondas tropicales donde se genera.

Un huracán es un conjunto de nubes organizadas en espiral que contiene vientos de gran intensidad y enormes tormentas que producen las lluvias más fuertes en la tierra (Magaña, 1995).

### **1.3 Origen de los ciclones tropicales**

El origen es una depresión tropical, luego tormenta tropical y después huracán dependiendo de la velocidad del viento.

Los huracanes son una manifestación de la gran concentración de energía cercana al ecuador y sirven como una válvula de escape y mecanismo de transporte de dicha energía hacia latitudes altas. Estos ocurren principalmente durante el verano y el otoño, cuando el ecuador térmico se recorre hacia el polo norte unos cuantos grados, por lo que permite que coincidan las fuerzas de Coriolis con las inestabilidades atmosféricas, producto de la gran concentración de energía en las aguas superficiales oceánicas y de las capas bajas de la atmósfera. La fuerza desviadora de Coriolis al ser muy débil cerca del ecuador y nula sobre éste, trae como consecuencia que los fenómenos ciclónicos difícilmente puedan formarse en latitudes inferiores a los 5 grados. (Lugo, 1993).

La ocurrencia de los ciclones en su etapa inicial está asociada a las elevadas temperaturas oceánicas superiores a 26°C, una elevada humedad relativa desde la superficie hasta más de 6 km. de altura, un flujo de viento en espiral a bajos niveles y vientos divergentes en altitud (Vickers, 1991).

La temporada de huracanes da principio cuando el ecuador térmico se mueve hacia el norte o sur en dirección de los polos, llevando consigo altas temperaturas que calientan el aire y el agua del mar dando lugar de esta forma al surgimiento de una zona de baja presión. Esto ocurre generalmente entre los meses de mayo-octubre.

El movimiento giratorio de los huracanes se origina en el momento en que los vientos alisios se encuentran de frente, e inician a consecuencia de ello, un giro alrededor del punto de convergencia, hecho que ocurre normalmente entre las latitudes de 5 y 10°N. A esta condición se suman las altas temperaturas marítimas de 26 a 27°C y los efectos de la rotación terrestre que produce la fuerza de Coriolis, debido a la cual, cualquier movimiento en la superficie de la tierra tiende a desviarse hacia la derecha de su dirección original en el Hemisferio Norte y hacia la izquierda en el Sur y por este motivo el sentido de rotación es contrario a las manecillas del reloj en el Hemisferio Norte y en el sentido de ellas en el Hemisferio Sur.

### **1.4 Desplazamiento de los ciclones tropicales y su relación con el fenómeno "El Niño":**

Los ciclones tropicales se desplazan en la dirección de los vientos alisios. En el frente del huracán se pueden encontrar cielos despejados con vientos de 10 a 15 nudos (18 o 28 km/h) del ENE, se presentan inversiones de temperaturas que impiden la propagación de vapor de agua hacia los niveles altos. En la parte trasera no hay inversión y se presentan abundantes lluvias con vientos del SE y

**ESE. Si los ciclones chocan con la orografía mexicana este modelo se distorsiona y sólo se advierte una marcha de la precipitación hacia el Oeste.**

**La dinámica de los ciclones depende de la posición de la Zona Intertropical de Convergencia (ITC). En el mes de mayo la posición del ITC está a los 10°N, se generan perturbaciones hacia el polo, algunas permanecen y se desarrollan en el Caribe y otras se mueven hacia el Golfo de México o al Pacífico NE.**

**En julio y agosto el ITC no se desplaza tanto hacia el Norte como en otras áreas. La superficie horizontal corta en el oeste del Caribe y se vuelve débil. Los vientos del este se vuelven débiles también o cambian de dirección hacia el oeste. Es así como se forman fuertes corrientes verticales.**

**A principios de septiembre las convergencias horizontales de superficie del lado del polo en el ITC se vuelven débiles. De nuevo las tormentas son más frecuentes y alcanzan su máxima intensidad en octubre. Para este mes el Ecuador térmico comienza su camino hacia el sur y se restablecen las corrientes verticales del oeste. (Gómez, 1992)**

**En el Golfo de México, el mes de mayor actividad ciclónica es septiembre. Con respecto a los ciclones que se presentan en el Pacífico, en México tienen menos importancia los huracanes que se presentan en el Golfo de Tehuantepec. (Jáuregui, 1967)**

**Debe considerarse que los ciclones presentan variabilidad en el tiempo de acuerdo a varios factores como son: La presencia de "El Niño", la variación cuasianual, la diferencia de presión de la superficie. (Gómez cita a Gray, 1992).**

**"El Niño" se trata de un calentamiento anómalo del agua superficial en el Pacífico Ecuatorial y se produce a intervalos irregulares.**

**Los pescadores vienen llamando "El Niño", en honor al Niño Jesús, a la aparición anual, hacia la Navidad, de agua caliente mar adentro de las Costas del Ecuador y norte de Perú. Hacia Navidad una corriente cálida que avanza rumbo al sur, el agua fresca, se empobrece de nutrientes por lo que la pesca baja. El calentamiento no trasciende hacia la zona septentrional de Perú y suele terminar en marzo y abril.**

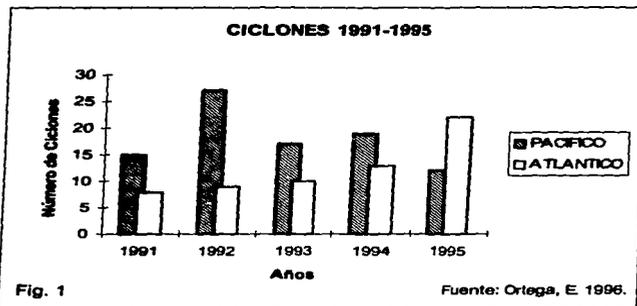
**En algunas ocasiones "El Niño" llega con gran intensidad y se extiende a esos límites anteriormente citados. En vez de volver a su valor normal en marzo o abril, las temperaturas en la superficie del mar suben a lo largo de toda la costa del Perú y en la parte central y oriental del Pacífico Ecuatorial. Así han sido las apariciones pertenecientes a los años 1951, 1953, 1957-58, 1965, 1972-73, 1976-77, 1982-83, 1986-87, 1991-94, cuando la temperatura de la superficie del océano frente a las costas peruanas subió más de 7 grados Celsius. (Ramage, 1986 y Gray, 1996).**

Una respuesta ante la complejidad de la corriente del "El Niño" es que hay 3 diferentes tipos de tormentas las cuales generan inundaciones. Un sistema frontal, el cual predomina en invierno, tormentas monzónicas y la disipación de los ciclones tropicales que usualmente ocurren en verano y a fines del otoño. Estos tipos de tormenta que generan inundaciones son afectadas por el "El Niño", pero los efectos no persisten entre años de "Niño". (Díaz and Markgraf, 1992).

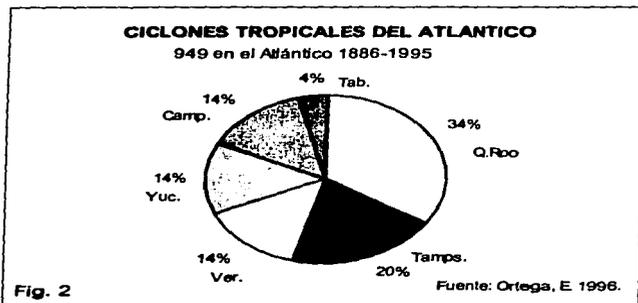
Estudios recientes sobre el fenómeno de "El Niño" oscilación del sur (FENOS), han mostrado que los efectos de un FENOS moderado a severo reducen la actividad de huracanes en el Atlántico y por el contrario, se incrementa en el Pacífico. En consecuencia las temporadas con temperaturas normales o frías en la superficie del Océano Pacífico incrementan la actividad ciclónica en el Atlántico. (Ortega, 1996)

Durante las temporadas de FENOS se generan fuertes vientos del oeste, sobre el Atlántico que inhiben la actividad ciclónica, en cambio, en años de temperaturas normales o frías en el Pacífico los vientos del oeste se debilitan y propician que los vientos alisios sean los dominantes, por lo que la temporada de ciclones se presenta, por lo general, con un número mayor en el Atlántico.

Las condiciones meteorológicas durante 1995 estuvieron influenciadas por la disipación del FENOS a partir de abril. Esta circunstancia propició, además que los sistemas de alta presión que afectan al Océano Pacífico Oriental y al Océano Atlántico Norte, se vieran desplazados hacia el norte originando que los sistemas intertropicales en el Atlántico tuvieran mayor actividad. La influencia de los ciclones estuvo inhibida en los últimos cinco años, 1991-94, por la permanencia del FENOS. Pero en 1995, año de disipación del FENOS, se incrementó la actividad ciclónica en el Atlántico. En 1995 se presentaron 32 ciclones; 21 en el Océano Atlántico de los cuales cuatro afectaron directamente al territorio nacional. En el Océano Pacífico se presentaron 11 , sólo dos de ellos afectaron al país (Fig. 1)



También W. Gray. 1987, ha presentado estudios que indican como la presencia de los huracanes no es un fenómeno aislado, sino que está ligado con otros fenómenos atmosféricos, como es "El Niño", durante este fenómeno los días en que se presentan huracanes en el Atlántico son en promedio once mientras que cuando no hay "El Niño" son 23 ( Figs. 2 y 3)



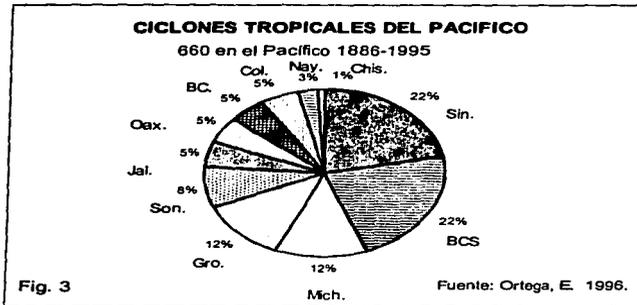


Fig. 3

Gray advierte una relación del número de huracanes con la variación cuasibienal. Esta consiste en que alrededor del Ecuador, a 20 km. por encima del nivel del mar, los vientos del este reemplazan a los vientos del oeste con un periodo de 23 a 30 días; de ahí el nombre de cuasibienal. Cuando se presenta la fase del este se ha observado que en promedio son 15 días con ciclones tropicales en el Atlántico y 34 durante la fase del oeste. (Tejena y Morales citan a Gray, 1989).

**CICLONES 1995 (Fig. 4)**

FECHA	FENÓMENO	EFFECTOS	ZONAS AFECTADAS
5-7 Agosto	Depresión Tropical No. 16 del Atlántico	Lluvia máxima en 24 hrs. de 173 mm en S.L.P., vientos de 18 km/h en Veracruz.	Hidalgo, S.L.P., Tamaulipas y Veracruz.
9-12 Agosto	Tormenta Tropical del Atlántico "Gabrielle"	Lluvia máxima en 24 hrs. de 151 mm, en Nuevo León, vientos máximos de 45 km/h en Cd. Victoria, Tamaulipas.	Veracruz, Tamaulipas y Nuevo León.
1-8 Septiembre	Huracán del Pacífico "Henriette"	Lluvia máxima en 24 hrs. de 101.5 mm en Sinaloa, vientos máximos de 160 km/h y rachas de 195 km/h.	Baja California Sur, Colima, Jalisco, Nayarit y Sinaloa
12-15 Septiembre	Huracán del Pacífico "Ismael"	Lluvia máxima en 24 hrs. de 197 mm en Sinaloa, vientos máximos de 139 km/h y rachas de 160 km/h.	Baja California Sur, Nayarit, Sinaloa, Sonora y Chihuahua.
27 Septiembre 5 Octubre	Huracán del Atlántico "Opal"	Lluvia máxima en 24 hrs. de 254 mm. en Campeche, vientos máximos de 250 km/h y rachas de 300 km/h.	Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Chiapas, Tabasco y Veracruz.
8-20 Octubre	Huracán del Atlántico "Roxanne"	Lluvia máxima en 24 hrs. de 204 mm. en Tabasco, vientos máximos de 185 km/h y rachas de 215 km/h.	Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Chiapas, Tabasco y Veracruz.

Fuente: Ortega, Enrique 1996, Temporada 1995 de huracanes en México. C.N.A.

### **1.5 Regiones matrices y trayectorias de huracanes.**

A los sitios donde se generan los huracanes se les conoce como zonas ciclógenas y existen ocho en nuestro planeta: (Fig. 5)

**Zona I.** Atlántico Norte esta es el origen de los huracanes del Caribe que afectan a la costa del Golfo de México.

**Zona II.** Océano Pacífico Nor-Oriental (afecta la costa del Pacífico mexicano).

**Zona III.** Océano Pacífico Occidental (afecta a China, Japón y Filipinas).

**Zona IV.** Golfo de Bengala (afecta a Bangladesh, India y el Mar de Arabia).

**Zona V.** Mar de Arabia (estos huracanes rotan en sentido contrario).

**Zona VI.** N. E. de Australia y Sur de Polinesia (afecta a Indonesia y Polinesia).

**Zona VII.** S. W. del Océano Índico y N.W. de Australia (afecta Australia, Sumatra y Java).

**Zona VIII.** S.W del Océano Índico (afecta África y Madagascar).

La República Mexicana se encuentra en la zona I y II, de las mencionadas anteriormente.

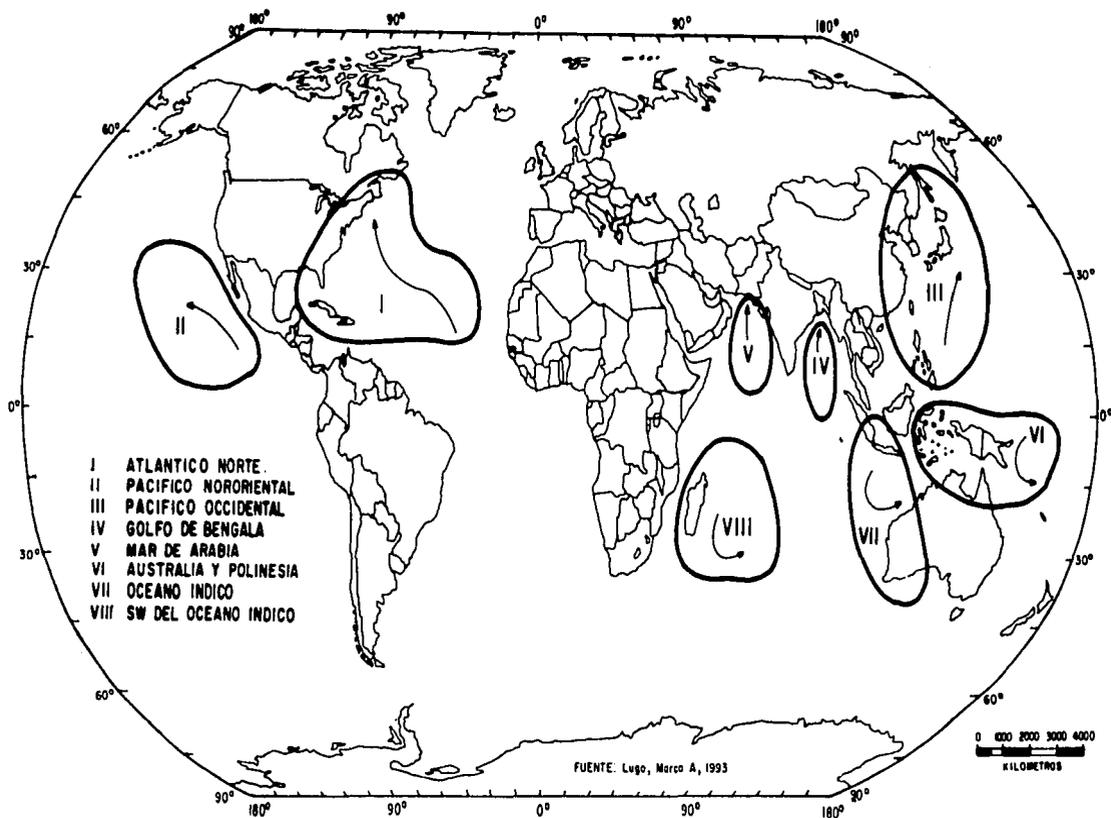
Si se observa con mayor detalle, los huracanes que afectan a nuestro país, tienen cuatro regiones matrices o de origen y en ellas aparecen con distinto grado de intensidad, a medida que avanza la temporada, desde la última semana de mayo hasta la primera quincena de octubre. (SPP, 1979)

La primera región se encuentra en el Golfo de Tehuantepec y se activa generalmente durante la primera o segunda semana de mayo, marcando el inicio de la temporada de lluvias del país, que coincide con la actividad ciclónica, influye además sobre el SW del Golfo de México con precipitaciones y vientos del norte que alcanzan rachas fuertes y violentas en la porción sur del estado de Veracruz, caracterizándose porque cubre el período diurno, cesando durante la noche para reanudarse al día siguiente y su intensidad, indica si la perturbación progresa o se disipa. Los huracanes que surgen en esta época tienden a viajar hacia el Oeste se internan en el Océano Pacífico, alejándose de México; los generados de julio en adelante, describen una parábola paralela a la costa del Pacífico y a veces llegan a penetrar al territorio nacional. (Fig. 6)

La segunda se localiza en la porción sur del Golfo de México, en las aguas cálidas que forman la denominada Sonda de Campeche y los huracanes nacidos ahí aparecen generalmente en la primera quincena de junio, en latitud próxima a los 20°N; con una ruta hacia el norte-noreste, afectando principalmente a Veracruz y Tamaulipas. Los meteoros iniciales, con carácter de sistemas lluviosos, viajan paralelos al litoral Veracruzano y van intensificándose gradualmente de tal modo, que los nacidos en el mes de julio alcanzan un desarrollo definitivo.

FIG. 5

ZONAS CICLOGENAS EN EL MUNDO



La tercera región se ubica en la parte oriental del Mar Caribe, de latitud 13°N; estableciéndose en el mes de julio, cuando el caldeoamiento ha invadido la región insular de las pequeñas Antillas, formándose huracanes de gran recorrido y potencia extraordinaria, especialmente los formados entre agosto y octubre, algunos llegan a cruzar la Península de Yucatán y luego golpean a los estados de Tamaulipas y Veracruz.

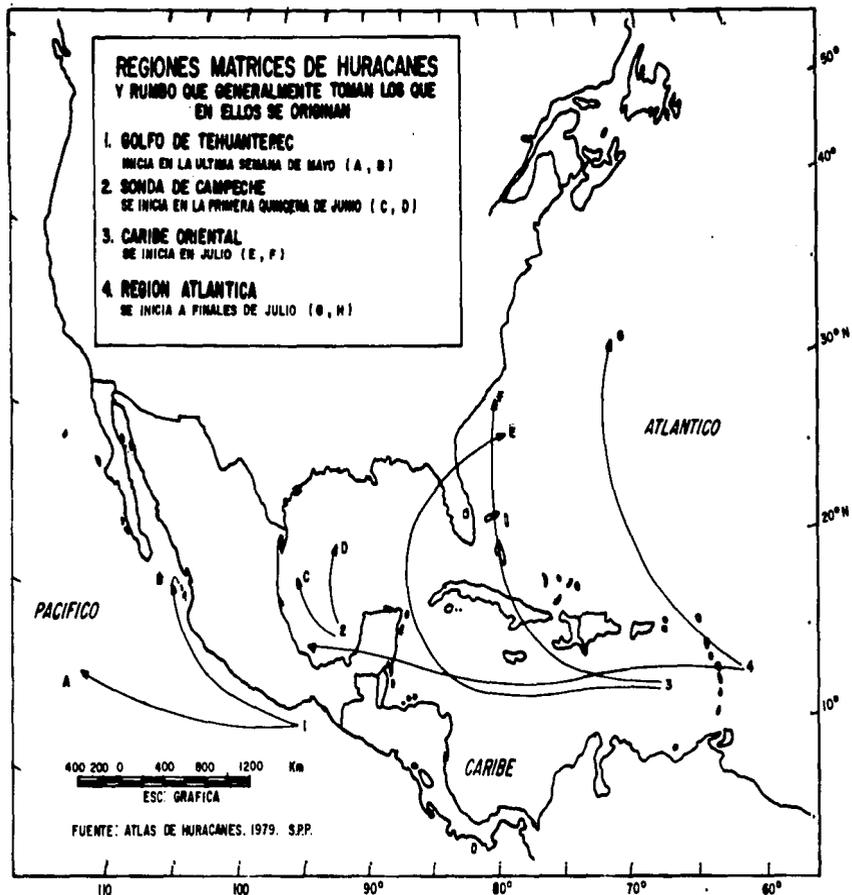
Estos huracanes presentan una trayectoria parabólica bien definida y generalmente recurvan al Norte, lo hacen cerca de los 19° N y 5° más al Norte muestran una ligera desviación hacia el NE, que se hace notable casi a los 30°N lo que le lleva a atravesar la Península de Florida para salir al Atlántico.

La cuarta región se encuentra en la porción tropical del Atlántico, en latitud 8 a 12°N, al sur de la Isla de Cabo Verde y se activa a finales de julio principalmente en agosto. Estos son ciclones de mayor potencia y recorrido, generalmente se dirigen al oeste, penetrando en el Mar Caribe, Yucatán, Tamaulipas y Veracruz. Muchos de estos huracanes se caracterizan por su tendencia a recurrir hacia el norte a poco tiempo de iniciados, constituyendo una amenaza para las Islas Bahamas y Bermudas; se llega a observar un comportamiento diferente en su trayectoria pues llegan a describir espirales o curvas cerradas, con una momentánea pérdida de intensidad como si la energía generadora se debilitara para recuperarse después con mayor fuerza, presentando un cambio de rumbo posterior, no concuerdan con la regla clásica, esto se debe indudablemente a la creciente transformación del anticiclón de las Bermudas Azores por influjo del otoño y la intromisión de las corrientes marítimas a menor temperatura.

En ésta última región se originó el huracán Roxanne tema principal de la presente investigación, del cual se hablará más adelante.

Las regiones matrices no son estables en cuanto a su ubicación, ésta obedece a la posición de los centros de máximo calentamiento marítimo, los que a su vez están influidos por las corrientes frías de California, la contracorriente cálida ecuatorial en el Océano Pacífico y a la corriente cálida del Golfo (Gulf Stream), tanto en su recorrido interior como exterior al Caribe, por intromisiones de la Corriente Fría de Labrador.

Por otra parte, la región matriz del Golfo de Tehuantepec puede algunas veces aparecer corrida unos 556 km. al SW, mientras la segunda región que se ubica en la Sonda de Campeche, puede avanzar hasta 741 km. al NE. De igual modo la tercer región matriz en el Caribe, puede trasladarse hasta 1 668 km. al oeste y aparecer casi entre Jamaica e Isla Swam. La cuarta región del Atlántico, puede manifestarse entre 1 668 y 1 853 km. al NW de su región, cerca de las Bermudas. Estas son algunas de las anomalías que se han presentado estudiadas por César Luna Bauza. (SPP, 1979).



01

FIG. 6

## **1.6 Trayectorias históricas.**

Como antecedente de daños causados por los ciclones, se tiene noticia de que hace más de 400 años, por lo menos 20 barcos de conquistadores de España, naufragaron a lo largo de la Costa del Océano Atlántico. El gobierno de Honduras descubrió en 1993 que el galeón español "San Roque" se hundió en aguas hondureñas del Caribe, a causa de una tempestad. El barco guiaba en 1606 a España una flota de galeones con un cargamento de 180 cajas de monedas de oro y plata, 520 barras de plata, 100 lingotes de oro y 10 láminas de oro de 48 kg. cada una. (El Heraldó, 31 mayo 1996).

Sin embargo una de las primeras descripciones de trayectorias de ciclones tropicales que afectaron la costa mexicana es la que realizó Redfield (1846) de la tormenta de Racer, así llamada porque el barco inglés de ese nombre se la encontró cuando cruzaba el estrecho de Yucatán, el 10 de Octubre de 1837, y siguió hacia el NW hasta tocar la costa un poco al sur de Matamoros, ocasionando fuertes inundaciones. Otro ciclón del siglo XIX, el de agosto de 1842, tuvo una trayectoria poco usual hacia el W franco; la tormenta destruyó los mástiles del velero Antje en el Caribe, pasó luego por La Habana el 4 de septiembre y siguiendo la misma dirección W arribó a la costa mexicana un poco al Norte de Tampico, causando estragos en la población de Cd. Victoria, en el estado de Tamaulipas; la calma se sintió durante seis minutos después de lo cual el viento del sur sopló con renovada violencia. (Jáuregui, 1967)

En 1887 del 6 al 8 de octubre, la tormenta tropical No. 9 del Atlántico atravesó la Península de Yucatán con vientos de 74 km/h y una vez establecido en el Golfo de México sus vientos máximos eran de 93 km/h. ( Univ. Pardue, 1996)(Fig. 7)

En 1892 del 5 al 15 de octubre el Huracán No. 4 cruzó la Península de Yucatán con vientos de 130 km/h, incrementándose a 157 km/h cuando permanecía en el Golfo de México. (Univ. Pardue, 1996) (Fig. 7)

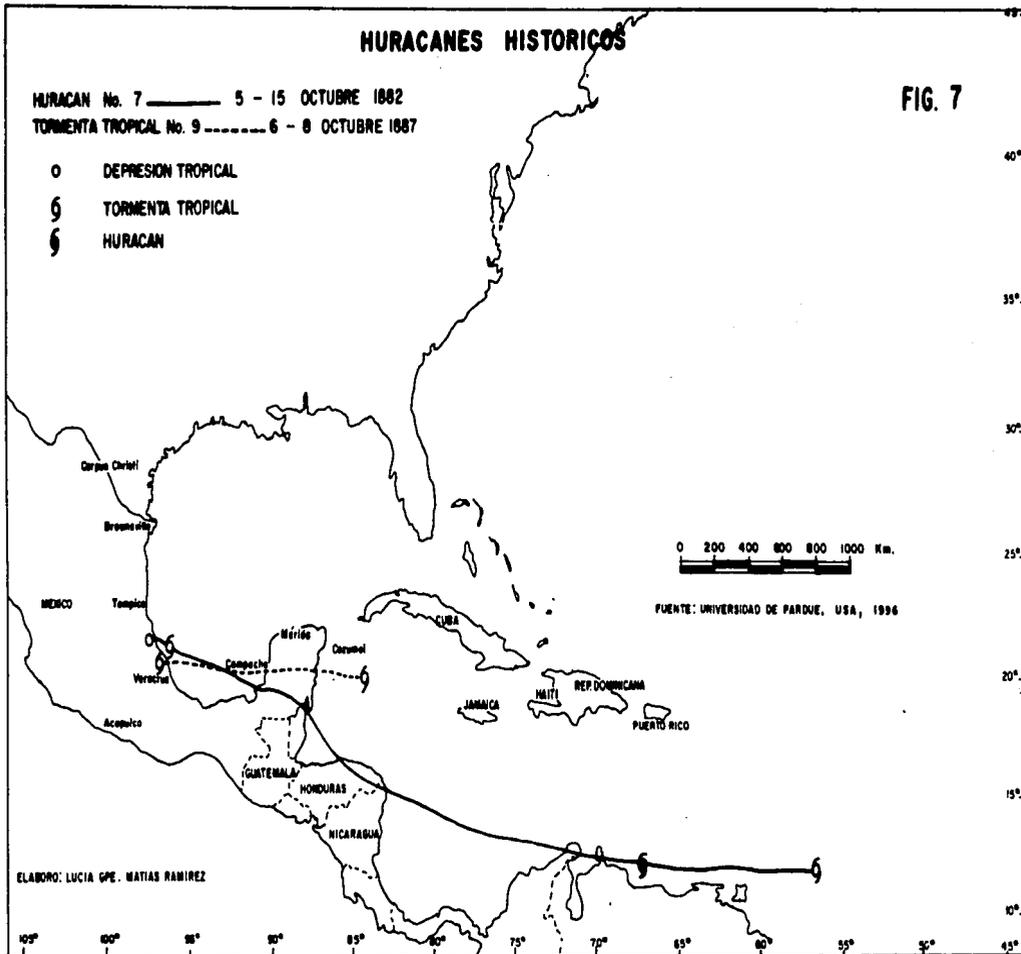
En el presente siglo, el Huracán San Felipe en 1928, es sin duda el más violento y destructivo, después de causar grandes daños en la Isla Guadalupe, destruyó a la Isla de Puerto Rico, durante su paso el 13 de septiembre 300 personas resultaron muertas y causó daños por más de 50 millones de dólares, San Felipe realizó otro arribo a la Playa Palma en Florida el 16 de septiembre y murieron ahogadas 1836 personas en el Lago Okeechobee, las áreas de mayores daños fueron: Isla Virgen, Bahamas y el sur de Florida.(Ludlum, 1989).

# HURACANES HISTORICOS

HURACAN No. 7 ——— 5 - 15 OCTUBRE 1882  
TORMENTA TROPICAL No. 9 - - - - - 6 - 8 OCTUBRE 1887

FIG. 7

- DEPRESION TROPICAL
- ⊖ TORMENTA TROPICAL
- ⊕ HURACAN



ELABORO: LUCIA GPE. MATIAS RAMIREZ

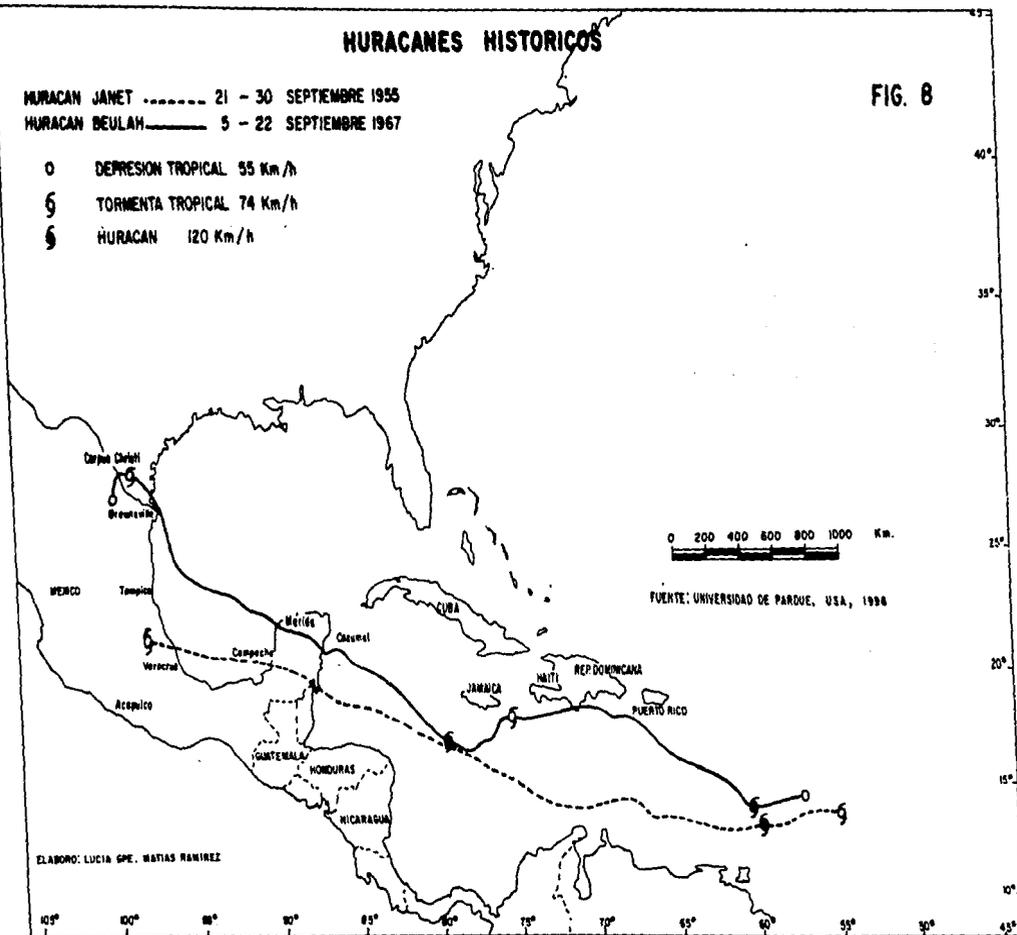
# HURACANES HISTORICOS

HURACAN JANET ..... 21 - 30 SEPTIEMBRE 1955

HURACAN BEULAH ..... 5 - 22 SEPTIEMBRE 1967

- DEPRESION TROPICAL 55 Km/h
- ⑥ TORMENTA TROPICAL 74 Km/h
- ⑨ HURACAN 120 Km/h

FIG. 8



En las últimas décadas no ha habido zona costera de México libre de la visita de los ciclones tropicales, aunque unas costas son más afectadas que otras. Las trayectorias de los ciclones que se generan en la Sonda de Campeche tienen en general una dirección hacia el norte, mientras que las perturbaciones del Caribe viajan generalmente hacia el Oeste para tocar las costas del país o moverse al norte. El huracán Janet del 22 al 29 septiembre de 1955, cruzó la Península de Yucatán con una trayectoria E-W y vientos de 282 km/h sin presentar debilitamiento considerable de los mismos. (Ludlum, 1989 y SPP, 1979) (Fig. 8)

En 1967 del 5 al 22 de septiembre el Huracán "Beulah", cruzó la Península de Yucatán con dirección E-W y vientos de 185 km/h con una presión de 967 mb., posteriormente se internó en el Golfo de México con vientos máximos de 250 km/h y una presión de 923 mb. siendo ésta última la más baja en toda su trayectoria, dejando pérdidas materiales de más de 100 millones de pesos y más de 100 mil damnificados. (El Libro del año Barsa, 1968) (Fig. 8)

La zona donde se han formado más ciclones en el Atlántico Norte es la del Caribe Occidental.

Una vez generados, los ciclones se desplazan con patrones poco definidos, las trayectorias se han analizado para determinar su frecuencia.

La forma encerrada del Golfo de México determina la corta duración y baja frecuencia de las perturbaciones en esta área, ya que las tormentas se dirigen luego hacia tierra disipándose en pocos días.

En la actualidad, se estudia aún el problema de la definición de trayectorias de los huracanes, se emplean algunos modelos: En México el Modelo Adem (1957) y el Baroclínico Buendía-Delgado (1981), (Buendía et al, 1990); en Costa Rica el Numérico de simulación de viento y generación de oleaje, Lizano (1990), en otros países los Modelos de viento SPLASH Jelesnianski (1974), Collins y Viehnaman (1971); el Modelo NWS23 de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, 1979) (Lizano, O. y Roberto Maya, 1990); en general se utilizan para pronóstico de 12, 24, 48 y 72 hrs.

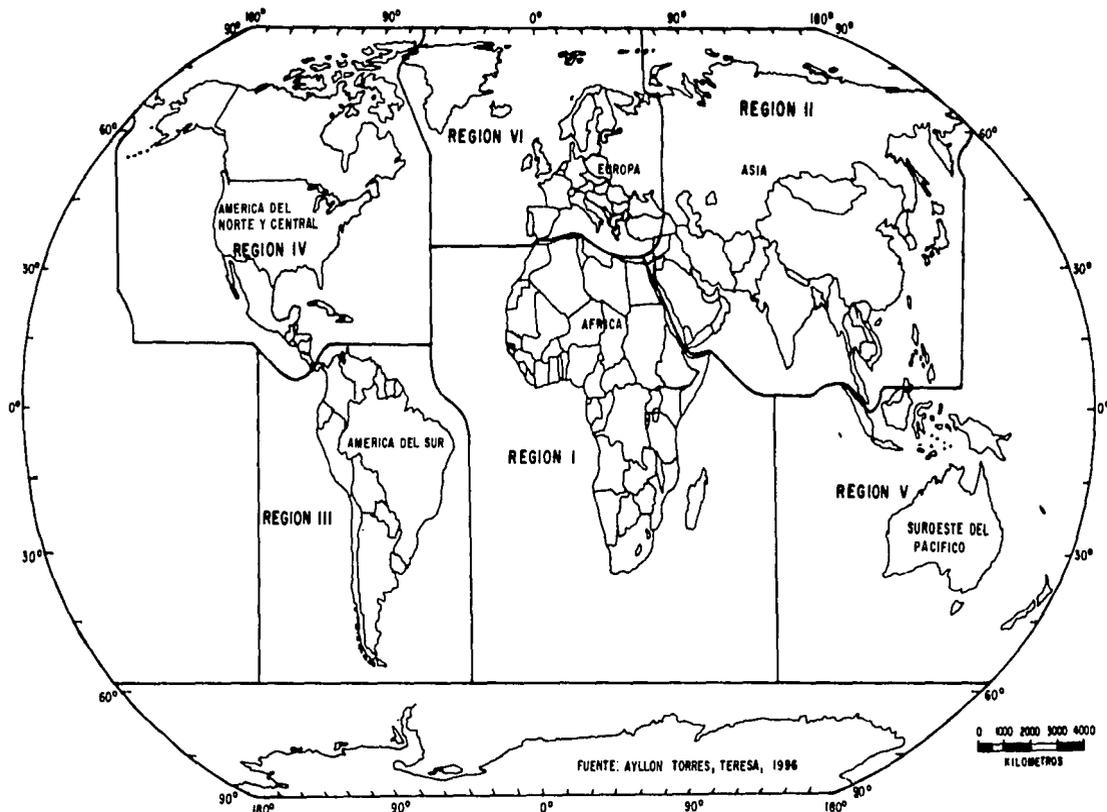
### **1.7 Etapas del huracán.**

De acuerdo con Pettersen (1976) las Ondas del este, como primera manifestación de la formación de huracanes se caracterizan por ser líneas de flujo onduladas asociadas a la confluencia de los alisios. Constan de un surco de amplitud de onda notable sin centro de baja presión definido provocando que el viento de dirección uniforme, al cambiar bruscamente de dirección genere formación nubosa considerable hasta que la onda se aleja.

El huracán tiene su origen en una perturbación ondulatoria débil alrededor de un centro de baja presión la que se denomina Onda Tropical.

FIG. 9

REGIONES DE LA ORGANIZACION METEOROLOGICA MUNDIAL (OMM)



Cuando se detectan indicios de que se está formando una circulación ciclónica se habla de *Perturbación Tropical*. Además se emplea para designar a todos los elementos de flujo que perturban las corrientes tropicales normales. En ausencia de éstas, el flujo vendría representado por las líneas de corriente más o menos aisladas, rectilíneas y con velocidad constante. (OMM, 1976)

a) En su nacimiento, se denomina *Depresión Tropical*. le caracterizan vientos máximos constantes ó sostenidos con una velocidad menor o igual a 33 nudos (63 km/h), conforme aparecen se les asigna un número para identificarlos posteriormente.

b) En la siguiente etapa de evolución se le conoce como *Tormenta tropical*, la velocidad del viento es de 34 a 63 nudos (63 a 118 km/h). En esta etapa se le asigna un nombre propio por orden de aparición de acuerdo con una lista de nombres seleccionados anualmente por el Comité de Huracanes de la Asociación Regional IV, de la Organización Meteorológica Mundial. Es de uso internacional y sigue el orden alfabético.

La Organización Meteorológica Mundial, ha dividido al Planeta en 5 regiones, en una de ellas está incluida la República Mexicana que es la región IV, la cual comprende a los países de América del Norte, Centroamérica y El Caribe.(Fig. 9)

c) La última etapa que alcanza el meteoro es la de *Huracán*, cuando sus vientos alcanzan velocidades mayores de 64 nudos (118 km/h). Existen 5 categorías de huracanes. (Fig. 10).

Clasificación de la OMM para la región IV (Fig.10)

CATEGORÍA	PRESIÓN mb.	VIENTOS Km/h	TORMENTA DE MAREA m	CARACTERÍSTICAS
Onda Tropical				Perturbación ondulatoria débil, con tendencia a formar circulación ciclónica de baja presión, contraria a las manecillas del reloj. Los daños potenciales a la propiedad son mínimos.
Perturbación Tropical	1008			Hay indicios de que se está formando una circulación ciclónica. Los daños potenciales son menores.
Depresión Tropical	1005	62		Etapla inicial de la formación de un ciclón tropical. Localmente destructivos.
Tormenta Tropical	1004 a 985	63 a 117	1.1	Ciclón tropical organizado. Tiene efectos destructivos.
Huracán				Ciclón tropical bien organizado con viento máximo superior de 118 km/h. Se distinguen 5 categorías de huracán.
Categoría 1	>980	119-153	-1.5	Altamente destructivo
Categoría 2	965-979	154-177	-2.0-2.5	Altamente destructivo
Categoría 3	954-964	178-209	-2.5-4.0	Extremadamente destructivo
Categoría 4	920-944	210-249	-4.0-5.5	Extremadamente destructivo
Categoría 5	<920	>250	>5.5	El más destructivo

Fuente: Congreso del Organismo Meteorológico Mundial, 1989

En Estados Unidos de América, Herbert Saffir y Robert H. Simpsom (1970's) elaboraron una escala de huracanes, muy similar a la de la OMM. Fig. 11. Sin embargo denominan a la primera etapa Depresión y no Depresión Tropical; y hay ligeras variaciones en los límites de la velocidad del viento de la Tormenta Tropical, además proporciona una estimación de los daños materiales que pueden ser ocasionados por el huracán.

ESCALA DE HURACANES DE SAFFIR/SIMPSON (ESSH) (Fig. 11)

TIPO	PRESIÓN mb	VIENTOS km/h	Marea m	ESTIMACIÓN DE LOS POSIBLES DAÑOS MATERIALES
Depresión	--	64		Ningún daño considerable a las estructuras.
Tormenta Tropical	--	65-118		Pequeños daños a las casas rodantes, pequeños árboles.
Huracán 1	> 980	119-153	1.5	Ningún daño efectivo a los edificios. Daños a casas rodantes, arbustos árboles. También algunas inundaciones de carreteras costeras y daños leves en los muelles.
Huracán 2	965-980	154-177	2-2.5	Daños en los tejados, puertas y ventanas de los edificios. Las carreteras costeras se inundan de dos a cuatro horas antes de la entrada del centro del huracán. Las pequeñas embarcaciones en fondeaderos sin protección rompen amarras.
Huracán 3	945-965	178-209	2.6-3.7	Daños estructurales a pequeñas residencias y construcciones auxiliares, con pequeñas fisuras en los muros de revestimiento. Los terrenos planos abajo de 1.5 m pueden resultar inundados hasta 13 km. de la costa o más.
Huracán 4	920-945	210-249	4.5-5	Provoca fisuras más generalizadas en los muros de revestimiento con derrumbe completo de toda la estructura del techo en las residencias pequeñas. Erosión importante en las playas. Inundaciones en los terrenos planos abajo de 3 m. situadas hasta 10 km de la costa.
Huracán 5	<920	>250	>5-5	Derrumbe total de los techos en residencias y edificios industriales. Algunos edificios se desmoronan por completo y el viento se lleva las construcciones pequeñas. Daños graves en los pisos bajos de todas las estructuras situadas a menos de 4 m. por encima del nivel del mar y a una distancia de hasta 460 m. de la costa.

Fuente: Universidad de Purdue, U.S.A. 1996, Internet

ESCALA DE BEAUFORT (Fig. 12)

CLASIFICACIÓN	VELOCIDAD DEL VIENTO A 10 M DE ALTURA KM/H	ALTURA PROMEDIO DE LAS OLAS EN M.
0 Calma	0 - 1	0
1 Brisa	1 - 5	0
2 Vientos Suave	6 - 11	0 - 0.3
3 Viento Leve	12 - 19	0.3 - 0.6
4 Viento Moderado	20 - 28	0.8 - 1.2
5 Viento regular	29 - 38	1.2 - 2.4
6 Viento Fuerte	39 - 49	2.4 - 4.0
7 Ventarrón	D.T	4.0 - 6.0
8 Temporal	T.T	4.0 - 6.0
9 Temporal Fuerte	T.T	4.0 - 6.0
10 Temporal muy Fuerte	T.T	6.0 - 9.0
11 Tempestad	T.T	9.0 - 14.0
12 Huracán	H	> 15 m.

D.T Depresión Tropical; T.T. Tormenta Tropical; H Huracán

Fuente: Oliver, John E. 1973

### **1.8 Estructura de los huracanes.**

Los huracanes presentan una estructura aproximadamente asimétrica alrededor de la vertical que pasa por el centro de la tormenta.

La presión y la temperatura son de las variables más cercanas a dicha asimetría, la primera tiene un déficit en el centro de la tormenta de manera contraria a la temperatura, que muestra un superávit o exceso en la misma zona.

Los ciclones son vórtices de eje vertical con un flujo inferior convergente y uno superior divergente. En su centro se produce una zona con baja presión y aire relativamente en reposo y seco que se llama ojo. Alrededor de éste, existen una zona anular central donde convergen las corrientes superficiales y se producen fuertes lluvias y flujos ascendentes. En esta área donde se tienen las velocidades máximas del viento. El flujo convergente suministra calor al centro del ciclón, a través de calor latente que libera su vapor al condensarse, este calor asegura la distribución de densidades y consecuentemente de las presiones y flujos para que continúe la existencia del fenómeno.

Durante un ciclón, en los niveles bajos los vientos convergen dirigiéndose hacia el centro de una baja presión, su rapidez aumenta conforme se acerca a ese punto. A una distancia de 10 a 100 km. del centro esos vientos ascienden, llevando consigo suficiente humedad como para formar nubes de desarrollo vertical (cumulonimbos).

Los ciclones tropicales constan de cuatro componentes principales: (Ahrens, 1991) (Fig. 13)

1) El ojo del ciclón corresponde a una región casi circular de diámetro de 20 a 35 km, que está en su centro. Carece de nubes y lluvias, en ella casi no sopla el viento. Se encuentra en el centro del huracán y es una zona de calma con pocas nubes y lluvia. Su diámetro va de 20 a 35 km. entorno a él se encuentra un área de nubes verticales que se constituyen en la pared del ojo y ahí se localizan los vientos y la lluvia más fuertes.

Nueva teoría del ojo del huracán, según Ted Fujita. Se presentan vórtices como remolinos entre los vientos por las diferentes velocidades que pueden ser exagerados debido a las intensas corrientes de aire. Los vientos ganan grandes velocidades. Los vórtices giran tan alto a tal grado que puedan salir a 15 ó 91 mts. de ancho por lo que es un gran destructor.

La furia del ojo en la pared, ocurre cuando el aire húmedo se encuentra en dirección del ojo, la cual es una zona de baja presión. Cuando el aire sube el vapor de agua se condensa, liberando calor que abastece de combustible a los vientos del huracán. (Rick, 1993).

**2) Capa de entrada.** Entre la superficie (mar y tierra) y la parte más alta del huracán se forman capas de viento en tres etapas: la de entrada se extiende hasta una altura de tres mil metros. En ella las corrientes de aire se dirigen con gran fuerza hacia el centro del huracán y son más intensas entre la superficie y los mil metros de altura; los vientos más fuertes soplan a la derecha en relación con la dirección de desplazamiento.

**3) Capa de ascenso.** Se encuentra entre los tres y seis mil metros de altura. En esta capa el aire sube tangencialmente hacia la región donde está la nubosidad y las bandas de lluvia. La humedad asciende hacia una capa superior donde están las nubes; no presenta convergencia ni divergencia de corrientes.

**4) Capa de salida.** Se encuentra a partir de los seis km. y las corrientes de aire salen del centro hacia el exterior, haciéndose completamente radiales hacia los 12 km. (o la altura del techo del huracán). La intensidad del viento es de menos del 50% del que se presenta en la superficie.

Durante el ascenso de la humedad se forman nubes de distinto tipo y ocurre la condensación del vapor para dar lugar a las precipitaciones.

# ESTRUCTURA GENERAL DE UN CICLON

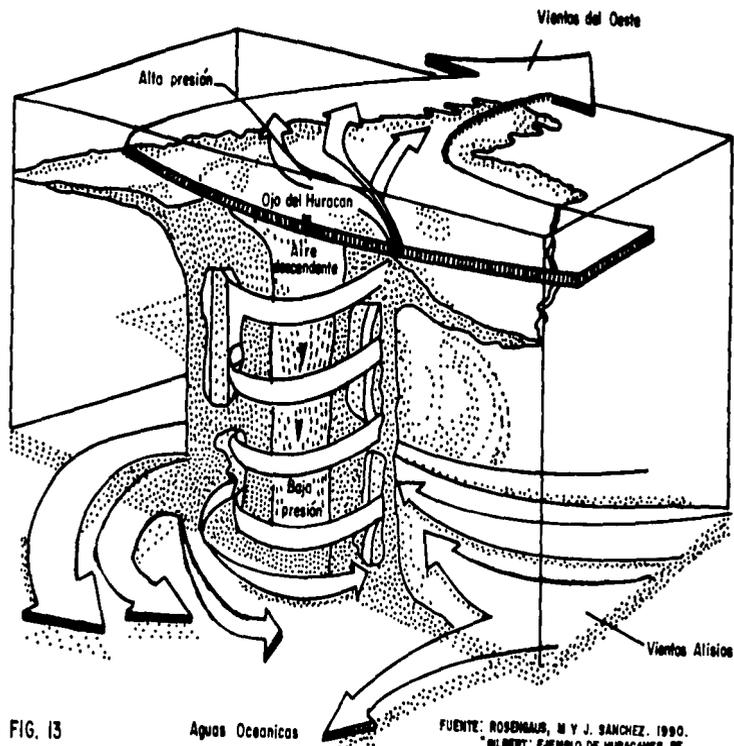


FIG. 13

Agua Oceánicas

FUENTE: ROSENBAUM, M Y J. SANCHEZ. 1990.  
"ALBERT: EJEMPLO DE HURACANES DE  
GRAN INTENSIDAD"

## **CAPITULO 2: El Huracán Roxanne y sus condiciones climáticas.**

### **2.1 Huracanes del Atlántico 1995.**

En 1995 se formaron en el Océano Atlántico 21 tormentas tropicales, de las cuales 11 de ellas lograron desarrollarse como huracanes y de éstos últimos sólo 5 tuvieron la categoría 3 de extremadamente peligroso de acuerdo a la escala de Saffir-Simpson. (Fig. 14)

### **2.2 Trayectoria del huracán Roxanne.**

De los 11 huracanes que se presentaron en el Atlántico, Roxanne fue el número 10 de la temporada 1995, los primeros reportes se registraron el día 7 de octubre. (Fig. 15)

### **8 Octubre 1995.**

#### ***Características del Huracán Roxanne.***

Se localizó una baja presión estacionaria sobre el Caribe a unos 800 km. al SE de las costas de Quintana Roo. A partir de ésta se reportó la depresión tropical No. 19 que se formó cerca de 16°N, 83.2°W a las 15 hr. local del centro, con vientos de 55 km/h y una presión de 1003 mb. frente a la costa de Nicaragua y Honduras.

*Descripción Sinóptica basada en la Carta del Tiempo de las 12:00Z (6:00 a.m.) proporcionada por el Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM.*

Afluencia de aire tropical al Caribe Occidental debido a los alisios.  
Alta presión en el Pacífico.

### **9 Octubre 1995.**

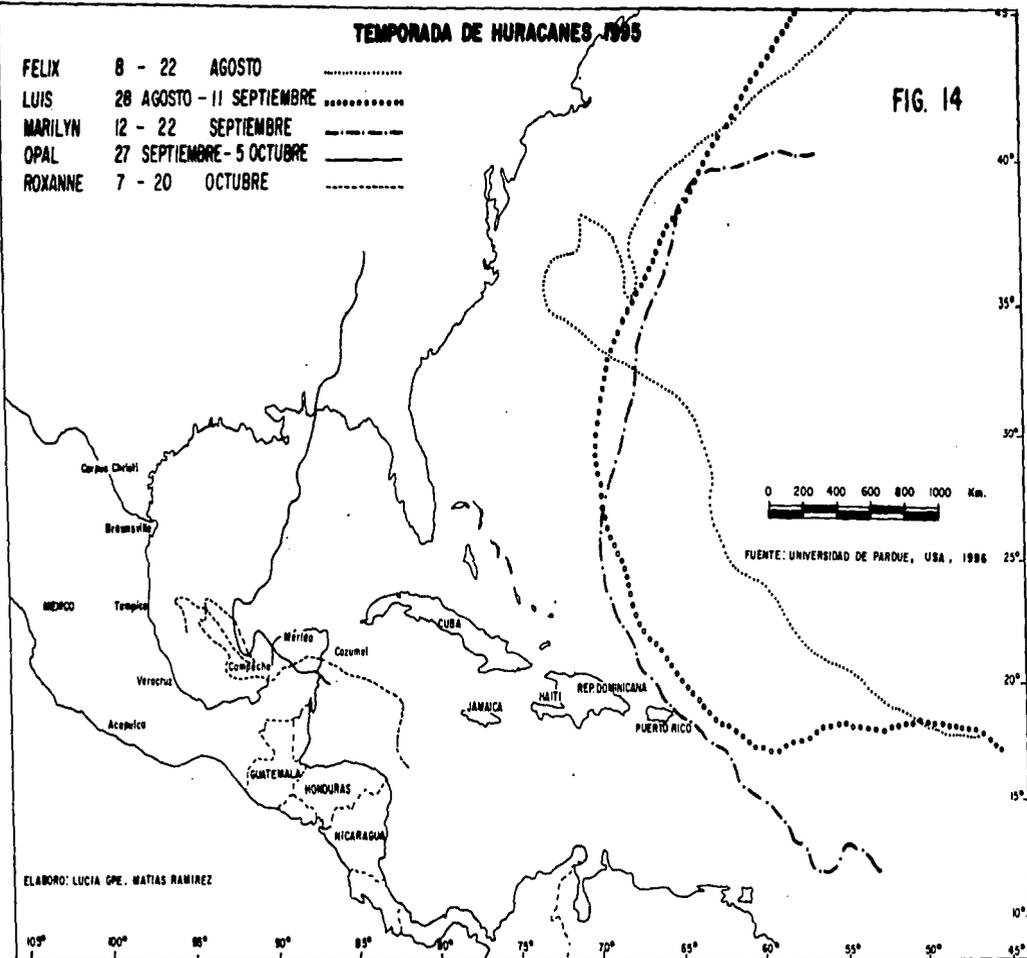
#### ***Características del Huracán Roxanne.***

La depresión tropical No. 19 se intensificó a las 03 hr. local convirtiéndose en la tormenta tropical Roxanne, su centro se localizó a las 06 hr. local a 520 km. al SE de Puerto Morelos, Q. Roo y a 540 km. al SE de Cancún, Q. Roo, se desplazó hacia el N-NW a 12 km/h, con vientos máximos sostenidos de 65 km/h y rachas de hasta 85 km/h, y una presión en su centro de 1003 mb. El meteoro cubría una extensión aproximada de 500 km. de radio en todas direcciones a partir de su centro.

### TEMPORADA DE HURACANES 1995

FELIX	8 - 22	AGOSTO	.....	
LUIS	28 AGOSTO - 11	SEPTIEMBRE	.....	
MARILYN	12 - 22	SEPTIEMBRE	-----	
OPAL	27	SEPTIEMBRE - 5	OCUBRE	-----
ROXANNE	7 - 20	OCTUBRE	-----	

FIG. 14



***Descripción Sinóptica basada en la Carta del tiempo de las 12:00Z***

Frente estacionario No.- 9 débil y una línea de vaguada sobre el norte de la Península de Yucatán y oriente del Golfo de México.

Afluencia de aire marítimo tropical proveniente del Pacífico.

Baja presión débil al norte de Baja California.

Alta presión en el Pacífico y Norte de México.

**10 Octubre 1995.**

***Características del Huracán Roxanne.***

La tormenta tropical Roxanne, se intensificó a huracán de categoría 1 en la escala de 5 según Saffir-Simpson y se localizó a las 06 hr. local a 245 km. al SE de Puerto Morelos, Q. Roo y a 265 km. al SE de Cancún, Q. Roo, se desplazó hacia el W-NW a 16 km/h, con vientos máximos sostenidos de 145 km/h, rachas de hasta 165 km/h., y una presión en su centro de 973 mb., el ojo del huracán Roxanne tenía un diámetro de 45 km; adquirió la categoría de huracán 3 de "extremadamente peligroso", se localizó a unos 20 km. al NW de Cozumel y a 85 km. al S-SW de Cancún, Q. Roo. Inmediatamente a las 09 hr. local en posición 19.5°N, 85.5°W Roxanne descendió a huracán 2, con vientos máximos sostenidos de 160 km/h y rachas de hasta 185 km/h la presión en su centro era de 972 mb. Los vientos del sistema se extendieron en un área de 95 km. de radio. En el extremo NE de la Península de Yucatán se registraron vientos de 63 km/h y las olas de 4 m. se extienden en sus costas, en un radio de 275 km.

***Descripción Sinóptica basada en la carta del tiempo de las 12:00Z***

Línea de convergencia desde el Sur de Sonora hasta el occidente de Chihuahua.

Línea de convergencia sobre Guerrero y afluencia de aire marítimo tropical.

Sistema de alta presión en el Pacífico y Norte de México.

Alta presión en el Pacífico y Norte de México.

El huracán Roxanne con categoría 3 se localizó a las 18 hr. local en 20.1°N, 87.1°W a 120 km. al S-SW de Cancún y a 40 km. al Este de Tulum, Q. Roo. Se desplazó hacia el W a 19 km/h con vientos máximos sostenidos de 185 km/h y rachas de 215 km/h, y una presión en su centro de 958 mb; siendo ésta la presión más baja en toda su trayectoria, provocó desprendimientos nubosos hacia la Península de Yucatán y el extremo SE del país.

**11 Octubre 1995.**

***Características del Huracán Roxanne.***

El huracán Roxanne con categoría 1 se localizó a las 6 hr. local a 15 km. al Este del poblado de Nohcacab, Yucatán a 23 km. al S-SE de Tecax, Yuc. y a 115 km. al SE de Mérida, Yuc., se desplazó hacia el W a 19 km/h, con vientos máximos sostenidos de 140 km/h, rachas de hasta 165 km/h, y una presión en su centro de 980 mb.

***Descripción Sinóptica basada en la carta del tiempo de las 12:00Z***

Línea de convergencia sobre el NW del país.  
Línea de convergencia sobre el Sur de Guerrero.  
Afluencia de aire tropical con poco contenido de humedad proveniente del Atlántico.  
Alta presión en el Pacífico y Norte de México.

El huracán Roxanne se localizó a las 18 hr. local con base en la imagen de satélite en 19.3°N, 90.8°W en tierra, a 15 km. al SW de Champotón, Camp. y a 130 km. al NE de Cd. del Carmen, Camp. Se desplazó hacia el W-SW a 15 km/h con vientos máximos sostenidos de 120 km/h, rachas de hasta 150 km/h, una presión de 990 mb. en el centro, provocó desprendimientos nubosos hacia la Península de Yucatán, Centro y Sur del Golfo de México y SE del país.

Afluencia de aire húmedo de ambos litorales.  
Sistema de alta presión sobre la porción Centro-Norte del territorio nacional.

**12 Octubre 1995**

***Características del Huracán Roxanne.***

El huracán Roxanne se mantiene casi estacionario sobre el Sur de la Sonda de Campeche, se localizó a las 06 hr. local a 70 km. al W de Champotón, Camp. y a 95 km. al N-NE de Cd. del Carmen, Camp., presentó vientos máximos de 120 km/h, rachas de hasta 150 km/h, y una presión en el centro de 990 mb., olas de 4 m. se registraron en un radio de 90 km. en el semicírculo sur del sistema, alcanzando las costas de Campeche; las bandas nubosas de Roxanne cubrían el SE del país y la Península de Yucatán. El huracán perdió intensidad y adquirió la categoría de tormenta tropical, a las 09 hr. local estaba en latitud 19.5°N, 92.9°W, se movió hacia el W y se ubicó a 130 km. al N-NW de Frontera, Tabasco y a 205 km. al NW de Coatzacoalcos, Ver. con vientos de 100 km/h y rachas de 120 km/h.

***Descripción Sinóptica basada en la carta del tiempo de las 12:00Z***

**Afluencia de aire tropical con poco contenido de humedad.  
Alta presión en el Pacífico y Norte de México.**

La tormenta tropical Roxanne se localizó a las 18 hr. local, de acuerdo al vuelo de reconocimiento de caza huracanes, casi estacionario en los 20.0°N, 92.5°W a 165 km. al Norte de Frontera, Tab. y a 275 km. al NE de Coatzacoalcos, Ver con vientos máximos sostenidos de 85 km/h con rachas de hasta 100 km/h; provocó desprendimientos nubosos hacia la Península de Yucatán, Golfo de México y SE del país.

**Sistema de baja presión sobre Tamaulipas asociado con afluencia de aire húmedo del Golfo.  
Alta presión en el Norte del país.**

**13 Octubre 1995**

***Características del Huracán Roxanne.***

El centro de la tormenta tropical Roxanne se localizó a las 06 hr. local a 320 km. al E-NE de Nautla, Ver. y a 340 km. al NE de Veracruz, Ver. se desplazó hacia el NW a 13 km/h, con vientos máximos de 85 km/h y rachas de hasta 100 km/h, la presión era de 992 mb. en el centro, las bandas nubosas de la tormenta tropical cubrían el litoral del Golfo de México, el Sur del Pacífico y la Península de Yucatán.

***Descripción Sinóptica basada en la carta del tiempo de las 12:00Z***

Frente frío moderado sobre el Sur de los E.U.A., se acompaña de una masa de aire polar continental con un valor de alta presión de 1036 mb. con centro en Idaho, se desplazó hacia el E-SE a 25 km/h.

Línea de convergencia propiciada por la circulación de Roxanne, se extendió desde el centro hasta el NE del país, lo cual favoreció la afluencia de aire marítimo tropical con moderado contenido de humedad.

**Alta presión en el Pacífico y Norte de México.**

La tormenta tropical Roxanne, se localizó a las 18 hr. local con base en la imagen de satélite, se mantuvo casi estacionaria en 21.7°N, 94.1°W a 350 km. al NE de Veracruz, Ver. y 350 km. al E-NE de Tuxpan, Ver. con vientos máximos sostenidos de 95 km/h, rachas de hasta 110 km/h, y una presión en el centro de 981 mb. provocó desprendimientos nubosos hacia el Golfo de México, SE, Oriente de la Mesa del Norte y Central.

**Onda tropical No. 34 al Este de Q. Roo.  
Frente estacionario No. 10 asociado a una vaguada.  
Afluencia de aire húmedo del Golfo de México.  
Alta presión en el Norte del país.**

**14 Octubre 1995.**

***Características del Huracán Roxanne.***

El centro de la tormenta tropical Roxanne se localizó a las 7 hr. local a 400 km al E-NE de Tuxpan, Veracruz y a 410 km. al NW de Campeche, con vientos sostenidos de 130 km/h, rachas de 150 km/h, y una presión de 979 mb. en el centro, mantuvo un movimiento errático, en las últimas horas se movió al S-SE, con vientos máximos de 95 km/h y rachas de hasta 110 km/h; las bandas nubosas de la tormenta tropical cubrían el litoral del Golfo de México y Oriente de la Mesa Central.

La Comisión Nacional del Agua anunció que una línea frontal en el Golfo de México hizo que el meteoro cambiará de rumbo y se dirigiera de nuevo a Campeche y Tabasco.

***Descripción Sinóptica basada en la carta del tiempo de las 12:00Z***

Frente frío No. 10, fuerte sobre el Norte de Chihuahua y Coahuila, se movió al SE a 25 km/h interaccionó con la afluencia de humedad de la tormenta tropical Roxanne.

Onda tropical No. 34, se localizó aproximadamente a 500 km. al Este de las costas de Quintana Roo.  
Afluencia de aire tropical con moderado contenido de humedad.  
Alta presión en el Pacífico.

La tormenta tropical Roxanne del Golfo de México, se convirtió nuevamente en huracán y se movió hacia el Sur a 13 km/h, se localizó a las 21 hr. local a 300 km. al NW de Campeche, Camp. así como a 340 km. al Norte de Cd. Frontera, Tab. presenta vientos máximos de 130 km/h, rachas de hasta 155 km/h; olas de 4 m. se extendieron en un radio de 280 km. en todas direcciones, las bandas nubosas del huracán cubrían el litoral del Golfo de México y SE del país.

Frente frío No. 10, moderado sobre el Norte del Golfo de México, se extendió ligeramente más débil hacia Tamaulipas y Sur de San Luis Potosí, se movió al E-SE a 25 km/h, interaccionó con afluencia de aire húmedo del huracán Roxanne.

**15 Octubre 1995**

***Características del Huracán Roxanne.***

El huracán Roxanne del Golfo de México, continuó con una trayectoria errática, se movió hacia el SE a 9 km/h, su centro se localizó a las 06 hr. local a 180 km. al NW de Campeche, Camp. así como a 295 km. al Norte de Cd. Frontera, Tab., presentó vientos máximos de 140 km/h, rachas de 165 km/h, y una presión de 980 mb. en el centro, olas de 4 m. se extendieron en un radio de 280 km. en todas direcciones, alcanzando las costas de Campeche y Occidente de Yucatán; las bandas nubosas del huracán cubrían el litoral del Golfo de México y SE del país.

***Descripción Sinóptica basada en la carta del tiempo de las 12:00Z***

Frente frío No. 10, moderado sobre el Norte del Golfo de México, se movió al E-SE a 30 km/h, la masa de aire polar continental que le acompaña abarca las porciones de E.U.A. y NE de México; interaccionó con el huracán Roxanne.

Onda tropical No. 34, se localizó aproximadamente a 450 km. al Oriente de las costas de Quintana Roo, se movió hacia el W a 15 km/h.

Afluencia de aire tropical con moderado contenido de humedad,

Alta presión en el Pacífico.

Frente frío No. 10 se extendió desde Florida hasta el Oriente del Golfo de México, interaccionó con la circulación de Roxanne, la masa de aire continental polar modificado que le acompaña abarcó el NE y Centro de México.

Onda tropical No. 34, se localizó sobre Quintana Roo, se movió hacia el W-NW a 18 km/h e interacciona con Roxanne.

**16 Octubre 1995.**

***Características del Huracán Roxanne.***

El centro del huracán Roxanne del Golfo de México, se localizó a las 06 hr. local a 175 km. al W-NW de Campeche, Camp., presenta vientos máximos sostenidos de 140 km/h, rachas de hasta 165 km/h, y una presión de 980 mb. en el centro, olas de 6 m. de altura se extiende en un radio de 460 km. en el sector Norte, las bandas nubosas del huracán cubren el litoral del Golfo de México y SE del país.

Roxanne se localizó a 155 km al W-NW de la Cd. de Campeche y a 200 km. al N-NW de Cd. del Carmen, Campeche donde permaneció estacionario más de 3 horas, con vientos máximos sostenidos de 130 km/h y rachas de 155 km/h.

***Descripción Sinóptica basada en la carta del tiempo de las 12:00Z***

El frente frío estacionario No. 10 se extiende desde Florida, E.U.A., hasta el oriente del Golfo de México interaccionando con la circulación de Roxanne. La masa de aire polar modificada que le acompaña abarca el NE y centro de México.

Onda tropical No. 34, localizada sobre Quintana Roo, se mueve hacia el W-NW a 18 km/h.

Línea de convergencia originada por la circulación de Roxanne provoca afluencia de aire marítimo tropical con moderado contenido de humedad.

Alta presión en las zonas aisladas del NW y occidente del país.

El centro del huracán Roxanne del Golfo de México, se localizó a las 18 hr. local a 185 km. al W-NW de Campeche, Camp., se mantiene estacionario con vientos máximos sostenidos de 120 km/h, rachas de hasta 145 km/h; y una presión de 988 mb. en el centro, olas de 6 m. de altura se extienden en un radio de 420 km., alcanzando las costas de Campeche, Tabasco, Occidente de Yucatán y sur de Veracruz, las bandas nubosas del huracán cubren el litoral del Golfo de México y occidente de la Península de Yucatán .

***17 Octubre 1995.***

***Características del Huracán Roxanne.***

El huracán Roxanne se degradó a tormenta tropical Roxanne a las 21 hr. local en 20.7°N y 92.4°W con vientos máximos sostenidos de 100 km/h y rachas de 120 km /h y una presión en el centro de 990 mb., continúa desplazándose lentamente hacia el NW y se ubicó a 475 km. al SE de Tampico, Tamaulipas, con vientos máximos cerca de su centro de 90 km/h, rachas de 110 km/h y oleaje de hasta 4 m. de altura .

***Descripción Sinóptica basada en la carta del tiempo de las 12:00Z***

El sistema ocasionó afluencia de aire marítimo tropical.

El frente frío estacionario localizado en el extremo oriental del Golfo de México, abarca los estados del Norte y Oriente del país.

La Tormenta Tropical Roxanne se localizó a las 7 hr. local a 500 km. al E-SE de Tampico, Tamps; se mueve al NW a 7 km/h con vientos máximos sostenidos de 105 km/h, rachas de hasta 135 km/h y una presión en el centro de 994 mb., olas de 4 m. de altura, se extienden en un radio de 280 km., las bandas nubosas de Roxanne provocan nublados en la costa Occidental de la Península de Yucatán.

Frente estacionario No. 10, se localiza sobre el extremo Oriental del Golfo de México.

Onda tropical No. 35, localizada sobre el Mar Caribe a 200 km. al Oriente de las costas de Quintana Roo, se mueve a 25 km/h.

Afluencia de aire tropical con moderado contenido de humedad.

**18 Octubre 1995.**

***Características del Huracán Roxanne***

El centro de la tormenta tropical Roxanne se localizó a las 06 hr. local a 345 km. al Este de Tampico, Tamps. se ha desplazado al W a 6 km/h, con vientos máximos sostenidos de 65 km/h, rachas de 90 km/h y una presión en su centro de 1002 mb. las olas de 4 m. de altura se extienden en un radio de 220 km., las bandas nubosas de Roxanne provocan nublados en el Norte del litoral del Golfo de México.

El Servicio Meteorológico Nacional informó que la tormenta tropical Roxanne, en el Golfo de México, seguirá debilitándose y se desplaza al NW.

Su centro se localizó a 335 km. al Este de Tampico, Tamps. con vientos máximos sostenidos cerca de su centro de 75 km/h y rachas de 90 km/h. Olas de 4 m. de altura en un radio de 220 km.

***Descripción Sinóptica basada en la carta del tiempo de las 12:00Z***

La masa de aire continental polar modificada que le acompaña al frente estacionario No. 10, continúa dominando los estados del norte, centro y oriente del país.

La onda tropical No. 35 se localiza sobre Quintana Roo, se mueve hacia el W a 25 km/h.

Línea de convergencia sobre el NE del país.

Afluencia de aire tropical con moderado contenido de humedad.

Alta presión en el Pacífico.

**19 Octubre 1995**

***Características del Huracán Roxanne.***

La tormenta tropical Roxanne del Golfo de México se localizó a las 06 hr. local a 205 km. al Este de Tampico Tamps, se ha mantenido estacionaria presentó vientos máximos sostenidos de 65 km/h, rachas de hasta 85 km/h y una presión de 1008 mb.

La tormenta tropical Roxanne se degradó a depresión tropical a las 09 hr. local, en latitud 22.5°N y 95.5°W, vientos máximos sostenidos de 55 km/h y una presión en el centro de 1009 mb. se localizó a 245 km. al Este de Tampico Tamps, casi estacionaria. El SMN informó que un nuevo frente frío localizado al Norte de los estados de Arizona, U.S.A. se desplaza hacia el SE e interacciona con la circulación de Roxanne.

***Descripción Sinóptica basada en la carta del tiempo de las 12:00Z***

Frente frío No. 11 se localiza al norte de los estados de Arizona y Nuevo México, U.S.A.; se mueve al SE a 30 km/h.

Afluencia de aire tropical con moderado contenido de humedad.

Alta presión en el Pacífico y afluencia de aire tropical del Caribe.

**20 Octubre 1995**

***Características del Huracán Roxanne.***

La depresión tropical Roxanne en el Golfo de México se localizó a las 03 hr. local a 250 km. al Este de Tampico, Tamps.; se movió hacia el Sur a 4 km/h, vientos máximos sostenidos de 45 km/h y rachas de 65 km/h.

La depresión tropical Roxanne se degradó a una baja presión de 1014 mb. localizada a las 18 hr. local a unos 200 km. al Este de Tuxpan, Veracruz. Se mueve al Sur a 10 km/h.

***Descripción Sinóptica basada en la carta del tiempo de las 12:00Z***

Frente frío No. 11 fuerte, se localizaba en el extremo Norte de Coahuila y Nuevo León se mueve al SE a 30 km/h.

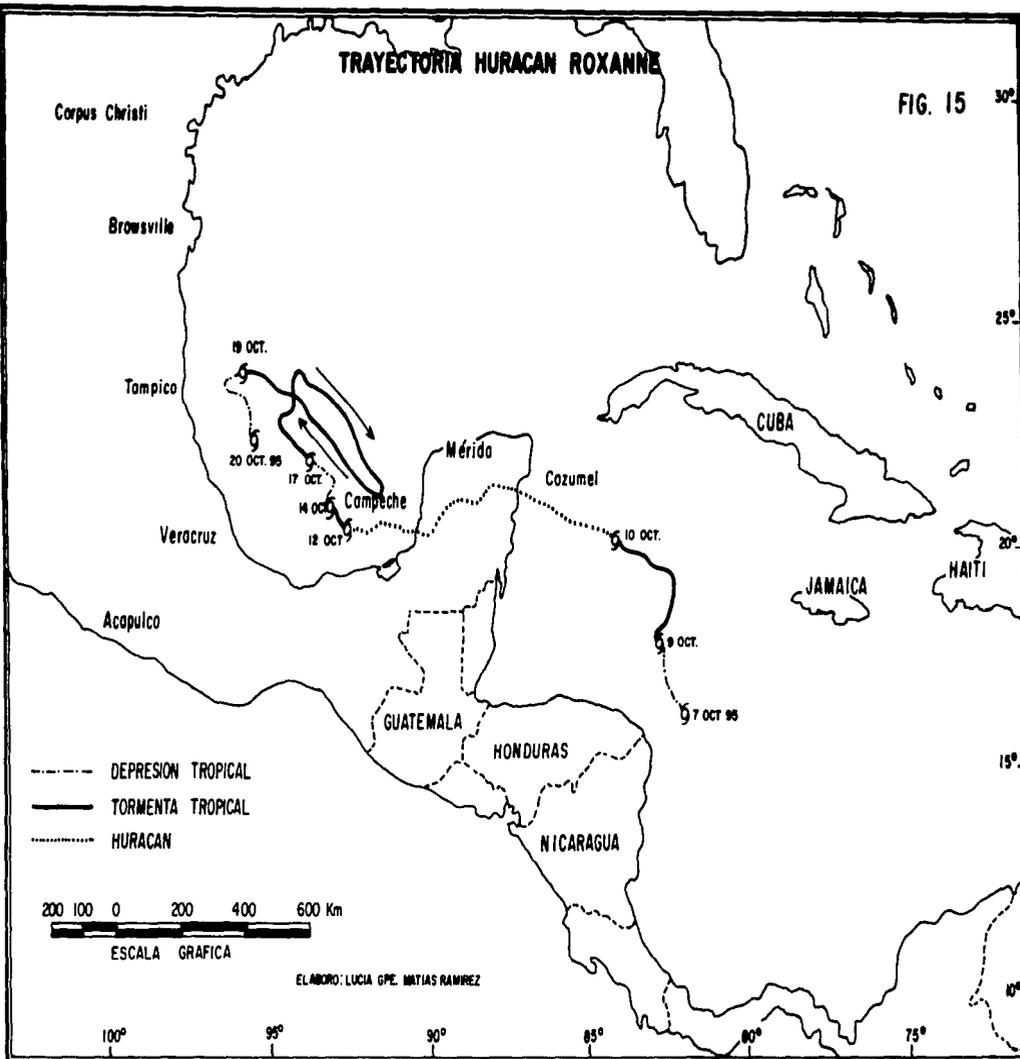
Línea de convergencia desde la Península de Yucatán hasta el SE del país. Afluencia de aire tropical con moderado contenido de humedad del Pacífico.

El huracán Roxanne en los primeros días de su vida tuvo un comportamiento normal debido a que se desplazó con una velocidad entre 9 y 18 km/h hacia el W sin muchas variaciones, lo cual hacía relativamente fácil pronosticar su movimiento con métodos sinópticos. Pero al llegar al Golfo de México los campos de presión y su geopotencial no indicaba su ruta definida, por lo cual describió una trayectoria errática que hizo difícil su pronóstico.

Declaraciones hechas por el Ingeniero Luna Bauza fueron las siguientes: El huracán Roxanne detuvo su movimiento de traslación, como era de esperarse al ser influida su trayectoria por una poderosa línea frontal que replegó hacia la Península de Florida después de provocar vientos violentos del "norte" en Tamaulipas y Veracruz. Al quedar libre de este influjo la detención del huracán Roxanne implica la posibilidad de que se recupere el movimiento de traslación normal de las tormentas tropicales, por la latitud en que se encontraba a las 6 de la tarde en 20.4°N, 91.5°W.

# TRAYECTORIA HURACAN ROXANNE

FIG. 15



Generalmente el movimiento es hacia el Oeste, lo que dejaría prácticamente libre de impacto los litorales de Tabasco y Campeche.

El frente polar empujó a Roxanne hacia el Este-Sureste hasta quedar cerca de la Isla Triángulos.

La trayectoria errática del meteoro, coincidió con la entrada del frente frío que venía recorriendo las costas de Tamaulipas y Veracruz. Esto provocó tres efectos importantes en su movimiento, primero se intensificaron los vientos y la humedad en la parte oeste del Golfo de México causando que Roxanne retornará la clasificación de huracán 1; segundo, la entrada de agua relativamente fría al oeste de la Bahía de Campeche frente a las costas de Veracruz y tercero, aumento en el giro del Remolino Oceánico Ciclónico (ROC) en sentido contrario a las manecillas del reloj que motivó mayor surgencia en su centro y probablemente ventilación de isotermas frías más profundas. (Vázquez, 1995)

### *2.3 Trayectorias históricas similares a la del Huracán Roxanne.*

#### *Tormenta Inga del 5 al 8 de noviembre 1961.*

Este fenómeno tropical alcanzó las características de Tormenta comenzó a desarrollarse frente a las costas de Tampico, Tamps. dirigiéndose hacia el NW, después hacia el NE, siguió hasta el SE, posteriormente hacia el SW y finalmente hacia el SE, en una trayectoria muy distinta del patrón promedio de las perturbaciones tropicales. (Fig. 16)

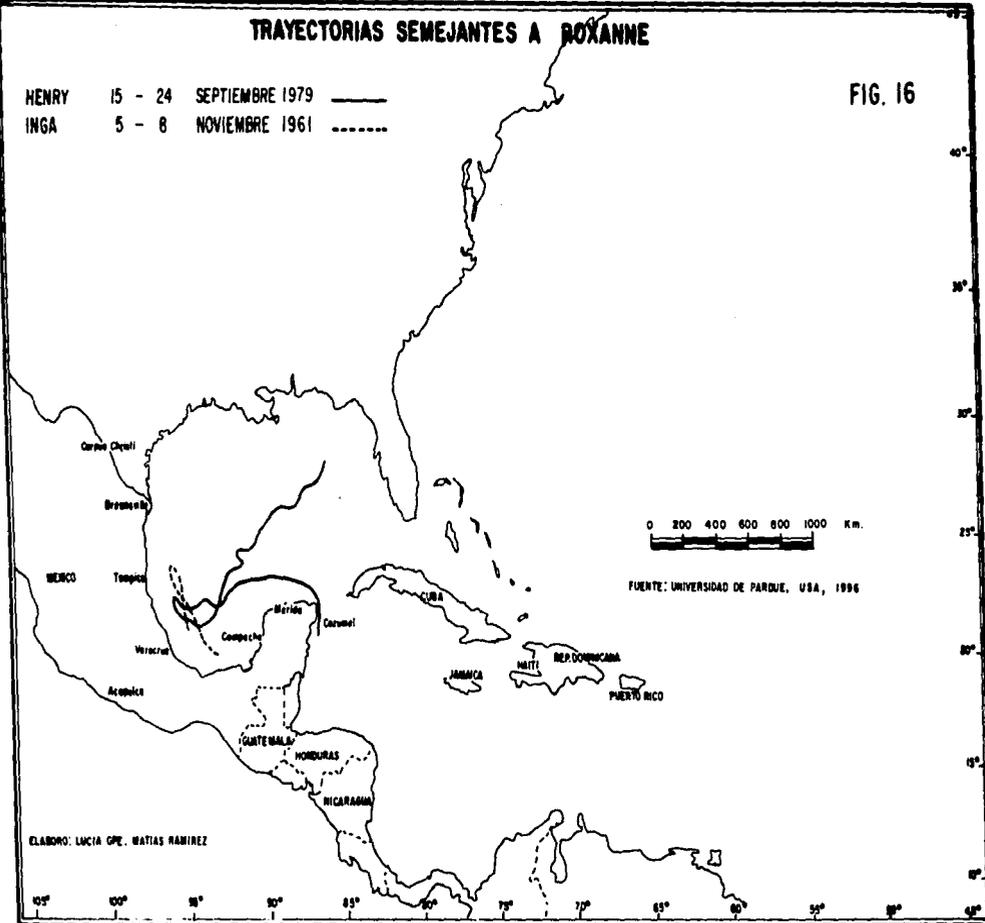
Fue localizado el día 5 a las 06:00Z en 22°N y 95.4°W a 240 km. al ESE de Tampico, Tamaulipas, se dirigió al NNW a razón de 15 km/h, con vientos máximos de 120 km/h; a las 15:00Z alcanzó los 22.4°N y 96°W 200 km. al Este de Tampico, Tamps, según datos basados en reconocimiento aéreo continuó con su misma dirección y velocidad, los vientos máximos fueron de 95 km/h a las 22:00Z, el centro se situó en 22.7°N y 96.2°W a 180 km. al ENE de la población citada, moviéndose al NNE a 8 km/h y sin cambio en sus vientos máximos.

El día 6 a las 10:00Z, por medio de reconocimiento aéreo se localizó en 23.2°N y 95.8°W a 260 km. al NE de Tampico Tamps.; luego cambió de dirección hacia el SE a 8 km/h con vientos máximos de 100 km/h a las 16:00Z. Después recurvó hacia el Sur hasta las coordenadas 21.5°N y 95.7°W a 220 km. al SE de Tampico, Tamps. y a 160 km. al Este de Isla Lobos, Ver. desplazándose hacia el SE a lo largo de las costas nacionales a razón de 10 km/h con vientos máximos cerca de su centro de 95 km/h a las 19:00Z, y basados en reconocimiento aéreo y reportes de barco, el centro de la tormenta se localizó en 20°N y 94.8°W a 160 km. al NE de Veracruz, Ver. Continuó en la misma dirección a 15 km/h con vientos de 110 km/h y a las 22:00Z, el centro se encontraba en 19.9°N y 94°W a 250 km. al ENE de Veracruz, Ver. y a 300 km. al NNW de Villahermosa, Tabs. se movió al ESE a 15 km/h con vientos máximos de 110 km/h.

# TRAYECTORIAS SEMEJANTES A ROXANNE

HENRY 15 - 24 SEPTIEMBRE 1979 ———  
INGA 5 - 8 NOVIEMBRE 1961 - - - - -

FIG. 16



Para el día 7 a las 04:00Z, se localizó en 19.5°N y 93.3°W a 190 km. al NW de Cd. del Carmen, Camp. moviéndose al SW a 12 km/h con vientos máximos de 95 km/h. A las 16:00Z, basados en reconocimiento aéreo, se observó que la perturbación permaneció casi estacionaria y su nueva posición estaba en 19.5°N y 93.8°W a 230 km. al WNW de Cd. del Carmen, Camp. y a 180 km. NNW de Villahermosa, Tab. estimándose los vientos máximos cerca del centro de 110 km/h. A las 22:00Z, se situó en 19.3°N y 93.6°W a 175 km. al WNW de Cd. del Carmen, Camp. permaneció casi estacionario.

El aviso del día 8 a las 11:00Z, reporta al fenómeno en 19.5°N y 93.2°W a 175 km. al WNW de Cd. del Carmen, Camp. con vientos máximos de 65 km/h y rachas de 80 km/h; entrando en estado de disipación rápidamente. (SARH, 1970)

#### Huracán Henry del 15 al 24 de septiembre 1979.

Se recibieron 28 avisos del Servicio Meteorológico de Miami, Florida y 18 reportes de avión confirmando o rectificando la posición del mismo. (Fig. 16)

El día 15 se presentó la Depresión tropical en 22°N y 87°W con movimiento hacia el Norte a 350°; velocidad de 8 km/h y vientos máximos de 55 km/h; durante este día avanzó a 22.5°N y 88°W; su trayectoria fue hacia el NNW.

El día 16 pasó a ser tormenta tropical localizándose en 21.5°N y 93°W, se dirigió hacia el WSW con velocidad de 22 km/h, vientos de 83 km/h y presión de 999 mb. a las 18:14Z, verificada por avión.

El día 17 se incrementó a las 04:00Z, pasó a ser huracán se localizó en 20.5°N y 94°W, trayectoria hacia el SW con velocidad de 16 km/h, vientos de 120 km/h y rachas de hasta 158 km/h con presión de 984 mb. a las 17:45Z, verificada por avión.

Este mismo día, después de permanecer casi estacionario, a las 19:00Z, se localizaba en 20.7°N y 94.5°W, con movimiento hacia el NW, con un desplazamiento de 15 km/h y vientos de 75 km/h.

El día 18 a las 10:00Z, descendió a tormenta tropical se localizó en 21.3°N y 95°W, dirección hacia el NW, vientos de 100 km/h y presión de 1 000 mb. en su centro a las 11:30Z.

El día 19 continuó como tormenta tropical pero con movimiento errático y en ocasiones estacionario, alcanzó una presión de 999 mb. a las 20:35Z, se situó en 21.5°N y 96°W.

El día 20 decreció y se localizó como depresión a las 22:00Z, 16 hr. local en 21°N y 93.5°W, se dirigió hacia el Este, con desplazamiento de 7 km/h y vientos de 55 km/h y una presión de 1007.3 mb. a las 18:18Z.

Los días siguientes continuó con las mismas características anteriores, el día 21 a las 04:00Z, se localizó en 21°N y 93°W, el 22 a las 22:00Z, en 24.5°N y 91°W, dirección NE, un desplazamiento de 11 km/h, el día 23 en 25.2°N y 88.5°W con una presión de 1011 mb. a las 18:13Z.

El día 24 a las 04:00Z, se localizó en 26°N y 88°W, dirección ENE y su desplazamiento de 11 km/h con vientos máximos de 55 km/h, en completo estado de disipación. (SARH, 1980)

Los días que estuvo más cerca de las costas nacionales con las siguientes categorías fueron:

Depresión : Día 15 a 50 km. al Norte de Cabo Catoche, Q.Roo.

Tormenta : Día 17 a 270 km. al NW de Cd. del Carmen, Camp. y 350 km. al NE, de Veracruz, Ver.

Huracán : Día 19 a 120 km. al Este de Nautla, Ver.

#### ***2.4 Análisis de los días con mayor precipitación durante la presencia del Huracán Roxanne (7 al 20 octubre 1995).***

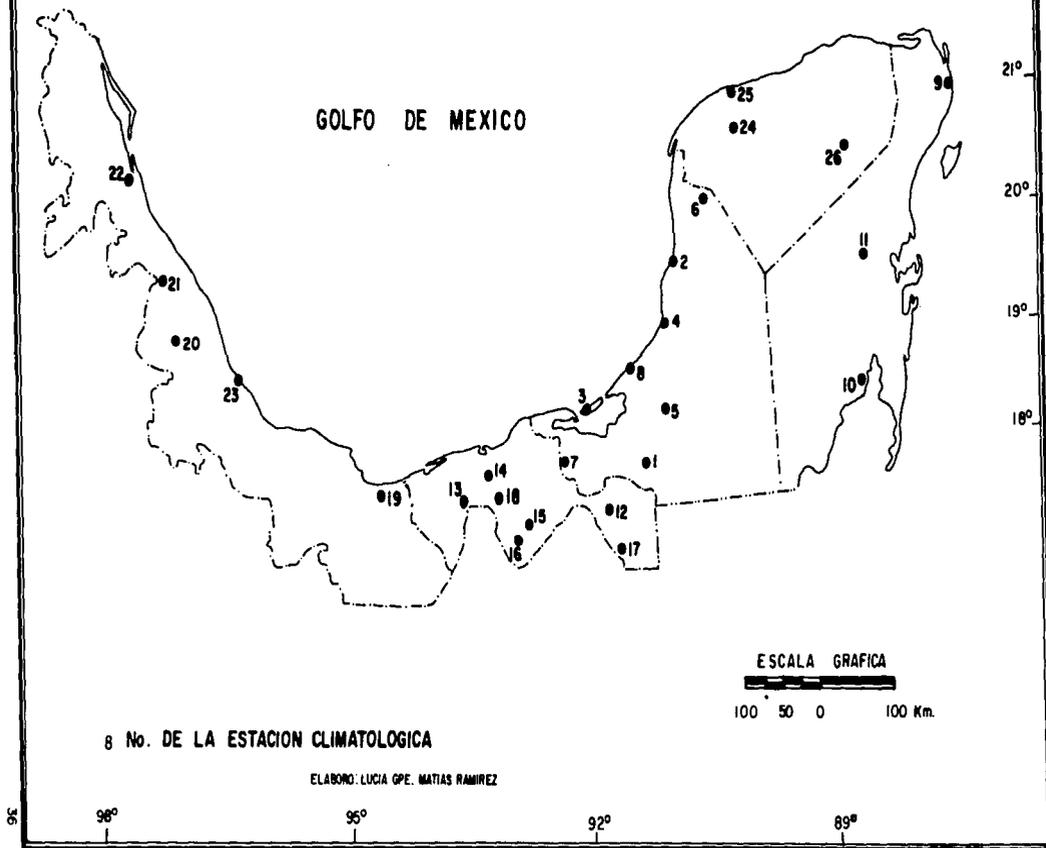
Como sabemos el mes de octubre pertenece todavía a la temporada de lluvias de la mitad caliente del año según García, E. Para conocer la cantidad de precipitación, se estudió la situación sinóptica del huracán Roxanne en las imágenes de satélite y se complementó la información con la carta de superficie del mismo día.

Durante el período de actividad del meteoro se utilizó una red de 26 estaciones climatológicas para trazar isoyetas diarias en el área de estudio. (Fig. 17)

CAMPECHE	QUINTANA ROO	TABASCO	VERACRUZ	YUCATÁN
01 Candelaria	09 Cancún	12 Balancán	19 Coatzacoalcos	24 Mérida
02 Campeche	10 Chetumal	13 Cárdenas	20 Jalapa	25 Progreso
03 Cd.del Carmen	11 Felipe Carrillo	14 Jalpa Méndez	21 Martínez Torre	26 Valladolid
04 Champotón		15 Macuspana	22 Tuxpan	
05 Escarcega		16 Teapa	23 Veracruz	
06 Hecelchakán		17 Tenosique		
07 Palizada		18 Villahermosa		
08 Sabancuy				

# ESTACIONES CLIMATOLOGICAS

FIG. 17



En el siguiente análisis se seleccionaron 6 días en los cuales se presentó la mayor precipitación del período. Con la ayuda de un Sistema de Información Geográfica (ILWIS), se obtuvo el área entre las isolíneas para cuantificar la extensión de las zonas lluviosas.

***Día 11 octubre 1995.***

En las regiones costeras se registró precipitación pluvial entre 10 y 80 mm. las áreas más lluviosas se localizaron sobre la Llanura Tabasqueña, y en la Bahía de Chetumal, Q. Roo la lluvia mayor de 80 mm., correspondió a un área de 2739.47 km<sup>2</sup>. Tuvo menor intensidad sobre Campeche con 40 mm. y en Yucatán con 10 mm. (Fig. 18)

Según la imagen de satélite de este día, la Península de Yucatán aparece cubierta de nubes debido a la presencia del Huracán Roxanne que la atraviesa; a las 15:00Z se localizó a una latitud de 19.9°N y 89.5°W de longitud a 15 km. al SW de Champotón, Camp. con vientos mayores de 130 km/h y una presión en su centro de 987 mb.

El mismo día a las 00:00Z se situó en latitud 20.1°N y longitud 87.1°W, se convirtió en huracán categoría 3 con vientos de 213 km/h y la presión en el centro del huracán de 958 mb., siendo ésta la más baja dentro de su trayectoria.

***Día 12 octubre 1995.***

Continuaron las lluvias con mayor intensidad, en los estados de Campeche y Tabasco llegaron a ser mayores de 200 mm. al SW de la Meseta de Zohlaguna cerca del Río Candelaria. (Fig. 19). La precipitación mayor de 80 mm. abarcó un área de 19 938.324 km<sup>2</sup>.

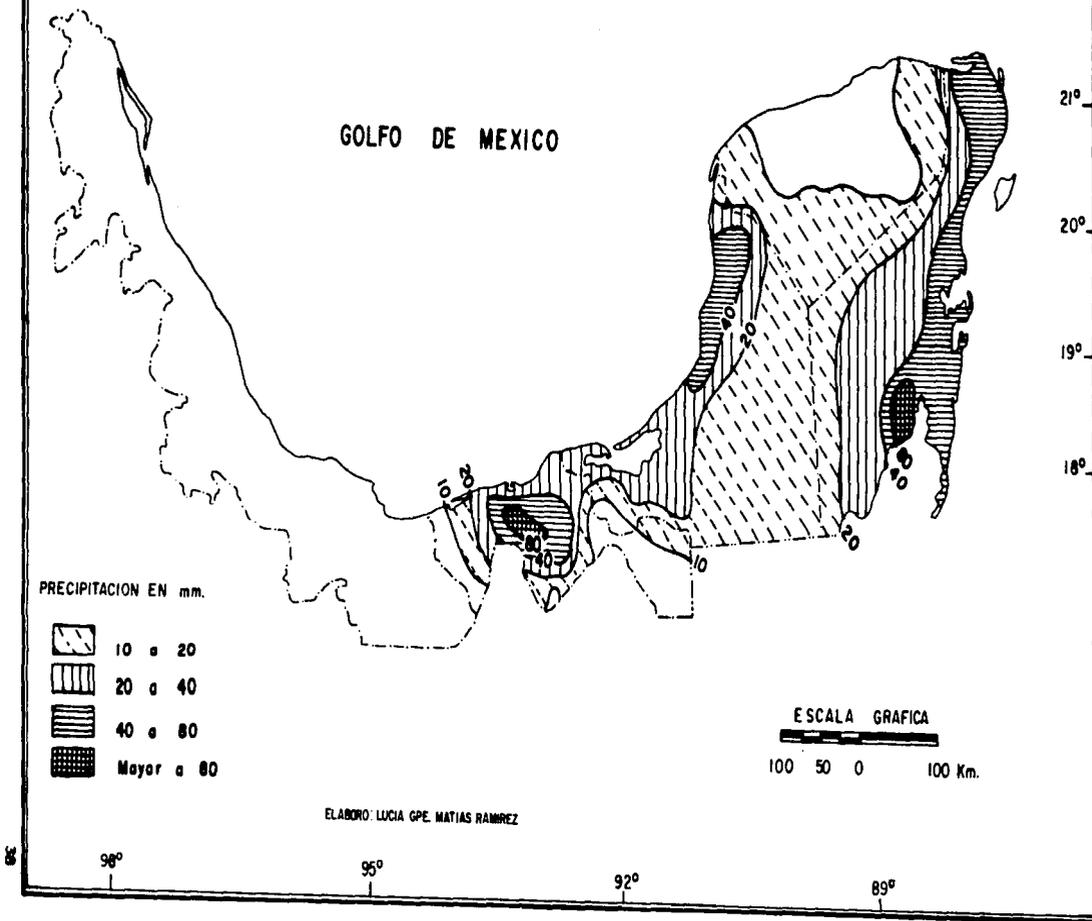
La región siguió bajo la influencia del huracán Roxanne situado a 70 km. al Oeste de Champotón, Camp.; que descendió a la categoría de tormenta tropical Roxanne; con vientos máximos de 110 km/h. A las 15:00Z se localizó en 19.5°N y 92.9°W con vientos máximos de 96 km/h y una presión de 993 mb.

***Día 13 octubre 1995.***

Se registró una precipitación entre 10 y 20 mm. sobre la Llanura Tabasqueña, sin embargo, la mayor precipitación se presentó cerca de Progreso Yucatán con 40 mm. En un área de 1765.298 km<sup>2</sup>. (Fig. 20)

PRECIPITACION 11 OCTUBRE 1995

FIG. 18



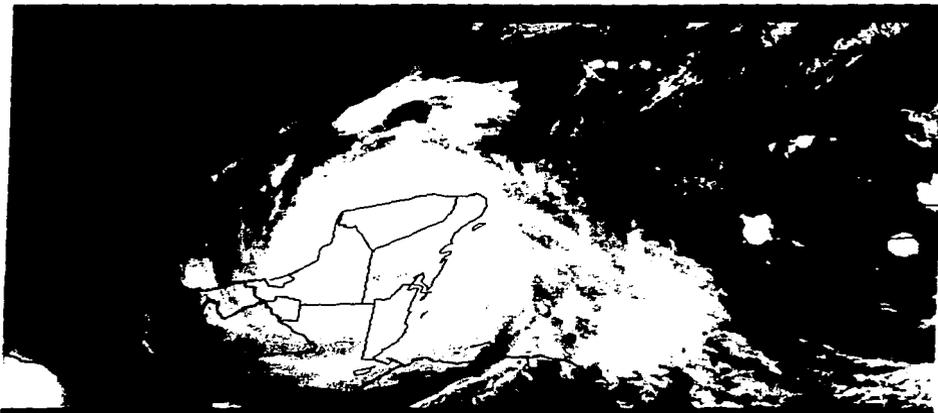


FIG.18a FUENTE: CENTRO NACIONAL DE HURACANES DE MIAMI, 1996.

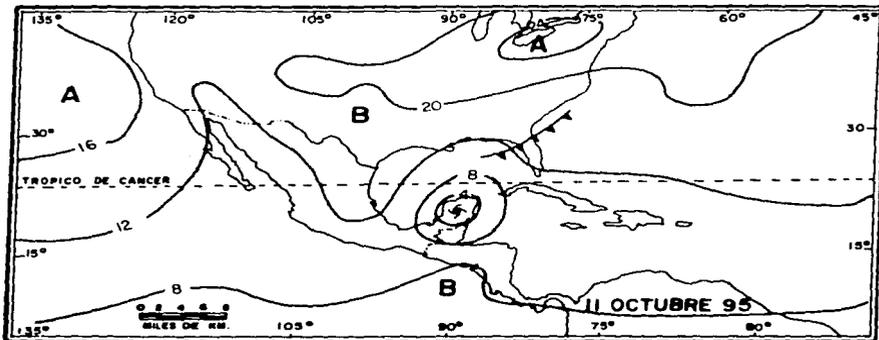
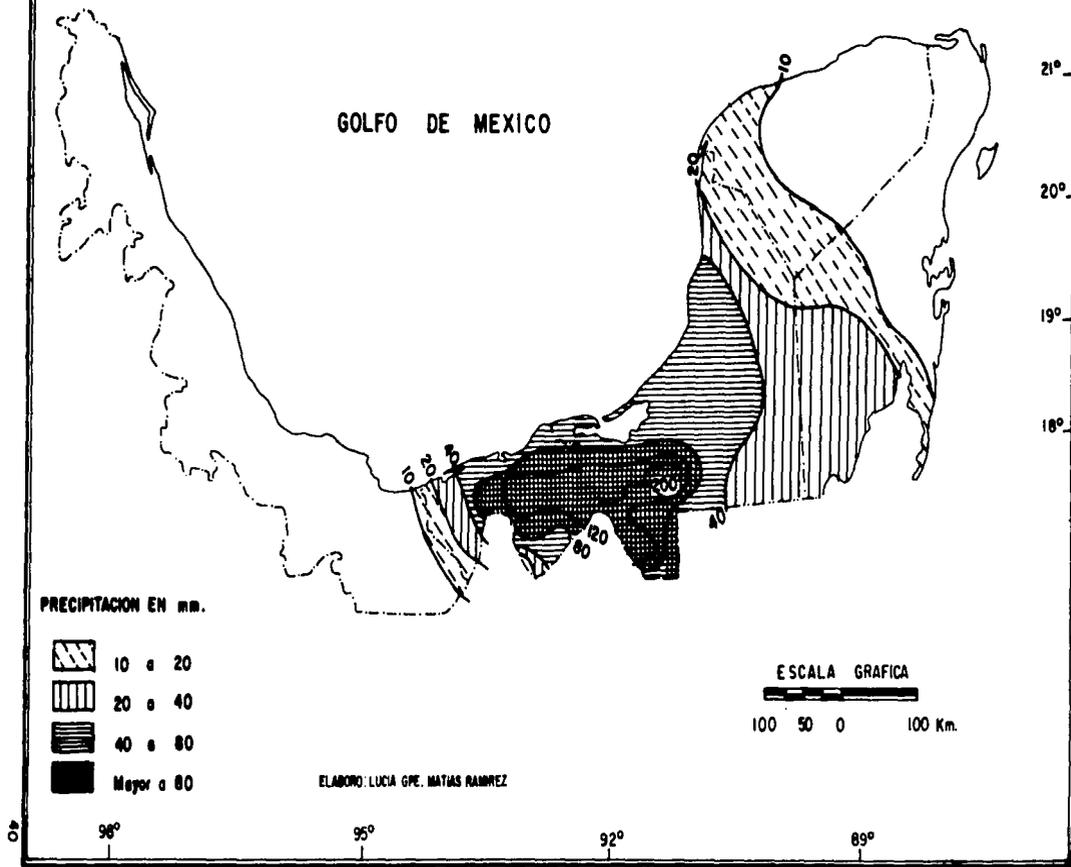


FIG.18b FUENTE: CENTRO DE CIENCIAS DE LA ATMOSFERA, UNAM, 1995, 12:00Z

PRECIPITACION 12 OCTUBRE 1995

FIG. 19



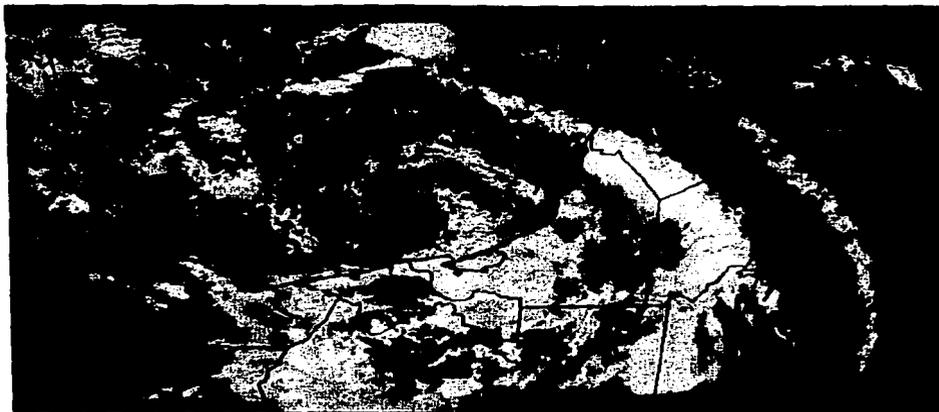


FIG.19a FUENTE: CENTRO NACIONAL DE HURACANES DE MIAMI, 1996.

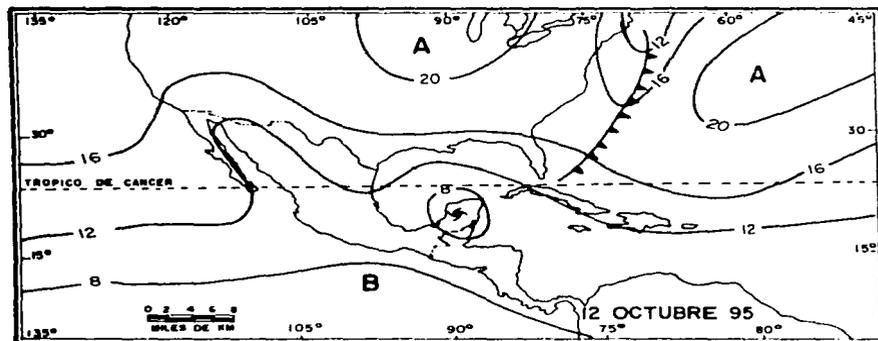
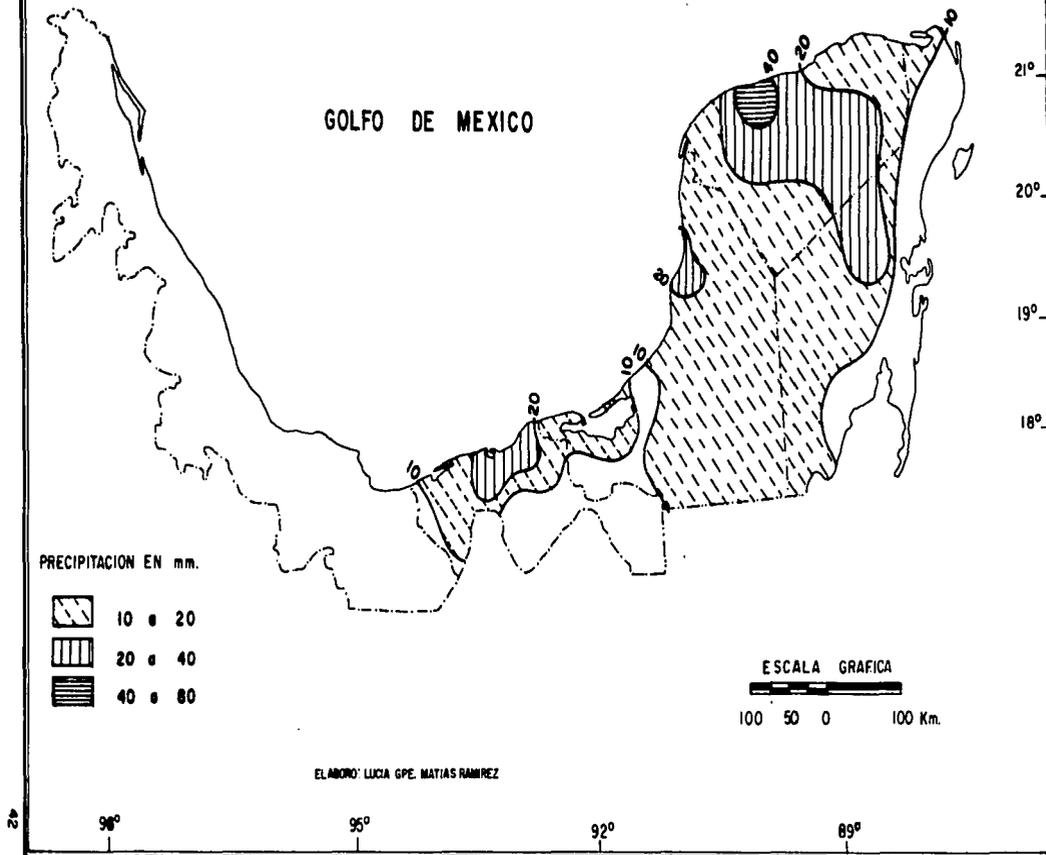


FIG.19b FUENTE: CENTRO DE CIENCIAS DE LA ATMOSFERA, UNAM, 1995, 12:00Z

PRECIPITACION 13 OCTUBRE 1995

FIG. 20



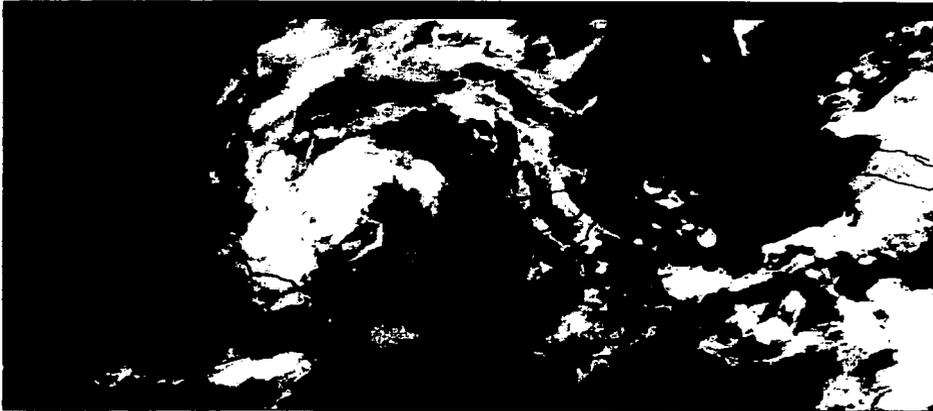


FIG.20a FUENTE: CENTRO NACIONAL DE HURACANES DE MIAMI, 1996.

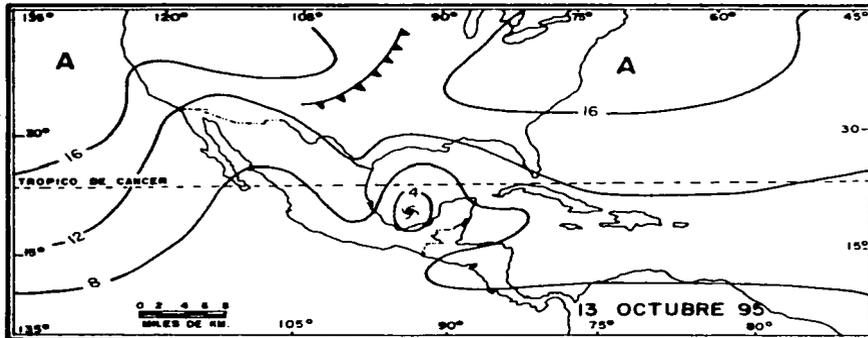


FIG.20b. FUENTE: CENTRO DE CIENCIAS DE LA ATMOSFERA, UNAM, 1995, 12:00Z

Según la imagen de satélite, de las 18:00Z se observó la presencia de la tormenta tropical Roxanne 350 km. al NE de Veracruz a una latitud de 21.5°N y longitud 94.2°W, con vientos máximos de 95 km/h y una presión en el centro de la tormenta de 988 mb.

Los desprendimientos nubosos de la tormenta se presentaron en el Golfo de México, SE y Oriente de la Mesa del Norte y Central, según muestra la imagen de satélite de esta fecha.

*Día 15 octubre 1995.*

Las lluvias continuaron, disminuyendo, se registran 10 mm en gran parte del estado de Campeche, Sur de Q. Roo y Norte de Tabasco, en un área de 83 971.060 km<sup>2</sup>. (Fig. 21)

Este día el huracán Roxanne se encontró en latitud Norte 20.5° y longitud Oeste 91.6° con vientos máximos de 136 km/h y una presión de 983 mb. en el centro. Por lo que se observa el huracán hizo un movimiento de retorno al encontrarse con un frente frío que empujó el meteoro hacia el Sur del Golfo de México y lo acercó nuevamente a las costas de campeche.

*Día 16 octubre 1995.*

Las precipitaciones aumentaron hasta 40 mm. a lo largo de la Llanura Tabasqueña y la mayor precipitación se registró en los alrededores de Champotón, Campeche; el área de lluvia mayor de 10 mm abarcó 54 494.986 km<sup>2</sup>. (Fig. 22)

En la imagen de este día se localizaba al huracán Roxanne a 175 km al W-NW de Campeche, Camp., vientos máximos sostenidos de 140 km/h y una presión de 980 mb. en su centro. Las bandas nubosas del huracán se combinan con la nubosidad del frente frío No. 10 que se extendían desde Florida, E.U.A hasta el Oriente del Golfo de México e interaccionaba con la circulación de Roxanne.

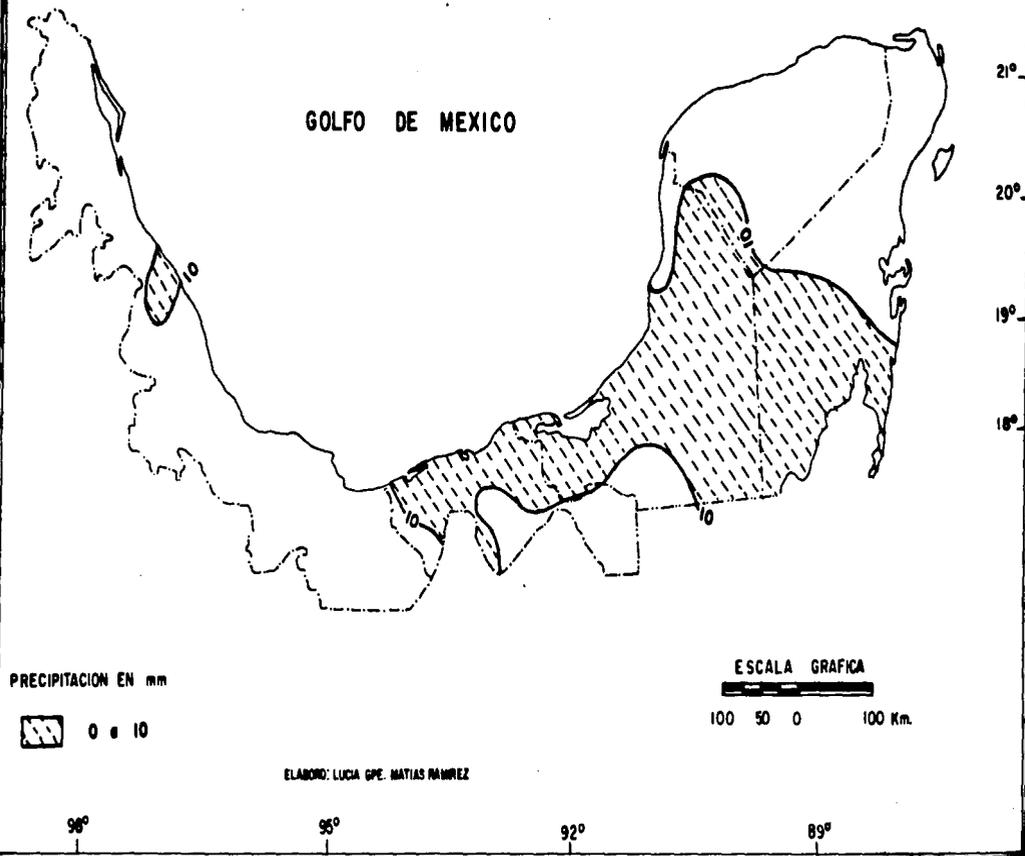
A las 15:00Z se localizaba a una latitud de 20.5°N, longitud de 92.1°W, con vientos máximos sostenidos de 157 km/h y una presión en su centro de 978 mb.

En resumen la lluvia diaria fue muy variable y estuvo en relación con la trayectoria vacilante del huracán.

Según el mapa de moda o valor mas frecuente de la lluvia del mes de octubre el área de mayor precipitación se encuentra al sur de Villahermosa, Tab. con más de 320 mm. en este mes predominan cantidades de lluvia entre 40 y 160 mm. en la mayor parte de la región sureste del país con excepción del NE de la Península de Yucatán donde no se presenta precipitación, debido a la presencia

PRECIPITACION 15 OCTUBRE 1995

FIG. 21



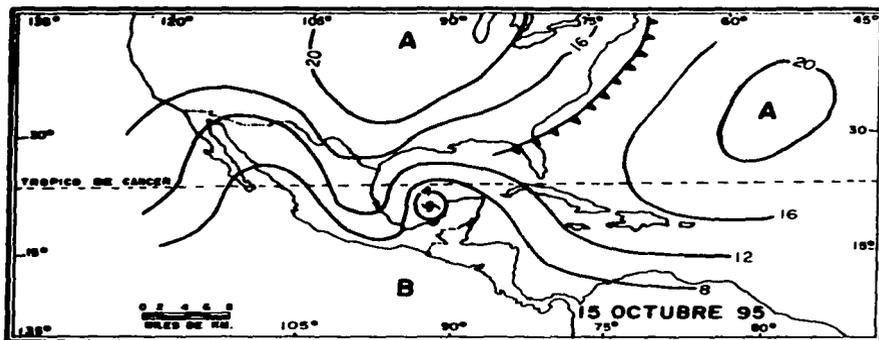
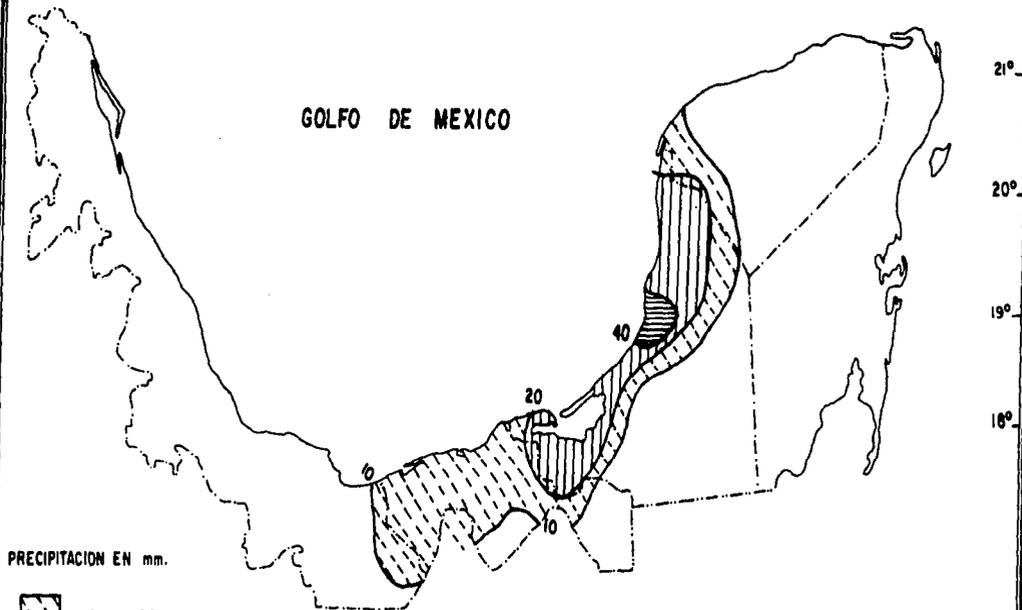


FIG.21b FUENTE: CENTRO DE CIENCIAS DE LA ATMOSFERA, UNAM, 1995. 12:00Z

PRECIPITACION 16 OCTUBRE 1995

FIG. 22



ELABORO: LUCIA GPE. MATIAS RAMIREZ

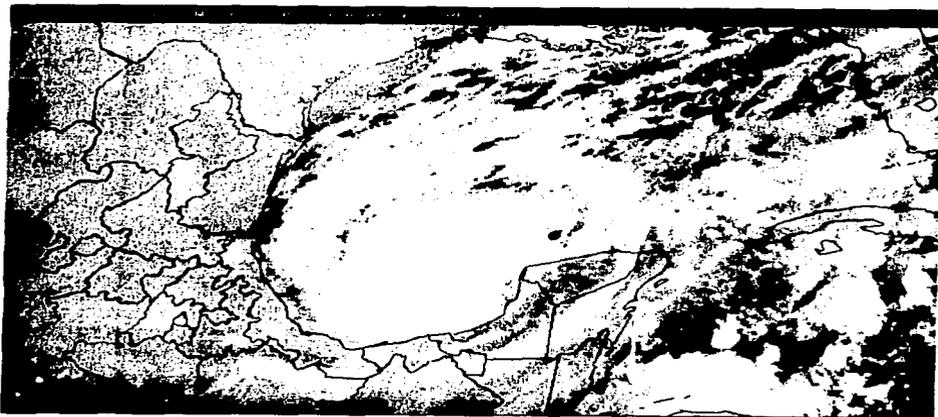


FIG.22a FUENTE: CENTRO NACIONAL DE HURACANES DE MIAMI, 1996.

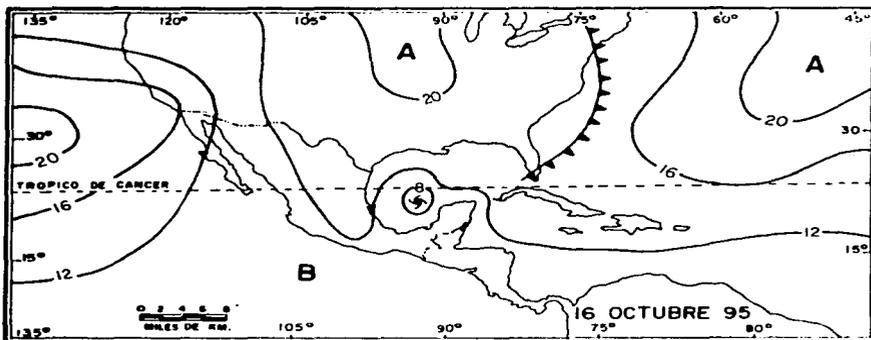


FIG.22b FUENTE: CENTRO DE CIENCIAS DE LA ATMOSFERA, UNAM, 1995, 12:00Z

de los vientos alisios que penetran por el este, dejando toda su humedad sobre la Llanura Tabasqueña ciclones tropicales y los "nortes". (Fig. 23 )

Otra área de precipitación importante recibe entre 160 y 320 mm. abarca gran parte del estado de Tabasco y las laderas bajas de la Sierra Madre Oriental en Veracruz.

Las mayores precipitaciones se presentan en la vertiente del Golfo de México, debido a la actividad ciclónica que aumenta en los meses de septiembre y octubre aunada a los primeros "nortes" de la temporada invernal.

En el mapa de precipitación total (del 7 al 20 de octubre). (Fig. 24), se observa que las áreas de mayor cantidad de lluvia coinciden, con las del mapa de moda de octubre, se recibieron más de 200 mm. sobre la Llanura Tabasqueña, en 14 días. El Huracán Roxanne dejó en Villahermosa y Jalpa de Mendez más de 400 mm, debido a que permaneció estacionario por una semana frente a las costas de Tabasco y Campeche.

También se recibieron 200 mm, al SE de la Península de Yucatán, cerca de Chetumal, Q. Roo, mientras que la moda de octubre está entre 80-160 mm. en este mismo lugar. El huracán produjo alta precipitación cuando penetró a tierra firme.

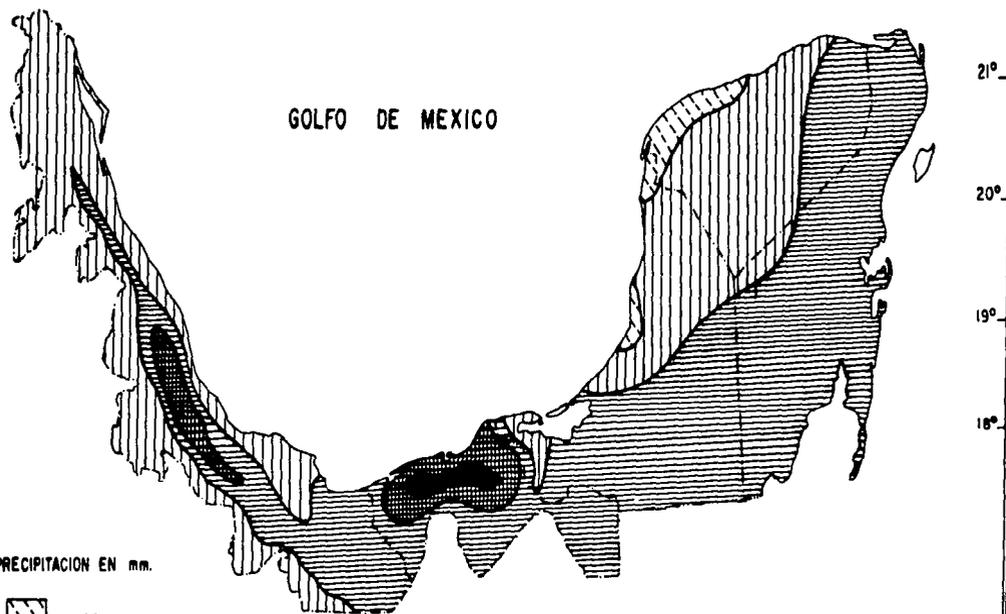
#### *2.5 Precipitación diaria producida por el Huracán Roxanne en algunos lugares seleccionados (7 al 20 de octubre 1995)*

Estación Mérida, Yucatán. Durante los 14 días de desarrollo del Huracán Roxanne cerca de las costas mexicanas se presentaron 111.9 mm. de precipitación total, el día 12 de octubre fue el de mayor precipitación con 25.6 mm, en este momento el meteoro estaba sobre la Península de Yucatán, el ojo del huracán cruzaba el estado de Campeche, los vientos dominantes fueron del SE. (Fig. 25).

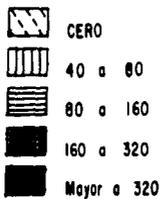
El día 11 se presentó un descenso en la precipitación debido a que el meteoro se alejaba de la zona, pero al iniciar su retroceso conforme se acercaba nuevamente a la costa fue dejando mayores precipitaciones, luego cuando se alejó descendió la precipitación, los días 14, 15, 16, 17 y 18 de octubre; debido a que el huracán en esos días perdió fuerza, se mantuvo estacionario en el Golfo de México frente a la costa de Campeche, hubo ausencia de precipitación, pero conforme Roxanne retomó fuerza otra vez ascendieron las precipitaciones, cerca del momento del retorno del meteoro a depresión tropical, sin embargo la lluvia producida el día 19 de octubre no fue ocasionada por la depresión Roxanne, sino por la onda del este No. 35 y la entrada de aire húmedo proveniente del Atlántico.

VALOR MAS FRECUENTE EN EL MES DE OCTUBRE

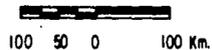
FIG. 23



PRECIPITACION EN mm.



ESCALA GRAFICA



86

96°

95°

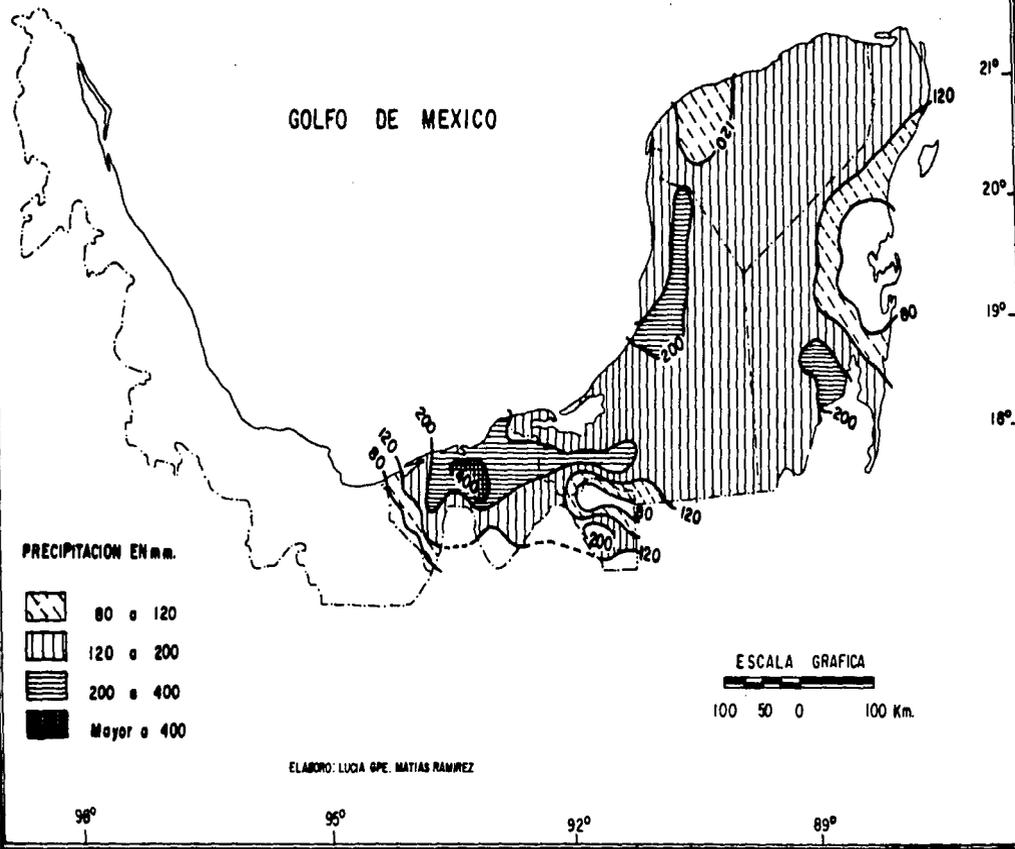
92°

89°

PRECIPITACION TOTAL 7 - 20 OCTUBRE 1995

FIG. 24

HURACAN ROXANNE



En el Observatorio Villahermosa, Tabasco. Durante el lapso de desarrollo del Huracán Roxanne se registraron 365.3 mm. de precipitación total, el día de mayor precipitación fue el 15 de octubre con 122 mm., el huracán se localizaba en el Golfo de México estacionario; otro día de lluvia abundante fue el 11 de octubre con 91.1 mm, el meteoro se disponía a entrar a tierra al Este de Yucatán, al día siguiente se acumularon 58 mm, cuando el meteoro perdió fuerza al internarse al continente; su centro se localizó al Este de Campeche, Camp; luego los días 13 y 14 de octubre disminuyó notablemente la precipitación debido a que Roxanne se alejaba de las costas mexicanas hacia el Golfo de México, descendió de categoría y pasó a ser tormenta tropical. (Fig. 26)

En el Observatorio Valladolid, Yucatán. Se registró la mayor precipitación el día 10 de octubre con 44 mm, cuando el huracán Roxanne se localizaba al SE de Cancún, Q. Roo, el día 13 de octubre es igual de importante por la cantidad de precipitación registrada de 22.7 mm., el huracán se encontraba en el Golfo de México. Se puede observar que es menor que la del día anterior. Durante el período de duración se captaron 140.3 mm de precipitación total. (Fig. 27)

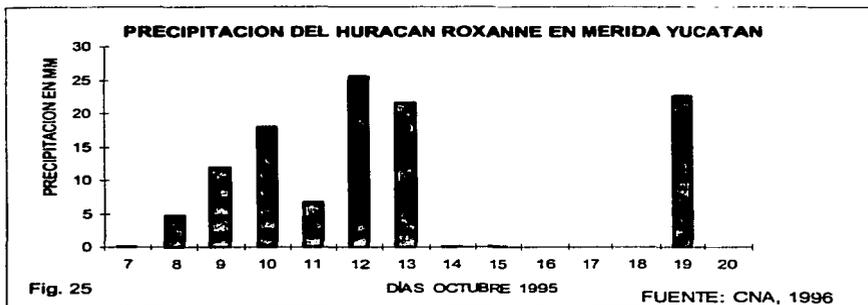
En el Estación Cd. del Carmen, Campeche. Durante la presencia del Huracán Roxanne se recibió una precipitación total de 136.1 mm., las mayores cantidades se registraron los días 11 y 12 de octubre con 25.7 y 54 mm. respectivamente, el meteoro se mantuvo estacionario sobre la Sonda de Campeche a 95 km. al NNE de Cd. del Carmen. También el día 16 de octubre se registró lluvia abundante: 22.5 mm. debido a que Roxanne continuaba estacionario, además sus bandas nubosas cubrían gran parte del estado de Campeche por lo que se presentaron fuertes lluvias. (Fig. 28)

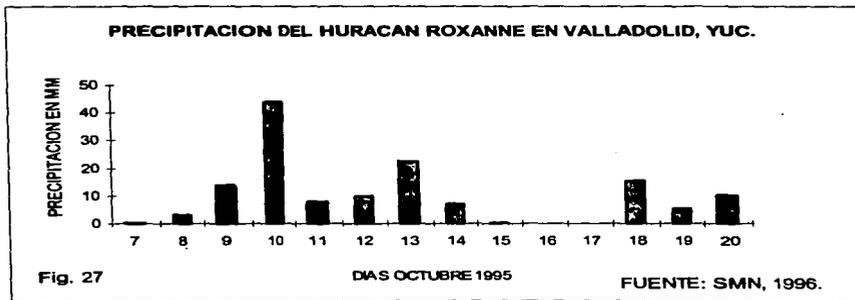
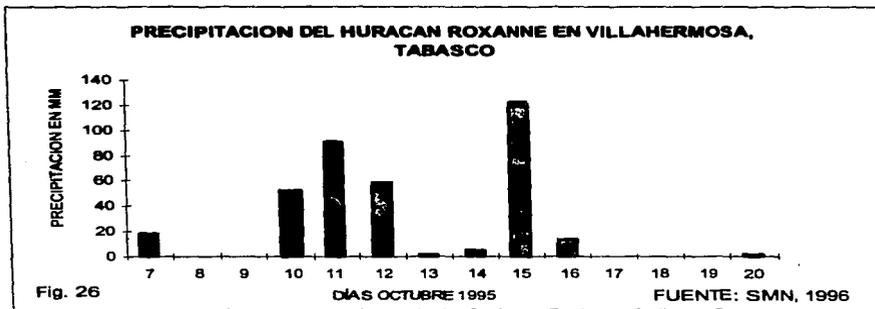
En la gráfica del Observatorio Campeche, Campeche. Se pueden apreciar dos ascensos de precipitación, el primero se registró el día 11 de octubre con 45.5 mm. cuando Roxanne se encontraba sobre la Península de Yucatán, el 12 de octubre 41.4 mm.; el descenso se presentó el día 13 con 7.7 mm. hasta que nuevamente el 16 de octubre se registraron 36.6 mm., debido a que el meteoro retornó y continuaba estacionario frente a las costas de Campeche. Finalmente se registraron 158.1 mm. de precipitación total, sin embargo cuando Roxanne descendió a la categoría de depresión tropical comenzaron a disminuir las precipitaciones. (Fig. 29)

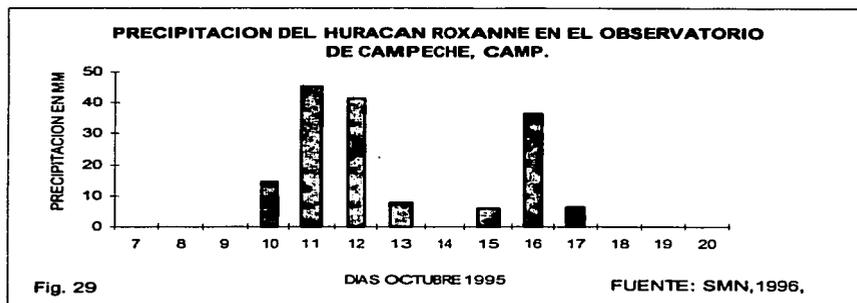
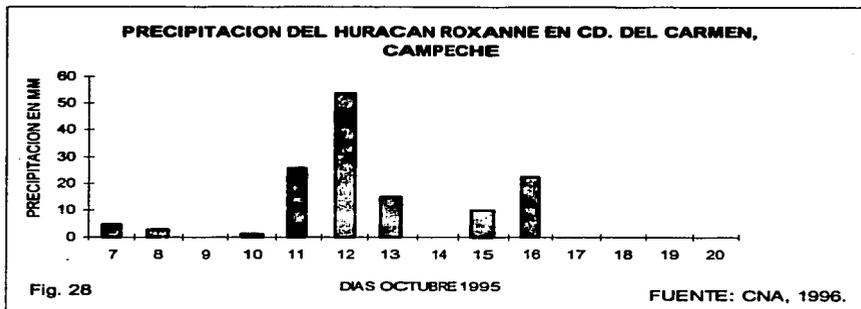
El Observatorio Felipe Carrillo Puerto, Q. Roo. Registró precipitación total de 84.0 mm. durante todo el periodo, como se puede observar en la gráfica hay dos aumentos considerables el primero tuvo lugar el día 10 de octubre con 23.7 mm. justo cuando Roxanne cruzaba la Península de Yucatán, conforme el meteoro se alejó disminuyeron las precipitaciones. Luego el día 13 de octubre se registró otro ascenso con 33.5 mm. este día Roxanne permaneció estacionario en el Golfo de México. (Fig. 30)

En la Estación Cancún, Q. Roo. Durante el periodo de actividad del huracán Roxanne, se registró una precipitación total de 123.8 mm., los días 10 y 11 de octubre con 39.4 mm y 47.7 mm. respectivamente, cuando el meteoro cruzaba la Península de Yucatán. Se presentó un descenso en la precipitación a partir del día 12 octubre con 8.4 mm. cuando Roxanne se encontraba estacionario en el Golfo de México, frente a las costas de Campeche, durante todo este periodo se presentaron sólo algunas lluvias menores de 10 mm. en esta estación. (Fig. 31)

*Gráficas de precipitación diaria producida por el Huracán Roxanne.*







**PRECIPITACION DEL HURACAN ROXANNE EN EL OBSERVATORIO FELIPE CARRILLO PUERTO, Q. ROO.**

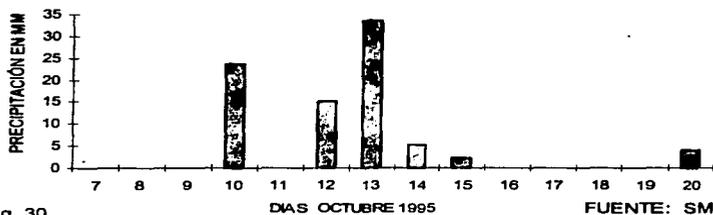


Fig. 30

FUENTE: SMN, 1996.

**PRECIPITACION DEL HURACAN ROXANNE EN CANCUN, Q. ROO.**

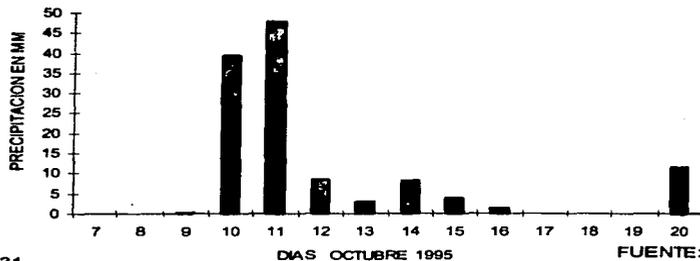


Fig. 31

FUENTE: CNA, 1996.

### CAPITULO 3: Efectos del Huracán Roxanne en el Golfo de México.

Hoy en día, los estudios de desastres naturales han cobrado mayor importancia tanto en instituciones gubernamentales como en centros científicos debido a la cantidad de pérdidas humanas y económicas que ocasionan. Aunque la preocupación del hombre por entender estos fenómenos es grande el asentamiento de nuevas áreas urbanas y centros de actividad económica claves, ha subestimado el riesgo natural que éstos implican. Cada día más vidas humanas, fuentes de trabajo y obras de infraestructura son destruidas por actividad volcánica, tomados, ondas cálidas, ciclones, heladas, monzones y terremotos.

Al hombre le preocupa que a pesar de los grandes descubrimientos científicos y creaciones tecnológicas, no pueda controlar los eventos catastróficos. (Fig. 32)

**Los Desastres más grandes del Mundo**

Tipo de desastre	No. de muertos	Localización	Fecha
Pandémica	75, 000 000	Eurasia: la muerte negra (bubónica, neumonía plaga septicémica)	1347-51
Genocidio	35, 000 000	Exterminación mongol de China .	1311-40
Hambre	30, 000 000	Norte de China.	1959-61
Influenza	21, 640 000	A nivel mundial.	1918-19
Terremotos	1, 100 000	Cerca del Este del Mediterráneo.	Julio 1201
Huracanes	1, 000 000	Delta del Ganges y Bangladesh	Nov. 12-13, 1970.
Inundaciones	900 000	Río Hwang-ho, China.	Oct. 1887.
Derumbes	190 000	Provincia de Kansu, China.	Dic. 16, 1920
Bombas atómicas	155, 200	Hiroshima, Japón.	Ago. 6, 1945.
Erupción volcánica.	92, 000	Tambora, Sumbawa Indonesia.	Abril 5-7, 1815.
Avalanchas	18, 000	Yungay, Huascarán Perú	Mayo 31, 1970.

Fuente: Guinness book of records. 1992. pp. 833

#### 3.1 Daños por Ciclones Tropicales.

Los ciclones tropicales o huracanes se encuentran entre los fenómenos causantes de grandes desastres en el mundo. Estos son algunos ejemplos. Según diversas fuentes.

**1737** En la Bahía de Bengala, India: Ahogadas 300 000 personas, destrucción de 20 000 barcos y 4 islas inundadas.

**1856** En la costa de Lousiana. Una ola de marea destrozó varios edificios. Una persona se ahogó y otra murió por el derumbe de un hotel.

**1881** Haiphong, Vietnam: El puerto de la ciudad fue inundado y destruido por la ola de marea, 300 000 víctimas.

**1882** En la costa Japonesa: Los barcos de la marina reportaron un tifón que levantó olas aterradoras de 9 m. de altura en la historia de ese país.

**1926** Florida, el huracán provocó que las olas inundaron los muelles, calles y edificios. Destruyó 25 000 casas, hubo 114 muertos y daños por mas de 500 millones de dólares.

**1928** Florida. Un huracán llegó hasta el Lago Okeechobee y provocó inundaciones de 7.62 m., resultaron ahogadas 25 000 personas.

**1938** New York y New England, olas de tormenta inundaron Long Island. En el huracán se perdieron 700 vidas, lesionadas 1500 personas. Daños en mas de 100 000 viviendas.

**1942** Huracán Carol, destrozó embarcaciones, muelles, malecones, casas de campo en Virginia y Nueva Inglaterra con vientos de 296 km/h. Los daños excedieron el billón de dólares.

**1954** Huracán Carla, dejó bajo escombros las casas en Galveston, Texas; muelles y barcos fueron destrozados.

**1965** Huracán Betsy, daños por 6 billones de dólares en Florida, Mississipi y Louisiana; se rescataron 35 000 personas en Nueva Orleans por medio de barcos y helicópteros.

**1969** Huracán Camille, con una presión de 909 mb; 256 muertos y daños por más de 5 millones de dólares.

**1972** Huracán Agnes, inundaciones masivas al Este de E.U.A. Ahogadas 118 personas, daños por mas de 2 billones de dólares.

**1986** Huracán Namu, en las Islas Salomón, Oceanía; vientos de 116 km/h y rachas de 185 km/h y una presión de 960 mb; resultaron 111 pérdidas humanas.

**1988** Huracán Gilberto, el más poderoso del siglo en el Atlántico Norte, causó daños aproximados de 800 millones de dólares, murieron 300 personas en El Caribe, México y E.U.A.

**1989** Huracán Hugo, daños estimados entre 7 y 9 billones de dólares; 51 personas murieron en Isla Guadalupe, St. Kitts, Nevis, St. Croix, Puerto Rico, Charleston, Carolina del Sur, Carolina del Norte y Virginia.

**1990** Ciclón Alibera, causó 46 muertes, virtualmente todos los edificios de Mananjary, Madagascar devastados.

**1992** Huracán Andrew, vientos superiores a los 370 km/h, 57 personas murieron, en Florida y Louisiana, daños por mas de 2 billones de dólares.

**1994** Huracán Gordon, produjo inundaciones, deslizamientos de tierra, vientos de 150 km/h y una presión de 980 mb; daños por más de 175 millones de dólares.

**1995** Huracán Félix, vientos de 210 km/h y una presión en su centro de 950 mb, daños en la Isla Bermuda y Carolina del Norte.

### **3.2 Efectos del huracán Roxanne en el litoral del Golfo de México.**

Para esta investigación se clasificaron los daños del huracán Roxanne en: físicos, sociales y económicos. En los primeros están: Daños a las costas por vientos y precipitaciones; en los sociales se presenta el número de decesos, problemas en la salud y educación. Los terceros incluyen las pérdidas económicas en las actividades: agricultura, pesca, ganadería, infraestructura, comunicaciones, PEMEX y turismo.

#### **3.3 Daños físicos.**

Los efectos del huracán pueden sentirse unos días antes del arribo a tierra. Los fuertes vientos provocan grandes olas, inundaciones que son las causas más destructivas, éstas se reportan cuando las precipitaciones exceden los 63 cm. en 24 horas, se proporciona una señal de aviso cuando el huracán este cerca de la costa a 550 km. (Ahrens, 1991).

##### **3.3.1 Daños en la costa.**

Los huracanes son responsables de los cambios importantes en la línea de costa. Para el SE del Golfo de México, la frecuencia con la que ocurren estos fenómenos es influenciado en la configuración de la línea de costa. Los efectos de Roxanne en la morfología costera estuvieron influenciados por la zonificación geomorfológica, en relación a la posición topográfica y la costa.

De acuerdo a la clasificación Geomorfológica de costas según Ortiz y Espinosa, 1991; algunos daños fueron :

a) Costas erosivas (costas rocosas), este sector corresponde al NE a 20 km. de la costa de surgencia de Playa Ceiba, Campeche, donde se localizan pequeños acantilados (superiores a 60 m) y no se presenta acumulación. Este tipo de costa debe su configuración al constante proceso abrasivo del oleaje; por consiguiente la roca firme del litoral es modelada, presentando diferentes expresiones de acuerdo al grado de degradación que sufre diferenciándolas en escarpadas o acantilados o bien presentando plataformas de abrasión y terrazas.

b) Costas acumulativas (de playas bajas arenosas), corre de Playa Ceiba a Sabancuy, a lo largo de 50 km. Topográficamente, éste es considerado el más bajo (altitudes menores a 10 m), está constituido por crestas continuas de

sedimentos orgánicos, que son causa de las olas de la tormenta. El proceso dominante que se genera en este tipo de costas, es cuando se presenta una intensa acumulación de sedimentos debido al acarreo de estos a lo largo de la playa, dando como resultado toda una serie de formas típicas de acumulación como son los cordones litorales o bermas.

c) Barreras de arena y tierra, esta porción es representada por la Isla Aguda e Isla del Carmen alrededor de 60 km. de longitud, en este sector la roca y playa habían sido expuestas por la acción de las olas, por lo que se perdieron dos áreas significativas por el proceso de sobre lavado que es asociado con canales ambiguos que normalmente estaban cerrados pero fueron reabiertos como resultado de la acción de las olas de la tormenta. (Palacio and Ortiz, 1996)

### **3.3.2 Daños por viento.**

Los vientos de un huracán son muy fuertes y pueden persistir por muchas horas o días. Es importante que cuando el ojo está en un lugar determinado, los vientos fuertes soplan en una dirección, sigue inmediatamente un período de calma y luego reinician soplando los vientos huracanados en dirección contraria.

Los vientos generados por el huracán además de influir en las mareas de tempestad, también dan origen al oleaje de tormenta, estando su altura supeditada a los niveles de marea y del terreno donde se presentan.

Las olas son movimientos superficiales de las aguas del mar producidas por el viento.

La altura promedio normal de las olas varía entre 4 y 7 m; sin embargo una ola de 5 m. puede mover rocas de 10 toneladas. Durante el huracán Roxanne se produjeron olas de hasta 12 m de altura frente a la costa de Campeche y Tabasco.

Los vientos que el huracán Roxanne presentó en las zonas cercanas a su trayectoria causaron daños importantes. No sólo resultaron afectadas las estructuras con grandes áreas expuestas, debido a los vientos intensos, sino que también la vegetación fue derribada en grandes extensiones.

Los perjuicios a la vegetación de las zonas no urbanas fueron incalculables, principalmente al Sur del estado de Yucatán en donde se siniestraron 50 mil hectáreas de selva baja y mediana por desrame, desfoliación severa y derribo. (El Municipal, SAGAR, 1995).

Los anuncios comerciales, las naves industriales y los postes de las líneas de transmisión eléctrica y de las telecomunicaciones fueron severamente dañados por los vientos de Roxanne.

### **3.3.3 Daños por precipitaciones.**

Los huracanes traen consigo enormes cantidades de humedad que al precipitarse, generan grandes cantidades de lluvia en un lugar determinado que llega a comprender entre los 70 y 300 mm, pueden distribuirse en un período de 3 horas a 3 días. Cuando el huracán encuentra una barrera montañosa, provoca avenidas extraordinarias, deslizamientos de tierra e inundaciones en las zonas mal drenadas. (Huracanes, 1981)

Las altas precipitaciones del Huracán Roxanne provocaron que diversos ríos alcanzaran su máxima capacidad de retención, algunos de ellos fueron:

En el estado de Campeche, el Río Candelaria cuyo nivel máximo era de 6.30 m. y acumuló 8.80 m, el Río Palizada y la Laguna de Términos se desbordaron y causaron inundaciones junto con el hundimiento de la embarcación "Nachinaguera" finalmente el Río Champotón incomunicó a 52 poblaciones.

En Quintana Roo, Río Hondo.

En Tabasco, los ríos Usumacinta-Grijalva fueron reforzados con cientos de sacos de cemento y el Río Tonalá inundó el ejido de "La ceiba".

En Chiapas, las presas Nezahualcóyotl y Peñitas se encontraron a su capacidad máxima de almacenamiento.

En Veracruz, el Río Bobos llegó a 7.83 m. y Río Carrizal también elevó su nivel máximo.

### **3.4 Daños sociales.**

Para la población se han obtenido registros de fatalidades, en relación con erupciones volcánicas, ciclones tropicales, deslizamientos de tierra, tsunamis y terremotos. De los 5 eventos antes mencionados, el número de muertes depende del registro y del desastre considerado, en donde los decesos pueden ser cientos o miles de personas; un ejemplo es la Isla Salomón, donde los ciclones tropicales ocupan el primer lugar, como la principal causa de mortalidad, seguido de los terremotos, esto es resultado de su posición geográfica dentro del Continente de Oceanía. (Blong and Randford, 1993)

### Muertes por Desastres Naturales en las Islas Salomón (Fig. 33)

	1900-90	Número de muertos antes de 1900	Total
<b>Ciclones</b>	<b>134</b>	<b>20</b>	<b>154</b>
<b>Terremotos</b>	<b>106</b>	<b>0</b>	<b>106</b>
<b>Sequías</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>17</b>
<b>Inundaciones</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>3</b>
<b>Tormentas</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	<b>20</b>
<b>Deslizamientos de tierra</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Tsunamis</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Erupciones Volcánicas</b>	<b>0</b>	<b>600</b>	<b>600</b>
<b>Total</b>	<b>273</b>	<b>627</b>	<b>900</b>

Fuente: Blong, R and D. Radford. 1993. Deaths in Natural Hazards in the Solomon Islands, DISASTERS. pp. 1-11.

Otro ejemplo, son los daños causados por el huracán Hugo, este estudio se realizó en los Estados Unidos, primeramente se hizo una evaluación del número de víctimas que dejó a su paso dicho fenómeno, lo dividieron en tres fases:

- 1) Antes del huracán (fase de pre-impacto).
- 2) Durante el huracán (fase de impacto).
- 3) Después del huracán (fase de post-impacto).

La fase donde se presentó el mayor número de víctimas fue la de post impacto y también es en donde se desencadenan varias causas de muerte como son los incendios, traumas, asfixias, personas electrocutadas y problemas de ataque al corazón.

El Servicio Meteorológico de Estados Unidos estima que 9 de cada 10 muertes asociadas a huracanes son debidas a la ola de tormenta, dichas muertes varían entre 1 a 94 años de edad con un promedio de 43 años, de los cuales 32 corresponden a hombres y 12 a mujeres. (Rossanne, et al, 1992).

En la siguiente tabla se observa que los huracanes más destructivos son los del continente Indico, en Bangladesh 1970 se registró el número más grande de pérdidas humanas con 200 000; en el presente siglo, en América el huracán de 1928 cobró 1836 vidas y recientemente en las Antillas y costa Este de los Estados Unidos con el huracán Gordon perecieron 1450 personas. (Fig. 34)

### Resumen de Pérdidas humanas por Ciclones Tropicales en este siglo.

Año	Nombre del Ciclón	No. de muertes	Lugar
1900	Huracán	6 000	Galveston, Texas.
1919	Huracán	600	Florida, Corpus Christi
1926	Huracán	372	Florida
1928	Huracán	1 836	Okeechobee, Florida
1935	Huracán	408	Florida
1937	Jan	66	Reef, Is., Utupua
1938	New England	600	New England.
1942	Tifón	40 000	Costa de Bengala, India.
1943	Huracán	40	Brownsville, Texas
1954	Hazel	1 000	Antillas, Carolina del Norte y Sur.
1957	Audrey	390	Texas.
1960	Donna	50	Bahamas, Florida.
1961	Carla	46	Texas.
1965	Betsy	75	Bahamas, Florida y Lousiana.
1966	Angela	2	Isla Salomón.
1969	Camille	256	Alabama, Lousiana y Mississippi.
1970	Ciclón	200 000	Bangladesh.
1972	Agnes	122	Florida y NE de E.U.A.
1975	Eloise	71	Antillas y NE de E.U.A.
1979	Frederic	16	Alabama y Mississipi.
1979	David	1 100	Antillas y Este de E.U.A.
1980	Allen	272	Antillas, México y Texas.
1983	Alicia	21	Norte de Texas.
1986	Namu	111	Islas Salomón.
1988	Gilbert	300	Antillas, México y SE de E.U.A.
1989	Hugo	51	Antillas, SE de E.U.A.
1989	Gay	458	Tailandia.
1990	Mike	508	Filipinas.
1992	Andrew	114	Bahamas, Florida, Lousiana.
1992	Polly	200	Chion.
1993	Yancy	48	Japón.
1994	Gordon	1450	Antillas, Florida.
1995	Roxanne	23	México.
Total		256 606	

Fuente: Waugh, W. and Ronal John, 1990; Vickers, 1991; OMM, 1996; The National Hurricane Center, 1996.

Generalmente las pérdidas humanas ocurren en las comunidades cercanas a las riberas de los ríos (Snarr, 1994).

La violencia de los vientos y las torrentes lluvias asociadas a los ciclones tropicales representan la destrucción (de cultivos y construcciones) y pérdida de vidas en las zonas costeras.

Los ciclones tropicales constituyen los impactos más severos y violentos a la población costera de México. Los daños materiales y pérdida de vida son comparativamente más altos en nuestro país si se compara con el impacto de estos fenómenos en países desarrollados como los Estados Unidos, donde el elevado nivel de vida permite una mejor preparación de la población para una evaluación oportuna y resistir el embate de los vientos, inundaciones y lluvias.

Sin embargo en México no se cuenta con evaluaciones de daños ocasionados por eventos climáticos extremos y sólo recientemente (a partir del huracán Gilberto en septiembre de 1988) se ha instalado una Comisión Intersecretarial que se encarga de que se tomen las medidas adecuadas para atenuar los efectos adversos de dichos meteoros, tales como: código de construcción para diseño de nuevos edificios y casas que resistan la fuerza del viento, establecimiento de refugios, prevención y aviso a la población por medios adecuados para una evacuación ordenada y eficiente de la población hacia refugios de tierra adentro. (Jáuregui, 1990).

Recientemente se estableció el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED 1990), que se encarga de difundir los programas de protección civil para la población en caso de cualquier desastre. Se anotan a continuación los daños Causados por la Incidencia del huracán Gilbert. (Fig. 35)

Entidades	Casas Dañadas	Habitantes Evacuados	Damnificados	Decesos
Quintana Roo	1 468	35 000	8 000	16
Yucatán	1150	20 000	6 000	6
Campeche	870	10 000	4 000	8
Tamaulipas	1778	39 374	10 110	10
Nuevo León	3820	30 000	20 000	180
Coahuila	653	5 000	3 500	5
<b>Total</b>	<b>9 739</b>	<b>139 374</b>	<b>51 610</b>	<b>225</b>

Fuente: CENAPRED, 1995. Fascículo Inundaciones. pp.24.

Entre los huracanes históricos, que amenazaron las costas mexicanas y provocaron un gran número de muertos se encuentran los siguientes: (Fig.36)

Nombre del huracán	Fecha	No. de muertos.
Hilda	12-19 Septiembre 1955	300
Janet	22-29 Septiembre 1955	712
Tara	10-12 Noviembre 1961	436
Ines	25 Sep.-10 Oct. 1966	1 000
Liza	25 Sep.-1 Oct. 1976	630
Allen	31 Jul.-11 Agosto 1980	3
Gilbert	8-20 Septiembre 1988	255
Opal	27 Sep.-5 Oct. 1995	19
Roxanne	7-20 Octubre 1995	23
Total		3 378

Fuente: El Nacional, 14 Septiembre 1988.

#### 3.4.1 Daños a la Población.

En la evaluación de pérdidas humanas asociadas al huracán Roxanne, se elaboró la lista de las personas fallecidas y sus posibles causas de muerte. Las principales fuentes fueron los diarios de los Estados de Campeche, Quintana Roo, Yucatán y Veracruz.

- \* Víctor Manuel Xix Carrillo, 19 años de edad, falleció ahogado cuando trataba de medir la profundidad que alcanzó el agua en un banco de materiales que se inundó por las lluvias, en la comisaría de Sab Becán perteneciente a Tzucucab.
- \* En Catmis, Federico Carballo, joven afectado de sus facultades mentales, desaparecido.
- \* En Tekax, rescataron a una mujer a quien le cayó encima parte de su vivienda, sufrió la fractura de varias costillas.
- \* En Campeche dos pescadores muertos: José del Carmen Ortiz Dzib y Miguel Sánchez Xamán.
- \* En Escárcega 3 muertos en colonias populares de Emiliano Zapata: Carlos Manuel Acosta Ramos 18 años, Sebastián Rangel Pereira de 32 años y Agustín Guzmán Ortega 27 años.
- \* En Cd. del Carmen de las 244 personas que se encontraban en una barcaza de PEMEX sólo se rescataron 219 y 3 cadáveres: Angel Baltazar Vega de origen mexicano y radio-operador, Jimmie Vine norteamericano capataz de cubierta y José Cruz Navarro Ingeniero de control de calidad.

\* En Punta Allen 2 muertos: Heidy Camargo Hernández 28 años y Junna Bilardel Camargo 1 ½ año, naufragaron en un bote de vela, originarias de D.F. se encontraban de vacaciones en Q.Roo.

\* En Champotón: Un pescador muerto tripulante del pesquero campechano "Francisco".

\* En Escárcega: Una persona sufrió un ataque epiléptico en su domicilio y se ahogó, mientras se inundaba su vivienda.

\* En Centla, Tabasco. Un hombre murió electrocutado al intentar hacer reparaciones en su vivienda.

\* Tabasco: 7 muertos por cólera, resultado de las condiciones insalubres en que se encuentran las comunidades inundadas.

\* En Centla: Un anciano murió ahogado.

\* Veracruz 4 pescadores desaparecidos en aguas del Golfo de México, una vez que su embarcación se inundó.

\* El campesino Faustino Can Chuc, habitante del municipio de Felipe Carrillo Puerto, murió arrastrado por una corriente de agua.

En las Figuras 37 y 38 se observa que el estado mas afectado fue Campeche con un número de 10 defunciones y 280 000 damnificados, en segundo lugar Tabasco; esto se explica porque el Huracán Roxanne permaneció estacionario cerca de las costas de ambos estados.





### 3.4.2 Daños al sector educativo.

En las Instituciones educativas, la presencia del huracán produce un cambio notable, ya que éstas se utilizan como albergues, sin embargo las construcciones también son vulnerables a los daños por el viento y lluvias intensas. (Sparks, 1991)

Las instituciones educativas funcionaron también como lugares de refugio, durante la presencia del huracán Roxanne. Se presentó el siguiente reporte: Paralizadas las actividades de Educación en los Estados del litoral del Golfo de México, las clases fueron suspendidas durante la presencia del meteoro. Las instalaciones educativas sufrieron daños por los fuertes vientos que rompieron los vidrios de edificios por lo que resultaron inundadas diversas aulas.

Autoridades del sector salud fumigaron escuelas para evitar posibles daños de epidemias o brotes de enfermedades contagiosas por el agua estancada.

Los daños fueron los siguientes: Un total de 103 escuelas sufrieron daños graves, 833 aulas, 67 talleres con un valor aproximado de N\$ 2 660 000. El 80 % de las 475 instituciones educativas suspendió clases. Solamente en Campeche 200 000 alumnos resultaron afectados. (Video Roxanne, 1995).

### 3.4.3 Daños al sector salud.

Como antecedente se sabe que se presentaron algunas enfermedades durante el huracán Namu en Bangladesh como: Diarrea, Cólera y Disenteria, ambos endémicos. (UNICEF, 1993)

Durante el huracán Roxanne en el estado de Campeche se habilitó el 10 % de las clínicas privadas para la atención quirúrgica a la población abierta. Las brigadas médico-sanitarias desarrollan actividades de atención médica, vigilancia y fomento sanitario en albergues, unidades de salud y recorridos de campo. Se otorgaron 1200 consultas y 2000 sobres de suero vida oral.

Los 1162 médicos, enfermeras, promotoras y trabajadoras sociales realizaron una vigilancia epidemiológica, elaboraron actividades de prevención, consultas, curaciones entre damnificados y habitantes de zonas inundadas.

La secretaria de salud del estado de Yucatán reportó que 8 unidades de primer nivel se encontraron inundadas, por lo que la atención médica se proporcionaba en locales acondicionados.

Las enfermedades que se propagaron fueron el cólera y paludismo, debido a las inundaciones y estancamiento del agua. Entre los estados que reportaron un mayor índice de casos están Quintana Roo (160), Tabasco (150) y Campeche (100). (El Dictamen, 1995)

### **3.5 Daños económicos.**

Los daños económicos están en relación a toda pérdida material, como son aquellos en cultivos de autoconsumo o de exportación; ganado, pastizales, pesca, industria en que sólo se contempla a PEMEX debido a la importancia que tiene en el área de estudio; comunicaciones: carreteras, aeropuertos, ferrocarriles, puertos marítimos; infraestructura: teléfono, postes de energía eléctrica, planta termoeléctrica, oficinas gubernamentales, etc..

#### **3.5.1 Daños al sector agrícola, pesca y ganadería.**

En el sector agrícola, las pérdidas ascendieron a N\$ 174 154 000, los efectos del huracán se sintieron principalmente en los cultivos, gran parte fue destruido por los fuertes vientos y lluvias constantes del meteoro, a tal grado de inundarlos. El cultivo de maíz presentó grandes daños en los diferentes estados del litoral del Golfo de México, junto con los cultivos de chile jalapeño, arroz, algodón, entre otros.

Los productores yucatecos perdieron un 50% de sus cosechas a consecuencia del huracán Roxanne. (El Universal, 1996).

"La producción de maíz del estado de Campeche enfrenta una de las peores catástrofes de su historia, pues los huracanes Opal y Roxanne dañaron un 70% de la superficie sembrada, lo cual ocasionó una baja en las cosechas. Los maiceros perdieron prácticamente toda la producción y por lo mismo las autoridades deberán importar más granos, a fin de atender la demanda del alimento en la región". (Excelsior, 1995).

"Después de un año la Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO) entregó 42 millones 500 mil kilogramos de maíz, en los estados de Campeche y Yucatán, que resultaron afectados por el huracán Roxanne; en el primer estado el abasto de maíz se realizó en 429 comunidades con una entrega global de 24 mil toneladas, las cuales se utilizaron para satisfacer las necesidades alimenticias y para la siembra de parcelas de los agricultores campechanos. En Yucatán se entregaron en 469 comunidades, una dotación de 18 mil y media toneladas, de las que se destinó un porcentaje importante para la siembra de parcelas". (Herrera, 1996).

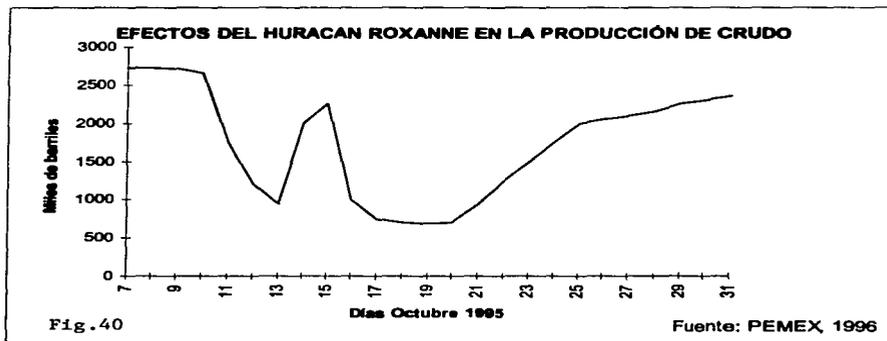
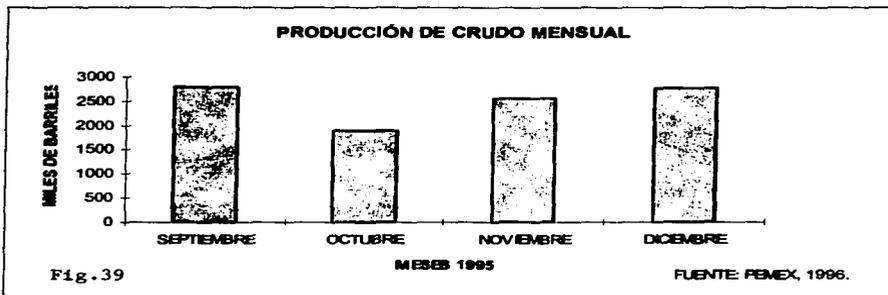
En el sector pesquero, los daños superaron los N\$ 250 000 000 debido a la inactividad de la flota marítima, por los fuertes vientos del huracán y olas de hasta 12 m. de altura. Esto impidió que los pescadores pudieran salir a altamar; además sus pequeñas embarcaciones fueron destruidas. Un factor importante del huracán fue que por las grandes marejadas atrajo un número considerable de camarón, que los pescadores esperaban recolectar, una vez que el tiempo lo permitiera. Sin embargo gran parte de su material de pesca lo perdieron, a causa del huracán.

El ganado murió ahogado por las fuertes y copiosas precipitaciones; los pastizales se perdieron en un 90 %; se dejaron de producir aproximadamente 5 000 litros de leche; se extraviaron 250 000 aves de corral, 100 000 colmenas; los daños suman N\$ 130 690 000. Los daños más severos se suscitaron en un 80 % del estado de Tabasco. (Cuadro 1 )

### *3.5.2 Daños a la Industria PEMEX.*

Según los datos oficiales en 1995, la extracción de petróleo crudo y de gas natural se llevó a cabo cuidando el desarrollo óptimo de los yacimientos, uno de los objetivos fue elevar la rentabilidad de la producción de hidrocarburos y aprovechar al máximo las reservas nacionales mediante la aplicación de tecnologías avanzadas y sistemas más eficientes de administración de los procesos productivos.

La producción de hidrocarburos se orientó hacia la satisfacción de la demanda interna y a la generación de excedentes para la exportación. En 1995, la producción de crudo promedio fue de 2 617 MBD (Miles de Barriles Diarios), lo que reflejó una reducción de casi 3% con respecto al volumen registrado en 1994. Las causas principales de la caída de la producción obedecieron a los efectos de los huracanes "Opal y Roxanne" en el Golfo de México, que ocurrieron en Octubre de 1995. Estas perturbaciones climatológicas ocasionaron el cierre total de las plataformas de producción de crudo pesado y parcial de las productoras de crudo marino ligero, además del cierre a la navegación en los Puertos mexicanos del área, incluyendo las terminales de exportación. La producción de gas natural, por el contrario registró un aumento del 4 % al ubicarse en 3 759 MMPCD (Miles de Barriles de Petróleo Crudo Equivalente)(Pemex, 1995). (Fig.39 y 40)



Petróleos mexicanos, brindó apoyo inmediato en casos de emergencia ocasionados por fenómenos naturales que afectaron a la población de las zonas donde desarrolla su actividad: En marzo de 1995, se proporcionó apoyo a algunos municipios de Chiapas, que fueron afectados por un temblor. En octubre a Campeche y Tabasco que fueron golpeados por los huracanes "Opal y Roxanne". Petróleos Mexicanos emprendió con recursos propios la reconstrucción del acueducto Chicbul-Carmen, en Ciudad del Carmen, que es parte fundamental del sistema de agua potable de esa ciudad. La aportación total del organismo para la atención de estas emergencias ocurridas en esos tres estados ascendieron a 28 millones de pesos.

**La presencia de los huracanes Opal y Roxanne provocó daños importantes en las instalaciones de la Sonda de Campeche , lo que ocasionó la suspensión de las operaciones de carga a buques en las terminales marítimas de Dos Bocas y Cayo Arcas, y el cierre de los pozos ubicados en 20 plataformas, quedando fuera de operación, las baterías de 4 complejos de producción y la estación de recompresión de gas de Astata. Debido a los problemas meteorológicos la producción promedio de crudo en octubre de 1995 fue de 1899 MBD inferior en 840 y 894 MBD con relación a la obtenida en septiembre y al programa de octubre respectivamente.**

**En el año de 1995 el proceso de crudo y líquidos del gas en el Sistema Nacional de Refinación fue de 1282 MBD. Representa una disminución de 75 MBD, equivalente al 5% con relación a 1994. Este resultado de la contracción de la demanda interna de petrolíferos principalmente combustóleo y de la disminución en el recibo de crudo fue causada por los efectos de los huracanes Opal y Roxanne en la producción de la región marina.**

**En 1995 se produjeron 2477 MMPCD de gas seco, volumen inferior alcanzado en el año anterior en 4 %, el volumen producido de gas licuado fue de 197 MBD, cantidad equivalente al 2% inferior al registrado en 1994. Estos resultados se explican por el bajo procesamiento de gas amargo debido a la utilización del gas del terciario de Ciudad Pemex para bombeo neumático por el paso del huracán Roxanne que provocó la suspensión de la producción de gas en la Región Marina y por averías en algunas plantas de proceso en el complejo petroquímico de Nuevo Pemex.**

**Con relación a los derivados de gas natural, en marzo se acordó la aplicación de descuentos y extender el plazo de los pagos a 60 días, a fin de aminorar el impacto negativo de la evolución de la economía nacional. A pesar de que las condiciones meteorológicas derivadas del huracán Roxanne, provocaron una reducción temporal de la oferta, no se produjo desabasto en el mercado interno.**

**Por lo que respecta a los problemas enfrentados durante 1995: uno de ellos se derivó de 2 incidentes que afectaron el suministro de materia prima y ocasionaron por lo tanto problemas en la producción, se derivó del cierre de plataformas marinas. Estos incidentes representaron un costo para el organismo de 392 millones de pesos y se dejaron de producir 197 miles de toneladas, los complejos más afectados fueron: Cosoleacaque, La Cangrejera y Morelos. (Pemex, 1995).**

**"Petróleos mexicanos perdió 27 millones de dólares diarios durante el período del huracán Roxanne, debido a la casi paralización de sus exportaciones de petróleo crudo, informó Adrián Lajous Vargas, Director General de esta paraestatal". (Reforma, 1995) (Cuadro II)**

### **3.5.3 Daños a la Infraestructura.**

En cuanto a la vivienda la gran mayoría de las casas son construidas con materiales de la región de origen, como son techos de paja, bambú, yeso, cartón, lámina; en algunos casos las viviendas pueden tener pisos de tierra, otras no poseen electricidad, baño y mucho menos drenaje, por lo que da como consecuencia que los hogares se inundan ante la presencia de un ciclón. (Snarr and Brown, 1994)

Ante la presencia de Roxanne, diversas actividades resultaron afectadas como las de los bancos, radiodifusoras, comercios e inclusive oficinas de varios diarios de los estados tuvieron problemas con las inundaciones y con ello se retrasó la impresión de los mismos.

Se interrumpió la generación de energía de varias termoeléctricas, hubo derribe de torre de microondas, postes de luz, teléfono, telégrafo y árboles. (Cuadro III).

El recuento de daños a las viviendas fueron: en Campeche 100 casas destruidas en las zonas costeras, Ciudad del Carmen inundadas 14 598 ; Quintana Roo 2 000 viviendas derruidas y 20 000 parcialmente dañadas; Tabasco 690 comunidades inundadas; Veracruz 80 viviendas arrastró el oleaje.

### **3.5.4 Daños al Turismo.**

En la actividad turística los perjuicios son dentro y fuera de las instalaciones de los hoteles, es frecuente que los daños sean los cortes de energía, la caída de anuncios luminoso y el rompimiento de cristales de las ventanas. Pero se procura que inmediatamente se restauren. (Sparks, 1991)

Por la presencia del huracán Roxanne se necesitaron para la reconstrucción de los corredores turísticos de Cancún y Cozumel \$ 8 000 000, tan sólo para la infraestructura, reparación de hoteles, playas, etc. Se evacuaron a más de 20 000 turistas de estos sitios.

El gobierno del estado de Quintana Roo, mencionó que la reconstrucción de playas será de manera natural y no se traerá arena de ningún lugar, como cuando ocurrió el huracán Gilberto. Se perdieron 20 km. de playas.

En las zonas arqueológicas de Yucatán, no se presentaron grandes daños, sólo algunos árboles caídos. En Veracruz, sufrió severos percances la fortaleza de San Juan de Ulúa, al menos 20 millones de pesos se necesitan para su restauración, se derrumbó el puente de acceso a ésta área donde pasaban los turistas para conocer el monumento; debido a las altas marejadas, las playas de este estado presentaron una cantidad impresionante de arena, basura y troncos. ( Reforma, 1996). (Cuadro IV )

### **3.5.5 Daños a las Comunicaciones.**

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes corroboró los daños causados por los huracanes en tramos carreteros, que van desde cortes; erosiones, láminas de agua, y depósitos de arena que invaden la superficie de rodamiento, hasta deslaves, derrumbes y deformaciones que obligaron a interrumpir el tránsito e inclusive, en algunos casos, dejaron sin salida a muchos vehículos.

La SCT en Campeche, dió a conocer los daños que sufrieron los principales puentes:

- Champotón-Campeche. (daños menores, sólo depósitos de arena)
- Carmen-Champotón. (daños leves)
- Chenkan I (daños menores)
- Zacatal. Cd. del Carmen a la Península 3860 m. de longitud (intacto)
- La Unidad. Cd. del Carmen a la Isla La Aguada, Pto. Real 3222 m de longitud (intacto), es el primer puente del estado construido en 1981.
- Champotón (intacto)
- Candelaria (intacto)
- Ica-Hao (intacto)
- Si-Ho. (intacto)

La única comunicación vía terrestre hacia Cd. del Carmen se lograba por medio de dos pangas, que se dirigían a Isla Aguada y a Zacatal.

En el estado de Campeche, el área aproximadamente de 1260 km, un 60 % sufrió daños evaluados en \$200 millones de pesos.

Hasta la fecha se ha reconstruido el 80% de los daños sufridos en cuanto a infraestructura, y se están preparando para la próxima temporada de huracanes por medio de la implantación de programas de protección civil, aunados al gobierno de protección civil y del estado.

Además, los aeropuertos fueron cerrados por los fuertes vientos, superiores a 180 km/h y grandes olas de hasta 12 m. de altura, provocaron la suspensión de los vuelos internacionales y nacionales. El aeropuerto internacional de Cozumel presentó inundaciones en las pistas de aterrizaje durante varios días. En total 139 vuelos fueron suspendidos en el área.

En cuanto a la navegación portuaria se suspendieron las actividades en 34 puertos del Golfo de México. En los puertos del estado de Yucatán se encontraron 500 embarcaciones varadas. En Campeche 250 barcos de altura, camaroneros y petroleros refugiados, junto con 6 000 lanchas ribereñas. En Q. Roo 200 embarcaciones tuvieron que permanecer atracadas.

Los ferrocarriles también estuvieron suspendidos debido a que varias vías fueron arrancadas por los fuertes vientos, esto como resultado del descuido en las obras de remodelación. (Cuadro V)

CUADRO I

DAÑOS A LAS ACTIVIDADES PRIMARIAS POR EL HURACÁN ROXANNE.

ESTADO	AGRICULTURA MAÍZ Ha.	PESCA	GANADERÍA	APICULTURA	AVICULTURA
<b>CAMPECHE</b>	93 000 N\$ 30 000 000	270 barcos dejaron de pescar 540 ton. de camarón. Cerradas 8 congeladoras. 200 pescadores sin trabajo.	3,000 cabezas se ahogaron, se dejaron de producir 2 000 litros de leche.	21 600	100 000
<b>Q. ROO</b>	55 000 N\$ 21 000 000	Inactividad de la flota pesquera y daños a la infraestructura de N\$ 8 000 000. Extravío de 25 000 trampas de langostas instaladas en Punta Allen con un valor de N\$ 4 000 000.		68 680	65 000
<b>TABASCO</b>	180 000 N\$ 39 354 000	Se dejó de capturar ostión, robalo, mojarra y camarón.	100, 000 cabezas ahogadas; 300 000 Ha. de pastizales perdidos y 160 lt. de leche sin producir diarios.	5 500	90 000
<b>VERACRUZ</b>	20 000 N\$ 5 000 000	Se extraviaron 4 mil sementales de mojarra Tilapia, con valor de N\$200 000 en la granja acuícola de Santecomán.			
<b>YUCATÁN</b>	40 000 N\$ 27 800 000	Se dejaron de capturar 3 500 toneladas de pulpo y especies de escama y huachinango N\$ 30, 000 000.			
<b>TOTAL DE PÉRDIDAS</b>	388 000 N\$ 174 154 000			95 780	255 000

Fuente: Diarios locales de los Estados: Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz, Yucatán. Octubre. 1995.  
EL MUNICIPAL. Semanario Independiente al Servicio del Municipio libre, Lunes 23 octubre 1995, año I, No. 20, 21, 22.SAGAR.

CUADRO II

DAÑOS A LA INDUSTRIA PEMEX.

CAMPECHE	TABASCO	VERACRUZ
<p>La plataforma marítima "Júpiter" donde se extrae crudo y aloja a 700 personas, el puente que une a la plataforma de trabajo con la sección habitacional se rompió. PEMEX redujo su producción de petróleo y gas natural en un 85 % y suspendió sus exportaciones de crudo en Cayo Arcas, Dos Bocas y Pajaritos.</p> <p>La barcaza No. 269 propiedad de Fabricaciones y Construcciones S.A. de C.V que estaba a cargo de PEMEX naufragó con 244 pasajeros de los cuales se rescataron 237.</p> <p>4 km. de tubería del acueducto que surte a la Isla del Carmen fueron barridos por las inundaciones.</p> <p>Se dejó de explotar crudo en la Sonda de Campeche en un 72 %, que representa la producción nacional de 700 000 barriles diario; evacuó a 4017 personas de las plataformas.</p>	<p>Se evacuaron 1 122 trabajadores, se dejaron de explotar 600 000 barriles de aceite y gas diarios.</p> <p>Descarrilamiento de un tren de PEMEX que transportaba combustible hacia Cd. del Carmen.</p> <p>La Chalana 562 de PEMEX se soltó con 3 000 barriles de combustible.</p>	<p>El buque tanque "Vicente Guerrero" de PEMEX fue impactado por una ola de 6 mts. de altura en Coatzacoalcos.</p> <p>Paralizadas las exportaciones de hidrocarburos y petroquímicos por la terminal de Pajaritos.</p>

Fuente: Diarios locales de los Estados: Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz, Yucatán. Octubre 1995. Memoria de Labores 1995. PEMEX. Marzo 1996, pp. 290.

**CUADRO III**  
**INFRAESTRUCTURA AFECTADA POR EL HURACÁN ROXANNE**

<b>CAMPECHE</b>	<b>Q. ROO</b>	<b>TABASCO</b>	<b>VERACRUZ</b>
A la CFE, fallas en 8 subestaciones, 2 líneas de subtransmisión, 36 circuitos de distribución, 301 sectores de baja tensión y derribó 32 postes; con un valor de N\$ 3 500 000.	En la CFE fueron afectados 109 700 usuarios, daños a 9 subestaciones, 27 circuitos de distribución, 1034 sectores de baja tensión, derribó 188 postes, pérdidas de N\$ 4 600 000.	Daños al alumbrado público.	La Cámara de Comercio de Costzacoalcos reportó la suspensión del servicio eléctrico por daños en las instalaciones de la zona norte.
Cerrada la Casa de Justicia y el Tribunal Superior durante 3 días, producto de las inundaciones.	Roxanne derribó la torre de microondas de Tulum.	30 postes de energía eléctrica se derrumbaron.	Afectó a las actividades bancarias, radiofónicas, comerciales y la impresión de periódicos.
Las oficinas del periódico "La Tribuna" inundadas.	Cientos de postes de teléfonos, árboles caídos en la vía pública, anuncios que estaban en los techos de los establecimientos comerciales fueron derribados.		Una torre eléctrica de Laguna Verde fue derribada.
Interrumpida la generación de energía de la planta termoeléctrica "Campeche"			

FUENTE: Diarios locales de los Estados: Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán, Octubre, 1995.

**CUADRO IV**  
**TURISMO AFECTADO POR EL HURACÁN ROXANNE**

<b>CAMPECHE</b>	<b>Q. ROO</b>	<b>VERACRUZ</b>	<b>YUCATÁN</b>
<p>Isla del Carmen quedó dividida en dos partes en una de ellas no tienen energía eléctrica y había escasez de agua, inundada en un 80% por agua de mar y lluvia.</p> <p>Playas de hasta 12 mts. de ancho se perdieron en Isla del Carmen.</p>	<p>Isla Cozumel N\$ 2 000 000 para la rehabilitación de la jardinería y la limpieza de las calles.</p> <p>La asociación de hoteles de Cancún (AHC). El 80% de los 17 km. de playa fueron afectados pero el proceso de rehabilitación será natural.</p> <p>En Cancún evacuaron a 12 774 turistas. El mar invadió el área de los 25 km.</p> <p>En Cozumel se derrumbó el hotel Diamond.</p> <p>En Isla Mujeres 2 000 turistas evacuados, el hotel Fiesta Americana Condessa y hotel Westin Regina presentan daños a la playa por más de 100 000 dólares.</p> <p>En Isla Holbox 4 000 habitantes desalojados.</p>	<p>Incomunicadas las playas de Chechalacas.</p> <p>El INAH cierra San Juan de Ulúa por el desplazamiento de 5 mm. que sufrió la fortaleza por el huracán.</p>	<p>En el hotel de Mérida Misión, 200 turistas franceses fueron desalojados.</p> <p>Hotel Maevea sólo tenía 8 turistas desalojados.</p> <p>En Chichén Itza se cayeron algunos árboles. También en Dzibil Chaltán.</p>

FUENTE: Diarios locales de los Estados: Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz, Yucatán. Octubre. 1995.

**CUADRO V**  
**COMUNICACIONES AFECTADAS POR EL HURACÁN ROXANNE.**

<b>ESTADO</b>	<b>CARRETERAS (Dañadas)</b>	<b>AEROPUERTOS (Cerrados)</b>	<b>FERROCARRILES</b>	<b>PUERTOS (Cerrados)</b>	<b>PUENTES (Derribados)</b>
<b>Campeche</b>	Champotón-Sabancuy-Carmen. Paraiso Nuevo-Salinas de Gortari. Champotón-Cd.delCarmen Campeche-Chencollí. Carmen-Isla Aguda. Campeche-Vía ruinas. Campeche-Tenabo.	Campeche, Cd. del Carmen.	Campeche-Mérida. Campeche-Tabasco. Escárcega-División del Norte.	Cd. del Carmen, Champotón, Campeche.	Champotón-Escárcega. Candelaria al Triunfo. Candelaria-Colonias. Cherkan I y II (Carmen -Champotón) Pacaytún. (Candelaria) Puente Unidad (El Carmen)
<b>Quintana Roo</b>	Chetumal-Escárcega. Chetumal-Bacalar	Cancún. Cozumel, Chetumal.	Felipe Carrillo Puerto-Tenosique. Carrillo Pto.-El Triunfo.	Chetumal, Pto. Morelos, Isla Mujeres, Cancún, Holbox.	Punta Alacranes Boca de Panteones (Sánchez Magallanes)
<b>Tabasco</b>	Villahermosa-Chetumal. Villahermosa-Nacajuca. Sánchez Magallanes.	Villahermosa.		Tonalá,Paraiso, Frontera, Villahermosa, Dos Bocas. Tampico, Altamira	Tabasco-Zacatal
<b>Tamaulipas</b>					
<b>Veracruz</b>				Coatzacoalcos, Veracruz, Tuxpan	Villa Independencia (Mathez. de la Torre)
<b>Yucatán</b>	Haltunchén-Cayal. Tizimín-Río Lagartos. Chicxulub Pto-Chicxulub-Pue. Tizimín-El Cuyo.	Mérida		PTelchac, Yucalpeten, Dezilm, El Cuyo, Río Lagartos, Chiquila, San Felipe Sisal, Celestún.	Uxmal (Valle de Yohaltún)

FUENTE: Diarios locales de los Estados: Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz, Yucatán. Octubre. 1995.  
Informe anual de actividades, Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Mayo 1996.



Familia Damnificada por el Huracán Roxanne Cd. del Carmen, Campeche.



Vivienda destruida por el Huracán Roxanne en Frontera, Tabasco.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA



**Aviso de alerta en el municipio de Centla , Tabasco, donde prevaleció el desabasto de alimento y aumentaron los casos de cólera por las condiciones insalubres.**



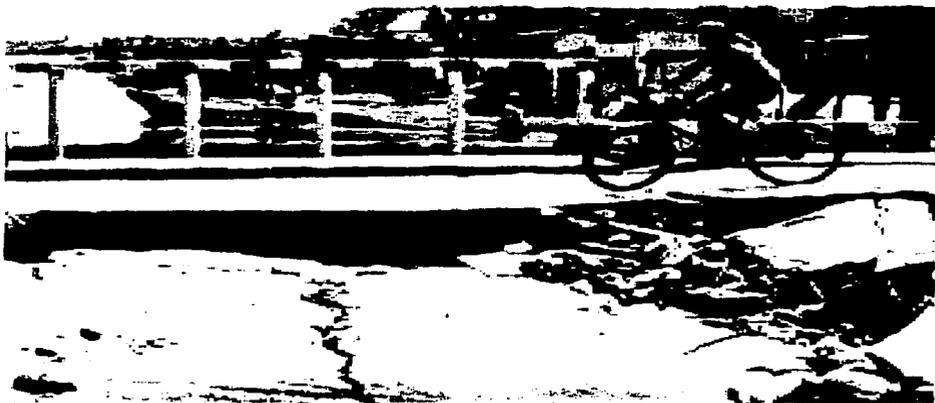
**Habitantes de la población de Frontera, Tabasco damnificados por el huracán Roxanne.**



Carretera federal destruída en el tramo comprendido Cd. Carmen-Champotón.



Camiones de carga varados por un lapso de 48 horas aproximadamente en la carretera Cd. del Carmen-Champotón.



Puente de Caleta destruido en Cd. del Carmen, Campeche.



Destrucción del embarcadero en Cd. del Carmen, Campeche.

## CONCLUSIONES:

La temporada de huracanes 1995 estuvo influenciada por la disipación del "El Niño" por ello se presentaron mayor número de ciclones tropicales que en otros años, en el Océano Atlántico 21, en comparación con los 11 del Océano Pacífico.

Seis de estos meteoros afectaron las costas nacionales: la Depresión tropical No. 16 del Atlántico, Tormenta tropical Gabrielle del Atlántico, Huracán Ismael del Pacífico, Huracán Opal del Atlántico y finalmente el Huracán Roxanne del Atlántico.

El Huracán Roxanne tuvo una duración de 14 días (7 al 20 octubre), fue el segundo de mayor duración de la temporada 1995, después del huracán Félix (8-22 Agosto) y el primero en regresar dos veces al mismo lugar, después de más de 16 años que ningún otro huracán había seguido esta trayectoria en esa área.

Las precipitaciones que produjo fueron constantes y abundantes casi todos los días, a lo largo de su trayectoria, en los alrededores de Villahermosa y Jalpa de Mendez en el Estado de Tabasco se registraron lluvias mayores a 400 mm. en 24 horas cuando Roxanne estaba cerca del litoral mexicano, los días 11 y 12 de octubre. Esto propicia que se llenen las presas y se logren cultivos de riego en diversas áreas.

El retroceso del huracán Roxanne se debió a la presencia del frente frío No. 9 que se desplazaba hacia el Sur sobre los estados de Tamaulipas y Veracruz. Cuando las dos masas de aire diferente (cálida la del ciclón y fría la del frente) se encontraron, el ciclón regresó sobre su trayectoria en el Golfo de México y tomó nueva fuerza.

Los daños por ciclones tropicales, pueden ser variables, sin embargo siempre repercuten en la población y en la economía porque traen consigo destrucción y muerte. Todavía no se logra evitarlos, hoy en día pero es posible prevenir sus efectos con avisos que dan oportunidad a la población de evacuar las áreas mas expuestas, como son los lugares cercanos a la costa, para salvar vidas.

Una vez que el ciclón se encuentra cercano a tierra, se producen los daños más severos, como cambios en la línea de costa; las playas pueden ser removidas y crear ensenadas. Aunque hay peligro, la población difícilmente puede ser trasladada a otros sitios, mientras exista una fuente de trabajo en su lugar de residencia debido a los corredores turísticos, por ello tiene gran

importancia la oportuna y temporal evacuación, así como la evaluación de su vulnerabilidad.

Actualmente se da más importancia a la prevención; con los progresos logrados en los últimos años, existe un sistema de aviso que abarca casi todas las áreas afectadas directamente por ciclones. Para ello se utiliza una red de estaciones meteorológicas que están en constante búsqueda durante la temporada de ciclones, haciendo uso de la tecnología más avanzada como las imágenes de los satélites meteorológicos y del radar, para dar seguimiento a dichos fenómenos.

Excepcionalmente en octubre de 1995, el huracán Roxanne golpeó en dos ocasiones el territorio mexicano causando graves daños y pérdidas cuantiosas; en el sector de comunicaciones, las vías terrestres, marítimas y áreas fueron interrumpidas debido a los intensos vientos del meteoro; cientos de poblaciones permanecieron incomunicadas, los refugios estuvieron saturados, por lo que es conveniente preparar más albergues disponibles para emergencias en las próximas temporadas de huracanes.

Los daños en las actividades agropecuarias sumaron más de 500 millones de pesos, por lo que se hacen necesarios los seguros agrícolas.

En el sector industrial, PEMEX perdió 27 millones de dólares diarios en la producción de crudo, debido a la paralización de sus actividades en las plataformas.

Entre la población ocurrieron 23 decesos, por imprudencias ó falta de previsión; hubo más de un millón de damnificados, el estado más afectado fue Campeche. Es indispensable, por lo tanto promover campañas de información e instrucción permanente.

Los huracanes intensos son fenómenos importantes en la geografía de México y deben ser considerados en los estudios de planeación, diseño, operación de obras y actividades humanas en general.

## REFERENCIAS:

1. Ahrens, C. Donald. 1991. Meteorology Today, an Introduction to Weather, and the environmental, 4 ed., West Publishing Company, USA, pp. 576.
2. Archer, Jules. 1991. Hurricane. Crestwood House Macmillan Publishing Company, U.S.A, pp. 50.
3. Blong, R. and D. Radford. 1993. Deaths in Natural Hazards in the Salomon Islands. Disasters. Vol.17, No.1, pp. 1-11.
4. Buendía, E. et al, 1990. El Pronóstico del Huracán Gilberto. Revista Geofísica No. 33. Instituto Mexicano de Geografía e Historia, México. pp.128-146.
5. C.N.A. 1996. Departamento de Hidroclimatología, Archivo Interno de Precipitación Octubre 1995, Comisión Nacional del Agua, México.
6. Dawes Robert. 1996. The Dragon's breath. Hurricane at Sea Naval Institute Press. Annapolis. Maryland. U.S.A. pp. 222.
7. Delgado, O. 1995. Cartas de Tiempo de Superficie, Región IV, Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM.
8. Díaz, H. and V. Markgraf. Edits. 1992. El Niño. Historical and Paleoclimatic Aspects of the Southern Oscillation, Cambridge Univ. Press, USA. pp. 476.
9. Doug Lipscombe. 1996. "Hurricane hunters finish Record-Breaking 1995 hurricane season". National Weather Digest, U.S.A. December. pp. 42.
10. El Libro del año Barsa, 1968. Enciclopedia Británica, USA. pp. 18-37.
11. El Libro del Año 1993. Enciclopedia Británica Britannica Publishers, Inc., U.S.A, pp. 24-42.
12. El Libro del año 1994. Enciclopedia Británica . Britannica Publishers, Inc. U.S.A. pp. 17-26.
13. Eagleman, J. ,1980. Meteorology. The Atmosphere in action, D.Von Nostrand, U.S.A. pp. 384
14. García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. México, pp. 217.

15. García, E. y P.A. Mosiño. 1989. Moda o valor mas frecuente de la precipitación mensual y anual. In García de Fuentes, Ana, De. Atlas Nacional de México, México. D.F. UNAM, Instituto de Geografía. Vol. 2, Cap. IV Núm. 4.8 (12 mapas escala 1:16 000 000 y uno a 1:8 000 000
16. Gómez, Leticia. 1992, Distribución de la precipitación asociada a huracanes como elemento para la zonificación agroclimática en México. Tesis Licenciatura en Geografía, UNAM, México, pp. 155.
17. Gore Rick. 1993. "Andrew Aftermath". en National Geographic. U.S.A. Vol. 183. No. 4, Abril, pp. 2-37.
18. Gray, William. 1995. "Ciclones Tropicales" en Boletín de la Organización Meteorológica Mundial, OMM, Ginebra Suiza, Vol. 44, No. 2. Abril, pp. 113-116.
19. Gray, William. 1996. "New ranking confirms hurricane season's power". Weather USA Today, INTERNET
20. Jáuregui, E.. 1967. "Las Ondas del Este y los ciclones tropicales en México", en Ingeniería Hidráulica, Vol. XXI, No. 3, México, pp. 197-207.
21. \_\_\_\_\_. 1989. "Los huracanes prefieren a México". en Información Científica y Tecnológica. Vol. 11, No. 155, México, pp. 32-39.
22. \_\_\_\_\_. 1990. "Evaluación del riesgo de ciclones tropicales en las costas de Nayarit-Sinaloa, en Memoria del XII Congreso Nacional de Geografía, Tepic, Nayarit. pp. 244-256.
23. INEGI. 1995. Anuario Estadístico del Estado de Campeche. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, México, pp. 299.
24. \_\_\_\_\_. 1995. Anuario Estadístico del Estado de Quintana Roo. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, México, pp. 274.
25. \_\_\_\_\_. 1995. Anuario Estadístico del Estado de Tabasco. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, México, pp. 361.
26. \_\_\_\_\_. 1995. Anuario Estadístico del Estado de Veracruz. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, México, pp. 768.
27. \_\_\_\_\_. 1995. Anuario Estadístico del Estado de Yucatán. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, México, pp. 384.
28. Landsea, Christopher. 1993. A Climatology of Intense (or Mayor) Atlantic Hurricanes. Montly Weather Review. Vol. 121. June. 1993. pp. 1703-1713.

29. Limbert, D. 1993. *Los impactos humanos y económicos de los fenómenos meteorológicos durante 1992*. Boletín de la Organización Meteorológica Mundial, Vol. 44, No. 4, Octubre 1993, pp. 368-378.
30. Limbert, D. 1994. *Los impactos humanos y económicos de los fenómenos meteorológicos durante 1993*. Boletín de la Organización Meteorológica Mundial, Vol. 44, No. 4, Octubre 1995, pp. 333-347.
31. Limbert, D. 1995. *Consecuencias humanas y económicas de los fenómenos meteorológicos durante 1994*. Boletín de la Organización Meteorológica Mundial, Vol. 44, No. 4, Octubre 1995, pp. 364-375.
32. Lizano, Omar. 1990. "Un Modelo de viento ajustado a un modelo de generación de olas para el pronóstico de oleaje durante huracanes". Revista Geofísica, No. 33. Julio-Diciembre. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. México, pp. 75-103.
33. Lizano, Omar y R. Moya. 1990. "Simulación de oleaje durante el huracán Joan (1988) a su paso por el Mar Caribe de Costa Rica". Revista Geofísica, No. 33. Julio-Diciembre. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. México, pp. 105-126.
34. Lugo, Marco. 1993. Sistema nodal de telecomunicaciones para la prevención de los huracanes en el espacio Mexicano. Tesis, Licenciatura en Geografía, UNAM, México, pp. 114.
35. Ludlum, David. 1989. The American Weather Book. American Meteorological Society, Boston, USA. pp. 296.
36. Mendiola, R. D., 1996. "Efectos de los huracanes Opal y Roxanne en el estado de Veracruz". en Prevención. CENAPRED. No. 13, Enero. pp.16-17.
37. McFarlan, D. (editor). 1992. Guinness Book of Records. Bantam Book, U.S.A and Canada, pp. 833.
38. Oliver, John. 1973. Climate and man's environment an Introduction to applied Climatology. Pub. John Wiley and Sons, Inc, USA, pp. 517.
39. OMM. 1996. Asociación Regional IV. América del Norte y América Central. OMM, Ginebra, Suiza. pp. 10A-2.
40. OMM. 1992. Vocabulario Meteorológico Internacional. 2 ed. Organización Meteorológica Mundial. Ginebra, Suiza. pp.784.

41. Ortega, Enrique. 1996. *"Temporada 1995 de huracanes en México"* en Prevención, CENAPRED, No. 13, Enero. pp. 6 -10.
42. Ortiz, Pérez, M. y L.M. Espinosa. 1991. *"Clasificación Geomorfológica de las Costas de México"*. Geografía y Desarrollo, Vol. 2, No. 6, pp. 2-9.
43. Palacio, J.L. and M. Ortiz. 1996. *Hurricane Roxanne's effects on coastal Geomorphology in Southeastern Mexico*. INÉDITO.
44. Palacio, J.L, M. Ortiz y A. Garrido. 1996. *Video-teledetección de cambios morfológicos costeros en Isla del Carmen, Campeche, por el paso del huracán Roxanne*. INÉDITO.
45. Palacio, J.L, Ortiz, M., Hernández J. y A. Garrido. 1996. Efectos del huracán Roxanne en la Geomorfología Costera del Estado de Campeche. en IV Reunión Nacional de Geomorfología A.C. Instituto de Geografía-Centro de Ecología, UNAM. Pátzcuaro, Mich. 23-26 Octubre.
46. PEMEX. 1996. Memoria de labores 1995. Petróleos Mexicanos, Marzo 1996. pp. 290.
47. Pendinck Daniel. 1996. "Mean Season". EARTH. The science of our planet, June, U.S.A, pp. 24-32.
48. Pettersen, Sverre. 1976. Introducción a la Meteorología. Espasa Calpe. Madrid. pp. 341.
49. Philen, R et al. 1992. *"Hurricane Hugo-related Deaths: South Carolina and Puerto Rico, 1989"*. Disasters, Vol. 16, No. 1, March, pp. 53-59.
50. Ramage, Colin. 1986. *"El Niño"* en Investigación y Ciencia, Agosto, pp. 40-48.
51. Rosengaus, M. y Sánchez, J. 1990. *"Gilbert: ejemplo de huracanes de gran intensidad"* en Ingeniería Hidráulica, Vol. V, No. 1, Enero-Abril, SARH, México, pp.13-36.
52. Rossanne, et al, 1992. *"Hurricane Hugo-related Deaths: South Carolina and Puerto Rico, 1989"*. Disasters. Vol. 16, No. 1, March, USA, pp. 53-59.
53. SARH. 1987. Trayectorias ciclónicas 1981-1985. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México, Julio, pp. 233.
54. SARH. 1981. Trayectorias ciclónicas 1960-1980, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México, pp. 341.

55. Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. 1981. Huracanes. Secretaría de Asentamientos humanos. Dirección General de Prevención y Atención de Emergencias Urbanas, México.

56. Secretaría de Gobernación. 1994. Inundaciones. Sistema Nacional de Protección Civil. CENEPRED, México, pp. 24.

57. Secretaría de Gobernación. 1994. Huracanes. Sistema Nacional de Protección Civil. CENEPRED, México, pp. 22.

58. Secretaría de Gobernación. 1992. Glosario de Protección Civil. pp. 100.

59. Secretaría de Programación y Presupuesto. 1979. Atlas de huracanes. SPP, México, pp. 49.

60. Servicio Meteorológico Nacional. 1996. Archivo Interno de precipitación y vientos. Datos Octubre 1995, SARH, México.

61. Snarr, N. and L. Brown. 1994. "Post-Disaster Housing Reconstruction: A Longitudinal Study of Resident Satisfaction". Disasters. Vol.18, No.1, March, pp. 76-80.

62. Sparks, P. 1991. Hurricane Elena, Gulf coast, Aug 29-Sep 2, 1985. National Academy Press, Washington, pp. 46-84.

63. Tejena A. y Morales T. 1989. "Huracanes: teleconexiones y especulaciones", en Información Científica y Tecnológica. Vol. 11, No. 155, México, pp. 40-43.

64. Universidad de Pardue, 1996, USA, Información obtenida a través de Internet.

65. Vázquez De la Cerda, A. 1995. "Porqué el Huracán Roxanne no entró a Veracruz". Universidad Veracruzana, Instituto de Ingeniería, Diciembre. pp. 13.

66. Vickers, Donat. 1991. "Ciclones tropicales". La Naturaleza y sus Recursos. UNESCO. Parthenon Publishing Group. Reino Unido. Vol. 27, No.1, pp. 31-36.

68. William, W. and Ronald John (eds). 1990. Handbook of Emergency Management. Programs and Policies Dealing with Mayor Hazards and Disasters. Greenwood Press, U.S.A, pp. 336.

#### VIDEOTECA

1. Televisa. 1995. Video Roxanne en Campeche. México.

## REFERENCIAS HEMEROGRÁFICAS

1. "A la deriva una plataforma de PEMEX". 18 de octubre de 1995. El Sol de Tampico. p. 11.
2. "Avance del 80%, en reparaciones a vías tabasqueñas". 3 Junio 1996. en Excélsior.
3. Alonzo, L. 15 Noviembre 1995. "Huracanes causaron la peor catástrofe en la producción maicera de Campeche", en Excélsior. pp. 31-A.
4. Alonzo, L. 24 Noviembre 1995. "Huracanes arrasaron con 85% del maíz sembrado en Campeche" en Excélsior.
5. Cano, Roberto. 13 octubre 1995. "Roxanazo" Tribuna, Campeche. México. pp. 1.
6. Chim, et al. 12 Octubre 1995. "En Yucatán y Q. Roo, 22 mil damnificados por Roxana", en La Jornada.
7. \_\_\_\_\_. 17 Octubre 1995. "Semiparaliza al sureste Roxana", en La Jornada.
8. \_\_\_\_\_. 18 Octubre 1995. "Frontera, Tabasco", en La Jornada.
9. "Comenzaron en Campeche Programas en Apoyo a Damnificados", 19 Octubre 1995. en Excélsior.
10. "Deja huracán a PEMEX pérdidas millonarias". 20 Octubre 1995. en Reforma.
11. Diario de Yucatán, Octubre, 1995. Diario del Estado de Yucatán.
12. El Dictamen, Octubre, 1995. Diario Independiente del Estado de Veracruz,
13. El Nacional, 14 Septiembre 1988, México, D.F.
14. El Sol de Tampico, Octubre 1995. Diario del Estado de Tamaulipas.
15. Gobierno del Estado de Veracruz. 12 octubre 1995. ¿Que hacer cuando se presenta un ciclón?. El Dictamen, Veracruz, México, pp. 17.
16. Gómez, et al, 19 Octubre 1995. "En espera de ayuda", en La Jornada.

17. Herrera, Y., 5 Diciembre 1996. "Apoya CONASUPO a 93 mil familias afectadas por meteos y temporales en Yucatán y Campeche", en Excélsior.
18. " Intentan rescatar galeones españoles hundidos en el Caribe". El Herald de México, 31 de mayo de 1996.
19. Invirtió "Roxana" su curso y pone bajo amenaza a Tabasco y Campeche. 1995. El Sol de Tampico. 17 de octubre de 1995. p.7
20. La Ganadería campechana requiere ayuda emergente. Tribuna. 23 octubre de 1995. p. 11.
21. López, et al, 13 Octubre 1995. "40 mil damnificados por Roxana en el sureste", en La Jornada.
22. López, R. 14 Octubre 1995. "Condiciones críticas en Tabasco, el gobierno local dice que irá Zedillo", en La Jornada.
23. Magaña, V. 19 Octubre de 1995. "Por el calentamiento de los mares intensa temporada de huracanes" en Gaceta UNAM, México, No. 2 962, pp. 3-4.
24. Medina Palmeros Francisco. 21 octubre 1995 "No afectó el huracán Roxana los sembradíos de caña de azúcar". El Dictamen. Veracruz, México, pp. 7.
25. Medina Palmeros F. 16 octubre 1995. "Más de 200 policías de seguridad pública resguardan la costa". El Dictamen. Veracruz, México, pp. 17.
26. "Necesita \$20 millones San Juan de Ulúa". en Reforma, 23 Enero, 1996.
27. Pacheco, et al, 11 Octubre 1995. "Roxana tocó tierra en Q. Roo; 16 mil damnificados y 25 puertos cerrados", en La Jornada.
28. Pérez de León Alberto. 16 octubre 1995. "Dolor y desolación deja Roxana en Campeche". El Dictamen, p.12
29. Ramírez Morales A. 16 octubre 1995. "Recupera su capacidad productora la granja acuícola de Sontecomapan". El Dictamen, Veracruz, México, pp.3.
30. "Reconstruida la carretera Campeche-Champotón-Carmen; se erogaron \$130 millones SCT" en Excélsior. 25 Junio 1996.
31. Rice John. 15 octubre 1995. "Recobra su condición de huracán la tormenta tropical Roxanne". El Sol de Tampico, Tamaulipas, pp. 12.

32. Rodríguez, Y. 1996. "Cae la producción de maíz en Yucatán", en El Universal. 5 Mayo 1996. p.2.
33. Rodríguez, Epifanio, 17 de octubre 1995. "Serios daños a las palapas de Chachalacas provocó Roxanne". 1995. El Dictamen. p.17
34. Rodríguez Hernández E. 16 octubre 1995. "Las rachads huracanadas derribaron árboles y destecharon humildes casas en Cardel". El Dictamen. Veracruz, México, pp. 17.
35. "Roxanne y el frente frío dejaron cuatro mil personas damnificados", en Excelsior. Sábado 21 Octubre 1995.
36. Rumbo Quintal Guadalupe, 18 octubre 1995. "Desde 1955 no resentíamos los devastadores efectos de un huracán". El Dictamen. p. 4
37. SAGAR. El Municipal. Semanario Independiente al Servicio del Municipio Libre, Lunes 23 octubre 1995, Año 1, No. 18, 20, 21, 22.
38. Silbaja Martínez R. 12 octubre 1995. "Dieron a conocer las áreas de albergues, movilización de cuerpos de salvación. Convocan a mantener la calma. Cerraron a la navegación el Pto. de Coatzacoalcos". El Dictamen, Veracruz, México, pp. 17.
39. Tribuna. Octubre, 1995. Diario Independiente del Estado de Campeche,
40. "Siniestrada más del 50 % de los cultivos en Hecelchakan". Tribuna. 17 octubre de 1995. p. 8.
41. Valencia Ríos A. y L.A. Luna. 12 octubre 1995. "Todas las embarcaciones a salvo en el litoral". El Dictamen. Veracruz, México, pp. 1.
42. Valencia Ríos A. 1995. "A las tres de la tarde se estima su llegada". El Dictamen. Veracruz, México, 12 octubre 1995. pp. 1.
43. Vázquez Sandoval Mario. 21 octubre 1995. "Roxana no causó daños significativos a los cultivos del campo veracruzano". El Dictamen. Veracruz, México, pp. 6.
44. Valencia Ríos A. 16 octubre 1995. "El huracán Roxana, frente a la Isla Triángulo". El Dictamen. Veracruz, México, pp. 3.
45. Valencia Ríos A. 11 octubre 1995. "El huracán Roxana tocará Tuxpan". El Dictamen. Veracruz, México, pp. 1.
46. Velasco Hernández Antonio, 18 de octubre 1995. "El INAH cierra San Juan de Ulua". El Dictamen., p.1

## ANEXO I

### Índice de Figuras:

	Págs.
1. Ciclones 1991-1995.	5
2. Ciclones tropicales del Atlántico	5
3. Ciclones tropicales del Pacífico	6
4. Ciclones 1995.	6
5. Zonas ciclógenas en el mundo.	8
6. Regiones matrices de huracanes en México.	10
7. Tormenta tropical No. 9 y huracán No. 7.	12
8. Huracán Janet y huracán Beulah.	13
9. Regiones de la Organización Meteorológica Mundial.	15
10. Clasificación de la OMM para la región IV.	16
11. Escala de huracanes de Saffir/Simpson.	17
12. Escala de Beaufort.	18
13. Estructura general de un ciclón.	20
14. Temporada de huracanes 1995.	22
15. Huracán Roxanne.	31
16. Trayectorias semejantes a Roxanne.	33
17. Red de estaciones climatológicas.	36
18. Carta de precipitación del 11 octubre 1995.	38
18a. Imagen de satélite 11 octubre 1995.	39
18b. Carta de superficie del 11 octubre 1995.	39
19. Carta de precipitación del 12 octubre 1995.	40
19a. Imagen de satélite 12 octubre 1995.	41
19b. Carta de superficie del 12 octubre 1995.	41
20. Carta de precipitación 13 octubre 1995.	42
20a. Imagen de satélite 13 octubre 1995.	43
20b. Carta de superficie 13 octubre 1995.	43
21. Carta de precipitación del 15 octubre 1995.	45
21b. Carta de superficie del 15 octubre 1995.	46
22. Carta de precipitación del 16 octubre 1995.	47
22a. Imagen de satélite 16 octubre 1995.	48
22b. Carta de superficie del 16 octubre 1995.	48
23. Mapa de moda de octubre.	50
24. Mapa de precipitación del huracán Roxanne.	51
25. Gráfica de precipitación en la estación Mérida, Yucatán.	53
26. Gráfica de precipitación en el observatorio de Villahermosa, Tab.	54
27. Gráfica de precipitación en el observatorio Valladolid, Yucatán.	54
28. Gráfica de precipitación en la estación Cd. del Carmen, Campeche.	55
29. Gráfica de precipitación en el observatorio de Campeche, Camp.	55
30. Gráfica de precipitación en el observatorio de Fpe. Carrillo, Q. Roo.	56
31. Gráfica de precipitación en la estación Cancún, Q. Roo.	56
32. Los desastres más grandes del mundo.	57
33. Muertes por desastres naturales en las Islas Salomón.	62

<b>34. Resumen de pérdidas humanas por ciclones tropicales en este siglo.</b>	<b>63</b>
<b>35. Huracán Gilbert</b>	<b>64</b>
<b>36. Huracanes históricos en México.</b>	<b>65</b>
<b>37. Número de defunciones por el huracán Roxanne.</b>	<b>66</b>
<b>38. Población damnificada por el huracán Roxanne.</b>	<b>67</b>
<b>39. Producción de crudo mensual.</b>	<b>70</b>
<b>40. Efectos del huracán Roxanne en la producción de crudo.</b>	<b>70</b>
<b>41. Daños en actividades primarias.</b>	<b>74</b>
<b>42. Daños en PEMEX</b>	<b>75</b>
<b>43. Daños en la Infraestructura.</b>	<b>76</b>
<b>44. Daños en el Turismo.</b>	<b>77</b>
<b>45. Daños en Comunicaciones</b>	<b>78</b>
<b>46. Familia damnificada, Campeche</b>	<b>79</b>
<b>47. Vivienda destruida, Tabasco.</b>	<b>79</b>
<b>48. Aviso de alerta, Tabasco</b>	<b>80</b>
<b>49. Habitantes damnificados, Tabasco</b>	<b>80</b>
<b>50. Carretera destruida, Campeche.</b>	<b>81</b>
<b>51. Camiones varados, Campeche</b>	<b>81</b>
<b>52. Puente destruido, Campeche.</b>	<b>82</b>
<b>53. Destrucción del embarcadero en Cd. del Carmen, Campeche.</b>	<b>82</b>

**ANEXO II**  
**GLOSARIO**

<b>Alerta de huracán</b>	Un anuncio a zonas determinadas de que un huracán o un principio de huracán amenaza posiblemente dentro de las 36 horas siguientes.
<b>Anticiclogénesis</b>	La formación de un anticiclón nuevo o el reforzamiento de un anticiclón ya existente.
<b>Anticiclón</b>	Un área de alta presión con la presión mayor situada en su centro. Comúnmente se denomina "Alta".
<b>Bloqueo</b>	Interrupción del movimiento normal hacia el Este debido al estancamiento de un anticiclón ( o menos frecuente, de un ciclón) en su trayectoria.
<b>Ciclogénesis</b>	El proceso que crea un nuevo ciclón o intensifica uno ya existente.
<b>Ciclón</b>	Un área de baja presión, con la presión más baja en el centro. Comúnmente se le denomina "Baja".
<b>Ciclón tropical</b>	Un ciclón no frontal de escala sinóptica, que se desarrolla sobre aguas tropicales o subtropicales y que tiene una circulación en superficie organizada definida.
<b>Circulación</b>	Patrón general o primario del flujo del viento en la atmósfera. Se considera positiva la circulación ciclónica y negativa la anticiclónica.
<b>Clima</b>	Síntesis de las condiciones meteorológicas en un lugar determinado, caracterizada por estadísticas a largo plazo (valores medios, varianzas, probabilidades de varios extremos, etc.) de los elementos meteorológicos en dicho lugar.
<b>Climatología</b>	Estudio del estado físico medio de la atmósfera y de sus variaciones estadísticas en el espacio y en el tiempo, tal como se refleja en el comportamiento meteorológico en un período de muchos años.
<b>Comité de huracanes</b>	Grupo de trabajo de la Asociación regional IV (América del Norte y América Central) creado en 1977 con el fin de fomentar medidas colectivas destinadas a minimizar la pérdida de vidas y los daños a la propiedad causados por los ciclones tropicales en la región.
<b>Convergencia</b>	El aumento de masa dentro de una capa de la atmósfera cuando los vientos son tales que hay un flujo horizontal neto hacia dentro en la capa. Es lo opuesto a "Divergencia".
<b>Depresión tropical</b>	Un ciclón tropical en el que el viento en superficie máximo medio (media de un minuto) es de 62 km/h (33 nudos).
<b>Desastre</b>	Evento concentrado en tiempo y espacio en el cual la sociedad o una parte de ella sufre un severo daño e incurre en pérdidas para sus miembros, de tal manera que la estructura social se desajusta y se impide el cumplimiento

	de las actividades esenciales de la sociedad, afectando el funcionamiento vital de la misma.
<b>Divergencia</b>	Flujo neto de masa hacia fuera en una capa de la atmósfera. Es lo opuesto a "Convergencia".
<b>Frente</b>	Interfaz o zona de transición entre dos masas de aire de diferente densidad (temperatura, humedad). Línea de intersección de la superficie de separación de dos masas de aire con otra superficie o con el suelo.
<b>Frente caliente</b>	Cualquier frente no ocluido que al avanzar hace que aire caliente reemplace al aire frío.
<b>Frente frío</b>	Cualquier frente no ocluido que al avanzar hace que el aire frío reemplace al aire caliente.
<b>Fuerza del viento</b>	La fuerza de arrastre o tangencial por unidad de área, ejercida sobre la superficie de la tierra por la capa adyacente de aire en movimiento.
<b>Genocidio</b>	Conjunto de actos realizados por un Estado con la intención de destruir total o parcialmente un grupo nacional, étnico o religioso.
<b>Gradiente</b>	Razón de cambio en el valor de cualquier elemento con la distancia en cualquier dirección dada.
<b>Hambruna</b>	Necesidad de comer.
<b>Huracán</b>	Un ciclón tropical de núcleo caliente en el cual el viento máximo medio en superficie (media de un minuto) es de 118 km/h (64 nudos)
<b>Influenza</b>	Gripe. Enfermedad epidémica aguda, con diversas manifestaciones como dolor de cabeza, dolores en los músculos y huesos, fiebre y escalofríos.
<b>Isobara</b>	Línea que une puntos que tienen igual presión atmosférica sobre una superficie dada.
<b>Isoyeta</b>	Línea que une puntos en los que la precipitación recogida durante un período determinado es la misma.
<b>Meteorología</b>	Estudio de la atmósfera y sus fenómenos.
<b>Nudo</b>	Unidad de velocidad del viento igual a una milla náutica (6.080 pies) (1.85 km/h)
<b>Pandémica</b>	Extensión de una enfermedad contagiosa a muchos países.
<b>Peligro</b>	Es la probabilidad de que un área es particular sea afectada por algunas de las manifestaciones destructivas de la calamidad.
<b>Precipitación</b>	Hidrometeoro consistente en la caída de un conjunto de partículas. Las formas de precipitación son: lluvia, llovizna, nieve, cinarra, nieve granulada, polvo diamante, granizo y gránulos de hielo.
<b>Presión</b>	Presión (fuerza por unidad de área) ejercida por la atmósfera sobre cualquier superficie en virtud de su peso. Equivale al peso de una columna de aire de sección transversal unitaria que se extiende desde un nivel dado hasta el límite superior de la atmósfera.

<b>Racha</b>	Fluctuación en un tiempo corto de la velocidad del viento con una variación de 10 nudos o más entre los picos y las velocidades más bajas.
<b>Recurvatura</b>	Cambio de dirección de la trayectoria de un ciclón tropical desde un movimiento inicial hacia el Oeste, hasta su movimiento posterior normal hacia el polo y hacia el este.
<b>Riesgo</b>	La UNESCO define el riesgo como la posibilidad de pérdida tanto en vidas humanas como en bienes o en capacidad de producción . Esta definición involucra tres aspectos: vulnerabilidad, valor y peligro.
<b>Sistema frontal</b>	En general, cualquier sistema de frentes trazado en un mapa sinóptico de superficie. Más precisamente, sistema completo asociado con una determinada depresión frontal.
<b>Subsidencia</b>	Caida lenta de una masa de aire sobre una amplia región. Está acompañada generalmente de una divergencia horizontal en las capas inferiores.
<b>Temporada de huracanes</b>	Epoca del año en la que hay huracanes con incidencia relativamente grande. En el Atlántico, en el Caribe, Golfo de México es el período comprendido entre el 01 de junio y el 30 de noviembre y en el Pacífico Oriental del 15 de mayo al 30 de noviembre.
<b>Tormenta tropical</b>	Un ciclón tropical bien organizado, de núcleo caliente, en el que el viento en superficie máximo medio (media de un minuto) es de una intensidad de 63 a 117 km/h (34-63 nudos).
<b>Vaguada</b>	Un área alargada de baja presión con isobaras en forma de "U" o de "V" con la concavidad dirigida hacia las bajas presiones.
<b>Viento</b>	El movimiento horizontal del aire con relación a la superficie terrestre.
<b>Viento duro</b>	Vientos sostenidos con velocidades comprendidas entre 63 y 117 km/h (34 a 63 nudos).
<b>Viento fuerte</b>	Viento cuyo velocidad está comprendida entre 50 y 62 km/h (28 y 33 nudos)(fuerza 7 a 9 de la escala de Beaufort)
<b>Vórtice</b>	Cualquier sistema rotativo de vientos.
<b>Vorticidad</b>	Tendencia de un fluido a girar o rotar alrededor de un eje arbitrariamente orientado.
<b>Vuelo de reconocimiento</b>	Vuelo realizado por una aeronave dentro de una tormenta tropical o huracán, con la finalidad de realizar observaciones.
<b>Vulnerabilidad</b>	Es una medida de porcentaje del valor de ser perdido en el caso de que ocurra un evento destructivo determinado.
<b>Zona Intertropical de Convergencia</b>	Zona estrecha donde convergen los alisios de ambos hemisferios. Se conoce también como convergencia ecuatorial.