

C1060
5



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ALGUNOS EFECTOS AMBIENTALES GENERADOS
POR LAS PERTURBACIONES TROPICALES EN EL
PACIFICO MEXICANO. UN ESTUDIO DE CASO.
EL HURACAN PAULINE EN ACAPULCO, GRO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN GEOGRAFIA
P R E S E N T A
LUCIA GUADALUPE MATIAS RAMIREZ

DIRECTOR DE TESIS: DR. JOSE LUGO HUBP
REVISORA DE TESIS: MTRA. ROSALIA VIDAL ZEPEDA

MEXICO, D. F.

2000





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.

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que de una u otra manera participaron durante la elaboración de este trabajo.

Al Dr. José Lugo y a la Mtra. Rosalía Vidal quienes dirigieron esta tesis. Gracias a su dedicación, tenacidad y entrega a la investigación, son un gran ejemplo a seguir y han contribuido a mi formación dentro del ámbito de la investigación.

Al comité del sínodo formado por destacados investigadores que contribuyeron en el desarrollo de la tesis.

Una mención muy especial al Dr. Ernesto Jáuregui, sus trabajos fueron la base de esta investigación.

Al Dr. Oscar Fuentes quien contribuyó al enriquecimiento de este proyecto, con sus acertadas observaciones.

Al Dr. Víctor Ramos por su apoyo en el conocimiento de los ciclones tropicales.

A los maestros Orlando Delgado, Francisco Villicaña y Enrique Azpra por su colaboración y amplio manejo de las cartas sinópticas e imágenes de satélite.

Al personal de las bibliotecas del Instituto de Geografía, Ciencias de la Atmósfera y Centro Nacional de Prevención de Desastres por las facilidades prestadas.

A la memoria de la Mtra. Enriqueta García por sus conocimientos que entregó a esta nueva generación.

Al Instituto de Geografía por brindarme su infraestructura y apoyo durante el desarrollo de la tesis.

A la DGAPA por haberme otorgado una beca, la cual hizo posible la elaboración de la investigación.

Al Centro Nacional de Prevención de Desastres por el apoyo financiero para la impresión de la tesis y por la oportunidad de emplear mis conocimientos en el campo de los fenómenos hidrometeorológicos. Una mención especial a los ingenieros que participan en esta área por la confianza que han depositado en mí, en particular a la Ing. Teresa Vázquez Conde, al Ing. Fermín García y a la Srita. Gloria Meza.

Mi mayor agradecimiento es para mi familia quien siempre me ha motivado a seguir adelante y que ha tenido que sufrir las consecuencias de afrontar este reto.

Finalmente a Mauricio Ricárdez por su gran amor, ayuda, comprensión y paciencia.

ÍNDICE TEMÁTICO

AGRADECIMIENTOS

INTRODUCCIÓN

4

METODOLOGÍA

4

Capítulo 1. Marco teórico conceptual de los ciclones tropicales

3

1.1 Historia de los huracanes en la República Mexicana

3

1.2 Regiones ciclogénicas en México

9

1.3 Relación El Niño - Huracanes.

11

1.4 Algunos efectos de El Niño 1997 en México

16

1.5 Ciclones tropicales en el Pacífico Mexicano.

19

Referencias

22

Capítulo 2. Características de las principales perturbaciones tropicales de 1989-1998.

26

2.1 Temporada ciclónica 1989

29

2.2 Temporada ciclónica 1990

33

2.3 Temporada ciclónica 1991

37

2.4 Temporada ciclónica 1992

41

2.5 Temporada ciclónica 1993

46

2.6 Temporada ciclónica 1994

51

2.7 Temporada ciclónica 1995

56

2.8 Temporada ciclónica 1996

60

2.9 Temporada ciclónica 1997

63

2.10 Temporada ciclónica 1998

66

Referencias

70

Capítulo 3. Un estudio de caso: huracán Pauline en Acapulco, Guerrero

72

3.1 Antecedentes de los ciclones tropicales en Acapulco, Guerrero

73

3.2 Aspectos importantes de la actividad ciclónica de 1997

75

3.3 Características del huracán Pauline

77

3.4 Análisis de la precipitación del huracán Pauline

79

3.5 El huracán Pauline y el fenómeno El Niño

88

3.6 Componentes del ciclón que producen daño

90

3.7 Algunos efectos del huracán Pauline en Acapulco, Guerrero	90
Referencias	97
Capítulo 4. Evaluación de las áreas vulnerables a perturbaciones tropicales en el Pacífico mexicano	101
Antecedentes	101
4.1 Ejemplos de impacto de los ciclones tropicales en asentamientos costeros	102
4.2 Elementos que integran el concepto de desastre	104
4.3 Clasificación heurística basada en los diferentes tipos de vulnerabilidad	104
4.4 Dimensiones de los agentes asociados al riesgo y a su variabilidad	107
4.5 Impactos de los huracanes en la República Mexicana	108
4.6 Exposición de la población a los huracanes en el Pacífico mexicano	110
4.7 Acciones para mitigar el riesgo ciclónico	125
Referencias	129
Conclusiones	131
Anexo 1. Municipios expuestos al riesgo ciclónico	134
Índice de figuras	136

INTRODUCCIÓN

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) define al huracán como un ciclón tropical no frontal de núcleo caliente, a escala sinóptica, que se desarrolla sobre aguas tropicales o subtropicales, y presenta una circulación en superficie organizada y definida, en la cual, el viento máximo es de 118 km/h o mayor durante un minuto (OMM, 1988)

Al fenómeno se le conoce con varios nombres según la región donde se forme, por ejemplo: *Huracán* en el Atlántico Norte y el Caribe, *Ciclón* en Centroamérica y Golfo de Bengala, *Tifón* en Asia, *Baguío* en el Archipiélago Filipino, *Willy-Willy* en Australia, *Williwau* en Oceanía, *Papagallo* en el Pacífico NE y *Travado* en Madagascar (Tarakanov, 1982 y Schneider, 1996). En México se les designa con el término de huracanes y para la presente investigación se utilizará como sinónimo ciclones tropicales.

Los huracanes son uno de los fenómenos atmosféricos que afectan a nuestro país. El clima de México está influenciado por la posición y grado de intensidad del sistema subtropical de alta presión en el Atlántico norte y del Pacífico nororiental (cerca de los 30°N), también por la constante movilidad de la zona intertropical de convergencia (ZITC), al sur del país. Así, mientras la humedad de los vientos alisios prevalece durante la mitad caliente del año, concentrándose en el verano, las masas de aire polar continental, dominan desde Norteamérica (en asociación con la Corriente en chorro) el resto del año (Wallen, 1955; García, 1965 y Jáuregui, 1971).

Durante el verano y principios del otoño año tras año, la República Mexicana sufre los efectos destructivos de uno o más huracanes, que al acercarse y entrar por las costas del Atlántico o del Pacífico ocasionan daños con pérdidas humanas y destrucción de propiedades.

La mayoría de las perturbaciones tropicales producen un incremento de la lluvia en gran parte del continente, benéfica para los países principalmente agrícolas como el nuestro.

El territorio mexicano presenta una característica climática sobresaliente, como es la semiaridez en un 85% de su superficie; la precipitación pluvial es ahí importante para aumentar los rendimientos agrícolas en esta región del NW del país.

En ocasiones los ciclones tropicales originan lluvias intensas que pueden causar inundaciones, como las ocasionadas en México por el huracán Naomi en septiembre de 1968 y recientemente con Pauline en octubre de 1997, también los fuertes vientos causan daños, como en el caso del huracán de Manzanillo en octubre 1959.

Pero aun cuando los huracanes significan desastres en la economía de la República Mexicana, también tienen beneficios al litoral, debido a su carácter giratorio introducen humedad en la troposfera media, que de antemano es seca, la humedad que después es transportada sobre el país por el monzón y por los vientos alisios, incrementan considerablemente la precipitación tanto en las laderas de las sierra hacia el océano Pacífico, como en las tierras altas del interior del país que se inclina hacia el mar (García Amaro, 1998). Como se verá más adelante.

Objetivos de la tesis:

Examinar las trayectorias de las perturbaciones tropicales en el periodo 1989-98 en el Pacífico mexicano, para determinar las regiones vulnerables a desastres por este meteoro, la frecuencia con que afectan y la evaluación de los daños.

Analizar la precipitación diaria y acumulada generada por varias perturbaciones tropicales, en sus distintas categorías, pertenecientes a la última década, para estudiar su distribución geográfica y trazar mapas de isoyetas.

Conocer y evaluar los niveles de impacto originados por las perturbaciones tropicales, que se acercaron a menos de 180 km de la línea de costa, en los estados con vertiente al Pacífico mexicano y cuantificar así su frecuencia a escala municipal.

Evaluar la trayectoria, precipitación y daños del huracán Pauline por haber sido el más destructivo de la década. Varios asentamientos del estado de Guerrero se encuentran en áreas con pendiente fuerte y en cauces de ríos de temporal que durante varios años permanecen secos.

Contenido de la investigación.

Se elaboró una metodología propia para el estudio de diferentes elementos climatológicos principalmente y el medio social. Debido a que la población es la más afectada o beneficiada según sea el caso, cuando alguna perturbación tropical se acerca o entre al territorio nacional.

Este trabajo consta de cuatro apartados. Algunos temas, se trataron superficialmente, porque han sido motivo de estudio anteriormente por la autora, donde se tratan con mayor profundidad (Matías, 1997).

El cuerpo del trabajo consta de cuatro capítulos, el primero es el marco teórico, mientras el segundo es el estudio detallado de los últimos 10 años de ciclones tropicales en el Pacífico mexicano. El capítulo 3 es el estudio de caso: El huracán Pauline en Acapulco, Gro., El cuarto apartado es la estimación del riesgo por perturbaciones ciclónicas para dicha zona, donde se desprenden las regiones vulnerables a huracanes, señaladas de un estudio inédito de García-Amaro (1998) la autora definió regiones a partir de la frecuencia de los meteoros, con base en las trayectorias ciclónicas y en la presencia de humedad ocasionada por los huracanes. La tesis se completó con la información de geografía física, social y económica de los lugares de incidencia. Al final de cada capítulo se anotan las referencias utilizadas, para una búsqueda de la información original de los textos consultados.

METODOLOGÍA

El presente trabajo es una modesta contribución y actualización de las investigaciones realizadas por el doctor Ernesto Jáuregui, quien ha estudiado los ciclones tropicales y su vulnerabilidad en las costas del Pacífico nororiental, en diferentes regiones de la República Mexicana, una de ellas es la NW (Jáuregui, 1987, 1990). Por lo extenso del tema, aquí sólo se contempla la región de la vertiente del Pacífico. El propósito de esta tesis es continuar con la identificación de las regiones vulnerables por perturbaciones tropicales, sin olvidar los beneficios de los fenómenos sinópticos; por ejemplo, la recarga de los mantos acuíferos y el almacenamiento del vital líquido en las principales presas, entre otros. El desarrollo del tema responde a la necesidad de aplicar un sistema de alerta eficaz para evacuar a tiempo las zonas más peligrosas y tratar de minimizar los futuros desastres. Así como, crear conciencia en la población sobre los riesgos a los que está expuesta. Se emplean los datos de la última década 1989 a 1998.

Los datos

Se construyeron varias bases de datos como: precipitación diaria, trayectorias de ciclones, imágenes de satélite, cartas del tiempo en superficie y desastres.

Precipitación.

Se elaboró una base diaria de lluvia para el periodo 1989-1998, para ello se utilizó una red de 200 estaciones climatológicas, pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), con el fin de conocer la distribución de la precipitación acumulada originada por perturbaciones tropicales en la República Mexicana, durante los últimos 10 años. A partir de los datos diarios se generaron mapas de precipitación acumulada.


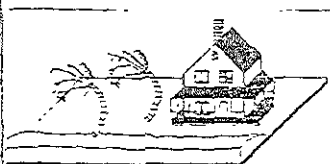
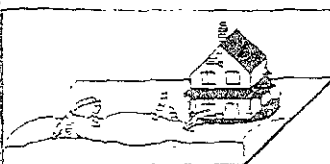

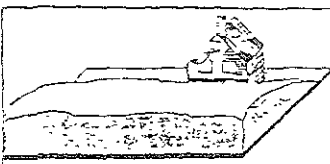
Trayectorias ciclónicas.

Para la selección de los huracanes más intensos, primero se realizó una evaluación de cada temporada ciclónica, observando los elementos: precipitación máxima, velocidad del viento y el impacto o aproximación a tierra de los meteoros (100 millas náuticas). Resultó que como sólo 10 de 97 ciclones tropicales de la última década son especialmente importantes.

Las trayectorias ciclónicas del Pacífico de 1989 a 1996, se obtuvieron mediante la consulta de la revista *Monthly Weather Review*. Los últimos dos años se trabajaron con los datos del *Weather Processor WXP*, el cual desarrolló la Universidad de Perdue, en Estados Unidos, dicha información fue obtenida a través de su página en Internet, además de la base de huracanes del SMN y de la CFE.

La escala utilizada para conocer la intensidad de los huracanes fue la de Saffir-Simpson del *National Weather Service (NWS)*, donde se determinó el tamaño y la capacidad de destrucción de estos fenómenos, dicha escala se desarrolló en 1973 por el ingeniero Herbert Saffir y el director del National Hurricane Center (NHC) Robert Simpson. Se clasifican los ciclones en 5 categorías, tomando en cuenta la presión barométrica central y la velocidad máxima del viento (ver Cuadro 1).

Cuadro 1. ESCALA DE INTENSIDAD DE HURACANES DE SAFFIR-SIMPSON

Tipo	Presión mb	Vientos km/h	Marea m	Estimación de daños	
Depresión		64		Ningún daño considerable a las estructuras.	
Tormenta Tropical		65-118		Pequeños daños a las casas rodantes y a los árboles.	
Huracán 1	>980	119-153	1.5	Daños a casas rodantes, árboles y arbustos. Inundaciones en las Carreteras costeras y Muelles	
Huracán 2	965-980	154-177	2-2.5	Daños en los tejados, puertas y ventanas de los edificios. Las carreteras se inundan de 2 a 4 horas antes de la entrada del centro del huracán.	
Huracán 3	945-965	178-209	2.6-3.7	Daños a pequeñas Residencias y construcciones, con pequeñas fisuras en los muros de revestimiento.	
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	
Huracán 5	<920	>250	>5	Derrumbe total de los techos en las residencias y edificios industriales. Daños graves en los pisos bajos de altas estructuras situadas a menos de 4 m, por encima del nivel mar	

Fuente :Universidad de Purdue, U.S.A., 1999, Internet

Imágenes de Satélite.

La situación sinóptica de los fenómenos atmosféricos fue observada en las imágenes visibles e infrarrojas del satélite meteorológico GOES-8. Se analizaron para interpretar los sistemas de tiempo causantes de la nubosidad y por lo tanto, de la humedad en el área de estudio.

Cartas del Tiempo.

Esta información fue proporcionada por el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM y por la CFE, y permitió determinar los sistemas de tiempo dominantes de humedad en superficie, para ese momento, en la vertiente del Pacífico. Además se analizaron en conexión con las imágenes del satélite.

Los desastres.

El tema se inició con una búsqueda de información bibliográfica y hemerográfica. Como la primera fue de difícil acceso, se empleó la segunda, por lo que la investigación principalmente se realizó consultando los principales diarios del país. El criterio para la clasificación de daños fue en pérdidas humanas, damnificados y montos económicos.

La investigación bibliográfica consideró un análisis histórico el cual fue completado con documentos de enciclopedias (El Libro del año de la Enciclopedia Británica) y de algunos trabajos publicados, como los informes de los gobernadores de los estados. Para los últimos tres años se contó con el apoyo del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), dicha institución publica, cada año los efectos más sobresalientes de la temporada ciclónica. Además, la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) tiene un programa emergente de damnificados por ciclones tropicales.

Sin olvidar la consulta de los periódicos del país por medios electrónicos como la red (INTERNET) y en ocasiones de los estados afectados por los meteoros.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL DE LOS CICLONES TROPICALES.

1.1 Historia de los huracanes en la República Mexicana

La palabra huracán proviene del vocablo español *huracán*, en el dialecto de los Tainos, los indígenas del Caribe llamaron a éste Dios del diablo, *huraken*, el nombre que asignaron los quiches del sur de Guatemala a los relámpagos y truenos. Otras lenguas incluyen los términos de *aracan*, *urican* y *hurivanvucan*, que se refieren al *Gran Viento*. La definición de huracán tiene conexión con algunos modismos indígenas, por estar en estrecha relación con el mal y la violencia. Son fenómenos que siempre han tenido un gran impacto en la vida de las personas del Caribe y parte de Latinoamérica (Schneider, 1996; Pielke, 1997).

El archivo histórico de huracanes comenzó en el periodo de la Conquista de América. En el otoño de 1492, durante uno de sus viajes al continente americano, Cristóbal Colón experimentó los estragos de un huracán del Atlántico. También en los siglos XVIII y XIX numerosos e intensos ciclones tocaron las costas de México y las Antillas.

El nombre de las tormentas tropicales y huracanes se designaba de acuerdo al santo patrón del día en que se presentaba el fenómeno, como *el huracán de Santa Ana*, el cual penetró a las costas de Puerto Rico, el 26 de julio de 1825.

Durante el siglo XVI, algunos de estos meteoros afectaron el puerto de Veracruz. El 12 de septiembre de 1600, un intenso huracán abatió la *Flota de Nueva España*, 17 barcos naufragaron, más de 1000 personas se ahogaron y 10 millones de pesos en oro, plata, mercurio y perfumes se perdieron. Se sabe de otro huracán que en octubre de 1631, tocó el puerto de Veracruz. El 18 de agosto de 1835, un ciclón entró a la costa de Matamoros, cerca de la desembocadura del Río Grande con vientos intensos y olas de 2 metros. Dos años después, nuevamente Matamoros fue impactado por el huracán Racer's, el cual destruyó varios hogares (Longshore, 1998).

En el presente siglo, en Tampico, Tamaulipas el huracán del 22 de agosto de 1951 ocasionó la muerte de 115 personas, sus vientos fueron de 258 km/h. En octubre de 1957, un huracán tocó la costa de Mazatlán, murieron 8 prisioneros que se encontraban en la cárcel de la ciudad, cuando el techo se derrumbó, debido a los fuertes vientos. Entre el 31 de agosto y 2 de septiembre de 1967, el huracán Katrina destruyó varias viviendas en San Felipe, BCS. En 1976, el huracán Liza en La Paz, BCS, causó la muerte a más de 630 personas. En septiembre de 1988, Gilbert provocó daños económicos por más de 800 millones de dólares al cruzar la península de Yucatán, el Caribe y Estados Unidos. Recientemente el huracán Boris de 1996, generó lluvias intensas que causaron inundaciones en los grandes hoteles en el puerto de Acapulco; perecieron 4 personas y 70 más desaparecieron (Informe del Gobernador de BCS, 1977; CENAPRED, 1995 y Longshore, 1998).

Durante 1979, las tormentas sólo llevaban el nombre de mujeres en inglés, a partir de esta fecha, comenzó a utilizarse en otros idiomas como el francés y el español. Hoy en día, los apelativos se designan según la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y se repiten cada 6 años. Sin embargo, los huracanes que causaron daños significativos como: Camille (1969), Gilbert (1988), Andrew (1992) o Pauline (1997) son retirados de las listas y no se volverán a usar otra vez.

1.2 Regiones matrices de huracanes en México

Se reconocen algunos lugares donde una serie de condiciones atmosféricas específicas propician la generación de huracanes que afectan al país cada temporada (Fig.1), de acuerdo con Luna Bauza (1979) se identifican:

1. En el Golfo de Tehuantepec se incrementa la actividad durante la última semana de mayo, cuando los huracanes de esta temporada se desplazan al occidente, alejándose

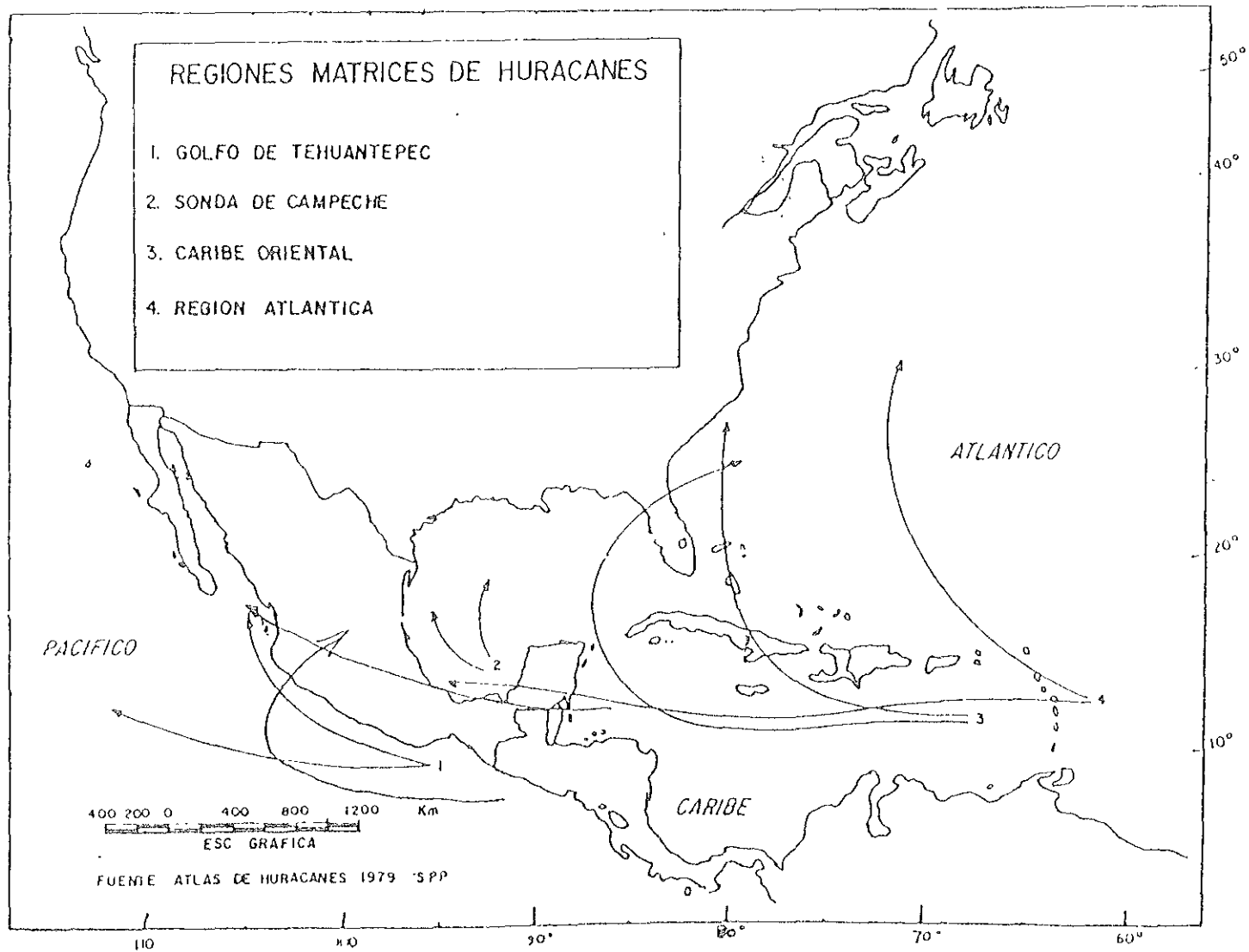


Figura 1. Regiones matrices de huracanes en México. En la región 1 se generó el huracán Pauline, el 6 de octubre de 1997.

del país. Algunos avanzan paralelos a la costa del Pacífico y en ocasiones penetran a tierra. En ésta región se formó el huracán Pauline del 6 al 10 de octubre de 1997.

2. En la Sonda de Campeche los ciclones tropicales comienzan a partir de junio y siguen un movimiento al N-NW, afectando a Veracruz y Tamaulipas.

3. En la parte oriental del Mar Caribe, aparecen en julio; en esta región se forman los huracanes de gran recorrido y potencia extraordinaria, afectan frecuentemente a la península de Yucatán y la península de Florida en Estados Unidos.

4. La región del Atlántico se activa en agosto, con los ciclones más intensos. Generalmente se dirigen al oeste, penetran al Mar Caribe, Yucatán, Tamaulipas y Veracruz, algunos tienden a recurvar hacia el norte afectando la costa de Estados Unidos (SPP, 1979).

Hernández (1997) identifica tres regiones en las aguas del Océano Pacífico, de acuerdo con la longitud: la 1 primera abarca de 80° a 100° oeste, la segunda de 100° a 120°W y la tercera comprende a partir de 120° W.

Finalmente, Blister y Emanuel (1997) coinciden con Hernández (1997) al mencionar la misma región generadora de huracanes a unos kilómetros al sur de Acapulco, Gro., en el meridiano 100°W.

1.3 Relación El Niño - Huracanes.

El Niño es resultado de las fluctuaciones climáticas causadas por la interacción entre el océano y la atmósfera, éstas contribuyen a la variabilidad climática, como fueron la prolongada sequía en África y los inviernos severos en Norteamérica y Europa.

Durante la presencia del fenómeno climático *El Niño*, el número de ciclones tropicales es mayor en el Pacífico y menor en el Atlántico, debido probablemente al incremento de la temperatura del océano Pacífico, lo que favorece la ciclogénesis. Ésta se desarrolla por corrientes ascendentes de aire que han sido calentadas por la superficie del mar y corrientes descendentes enfriadas en la atmósfera superior. Cuando ocurre *El Niño*, el océano Pacífico es más cálido que lo normal, mientras en su atmósfera no hay cambio térmico, sin embargo, la convección se incrementa favoreciendo así a la ciclogénesis, con el incremento en el número e intensidad de huracanes, durante años de Niño, se cree que dicho fenómeno no modifica las trayectorias de los ciclones (Ramos, 1999).

Los cambios climáticos que actualmente ocurren y que presentan repercusiones globales, están asociados a El Niño, que ocurre en periodos irregulares de 3 a 7 años.

Jáuregui (1995) en su trabajo sobre las fluctuaciones de la precipitación y la actividad de las tormentas tropicales, menciona que cuando se presenta un *Niño fuerte*, éste impacta en la región NW del país y sugiere que las precipitaciones de verano y otoño se incrementan por la presencia de las aguas cálidas en la costa de California y oeste de México.

También Mosiño y Morales (1987) encontraron que los *Niños moderados* se relacionan generalmente con lluvias abundantes o normales en el centro del país. Cuando los niños pasan de fuertes a moderados, se observa un incremento en el número de perturbaciones tropicales en el Pacífico sudoriental. Asimismo, los efectos de *niños débiles* y *niños muy débiles*, afectan a la circulación atmosférica y favorecen un mayor número de tormentas tropicales en el Atlántico.

Salinas-Zavala, et al. (1992) señalan que durante 1983 el periodo de ciclones tropicales fue de mayo a diciembre, por lo que la temporada se extendió un mes después de lo normal. En el año de 1990 una masa de agua oceánica cálida anómala

se originó en el Pacífico norte y central, con un movimiento de oeste a este, alcanzó la costa de California durante el mes de mayo, permaneció ahí a lo largo del año y presentó anomalías positivas de hasta 5°C en una zona oceánica adyacente a la Baja California. Por ello, el año 1990 presenta un mayor número de huracanes.

En el trabajo de Ropelewski y Halpert (1986), el análisis de la precipitación muestra una relación en el Golfo de México y la región del Pacífico mexicano con el *Niño*, es decir, una precipitación positiva en la estación fría que abarca de octubre a marzo.

Esta relación Niño-Precipitación corresponde a latitudes altas, pero no es un patrón, sólo una posibilidad entre dicho fenómeno y la precipitación regional.

Douglas y Englehart (1984) encontraron que la precipitación se incrementa y puede estar ligada con el desarrollo de perturbaciones de latitudes medias sobre la parte SW de los Estados Unidos de América, aunque las anomalías positivas de la temperatura superficial del mar no son una característica en la relación *Niño normal* en el Pacífico oeste de Baja California, el ciclo temprano de *El Niño* y la ocurrencia de aguas cálidas pueden ayudar al incremento de la precipitación en dicha región.

Las precipitaciones que responden o coinciden con *El Niño* pueden ser explicadas por los efectos relacionados con el incremento de la corriente de chorro subtropical y el agua más cálida de lo normal en el océano Pacífico.

Reyes, et al. (1992) encontraron que durante un evento *pre-Niño*, la precipitación está por arriba de lo normal en el Golfo de México, debido al incremento en la circulación tropical del Atlántico, mientras en el Pacífico disminuye, por lo que ocasiona descenso en la precipitación cercana al Golfo de California. Sin embargo, en el *post-Niño*, la circulación tropical aumenta en el Pacífico, a consecuencia del alto contenido de calor y energía, también las masas de aire húmedo de origen tropical que

ascienden y penetran fácilmente hacia la vertiente del Pacífico, y se observan precipitaciones por arriba de lo normal.

Los años de 1990-92, coinciden con el evento *El Niño* de 1991-92, donde las precipitaciones fueron muy abundantes, las cuales generaron desbordamiento de presas, ríos e inundaciones en gran parte del país. En la gráfica 1, se observa que 1990 presentó un incremento en el número de huracanes, a pesar de la ocurrencia de un *Niño débil*, esto contradice a los patrones ya establecidos, porque este caso sucede con la presencia de un *Niño fuerte*, mientras en 1997 se encontró dentro de lo normal con 9 ciclones tropicales, sólo que éstos fueron intensos.

Por su parte, el National Center for Environmental Prediction – Climate Prediction Center at the United Kingdom Meteorological Office (1999), realizaron una clasificación de eventos de *El Niño*, en débil, moderado y fuerte.

A finales de 1990, durante los meses de julio a diciembre, se presentó un *Niño débil*, asimismo en la primera mitad de 1991 también fue débil, mientras para los meses de julio a diciembre retomó mayor fuerza el fenómeno climático hasta ser moderado, así en enero y junio de 1992 era un *Niño fuerte* y a finales de este año pasó a *Niño débil*, continuó con esta categoría hasta marzo de 1993 siendo un *Niño moderado*, pero en los meses de octubre a diciembre se volvió a debilitar.

En 1994, fue un *Niño moderado* hasta marzo de 1995, después hubo un receso y en abril a junio de 1997 reapareció como *Niño moderado*, éste siguió evolucionando y en julio-marzo de 1998 fue un *Niño fuerte*, después descendió su fuerza a un *Niño moderado* hasta el mes de junio de ese mismo año (Fig. 2).

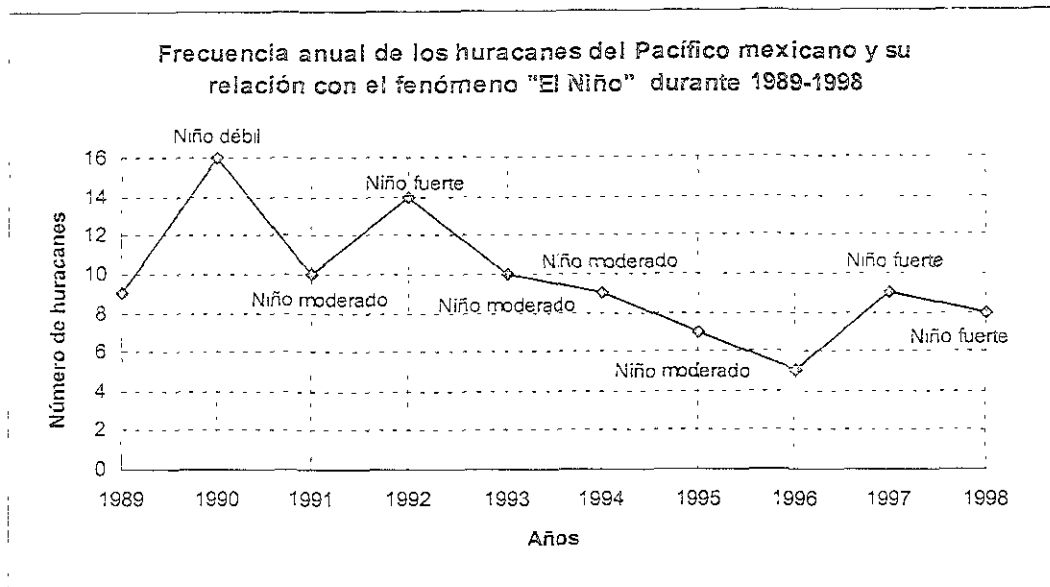


Figura 2. Distribución anual de los huracanes y su relación con el fenómeno El Niño en la última década. Fuente: National Centers for Environmental Prediction/ Climate Prediction Center at the United Kingdom Meteorological Office, 1999.

En la figura 2, sobresale el año 1990, con un mayor número de huracanes respecto a los demás, esto se explica a que el año anterior 1988-89 ocurrió un evento Niña fuerte. Según Mote (1998) históricamente *El Niño* y *La Niña* se han presentado alternativamente en un periodo de 2 a 7 años. Sin embargo, desde los años setenta, los años de *El Niño* se han prolongado, mientras *La Niña* ha cambiado de 2 a 1 año. La Niña 88 ha sido vinculada con las inundaciones de Bangladesh y las sequías en el medio oeste de Estados Unidos, además la temperatura superficial del mar durante este evento disminuyó hasta 2°C (Mote, 1998).

Se conoce con el nombre de La Niña a la aparición de aguas inusualmente frías en el Pacífico ecuatorial. Este fenómeno es la contraparte de El Niño y ocurre cuando los vientos del este se intensifican por arriba de lo normal (NOAA, 1998).

Baker (1998) menciona que las condiciones de La Niña comienzan con el desarrollo temprano de la temporada de huracanes en el océano Atlántico, el cual se incrementa

y se presenta una estación altamente activa, esto ocurrió en 1988-89, por lo que 1990 coincidió con la disipación de La Niña fuerte y el comienzo de *El Niño*.

La fase de *La Niña* se caracteriza por inviernos cálidos en el SE de los Estados Unidos e inviernos más fríos de lo normal desde los Grandes Lagos al Pacífico NW y además de inviernos inestables en los estados del NW y centro de los Estados Unidos. La Niña ocurre después de algunos (no todos) los años de El Niño (Roger, A., et al., 1999)

1.4 Algunos efectos de El Niño 1997 en México.

En la agricultura, es claro observar los efectos de *El Niño* con una disminución de la precipitación durante el verano, en tanto que afecta el ciclo agrícola primavera-verano.

Las prácticas agrícolas de temporal en México son sensibles a cualquier alteración en la estación de lluvias, ya sea por el atraso, irregularidad o deficiencia que persiste en las precipitaciones. Condiciones de sequía pueden provocar desde la pérdida de algunos cultivos, hasta hambrunas y migraciones en vastas regiones del país (Conde, C., et al., 1999).

Según Jáuregui (1995) las particularidades de sequía en regiones de México, parecen estar ligadas al fenómeno *El Niño*. De hecho la duración prolongada de condiciones de El Niño de 1991-96 sometió particularmente al norte y centro del país en severas y prolongadas sequías. *El Niño fuerte* de 1997-98 provocó una sequía en casi todo la República Mexicana.

Los impactos en la actividad pesquera, se observaron en las costas adyacentes a la península de Baja California, una reducción en la pesca de erizo, langosta, abulón, caracol, pepino del mar y camarón. Se estima que la producción en la región disminuyó alrededor del 30% debido a las fuertes reducciones en la fertilidad del fitoplancton y por lo tanto en toda la cadena trófica (Lluch-Cota, et al., 1999).

Mientras se obtuvo un máximo histórico en la captura de camarón café que alcanzó 1900 toneladas en 1997, en contraste con las 697 toneladas capturadas el año anterior. Esto permitió que las pesquerías de los estados de la península incrementaran sus ingresos por este concepto, en más de nueve millones de dólares durante 1997 y 1998.

Sin embargo, la pesca deportiva en Mazatlán y Puerto Vallarta disminuyó durante *El Niño* 1997-98, provocando un descenso en la actividad turística interesada en esta actividad.

Entre otros recursos afectados por *El Niño* 1997-98 fueron los incendios forestales registrados en estos años.

Cuadro 2. Incendios forestales en 1997-98.

1997 (99 incendios)		1998 (233 incendios)	
Pastizal	80	Pastizal	1440
Chaparral	9143	Chaparral	730
Arbolado	7	Arbolado	3
Total	9230 Ha.	Total	2173 Ha.

Fuente: SAGAR. 1998 (citado en Delgadillo, 1998)

Los incendios de 1998 fueron consecuencia de las altas precipitaciones registradas a finales de 1997 y continuaron en 1998, como fueron en el estado de Chiapas, Oaxaca y Veracruz, por lo que se generaron una gran cantidad de pastos, los cuales responden a un ciclo de vida más dinámico que la vegetación arbórea, sin embargo, terminaron su ciclo en un periodo corto y secándose. Además, se observó que los mayores incendios coincidieron entre los meses de junio y septiembre, mismo que corresponden a los de más alta temperatura y baja humedad en el suelo y aire (CICESE, 1999).

Las entidades que más han resentido los incendios de 1998 fueron: Chiapas, Distrito Federal, Estado de México, Hidalgo, Michoacán, Puebla, Oaxaca y San Luis Potosí. En

cuanto a los recursos económicos destinados a sofocar los incendios forestales, éstos fueron altos, las pérdidas ecológicas son imposibles de calcular con precisión, debido a que los incendios destruyeron diferentes especies arbóreas y afectaron varios ecosistemas (SEMARNAP, 1998)

En cantidades monetarias el país pagará por el total de incendios en 1998, aproximadamente 1600 millones de pesos, éstos incluyen los costos por sofocar, reforestar y por la pérdida en existencia de madera (El Financiero, 9 de mayo de 1998).

Los volúmenes de pesca disminuyeron en las costas del Pacífico mexicano, por efecto de que las especies marinas se alejaron de la zona del litoral mar adentro, tratando de buscar mejores condiciones climáticas y por lo tanto, alimento, lo que provocó que sólo las embarcaciones mayores pudieran internarse y capturar los peces, en comparación con los pequeños barcos, los cuales no cuentan con la posibilidad de hacer esta acción (Delgadillo, 1998) (Cuadro 3.)

Cuadro 3. Cantidad pesquera en peso vivo según entidad federativa, 1996-97 (Toneladas)

Entidad Federativa	1996	1997
Litoral del Pacífico	842 622	905 502
Baja California	127 303	142 553
Baja California Sur	164 532	162 849
Sonora	305 563	332 832
Sinaloa	137 350	159 499
Nayarit	9 375	10 602
Jalisco	12 361	12 039
Colima	22 132	31 570
Michoacán	24 360	17 390
Guerrero	13 951	15 054
Oaxaca	10 263	7 191
Chiapas	15 432	13 923
Total Nacional	1 147 365	1 210 608

Fuente: SAGAR, 1998 (citado en Delgadillo, 1998)

Como se aprecia en el cuadro 2, los estados de BCS, Jalisco, Michoacán, Oaxaca y Chiapas, muestran un descenso en cuanto a la captura de peces, durante el evento *El Niño 97*, además hay que recordar que estos estados fueron golpeados varias ocasiones por los huracanes de la temporada 1997.

1.5 Ciclones tropicales en el Pacífico Mexicano.

Aunque la temporada de huracanes que considera el Servicio Meteorológico Nacional abarca del 15 de mayo al 30 de noviembre para el Océano Pacífico. Los meses de máxima actividad ciclónica son los mismos en ambas costas de México (agosto, septiembre y octubre), por ejemplo, el estudio de Serra (1971) encontró que el mes más activo es septiembre, de un total de 81 tormentas que se acercaron a la costa oeste, fue afectada por un total de 51 perturbaciones durante un periodo de 49 años, de éstos, 25 meteoros se movieron tierra adentro, 14 de los cuales fueron huracanes.

La estrecha llanura costera que comprende los estados de Sinaloa y Nayarit muestra la más alta vulnerabilidad a las tormentas (Jáuregui, 1987). El 50% de las perturbaciones tropicales que cruzan el país lo hacen entre el puerto de Topolobampo y San Blas a 750 km y al sur de la península de Baja California. En las costas del océano Pacífico mexicano, el riesgo de la llegada de un ciclón es, en general, el doble que en las costas del Golfo de México.

Los ciclones del Pacífico que recurvan hacia el este generalmente tocan las costas mexicanas, mientras aquellos que mantienen una dirección WNW, se debilitan y mueren en el océano al encontrar condiciones desfavorables. La latitud a la que inician la recurvatura es a los 20°N, está ocurre con más frecuencia en los meses de septiembre y octubre, debido a la influencia de la corriente fría de California.

Los huracanes que afectan la costa del NW, inciden en Topolobampo, Sinaloa y Puerto Vallarta, Jalisco, así como en el extremo sur de La Paz en BC. En estas costas la

vulnerabilidad es alta debido a las inundaciones. El área comprendida entre Manzanillo y Acapulco, le sigue en segundo lugar.

Se ha observado que a medida que una perturbación se intensifica, la distribución espacial de la precipitación aumenta. Los ciclones del Pacífico nororiental que llegan a las costas del NW de México producen lluvias torrenciales que aumentan localmente por la topografía.

Un ejemplo es el ciclón Liza, que el primero de Octubre de 1976, se encontró a unos 100 km al este de La Paz, en dirección a Topolobampo, se registraron lluvias ciclónicas intensas hasta de 425 mm en 24 horas, sobre la Sierra de la Victoria entre La Paz y Los Cabos. Las precipitaciones abundantes asociadas a ciclones tropicales del Pacífico nororiental en un área costera y montañosa pueden llegar a ser mayores de 400 mm/día (Jáuregui, 1987).

El estudio de las tormentas tropicales en México es importante desde varios puntos de vista: a) por el aspecto destructivo de los mismos al entrar a tierra, como manifestación de una corriente atmosférica, b) por la precipitación, la fase más destructiva del ciclón, cuando se origina en las regiones montañosas producen deslizamientos de tierra en las partes altas e inundaciones en las zonas bajas y c) la relación en el número anual de perturbaciones, con la distribución de la humedad en el país y los rendimientos agrícolas. También hay otros elementos catastróficos como el viento, el oleaje y la marea de tormenta; en el presente trabajo sólo se contemplará la lluvia ciclónica.

De acuerdo con Jáuregui (1990), el área mínima que deberá ser afectada por un ciclón y tormenta tropical en la costa oeste de México, tiene un radio de 100 millas náuticas (180 km), este autor ha estudiado el periodo de 1962-88 (Fig.3)

FRECUENCIA DE CICLONES TROPICALES 1962-1998 EN UN AREA DE 100 MILLAS NAUTICAS

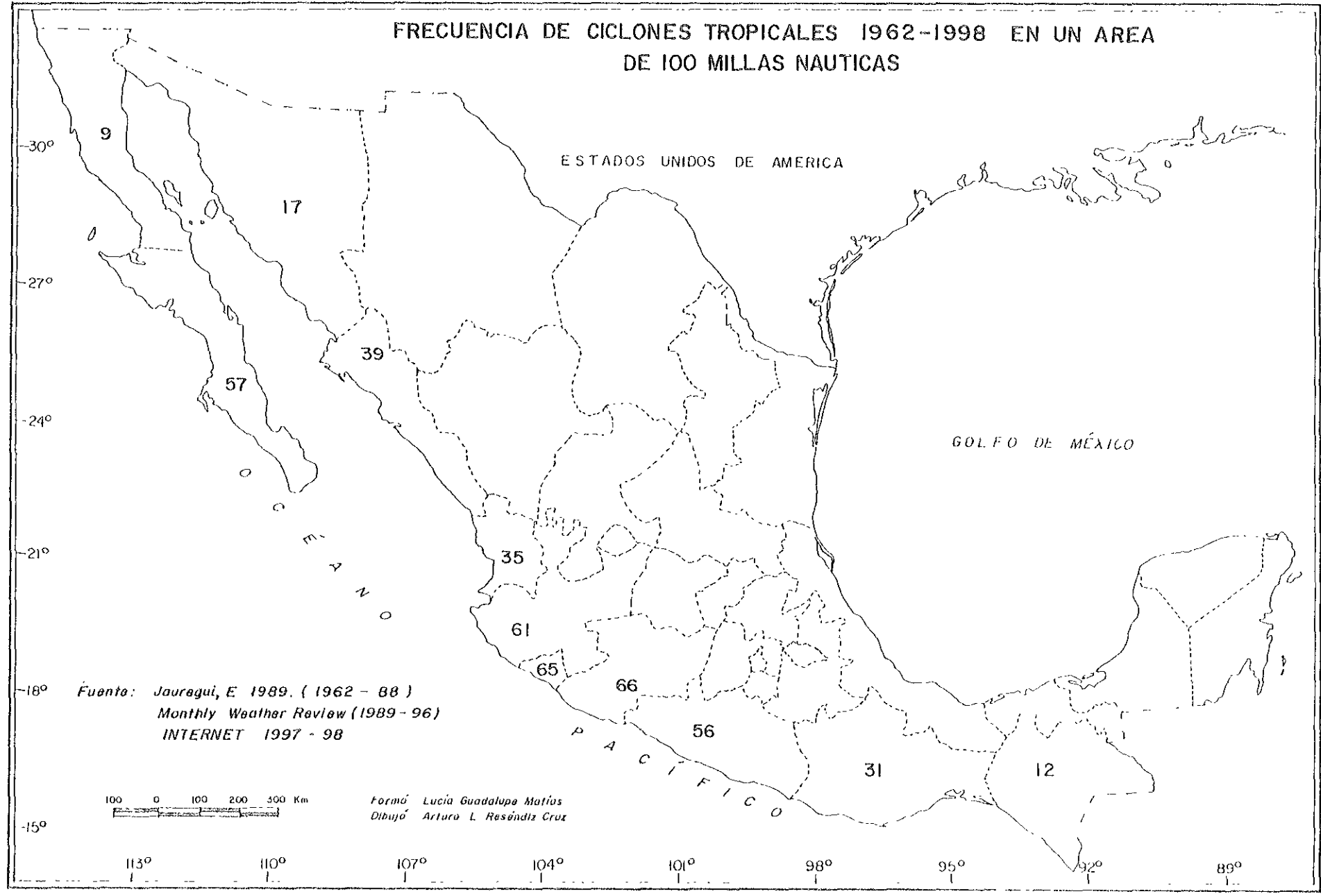


FIGURA 3. Los estados con mayor frecuencia a ser afectados por ciclones tropicales son Michoacán, Colima y Jalisco.

REFERENCIAS

Baker, James. 1998 Ongoing La Niña conditions in the tropical Pacific ocean are expected to increase Atlantic hurricane activity. Tomado de Internet, <http://www.publicaffairs.noaa.gov/stories/sir12.html>

Bister, M. and K. Emanuel. 1997. The genesis of hurricane Guillermo: TEXMEX Analyses and modeling study. *Monthly Weather Review*, October, Vol. 125, No. 10, pp. 2662-2682.

CICESE, 1998. *El Niño*: Experiencias sobre Incendios Forestales en Baja California en el periodo 1996-1998.

Conde, C., R. Ferrer; R. Araujo; C. Gay; V. Magaña; J.L. Pérez; T. Morales y Saturnino Orozco. 1999. El Niño y la agricultura. *En los impactos de El Niño en México*. SEP-CONACYT, pp.103-135.

Delgadillo, Javier, 1998. Impactos económicos del fenómeno meteorológico El Niño, en regiones mexicanas. *NOTAS*. Revista de información y análisis, INEGI, No. 5, pp. 1-9.

Excélsior, Diario de México. 1989-98.

El Financiero. Diario de México. 3 julio de 1996 y 9 mayo de 1998.

García-Amaro, Enriqueta 1965. Distribución de la precipitación en la República Mexicana, *Publ. Instituto de Geografía*, UNAM, México I : 171-191, 3 mapas.

Jáuregui, E. 1995. Rainfall fluctuations and tropical storm activity in Mexico. *ERKUNDE*. March. Vol. 49, pp. 39-48.

Jáuregui, E. 1990. Evaluación del riesgo de ciclones tropicales en las costas de Nayarit y Sinaloa, en *Memoria del XII Congreso Nacional de Geografía*, Tepic, Nayarit, pp. 244-256.

Jáuregui, E. 1989. Los ciclones del norte de México y sus efectos sobre la precipitación, en *Ingeniería Hidráulica de México*, Septiembre-Diciembre, pp. 43-50.

Jáuregui, E. 1987. Vulnerabilidad de las costas del NW de México a los ciclones tropicales del Pacífico Nor-oriental, *Memorias del III Simposio Internacional sobre Emergencias Urbanas*, La Paz, BCS, Noviembre, pp. 9-18.

Kerry, E., 1991. *Tropical Experiment in Mexico (TEXMEX)*, Scientific Objectives and Operations Plan, Center for Meteorology and Physical Oceanography, Institute of Technology Massachusetts, USA, pp. 37.

La Jornada, Diario de México, 1989-98.

La Niña 1988-1989. Tomado de INTERNET, <http://www.ara.polytechnique.fr/nina>

Longshore, D. 1998. *Encyclopedia of hurricanes, typhoons and cyclones*. Facts On File, Inc., USA, pp. 221-224.

Lluch-Cota, D.; D. Lluch-Belda; S. Lluch-Cota; J. López; M. Nevarez; G. Ponce; G. Salinas; A. Vega; J.R. Lara; G. Hammam y J. Morales. 1999. Las pesquerías y El Niño. *En los impactos de El Niño en México*. SEP-CONACYT, pp.137-178.

Mosiño, P. y T. Morales. 1988. Los ciclones tropicales, el niño y las lluvias en Tacubaya, D.F, *Geofísica Internacional*, Vol. 27, pp. 61-82.

Mote, Philip. 1998. La Niña and the Pacific Northwest, pp. 1-3, <http://www.tao.atmos.washington.edu>

National Centers for Environmental Prediction/ Climate Prediction Center at the United Kingdom Meteorological Office. 1999.

Organización Meteorológica Mundial, 1998. *El Niño today*. Información tomada de Internet. [Http:// www.wmo.ch/nino](http://www.wmo.ch/nino).

Organización Meteorológica Mundial, 1998. El sistema climático mundial en 1997. *Boletín de la OMM*, Julio, Vol.47, No.3, pp. 304-306.

Pielke, R. and C. Landsea. 1999. *La Niña, El Niño and Atlantic Hurricanes Damages in the United States*. Submitted to Bulletin of the American Meteorological Society.

Pielke, R. and R. Pielke, Sr. 1997. *Hurricanes their nature and impacts on society*. John Wiley and Sons, London, pp.279.

Ramos, V. 1999. Proyección global de Trayectorias ciclónicas (Pacífico y Atlántico Mexicanos) desde un marco de referencia relativista. *Tesis Doctoral en Geografía*, UNAM, Facultad de Filosofía y Letras, pp. 183.

Reyes, S., M. Douglas y R. Maddox. 1994. El monzón del suroeste de Norteamérica (TRAVASON/SWAMP). *Atmósfera*, No. 2, Vol.7, pp. 117-137.

Ropelewski, C.F. and M. Halpert. 1986. North American precipitation and temperature patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation (ENSO). *Monthly Weather Review*, Vol. 114, No.12, December, pp. 2352-2362.

Salinas-Zavala, C., et al. 1992. Anomalías de la precipitación en BCS durante 1990. Posibles causas. *Atmósfera*, Vol. 5, No.2, pp. 79-93.

Schneider, S. 1996. *Encyclopedia of climate and weather*, Vol.1, Oxford University Press, USA, pp. 407-411.

Secretaría de Programación y Presupuesto, (1979), *Atlas de Huracanes*, SPP, México, pp.49.

Serra, S. 1971. Hurricanes and tropical storms of the west coast of Mexico. *Monthly Weather Review*, Vol. 99, No.4. pp. 302-308.

Wallen, C. 1955. Some characteristics of precipitation in Mexico. *Geografiska Annaler*. XXXVII, pp. 51-85.

**CAPÍTULO 2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS CICLONES TROPICALES
EN EL PERIODO 1989-1998.**

En el periodo de 1989-98, el número de tormentas que afectaron la costa de México es mucho más grande que el número de éstas en tierra, como se aprecia en el siguiente cuadro.

**Cuadro 4. TORMENTAS TROPICALES Y HURACANES QUE SE ACERCARON A LAS COSTAS DEL
PACÍFICO MEXICANO A MENOS DE 180 KM EN 1989-1998**

Años	Tormenta tropical	Huracán	1	2	3	4	5	Tormenta en tierra
1989	8	8	4	0	2	2	0	3
1990	15	5	3	1	1	0	0	1
1991	4	9	3	1	3	2	0	0
1992	10	10	3	2	2	3	0	3
1993	4	7	1	1	2	3	0	4
1994	8	7	1	3	2	0	1	1
1995	3	7	3	1	0	3	0	3
1996	4	5	2	1	1	1	0	5
1997	13	8	2	1	1	3	1	4
1998	4	9	3	0	3	3	0	2
Total	73	75	25	11	17	20	2	26

Fuente : Monthly Weather Review (informes anuales).

Del cuadro 4, llama la atención que durante la década se han desarrollado más las perturbaciones tropicales hasta alcanzar la categoría de huracán, sin embargo, algunas de ellas sólo llegan a la etapa de tormenta tropical y de éstas 26 entraron a tierra, ya sea con dicha categoría o como ciclón tropical. Es importante reafirmar que no todos los huracanes presentaron la misma intensidad, dos de 75 fueron sumamente destructivos, es decir, alcanzaron la etapa 5 dentro de la escala de Saffir-Simpson (Fig.4).

En el cuadro 5 se resumen todos los huracanes que se presentaron en la década.

Cuadro 5. Distribución anual de los huracanes del Pacífico en 1989-1998

1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Barbara H1 15-21 junio	Alma H1 12 18 mayo	Carlos H3 16-27 junio	Celia H4 22 jun 4 jul	Adrian H1 11-19 junio	Carlotta H2 28 jun-5jul	Adolph H4 15-21 junio	Alma H2 * 20-27 junio	Dolores H1 5-11 junio	Blas H4 22-30 junio
Cosme H1 18-23 junio	Boris H1 2-8 junio	Delores H1 22-28 junio	Darby H3 2-10 julio	Calvin H2 4-9 julio	Emilia H5 16-25 julio	Barbara H4 7-18 julio	Boris H1 27 jun-1 jul	Enrique H2 12-16 julio	Darby H3 23-30 julio
Dalila H1 12-21 julio	Elida H1 26 jun-2 jul	Enrique H1 15-21 julio	Estelle H4 9-17 julio	Dora H4 14-21 julio	Gilma H5 21-31 julio	Cosme H1 17 22 julio	Douglas H4 29 jul-6 agos	Felicia H4 14-21 julio	Estelle H4 29 jul-8 agos
Gil H1 30 jul-5 agos	Fausto H1 6 12 julio	Fefa H3 29 jul-8 agos	Frank H4 13-23 julio	Eugene H3 15-25 julio	Ileana H1 10-14 agosto	Flossie H1 * 7-14 agosto	Fausto H3 * 10-14 sept	Guillermo H5 30 jul-9 agos	Georgette H3 11-16 agosto
Ismael H3 14-25 agos	Genevieve H2 10-18 jul	Guillermo H1 4-10 agos	Georgette H2 14-27 julio	Fernanda H4 9-19 agosto	John H5 11 ago-10 sept	Hennriette H2 1-8 sept	Hernan H1 * 30 sep-4 oct	Jimena H4 25-29 agos	Howard H4 20-29 agos
Kiko H3 * 24-29 agos	Hernan H5 19 31 julio	Jimena H4 20 sep-2 oct	Javier H1 30 jul-12 agos	Greg H4 15 28 agos	Kristy H2 28 ago-5 sep	Ismael H1 * 12-15 sept		Linda H5 9 17 sept	Isis H1 * 1-3 sept
Lorena H1 27 ago 6 sept	Iselle H3 20 30 julio	Kevin H4 25 sept-12 oct	Lester H1 20 24 agos	Hilary H3 17-27 agos	Lane H4 3-10 sept	Juliette H4 12 26 sept		Nora H3 16-25 sept	Lester H3 14 26 oct
Octave H4 8-16 sept	Julio H3 17-24 agos	Linda H3 3 13 oct	Orlene H4 2-14 sept	Jova H4 29 ago-6 sep	Olivia H4 22-29 sept			Pauline H4 * 5-10 oct	Madeline H1 16 19 oct
Raymond H4 26 sept 5 oct *	Kenna H1 21 30 agos	Marty H1 7-18 oct	Paine H1 11-16 sept	kenneth H4 5 18 sept	Rosa H2 8-15 oct			Rick H1 7 10 nov	
	Lowell H1 23 ago-1 sept	Nora H2 7-12 nov	Roslyn H2 13-30 sept	Lidia H4 * 8-14 sept					
	Marie H4 7-21 sept		Seymour H1 17-27 sept						
	Norbert H1 10-19 sept		Tina H4 17 sept-11 oct						
	Odile H4 23 sep 2 oct		Virgil H4 1-5 oct *						
	Polo H1 28 sept- 1 oct		Winifred H3 6-9 oct *						
	Trudy H5 16 oct- 1 nov								
	Vance H2 21-31 oct								

Fuente: Informes anuales del Monthly Weather Review, Servicio Meteorológico Nacional y Comisión Federal de Electricidad

* Huracán que entró a tierra.

Así pues, en la figura 4 se observa la variación anual de las perturbaciones tropicales durante 1962-1998 en el Pacífico nororiental, asimismo se encuentran 20 años por arriba de la media que es de 14.9 y 16 por debajo del promedio, por consiguiente en el año 1992 fue el de mayor número de perturbaciones en los últimos 36 años, luego que en 1964 sólo hubo 6.

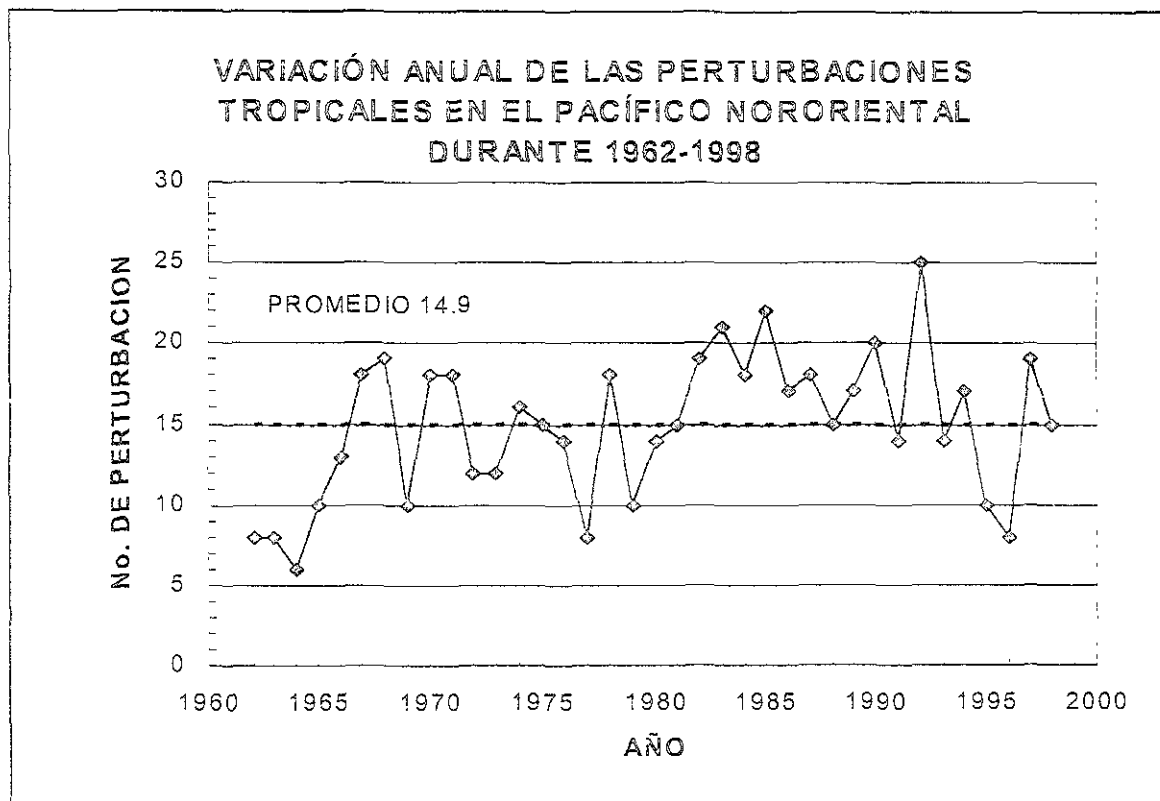


Figura 4. Distribución anual de las perturbaciones tropicales en el Pacífico mexicano de 1962 hasta 1998.

Fuente: Monthly Weather Review (Informes anuales)

Jáuregui, E. 1989.

2.1 Temporada ciclónica 1989

De las 17 tormentas tropicales formadas en el Pacífico nororiental durante el año 1989, ocho permanecieron como tales y nueve se convirtieron en huracanes, éstos se comparan con el promedio de 7.4 tormentas y 8.2 ciclones durante el periodo de 1966-88. En 1989 hubo más tormentas y huracanes en los meses de agosto y septiembre, que lo normal y sólo una tormenta en octubre o noviembre (Lawrence, 1990).

La primera tormenta fue *Adolph* (31 mayo al 5 de junio) y la última tormenta fue *Raymond*, la que se disipó el 5 de octubre cuando se movió tierra adentro, sin embargo, la última perturbación tropical de la estación fue la depresión tropical número 24-E, la cual terminó el 19 de octubre a 1400 km al SW de Baja California.

De las 17 tormentas, 14 se desarrollaron a partir de un cinturón de baja presión de una circulación inicial, situada entre los 10 y 15°N y los 95 y 125°W. Las tormentas *Juliette* y *Priscilla* se desarrollaron al norte de esta zona y el huracán *Kiko* se formó cerca del Golfo de California. De acuerdo con Avila (1990), excepto por Kiko el desarrollo de estos ciclones tropicales fue asociado con las ondas tropicales del Atlántico.

Por lo general, los ciclones tropicales del Pacífico oriental tienen un movimiento hacia el W-NW, disipándose sobre las aguas frías de la corriente de California y por lo tanto no afectan directamente al continente. Los huracanes Cosme y Kiko entraron a tierra con esta categoría, mientras, Raymond penetró como tormenta tropical. Los remanentes de Octave se movieron al sur de California y los de Dalila sobre las aguas cálidas de Honolulu, Hawaii.

Características físicas del Huracán Cosme.

Cosme (18-23 de junio), se formó como una depresión tropical al sur de Acapulco, Gro., del día 18 de junio. Este meteoro se asoció con una onda tropical que emergió de la costa NW de África. Durante los días 17 y 18 de junio, varios centros de circulación fueron observados en las imágenes de satélite como simples núcleos de baja presión. La depresión No. 3 pasó a la categoría de tormenta tropical llamada *Cosme* en la mañana del 20 de junio y al día siguiente ya era huracán. Durante los días 19 y 20, permaneció estacionario como una circulación organizada gradualmente. Luego se movió hacia el norte, incrementando la velocidad de sus vientos. El centro del ciclón se desplazó al este de Acapulco durante la noche del 21 de junio. Una vez que entró a tierra se debilitó rápidamente y los remanentes de *Cosme* llegaron hasta el NE de México (Fig. 5).

Los vientos máximos de *Cosme* fueron de 140 km/h y la presión mínima de 979 mb. Son interesantes los registros de vientos en algunos lugares: Acapulco 55 km/h y Puerto Escondido 95 km/h, cuando el meteoro se localizó a 275 km al este de Acapulco, Gro.

Las lluvias intensas que acompañaron al huracán sobre el SE de México, reportaron inundaciones rápidas (flash flood) y deslizamientos de lodo sobre el área montañosa (Lawrence, 1990).

La precipitación acumulada para cada perturbación tropical se determinó con base al periodo de duración de cada meteoro. En algunos casos se presentaron lluvias importantes en alguna región del país diferente al litoral del Pacífico mexicano, como en el caso de estudio, *Pauline* y una depresión tropical ubicada en el Golfo de México generaron humedad en el vertiente del Golfo antes mencionado.

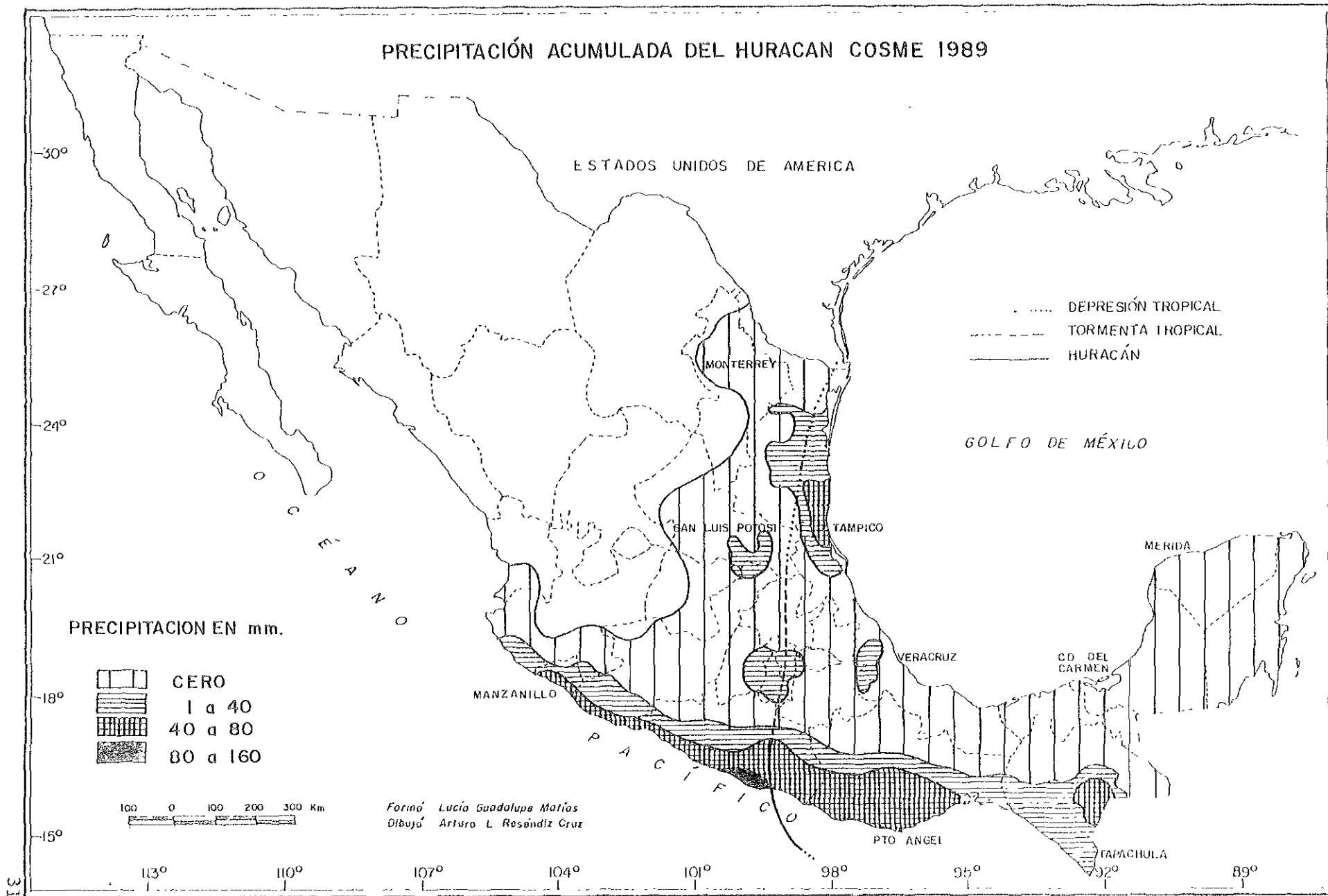


FIGURA 5. Distribución de la precipitación del huracán Cosme del 18 al 23 de junio de 1989.

Cuadro 6. RESUMEN TEMPORADA CICLONICA 1989

<i>Nombre</i>	<i>Categoría</i>	<i>Fecha</i>	<i>Presión</i> <i>Mb</i>	<i>Viento</i> <i>Km/h</i>	<i>Decesos</i>	<i>Observaciones</i>
Adolph	T.T	31 may-5 junio	994	100		
Barbara	H1	12-21 junio	984	130		
Cosme	H1	18-23 Junio	979	140	10	Desbordamiento de ríos, Inundaciones relámpagos, el agua subió hasta 2 m de altura y deslizamientos de tierra. Destruídas 300 has, de cultivos básicos en Guerrero.
Dalila	H1	12-21 julio	977	150		
Erick	T.T	19-21 Julio	1005	65		
Flossie	T.T	23-28 julio	1004	65		
Gil	H1	30 jul 5 ago	979	140		
Hennette	T.T	14-18 ago	1000	85		
Ismael	H3	14-25 ago	955	160	3	
Juliette	T.T	21-25 ago	992	100		
Kiko	H3	24-29 ago	955	160		Se reportaron lluvias intensas en Cabo San Lucas y Todos los Santos, el huracán entró a tierra en Punta Arena, BCS.
Lorena	H1	27 ago-6 sep	989	120		
Manuel	T.T	28-31 ago	1002	75		
Narda	T.T	3-8 sep	1000	85		
Octave	H4	8-16 sep	948	215		
Priscilla	T.T	21-26 sep	993	100		
Raymond	H4	26 sep-5 oct	935	230		Las pérdidas económicas fueron de 1.5 millones de dólares en el SE de Arizona. Los mayores daños se presentaron en Nogales, Sonora y Nuevo México.

El huracán Cosme generó una precipitación acumulada de 125 mm, durante la noche del 21 de junio sobre la costa de Acapulco, en 12 horas.

Impactos del huracán Cosme.

Hubo algunos efectos del meteoro en Oaxaca, como el desbordamiento del río Sola de Vega, el cual causó daños a la agricultura. Lo mismo sucedió en los tramos carreteros de Miahuatlán-Pochutla y Cacahuatpec-Pinotepa Nacional. Los centros marítimos suspendieron su actividad en el Pacífico: Acapulco, Zihuatanejo, Puerto Márques, Salina Cruz, Puerto Escondido, Puerto Angel y Huatulco, también Ciudad del Carmen y Campeche, en el Golfo de México.

Según reportes de las autoridades estatales de Guerrero, las comunidades de Chipala, Tlapa, Punta Maldonado, San Marcos, Cruz Grande y varias poblaciones del municipio de Acapulco sufrieron los estragos del ciclón, en este último lugar hubo 10 personas ahogadas y muchas casas de adobe destruidas por las inundaciones, una situación similar sucedió en los estados de Puebla, Nayarit, Estado de México, Hidalgo y Tamaulipas (La Jornada, 24-VI-89) (Cuadro 6).

2.2 Temporada ciclónica 1990

En la estación de 1990, se establecieron diferentes récords de perturbaciones tropicales y fue también muy marcada por diversos e inusuales huracanes. Hubo 20 ciclones tropicales, 2 por debajo de los registros, pero 4 más que el promedio de un periodo largo y que el registro de 1989. Además los huracanes *Hernan* y *Trudy* fueron los más fuertes y poderosos observados en esa área. *Alma* fue el ciclón tropical que tempranamente se presentó en el Pacífico. Se generaron 4 depresiones tropicales, las cuales no continuaron su evolución.

Durante este año las tormentas y huracanes, se generaron a partir de las ondas del este provenientes de África, con un movimiento hacia el W. Con la excepción de *Polo* y *Marie*, sistemas que se desarrollaron entre los 5 y 15° de latitud norte y a los 107° de longitud oeste, en el área favorecida para la ciclogénesis. Muchos ciclones se dirigieron hacia el W-NW y se disiparon sobre las aguas frías del Pacífico norte, sin afectar al continente. *Rachel* fue el único sistema que entró a tierra. De los 5 huracanes, éstos se desplazaron muy cerca de Isla Socorro, Colima, localizados cerca de los 450 km al sur de Cabo San Lucas (Avila, 1991).

Características físicas de la Tormenta tropical Rachel

Rachel (27 de septiembre al 3 de octubre), fue el único sistema de la temporada 1990 que penetró a tierra, quizá debido a las asociaciones nubosas con una onda tropical, las cuales llegaron a concentrarse al sur del Golfo de Tehuantepec, resultado de una depresión tropical cerca de los 375 km al sur de Acapulco, Gro., el 27 de septiembre. La depresión se intensificó a la categoría de tormenta tropical *Rachel* a las 06Z del 30 de septiembre, mientras el centro estaba a los 975 km al SW de Cabo San Lucas.

Las señales de alerta fueron descendiendo sobre un área pequeña de Baja California, al sur de La Paz. Los avisos también se dieron para la costa del Pacífico desde Los Mochis, Sin., hacia el sur. *Rachel* recurvó hacia el NE cuando incrementó la fuerza de sus vientos y se dirigió al sur de BC, a las 12Z del 2 de octubre. Los vientos máximos estimados fueron de 100 km/h y una presión mínima al nivel del mar de 994 mb. El centro de la tormenta continuó cruzando el Golfo de California y finalmente entró a tierra en la costa oeste de México, entre Los Mochis y Culiacán, Sin., a las 19Z del mismo día. Después se movió sobre tierra y rápidamente se debilitó. Los remanentes de *Rachel* continuaron, se aceleraron hacia el NE y cruzaron el W de Texas, contribuyeron a intensas precipitaciones e inundaciones sobre la porción SW de este estado, donde algunas carreteras fueron cubiertas por el agua (Fig. 6). El Servicio Meteorológico Nacional reportó una lluvia máxima de 251.9 mm en San José del Cabo, BCS.

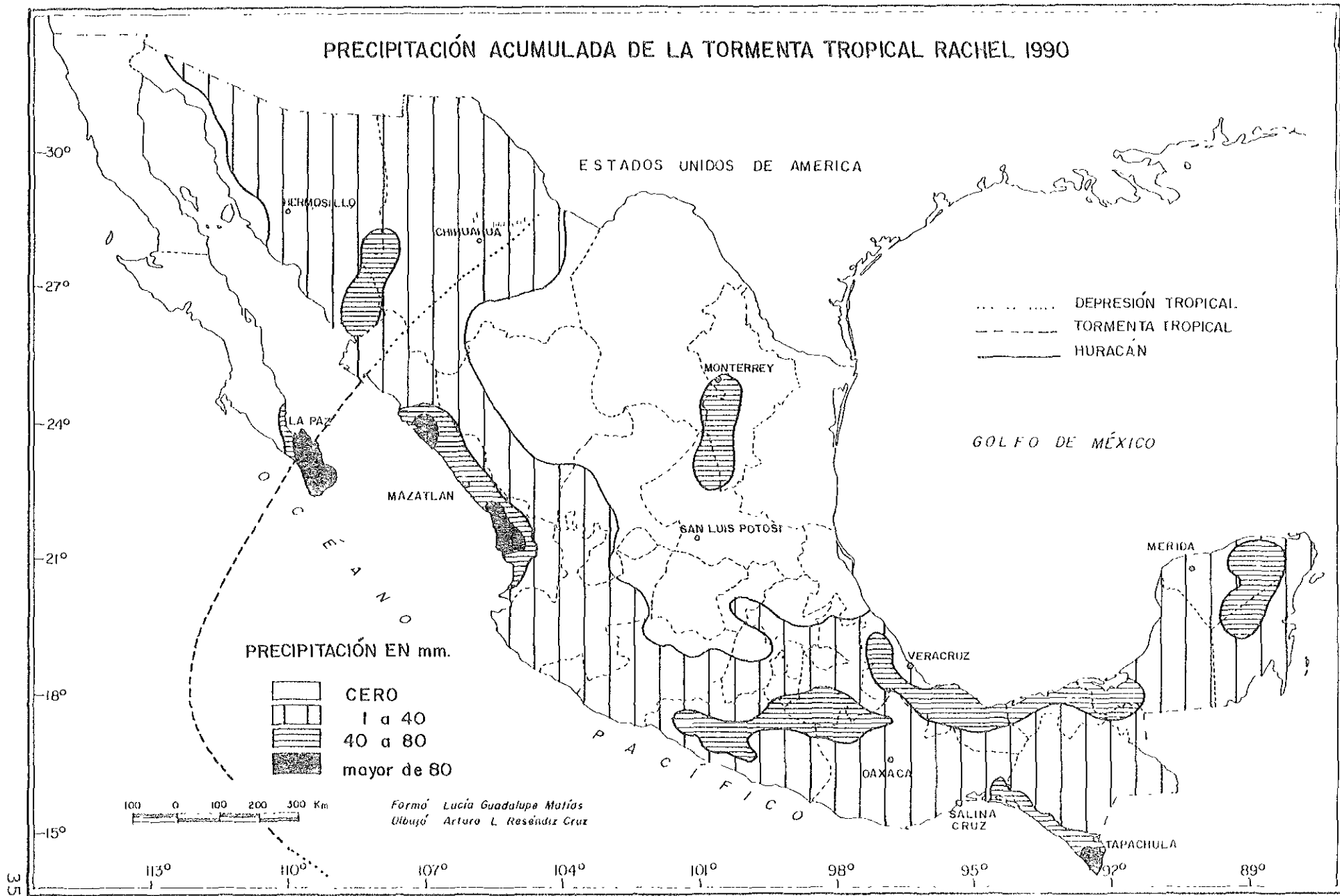


FIGURA 6. Distribución de la precipitación de la tormenta tropical Rachel, 27 de septiembre al 3 de octubre de 1990

CUADRO 7. RESUMEN TEMPORADA CICLONICA 1990

<i>Nombre</i>	<i>Categoría</i>	<i>Fecha</i>	<i>Presión Mb</i>	<i>Viento Km/h</i>	<i>Decesos</i>	<i>Observaciones</i>
Alma	H1	12-18 mayo	979	140		
Boris	H1	2-8 junio	977	150		Los remanentes del huracán contribuyeron con algunas lluvias intensas, en San Diego, Cal , se reportaron 22 mm durante 48 hrs.
Cristina	T.T	8-16 junio	994	100		
Douglas	T.T	19-23 junio	992	100		Generó abundantes precipitaciones en la República Mexicana en los estados de Guerrero, Michoacán, Colima y Jalisco. En Manzanillo fueron 178.1 mm en 36 hrs. Además se presentaron inundaciones relámpago y deslizamientos de tierra.
Elda	H1	26 jun-2 julio	990	130		Se registraron un total de 94.4 mm de precipitación. Las bandas nubosas del huracán fueron localizadas sobre la Sierra Madre del Sur.
Fausto	H1	6-12 julio	979	140		Se acumularon 101.6 mm de lluvia en isla Socorro, Colima
Genevieve	H2	10-18 julio	970	165		
Herman	H5	19-31 julio	928	250		
Iselle	H3	20-30 julio	958	195		
Julio	H3	17-24 agosto	960	185		
Konna	H1	21 30 agosto	980	138		
Lowell	H1	23 ago-1 sep	986	120		Afectó un área de 61 km en los poblados de Providencia, Ejido de La Habana y El Trunfo, Sonora.
Marc	H4	7-21 sept	944	220		
Norbert	H1	10-19 sept	983	130		
Odile	H4	23 sep-2 oct	935	230		
Polo	H1	28 sep-1 oct	987	120		
Rachel	T.T	27 sep-3 oct	994	100	10	Se reportó una lluvia de 215.9 mm en San José del Cabo, los remanentes del meteoro causaron inundaciones en el SW de Texas
Simon	T.T	9-14 oct	990	110		
Trudy	H5	16 oct-1 nov	924	250		
Vance	H2	21 31 oct	975	160		Hundimiento de 10 embarcaciones y estragos a 40 viviendas en Guerrero, daños por más de 10 millones de pesos.

Impactos de la tormenta tropical Rachel

Rachel ocasionó 10 muertos y 5000 damnificados en el estado de Nayarit, mientras en Chihuahua las pérdidas económicas fueron de 8,800 millones de pesos. También en Guasave, Sin., 212 hectáreas de cultivos destruidos. En Monterrey el agua subió hasta un metro de altura. Las fuertes precipitaciones de la tormenta enriquecieron los mantos acuíferos, así como el almacenamiento de presas en los estados de Sonora, Sinaloa y Chihuahua (Excélsior, 2-X-90)(Cuadro 7).

2.3 Temporada ciclónica 1991

De un total de 16 perturbaciones tropicales que se desarrollaron, 10 fueron huracanes, 4 tormentas tropicales y 2 depresiones tropicales. La importancia de la actividad ciclónica representó una marcada disminución en comparación con la temporada 1990, cuando se formaron 16 huracanes en una temporada de récord alto.

De acuerdo con Rappaport et al. (1992), la temporada 1991 empezó mucho antes que todas las demás, con excepción de 1990. La estación también finalizó después, con el primer huracán en el último cuarto de siglo que se formó en noviembre. El mes de julio, frecuentemente es el más activo, pero este año fue relativamente tranquilo. Sólo 2 ciclones tropicales (4 por debajo de lo normal) se formaron en este mes. El decremento en la actividad durante julio 1991 fue relacionado con la presencia de una circulación anómala asociada con una serie de disturbios en niveles superiores.

Una notable ausencia de actividad a mediados de agosto hasta septiembre fue también caracterizada por un modelo de flujo asociado con canales recurrentes cercanos al SW de la península de BC.

Ninguna tormenta tropical ni huracán entró a tierra, en esta temporada, sin embargo, la depresión 5-Este, se acercó a la línea de costa de Salina Cruz, Oax., El último día de

junio. La depresión causó daños importantes (118 casas destruidas), como también 500 heridos y 2 personas se reportaron desaparecidas.

Los sistemas de alerta fueron dados para 4 perturbaciones que sobresalían por la amenaza de lluvias, las cuales inducían a las inundaciones y los deslizamientos de lodo. Varios ciclones tropicales nacieron especialmente con una larga trayectoria. El huracán Kevin permaneció con esta categoría durante 12 días, a los 21°N y 140°W, estableciendo un nuevo récord como ciclón. Kevin fue uno de los 5 mayores huracanes con vientos máximos sostenidos de 185 km/h de este año. La importancia de las ondas tropicales se apoyó en las observaciones de reconocimiento aéreo realizadas por el experimento tropical en México, llamado Tropical Experiment in Mexico (TEXMEX), el cual es un programa de investigación intensa para la formación de los ciclones tropicales en el Pacífico mexicano (Kerry, 1991).

Características físicas de la tormenta tropical Ignacio.

Ignacio (16-19 septiembre), se formó en un área extensa de convección localizada al oriente de una onda del este casi estacionaria en niveles medios, a los 115°W. La perturbación llegó a formar la depresión tropical No. 9 el 16 de septiembre, cuando el centro se localizó a los 375 km al SW de Acapulco, Gro. La tormenta presentó un movimiento lento, a lo largo de un pequeño circuito cerrado. (Fig.7).

El centro del meteoro estaba a 45 km de la línea de costa, sus vientos máximos eran de 100 km/h, la presión mínima de 994 mb, el día 17 de septiembre, luego descendió hasta 1004.7 mb en Zihuatanejo y 1006.1 mb en Manzanillo, Col. Las señales de alerta de la tormenta tropical fueron necesarias para las regiones del SW de México.

Ignacio causó 40 heridos, se reportaron pocos daños, como inundaciones en algunas calles de la ciudad de Acapulco, Gro.,. El meteoro se debilitó rápidamente el 18 de septiembre. La tormenta se degradó a depresión tropical y se disipó el día 19.

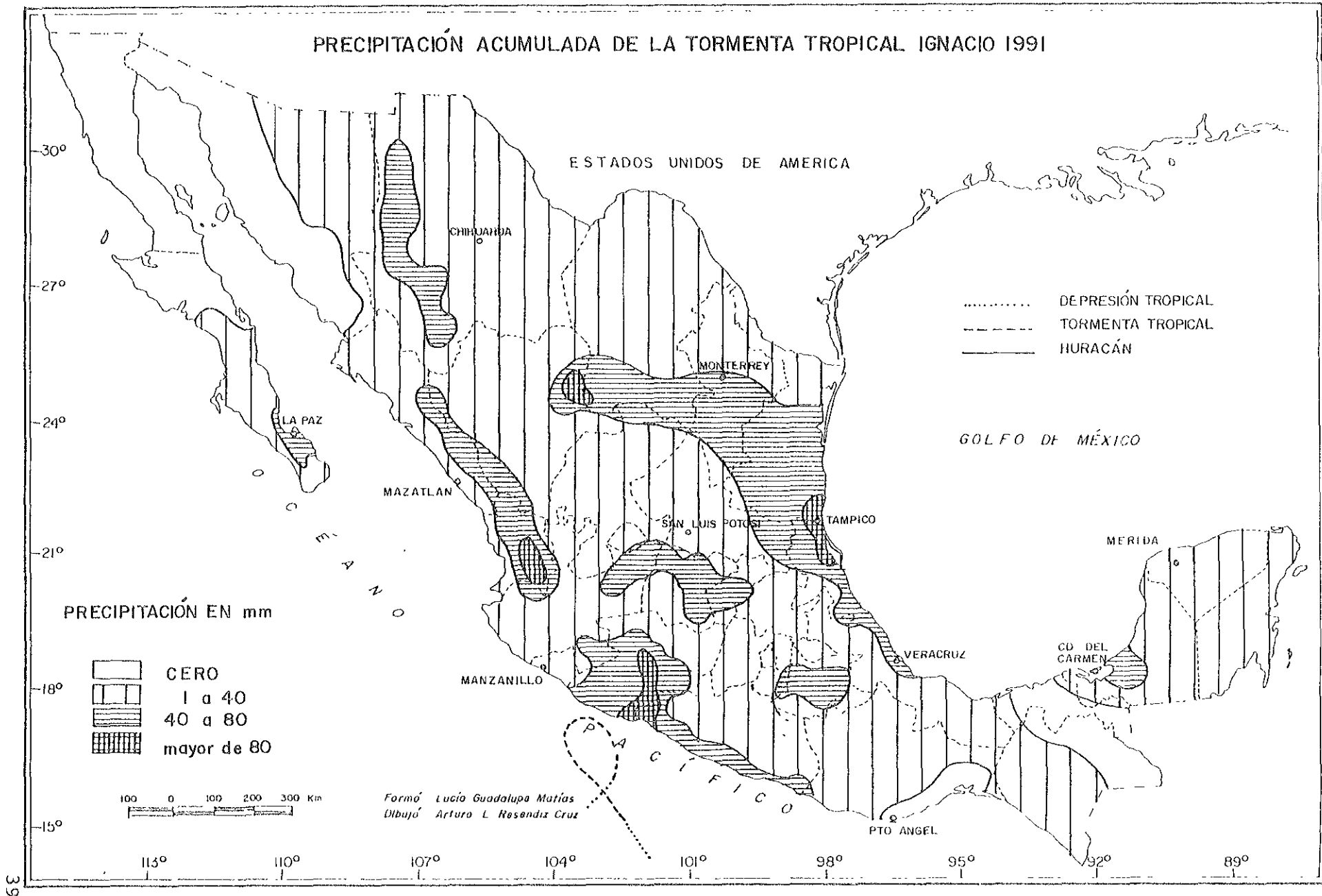


FIGURA 7. Distribución de la precipitación de la tormenta tropical Ignacio del 16 al 19 de septiembre de 1991.

CUADRO 8. RESUMEN TEMPORADA CICLONICA 1991

<i>Nombre</i>	<i>Categoría</i>	<i>Fecha</i>	<i>Presión</i> <i>Mb</i>	<i>Viento</i> <i>Km/h</i>	<i>Decesos</i>	<i>Observaciones</i>
Andres	T.T	16-20 mayo	994	100		
Blanca	T.T	14-22 junio	994	100		
Carlos	H3	16-27 junio	955	195		
Defores	H1	22-28 junio	979	140	4	Se registraron deslaves en las colonias populares del puerto de Acapulco, Gro., además de varios vehículos varados. 30 mil incomunicados y suspensión de servicios.
Enrique	H1	15-21 junio	987	120		
Fefa	H3	29 jul-8 ago	959	195		Generó inundaciones relámpago en la Isla de Hawaii.
Guillermo	H1	4-10 ago	983	130		
Hilda	T.T	8-14 ago	992	100		Causó lluvias intensas sobre Baja California y SW de Estados Unidos.
Ignacio	T.T	16-19 sept	994	100		Causó 40 heridos e inundaciones en Acapulco, Guerrero. Dañadas 3500 has de maíz, deslaves en la carretera Acapulco-Chipancingo. Los planteles educativos suspendieron labores. Afectados 10 estados.
Jimena	H4	20 sept-2 oct	945	215		
Kevin	H4	25 sept-12 oct	935	230		
Linda	H3	3-13 oct	957	195		
Marty	H1	7-18 oct	979	130		Derrumbes menores en carreteras del estado de Guerrero, inundación de 40 colonias populares en Acapulco.
Nora	H2	7-12 nov	970	165		Provocó inundaciones en el estado de Sinaloa y Nayarit.

Los remanentes de ésta se identificaron como una convección recrudescida, al W-SW del puerto durante los siguientes dos días

Impactos económicos de la tormenta tropical Ignacio

Por la presencia de Ignacio, durante tres días se registraron lluvias ligeras en Jalisco, que beneficiaron a los cultivos de temporal y hubo un aumento en los niveles del Lago de Chapala con un almacenamiento de 4 072 mill/m³, en Michoacán originó lluvias en la parte baja de la cuenca del río Lerma. En Guerrero se presentaron deslaves en las carreteras Acapulco-Zihuatanejo y Chilpancingo-Acapulco con daños materiales estimados en \$23 millones de pesos y los planteles educativos suspendieron actividades (La Jornada, 20-X-91). El mapa también muestra precipitaciones mayores a 80 mm en las sierras de San Pedro y Pajaritos en los límites de Nayarit y Jalisco (Cuadro 8).

2.4 Temporada ciclónica 1992

Hubo 27 perturbaciones tropicales en el Pacífico Norte, durante 1992, 10 de ellas se desarrollaron como tormenta tropical y 14 tuvieron la categoría de huracán. Otros 3 sistemas permanecieron como depresiones. En comparación, con el promedio del periodo 1966-88, se habían presentado 16 tormentas por año en el Pacífico, de los cuales 9 llegaban a desarrollarse como ciclones.

En el trabajo de Lawrence and Rappaport (1994) mencionan que casi todos los ciclones se formaron en un margen de 100 km al SW de la costa de México, entre los 10 y 15° de latitud Norte, al S-SE de la región de alta presión que domina el tiempo en verano.

Los ciclones tropicales de 1992 presentaron una velocidad de desplazamiento cerca de 20 km/h con dirección hacia el W-NW. Las trayectorias de casi todos los huracanes

finalizaron a los 25°N, donde las aguas del océano Pacífico comenzaron a ser más frías y por lo tanto, no soportaron el comportamiento de los ciclones tropicales.

De los 14 ciclones tropicales, 8 se intensificaron a la categoría 3 o una más alta en la escala de huracanes Saffir-Simpson, con vientos sostenidos de 185 km/h.

Hubo 3 ciclones tropicales (*Lester*, *Virgil* y *Winifred*) que penetraron a tierra mexicana y un cuarto (*Darby*) afectó la costa del SW de México, sin embargo, su centro se mantuvo en el mar.

Características físicas del huracán Winifred

Winifred (6-10 octubre), fue el más destructivo de la temporada. Las imágenes del satélite indicaron, que la tormenta se incrementó en un área de disturbio, cerca de Panamá el 1 de octubre, luego el meteoro se movió hacia el W-NW los días siguientes.

La convección profunda comenzó a concentrarse y formó el día 6 una depresión tropical a 750 km al S-SE de Acapulco, Gro., misma que se movió al W-NW a 30 km/h y pasó a la categoría de tormenta tropical llamada *Winifred*, mientras se localizaba a 550 km al sur de Zihuatanejo a las 06Z del día 7 de octubre.

Winifred se intensificó a la categoría de huracán a 500 km al S-SE de Manzanillo a las 12Z del día 8. Las bandas nubosas afectaron áreas costeras del SW de México. La presión mínima estimada del ciclón fue de 960 mb y los vientos máximos sostenidos de 190 km/h a las 12Z del 9 de octubre, mientras *Virgil*, una nueva tormenta fue localizada 185 km al sur de Manzanillo.

El huracán *Winifred* giró hacia el N-NE y por su abundante precipitación se presentaron algunos derrumbes a 30 km al E-SE de Manzanillo a las 20Z del día 9. El aviso de alerta abarcó desde Lázaro Cárdenas, Michoacán hasta Cabo Corrientes.

El ojo del meteoro no era identificable, cuando el centro del ciclón cruzó la costa, esto debido a que algunos centros débiles indicaban una circulación interactiva con las montañas de México. Al mismo tiempo se presentaron derrumbes y se estimó una presión mínima de 975 mb con vientos máximos de 160 km/h.

Las precipitaciones acumuladas fueron mayores de 100 mm, en algunos lugares de Colima y Michoacán a las 06Z desde el día 9 de octubre hasta el día siguiente. Las lluvias generadas por la tormenta fueron altas a lo largo de la trayectoria de entrada a tierra de este huracán y en la costa de Guerrero (Fig.8).

Impactos económicos del huracán Winifred

Se reportaron 3 muertos e inundaciones asociadas a Winifred, en los estados de Colima y Michoacán. El gobierno de Colima estimó los daños del huracán en más de 5 millones de dólares. La electricidad fue cortada y el sistema de agua potable quedó inservible, en algunas porciones de Colima. Los daños ocurrieron principalmente en hoteles, restaurantes y viviendas. Varios caminos fueron averiados. Ocurrieron inundaciones extensas que se conectaron con la carretera Lázaro Cárdenas a Ixtapa Zihuatanejo. Alrededor de 200,000 hectáreas de tierra agrícola fueron siniestradas. La mayor destrucción ocurrió en las cosechas de plátano y maíz. El huracán Winifred en Colima, causó 4 mil damnificados y 5,000 viviendas dañadas en los municipios de Tecomán, Armeria y Manzanillo, así como 60,000 habitantes sin energía eléctrica y agua potable (La Jornada, 10-X-92)(Cuadro 9).

Sin embargo, *Tina* (17 septiembre al 11 de octubre), fue el huracán más poderoso de la temporada con vientos máximos de 250 km/h. Destaca por su larga duración según Lawrence y Rappaport (1994). *Tina* es el ciclón que mayor vida a presentado, en el océano Pacífico Norte duró 24 días, cuatro más que *Fico* en el Pacífico Este en 1978 y cerca de 2 días más que el tifón *Rita* en 1972.

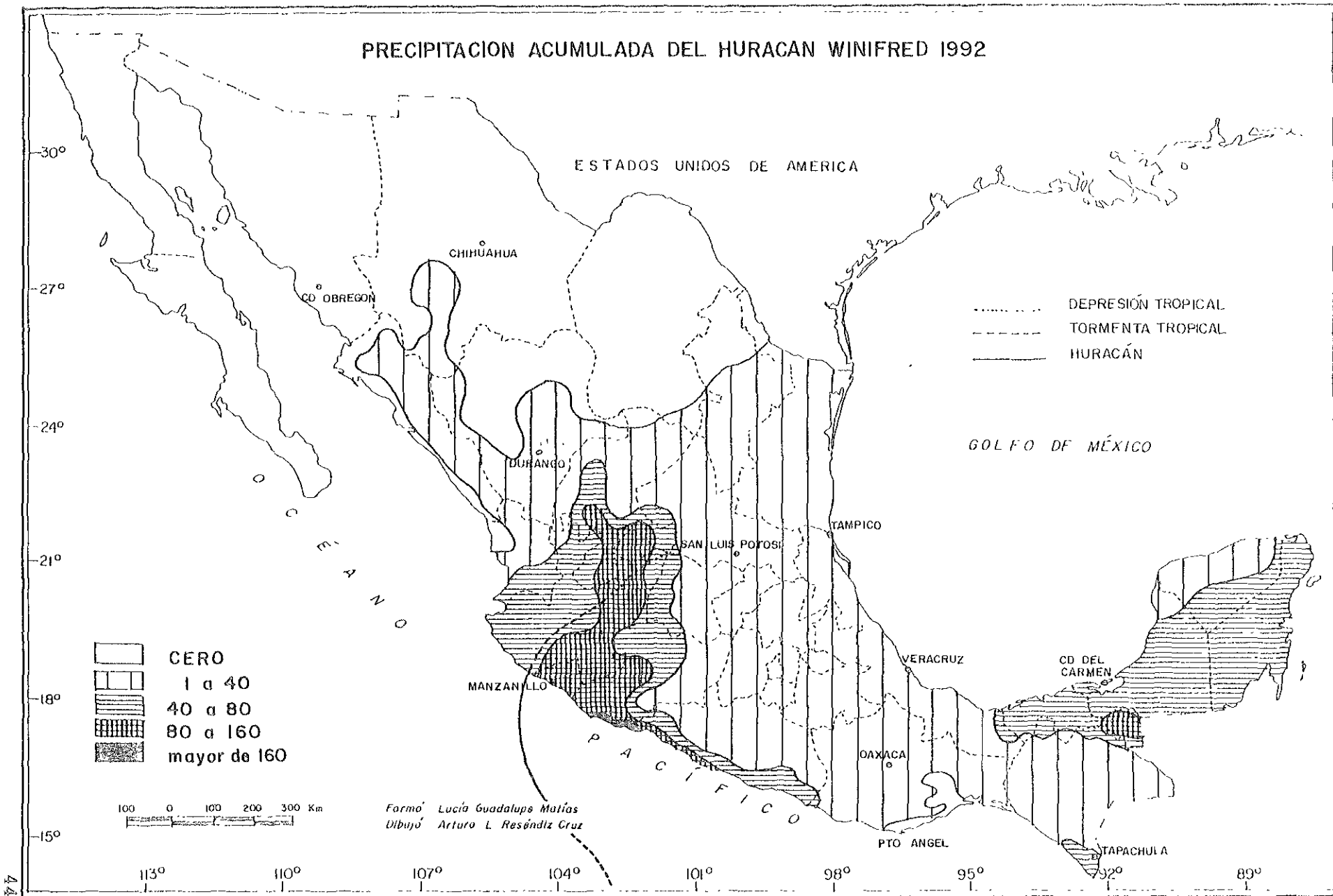


FIGURA 8. Distribución de la precipitación del huracán Winifred del 6 al 9 de octubre de 1992.

CUADRO 9. RESUMEN TEMPORADA CICLONICA 1992

<i>Nombre</i>	<i>Categoría</i>	<i>Fecha</i>	<i>Presión</i> <i>Mb</i>	<i>Viento</i> <i>Km/h</i>	<i>Decesos</i>	<i>Observaciones</i>
Agatha	T.T	1-5 jun	990	110		
Blas	T.T	22-24 junio	1004	65		
Celia	H4	22 jun-4 jul	935	230		
Darby	H3	2-10 jul	968	195	3	Afectó las costas desde Acapulco hasta Puerto Vallarta. En Acapulco se registraron 146 mm de lluvia en 24 hrs, además de inundaciones. Extraviados 4 pescadores.
Estelle	H4	9-17 jul	943	220		
Frank	H4	13-23 jul	935	230		
Georgette	H2	14-27 jul	964	175		
Howard	T.T	26-30 jul	992	100		
Isis	T.T	28 jul-2 ago	992	100		
Javier	H1	30 jul-12 ago	985	130		
Kay	T.T	18-22 ago	1002	85		
Lester	H1	20-24 ago	977	130		Generó 220 mm en Punta Abrejos, BC. 5,000 damnificados. Destruyó la región W de Hermosillo, además de la autopista hacia San Diego. Inundaciones en California, Colorado y Utah.
Madeline	T.T	27-31 ago	999	85		
Newton	T.T	28 ago-1 sep	999	85		
Orlene	H4	2-14 sep	934	230		
Iniki	H4	5-13 sep	938			
Paine	H1	11-16 sep	987	120		
Roslyn	H2	13-30 sep	975	160		
Seymour	H1	17-27 sep	980	140		
Tina	H4	17 sep-11 oct	932	240		
Virgil	H4	1-5 oct	948	215		La precipitación fue de 255 mm en la Presa La Villita, Mich. Se registraron inundaciones y flujos de lodo, 3 desaparecidos, 1000 casas dañadas en Guerrero, Michoacán y Colima. Se desbordó el río Atoyac e inundó 7,400 has. de cultivo.
Winifred	H3	6-9 oct	960	185	3	La lluvia máxima de 100 mm en Colima. Inundaciones en Colima, Guerrero y Michoacán. 1500 casas afectadas, así como 200,000 has de cultivo de maíz.
Xavier	T.T	13-14 oct	1003	75		
Yolanda	T.T	15-22 oct	993	100		
Zeke	T.T	24-30 oct	1000	85		

El ciclón Tina originado en el Pacífico NE en 1992, fue responsable de 6 muertos y cinco personas más fueron reportadas extraviadas, cerca de los estados de Oaxaca, Guerrero y Michoacán. La depresión 18-Este, llegó al Pacífico central convirtiéndose en el huracán *Iniki*, el cuál cobró 3 vidas en Hawaii y otras dos fueron desaparecidas. *Iniki* obtuvo la categoría 3 y entró a tierra al sur de la costa de Kauai, con una presión central de 945 mb y vientos máximos sostenidos de 220 km/h. *Iniki* pasó a formar parte de los huracanes históricos de Hawai con un total de 1.8 millones de dólares en daños.

2.5 Temporada ciclónica 1993

El Centro Nacional de huracanes localizó 14 tormentas tropicales, 10 de las cuales fueron ciclones tropicales, durante la temporada 1993. Cuatro huracanes y una depresión tropical entraron a tierra en la República Mexicana.

El promedio (calculado desde 1966) es de 16 tormentas tropicales y 9 huracanes para cada estación. Esta temporada presentó un decremento respecto a la estación 1992. En 1993, ocho huracanes presentaron la categoría 3 o más alta dentro la escala Saffir-Simpson.

Avila y Mayfield, (1995), llegan a la conclusión de que muchos de los ciclones de 1993 deben su origen a una climatología desfavorable en el sur de México probablemente, relacionado con las ondas tropicales moviéndose hacia el W, para cruzar esta región.

Los huracanes y la depresión que entró a tierra esta temporada, causaron 42 muertos. En promedio, 3 ciclones tropicales golpean año con año la costa oeste de México. Algunos de los meteoros más importantes en 1993 fueron los siguientes:

El huracán Beatriz (18-20 junio) generó importantes precipitaciones y provocó 6 muertos. *Calvin* (4-9 julio) fue el más destructivo de la temporada, causó 34 muertes y

millones de dólares en daños. *Hilary* (17-27 agosto) afectó al país, con algunas lluvias intensas. La tormenta tropical *Irwin* (21-22 agosto) no entró a tierra pero sí trajo consigo fuertes vientos y abundantes precipitaciones en el SW de la costa de México. *Kenneth* (5-18 septiembre), fue el más intenso, igualó al huracán Lidia con vientos máximos de 245 km/h. *Lidia* (8-14 septiembre), uno de los más poderosos huracanes de 1993, afortunadamente se debilitó antes de llegar a la línea de costa, murieron 2 personas. La *depresión tropical 14-E*, se formó en conjunto con el huracán *Gert* en el Atlántico, continuó a lo largo de la costa sur de México produciendo lluvias dispersas.

Características físicas del huracán Calvin

Calvin (4-9 julio), el ciclón golpeó el área de Manzanillo, con la categoría 2 en la escala Saffir-Simpson. Las lluvias producidas, causaron inundaciones y deslizamientos de lodo en el SW y centro de México.

El meteoro pudo estar asociado con un área de disturbio de un sistema saliente, detrás de una onda tropical, que pasó de un lugar a otro durante pocos días. La perturbación tropical se intensificó a depresión tropical el día 4 de julio, cuando el área de convección comenzó a organizarse a unos 500 km al SE de Acapulco, Gro., ésta gradualmente incrementó su categoría a huracán el día 6.

La amplitud de las bandas nubosas estaban sobre el SE de México. La circulación de Calvin estuvo asociada con una perturbación que arrasó el NW del país, por lo que intensificó la precipitación.

Calvin giró hacia el NW con una trayectoria que presentó un centro de 165 km al S-SW de Acapulco. En dicho puerto se generaron vientos máximos de 145 km/h. El movimiento hacia tierra ocurrió mientras una baja presión se movió hacia el W y cruzó el norte de México (Fig.9).

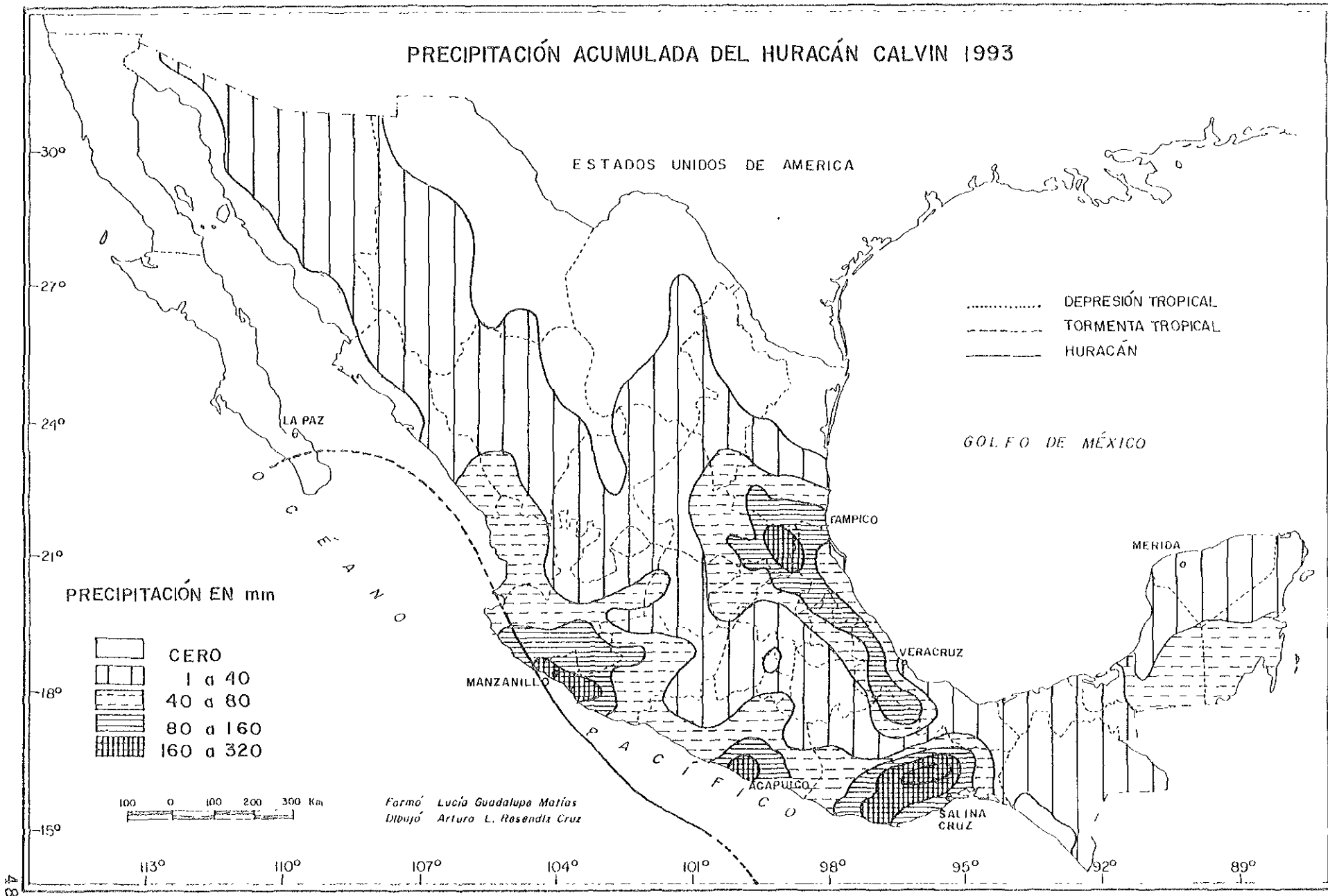


FIGURA 9. Distribución de la precipitación del huracán Calvin del 4 al 9 de julio de 1993.

Así, el meteoro también fue afectado por interacciones entre el flujo sustraído del ciclón, y de la circulación de baja presión, que se acercaron a la Sierra Madre del Sur. Calvin interactuó con dicho sistema y se debilitó a la categoría de tormenta tropical.

Calvin fue una depresión con muy poca convección profunda, cuando el centro se movió en tierra al sur de La Paz, en la península de Baja California, durante el día 8. Luego se disipó después de 12 hrs, sobre aguas frías al W de la ésta.

En Acapulco, Gro., se registraron olas de hasta 4.6 m de altura, las lluvias totales fueron entre 125 y 250 mm ocurridas en los estados de Colima, Jalisco, Michoacán y Guerrero. En Las Pilas, Oax., se acumularon 415 mm.

Impactos económicos del huracán Calvin

Algunos reportes del Miami Herald y el West Hawaii Today indicaron que *Calvin*, ocasionó la muerte de 34 personas (sin tomar en cuenta el número de accidentes de tránsito, producto de un pavimento húmedo).

Muchas de las víctimas se debieron a inundaciones que generó Calvin cuando entró a tierra. Los datos disponibles de los decesos por estado son: San Luis Potosí, 10; México, 5; Guerrero y Oaxaca, 5; Colima, 14. De acuerdo con el *West Hawaii Today*, la Guardia Costera Mexicana encontró los cuerpos de 2 personas 500 km al SW de Acapulco. La alerta fue declarada en al menos 10 estados de la República Mexicana.

La Sría. de la Defensa Nacional mencionó que 40,063 personas evacuaron sus hogares en 11 estados del país. Al menos 1600 personas perdieron sus casas. *El Herald* de México reportó los daños estimados en 100 millones de nuevos pesos (32 millones de dólares), muchos de éstos por las lluvias intensas que causaron inundaciones en varios estados (Cuadro 10).

CUADRO 10. RESUMEN TEMPORADA CICLONICA 1993

<i>Nombre</i>	<i>Categoría</i>	<i>Fecha</i>	<i>Presión</i> <i>Mb</i>	<i>Viento</i> <i>Km/h</i>	<i>Decesos</i>	<i>Observaciones</i>
Adrian	H1	11-19 junio	979	140		
Beatriz	T.T	18-20 junio	995	100	6	La lluvia máxima en 24 hrs fue de 390 mm en Salina Cruz, Oaxaca, las cuales causaron inundaciones.
Calvin	H2	4-9 julio	966	175	34	La precipitación máxima fue de 415 mm en Las Pilas, Oaxaca. Inundaciones y flujos de lodo en Manzanillo, olas de hasta 5 m de altura en Acapulco. Además de varios accidentes en las carreteras.
Dora	H4	15-25 julio	945	215		
Eugene	H3	15-25 julio	948	200		
Fernanda	H4	9-19 agosto	934	215		
Greg	H4	15-28 agosto	948	230		
Hilary	H3	17-27 agosto	957	195		La lluvia máxima registrada de 288.2 mm en la estación Derivadora Jala, Colima. Los estados afectados: Michoacán, Jalisco, Colima y BCS.
Irwin	T.T	21-22 agosto	999	110		La precipitación en 24 hrs, fue de 180 mm en Jala, Colima
Java	H4	29 ago-6 sep	948	215		
Kenneth	H4	5-18 sep	932	240		
Lidia	H4	8-14 sep	930	240	2	La lluvia máxima fue de 200 mm en Mazatlán, Sin, 100 casas destruidas, 1200 cabezas de ganado ahogadas en los estados de Sinaloa y Durango.
Max	T.T	30 sep-4 oct	1000	75		
Norma	T.T	2-6 oct	1000	80		

La infraestructura de la costa de Acapulco, Gro., y Manzanillo, Col., fue dañada por los vientos, marea de tormenta y oleaje. Un mar agitado cerca de Lázaro Cárdenas, causó la fuga de 3.6 millones de kilogramos de ácido sulfúrico.

En el estado de Guerrero se reportaron pérdidas de ganado vacuno, caprino, aves y animales de carga, en Alpoyecá 250 ha de diferentes cultivos destruidos, en Malinaltepec el servicio de energía eléctrica fue interrumpido por el derrumbe de postes y se registraron inundaciones por el desbordamiento del río La Sabana. En Colima Calvin provocó olas de hasta 4 metros de altura, que se extendieron en un radio de 225 km. Unas tres mil personas fueron desalojadas debido a las inundaciones. Los municipios más afectados fueron Manzanillo, Armería, Tecomán y Coquimatlán.

En Michoacán el meteoro provocó la destrucción de 700 viviendas, un puente, carreteras y redes de agua potable; quedaron 2,700 damnificados, 50,000 personas sin agua potable y unas 20,000 sin energía eléctrica, el municipio más afectado fue Lázaro Cárdenas, debido a los fuertes vientos que provocaron el hundimiento de la popa del buque noruego Betula. En Jalisco, 5 municipios de la costa fueron declarados en estado de alerta, el 60% de la producción de plátano se perdió. En Oaxaca, 12 municipios del Istmo de Tehuantepec fueron afectados, hubo derrumbes en varias carreteras, ríos desbordados y el poblado de Xadani permaneció inundado en su totalidad (La Jornada, 10-VIII-93).

2.6 Temporada ciclónica 1994

Desde el comienzo de la era de los sensores remotos con la cobertura de los satélites meteorológicos, en 1966 el promedio de tormentas tropicales y huracanes por año en el Pacífico NE (desde los 140°W hacia el este y desde el ecuador hacia el norte) es de 16 y 9, respectivamente. En 1994 el Centro Nacional de huracanes, de los EUA identificó 17 tormentas, de las cuáles 9 evolucionaron a ciclón tropical.

Fueron tres los huracanes más intensos en el Pacífico NE durante 1994, *Gilma*, *Lane* y *Olivia*. Otros cuatro ciclones cruzaron los 140°W y entraron a ser responsabilidad del centro nacional de huracanes del Pacífico Central: Emilia, Gilma, John y Kristy.

En resumen, en el Pacífico se formaron 17 tormentas tropicales y dos depresiones tropicales. Una de éstas la depresión 8-Este, se originó el 31 de julio, llegó a ser tormenta tropical y después huracán Li, en el Pacífico central. La depresión 11-Este, se generó el 12 de agosto, pero no se intensificó a tormenta tropical.

Pasch y Mayfield (1996) citan a Garza et al., (1995) para mostrar que otros factores, como la presencia de una anomalía caliente en la temperatura superficial del mar, sobre la región desde los 8° a los 12°N y de los 140° a 160°W contribuyen al desarrollo de la actividad ciclónica sobre el Pacífico Central.

La estación 1994 comenzó tarde, hasta el 18 de junio cuando se formó el primer ciclón tropical, desde 1966 la media para la formación de la primera depresión tropical es el 31 de mayo.

El huracán *Jonh* obtuvo un nuevo récord, como el ciclón con mayor vida, éste existió durante 31 días, rompiendo el registro previo de 28 días que obtenía el huracán *Ginger* del Atlántico en 1971.

Características físicas del huracán Rosa

Rosa (8-15 de octubre) en un área de disturbio localizada a 1300 km al S-SW de la península de BC, gradualmente incrementó su actividad y se estimó que el sistema llegó a depresión tropical a las 12Z del día 8 de octubre.

Los remanentes de la depresión permanecieron desorganizados durante los próximos días, los modelos de nubes llegaron a ser pobremente definidos. Sin embargo, en un movimiento hacia el este, una baja presión fue evidente en las imágenes del satélite.

Durante este periodo, otra área de disturbio fue aproximándose a la depresión tropical. Ambos sistemas interactuaron y generaron una nueva actividad en la convección.

Un centro distinto de la circulación ciclónica se formó cerca de 200 km al este de la posición de un antiguo centro. En niveles superiores los vientos eran favorables y la depresión comenzó a intensificarse.

Rosa pasó a la categoría de tormenta tropical a las 18Z del día 11 de octubre y a huracán al día siguiente, a 500 km al sur de la península de Baja California. El meteoro presentó poco movimiento, pero después, con mayor fuerza se volvió a desarrollar en la costa del oeste de los Estados Unidos, inducido por un flujo que aceleró al ciclón hacia el norte y NE, hacia la costa media de la República Mexicana.

Rosa intensificó sus vientos máximos a 170 km/h con una presión mínima de 974 mb a las 06Z del día 14, a pocas horas de entrar a tierra. El meteoro penetró cerca de La Concepción, a los 110 km al S-SE de Mazatlán, el 14 de octubre y rápidamente se debilitó sobre las montañas de la Sierra Madre del Sur. La circulación en niveles bajos fue disipándose a las 06Z del día 15 de octubre cerca de Texas, los remanentes dejaron humedad en el SE y centro de los Estados Unidos de América. (Fig.10)

Características económicas del huracán Rosa

En Nayarit más de 100,000 personas sufrieron pérdidas parciales en sus viviendas. En Sinaloa un gran número de líneas telefónicas dañadas por el viento. Las precipitaciones totales estuvieron entre 75 y 125 mm, las cuales causaron inundaciones relámpago y deslizamientos de lodo en las áreas montañosas (Cuadro 11).

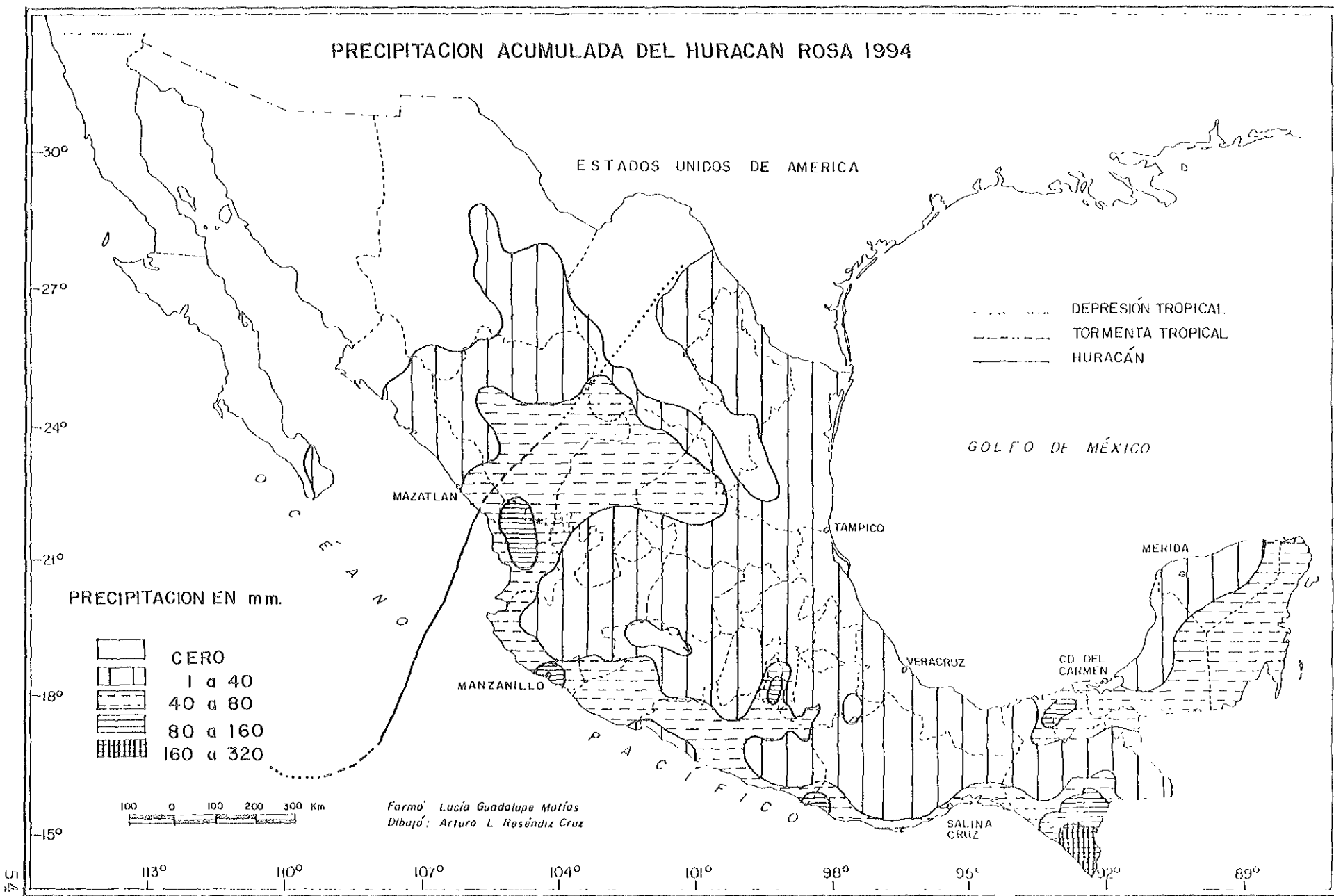


FIGURA 10. Distribución de la precipitación del huracán Rosa del 8 al 15 de octubre de 1994.

CUADRO 11. RESUMEN DE LA TEMPORADA CICLÓNICA 1994

Nombre	Categoría	Fecha	Presión en mb	Viento km/h	Decesos	Observaciones
Aletta	T.T	18-23 junio	999	80		
Bud	T.T	27-29 junio	1003	75		
Carlotta	H2	28 junio- 5 julio	967	165		
Daniel	T.T	8-14 julio	993	100		
Emilia	H5	16-25 julio	926	250		Lluvias intensas de hasta 100 mm.
Fabio	T.T	19-24 julio	1002	75		
Gilma	H5	21-31 julio	920	260		
Hector	T.T	7-9 agosto	993	100		Lluvias intensas de 75 mm, en la Paz, BCS.
Ileana	H1	10-14 agosto	986	120		Lluvias intensas en Punta Eugenia, BC.
John	H5	11 ago-10 sept	929	280		John pasó a 370 km de Johnston Island, causó \$ 15 millones de dólares en daños.
Kristy	H2	28 ago-5 sept	992	165		
Lane	H4	3-10 septiembre	948	215		
Miriam	T.T	15-21 septiembre	1002	75		
Norman	T.T	19-22 septiembre	1004	65		
Olivia	H4	22-29 septiembre	923	240		
Paul	T.T	24-30 septiembre	1003	75		
Rosa	H2	8-15 octubre	974	165	5	Entró a tierra cerca de Mazatlán, Sin, 4 desaparecidos, 100, 000 damnificados. Lluvia de 75 a 125 mm. Inundaciones relámpago en Nayarit.

Los reportes obtenidos del SMN indican que 5 personas murieron en asociación con el huracán Rosa, 4 personas fueron reportadas extraviadas en el estado de Sinaloa (La Jornada, 16-X-94).

2.7 Temporada ciclónica 1995

En el océano Atlántico se formaron un mayor número de ciclones tropicales que en el Pacífico, desde hace 26 años. Mientras en el primero se originaron 19 tormentas tropicales, en el Pacífico hubo un total de 10 tormentas. Sin embargo, está no es históricamente la cifra más baja, puesto que en 1977 hubo 8 tormentas.

Sólo se presentó una depresión tropical en el mes de mayo, luego la primera tormenta se formó hasta mediados de junio y la última se disipó a finales de septiembre. El año 1995 fue marcado como el primero durante la era satelital sin huracanes, durante el mes de octubre para el Pacífico oriental.

Muchos de los ciclones tropicales están condicionados por una climatología favorecida por las trayectorias W-NW de casi todo el SW de México hacia las aguas frías del oeste de la península de Baja California (Rappaport, 1998).

Sin embargo 3 ciclones tropicales afectaron la costa oeste de la República Mexicana: *Flossie* (7-14 agosto) sus remanentes entraron hasta el centro del país, ocasionó 7 muertos en el área costera; *Henriette* (1-3 septiembre) causó daños cuando cruzó la Baja California, pero no cobró vidas humanas; *Ismael* (12-15 de septiembre) originó varias pérdidas humanas al sur del Golfo de California. Una característica más de las trayectorias de los ciclones fue su corta duración.

Características físicas del huracán Ismael

Ismael (12-15 de septiembre), fue una perturbación tropical que consistió en un área pobremente organizada de nubes y aguaceros, su centro se localizó a 275 km al sur de la costa del Pacífico de Guatemala el día 9 de septiembre.

Luego las bandas convectivas llegaron a organizarse y el sistema alcanzó la categoría de depresión tropical a las 18Z del día 12, cerca de los 550 km al S-SW de Manzanillo. La depresión inicialmente se movió hacia el NW (Rappaport, 1998)

Para el día 14 se definió una muy baja presión y los vientos máximos fueron de 130 km/h. La tormenta fue monitoreada en varias porciones de la costa W de México y el sur de BC. El centro de *Ismael* localizado al sur del Golfo de California, generó derrumbes a las 04Z del día 15, en su vecindad con Topolobampo, Sinaloa (Figura 11).

Impactos económicos del huracán Ismael

Los medios de comunicación reportaron 105 muertos y varios extraviados en el área asociada al meteoro. Un reporte del gobierno de México informó que el total de víctimas fue de 57, muchos eran pescadores que combatieron con los fuertes vientos y un mar picado, en el Golfo de California. Como consecuencia del huracán, hubo cerca de 5000 casas destruidas, algunos de los daños ocurrieron en el poblado de Topolobampo, localizado a pocos kilómetros al sur de Los Mochis, Sin. Varias casas y líneas telefónicas fueron afectadas en este lugar, pero no se reportaron decesos.

El ciclón tropical rápidamente se debilitó cuando la circulación se movió sobre la Sierra Madre Occidental y se disipó a las 0Z del día 16 de septiembre (Cuadro 12).

Ismael causó daños por 50 millones de nuevos pesos en la flota pesquera sonorenses, mientras que en Sinaloa 200 personas fallecieron (datos extraoficiales).

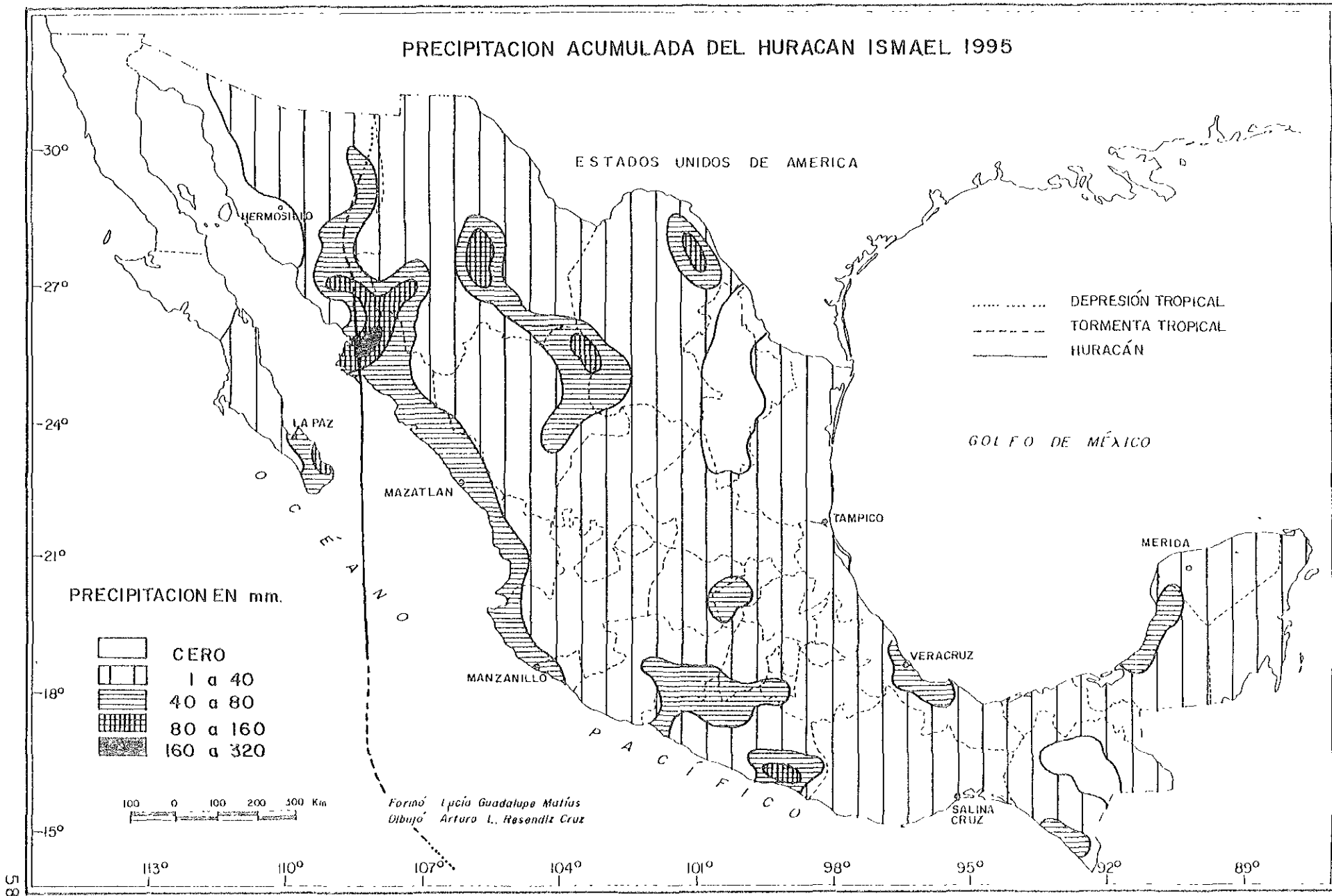


FIGURA 11. Distribución de la precipitación del huracán Ismael del 12 al 15 de septiembre de 1995.

CUADRO 12. RESUMEN TEMPORADA CICLONICA 1995

<i>Nombre</i>	<i>Categoría</i>	<i>Fecha</i>	<i>Presión Mb</i>	<i>Viento Km/h</i>	<i>Decesos</i>	<i>Observaciones</i>
Adolf	H4	15-21 junio	948	215		
Barbara	H4	7-18 julio	940	225		
Cosme	H1	17-22 julio	985	120		
Dalíila	T.T	24 jul-2 agos	994	100		
Erick	T.T	1-8 agosto	994	100		
Flossie	H1	7-14 agosto	978	130	7	Lluvias intensas en el SW de San José del Cabo, BC, afectados los estados de Jalisco y Sinaloa.
Gil	T.T	20-27 agosto	993	100		
Henriette	H2	1-8 sept	970	160		Lluvias mayores a 250 mm en La Paz, BCS, inundaciones y daños en las carreteras de dicho estado, 800 personas damnificadas. La agricultura fue el sector económico más afectado.
Ismael	H4	12-15 sept	983	130	105	Entró a tierra por Topolobampo, Sin., 1000 damnificados, 57 pescadores extraviados en el Golfo de California, 5000 casas inhabitadas. Líneas telefónicas cortadas en la ciudad de Los Mochis, Sin.
Juliette	H4	16-26 sept	930	240		

En los valles del Yaqui y Mayo hubo 26,000 hectáreas de cultivos siniestrados, además todo el municipio de Navojoa permaneció inundado y sin vías de comunicación durante 15 días (La Jornada, 15-IX-95).

2.8 Temporada ciclónica 1996

En la estación 1996, se generaron 12 perturbaciones tropicales en el Pacífico, de las cuales 3 fueron depresiones, 4 tormentas tropicales y 5 ciclones. El más intenso fue Douglas, que alcanzó la categoría 4 de intensidad en la escala Saffir-Simpson. Los cinco huracanes que entraron a tierra son: *Alma, Boris, Fausto, Hernan y Cristina*.

La temporada ciclónica inició el 13 de mayo. La distribución de los ciclones fue: 2 en el mes de mayo, 2 en junio, 3 en julio, 4 en septiembre y 1 en noviembre. Durante los meses de agosto y octubre no se presentaron huracanes.

Características físicas del huracán Boris

Boris (28 de junio al 1 de julio), el día 28 se formó como la depresión tropical No. 4 del Pacífico a 230 km al SW de Puerto Escondido, Oax., con vientos máximos de 55 km/h y rachas de 75 km/h, la presión era de 979 mb, desplazándose al NW a 15 km/h. Después fue la tormenta tropical *Boris* localizada a 250 km al S-SE de Acapulco, con vientos máximos de 75 km/h y rachas de 90 km/h, (Hernández Unzón, 1997).

El meteoro cruzó la costa sur de México entre Lázaro Cárdenas y Acapulco, los vientos máximos sobre tierra fueron de 150 km/h. *Boris* se debilitó rápidamente a depresión y regresó hacia el SW en respuesta al choque orográfico. La trayectoria fue interrumpida por el terreno montañoso de la Sierra Madre del Sur, finalmente se disipó el primero de julio al sur de Puerto Vallarta, Jal. (Mayfield y Rappaport, 1998) (Figura 12).

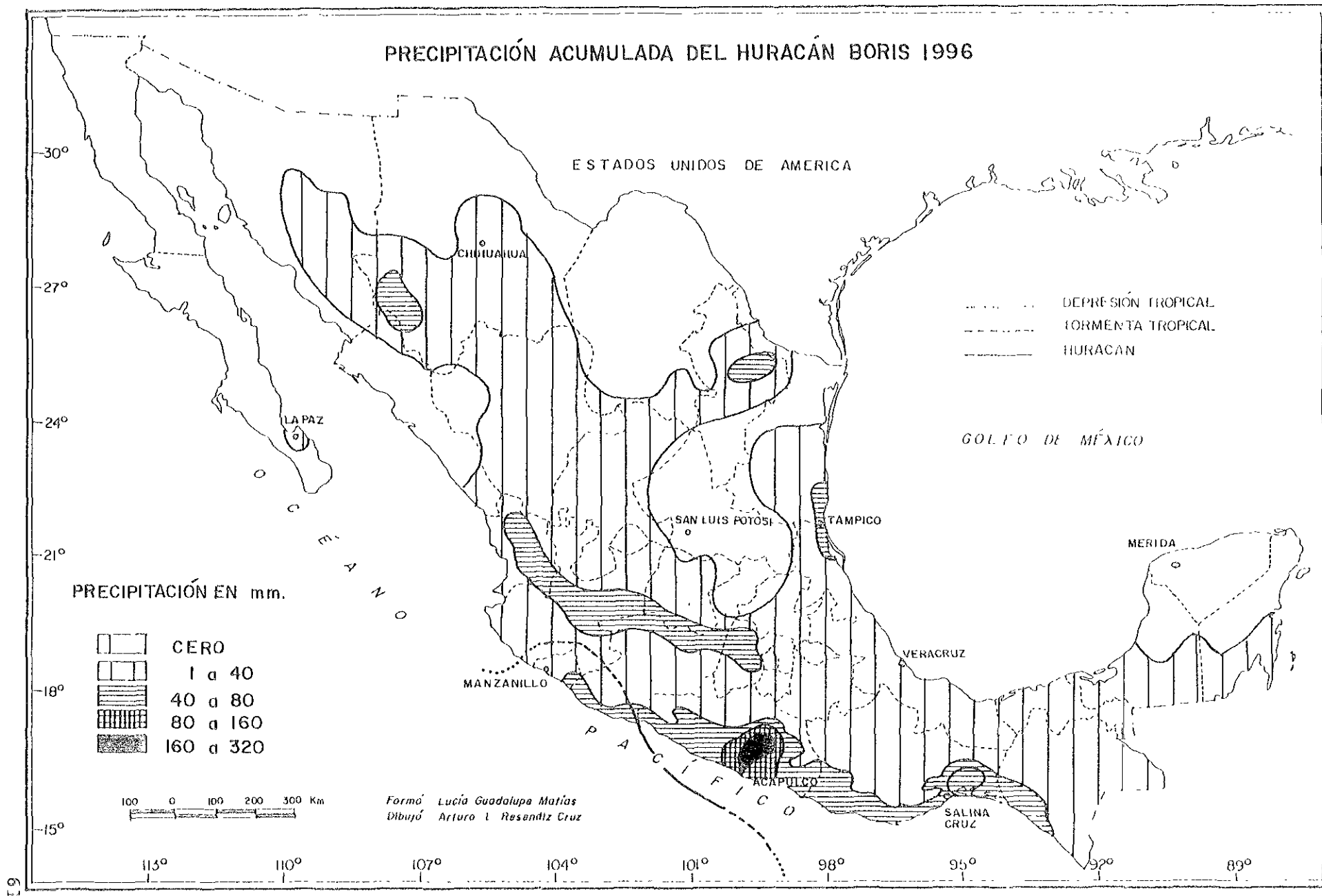


FIGURA 12. Distribución de la precipitación del huracán Boris del 20 al 27 de junio de 1996.

CUADRO 13. RESUMEN TEMPORADA CICLONICA 1996

<i>Nombre</i>	<i>Categoría</i>	<i>Fecha</i>	<i>Presión</i> <i>Mb</i>	<i>Viento</i> <i>Km/h</i>	<i>Decesos</i>	<i>Observaciones</i>
Alma	H2	13-16 mayo	969	160	3	Lluvia máxima en 24 hrs de 250.2 mm en la presa La Villita, Mich, 1800 viviendas dañadas, estados afectados: Chiapas, Guerrero, Michoacán y Jalisco.
Boris	H1	20-27 junio	979	150	7	Lluvia máxima en 24 hrs, de 283.5 mm en Coyuca de Benitez, Gro, 5000 viviendas dañadas y los estados afectados: Colima, Guerrero, Jalisco y Michoacán.
Cristina	T.T	1-3 julio	991	110	5	Lluvia máxima en 24 hrs, de 193.5 mm en el Platanar, Tab, 287 viviendas afectadas en los estados de Chiapas, Guerrero, Oaxaca y Tabasco.
Douglas	H4	29 jul-6 ago	946	215		El huracán se formó en Atlántico en ese momento se le designó el nombre de César y cruzó el Pacífico Nororiental donde se llamó Douglas.
Elida	T.T	30 ago-6 sep	994	100		
Fausto	H3	10-14 sep	955	195	2	Lluvia máxima de 150 mm en la Presa A. López Mateos, Sin, 400 viviendas dañadas en BCS, Sinaloa y Sonora.
Genevieve	T.T	27 sep-9 oct	999	85		
Hernan	H1	30 sep-4 oct	980	140	3	Lluvia máxima de 422.3 mm en la Presa la Villita, Mich, 1039 viviendas afectadas en los estados de Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit y Zacatecas.

Las precipitaciones intensas ocurrieron sobre el estado de Guerrero, con una lluvia máxima de 283 mm en Coyuca de Benítez, localizada hacia la costa oeste de Acapulco

Impactos económicos del huracán Boris

Los reportes periodísticos registraron a 3 personas ahogadas cerca de Tecpan, además de 5 pescadores extraviados (El Financiero, 3-VII-96). Otros reportes refieren que, un menor perdió la vida, debido al colapso del techo de su vivienda. Las víctimas totales fueron estimadas en 7 personas. También se reportó el desbordamiento del Río san Jerónimo, el cuál causó inundaciones en un 40% del municipio de Coyuca y afectó a más de 5,000 personas (Cuadro 13).

2.9 Temporada ciclónica 1997

La temporada de 1997 fue muy activa en la República Mexicana, 4 huracanes impactaron en forma consecutiva sobre las costas nacionales, *Nora* en la península de Baja California, *Olaf*, *Pauline* y *Rick* sobre los estados de Oaxaca y Guerrero (Fig.13).

En el océano Pacífico se formaron 19 perturbaciones, de las cuales 17 alcanzaron la categoría de tormenta tropical y huracán. Los ciclones más intensos fueron Guillermo y Linda, que llegaron a la categoría 5, le siguieron Felicia, Jimena y Pauline con categoría cuatro (Boletín de la CFE, 1998) (Cuadro 14).

Esta temporada se tratará con mayor detalle en el siguiente capítulo de esta tesis.

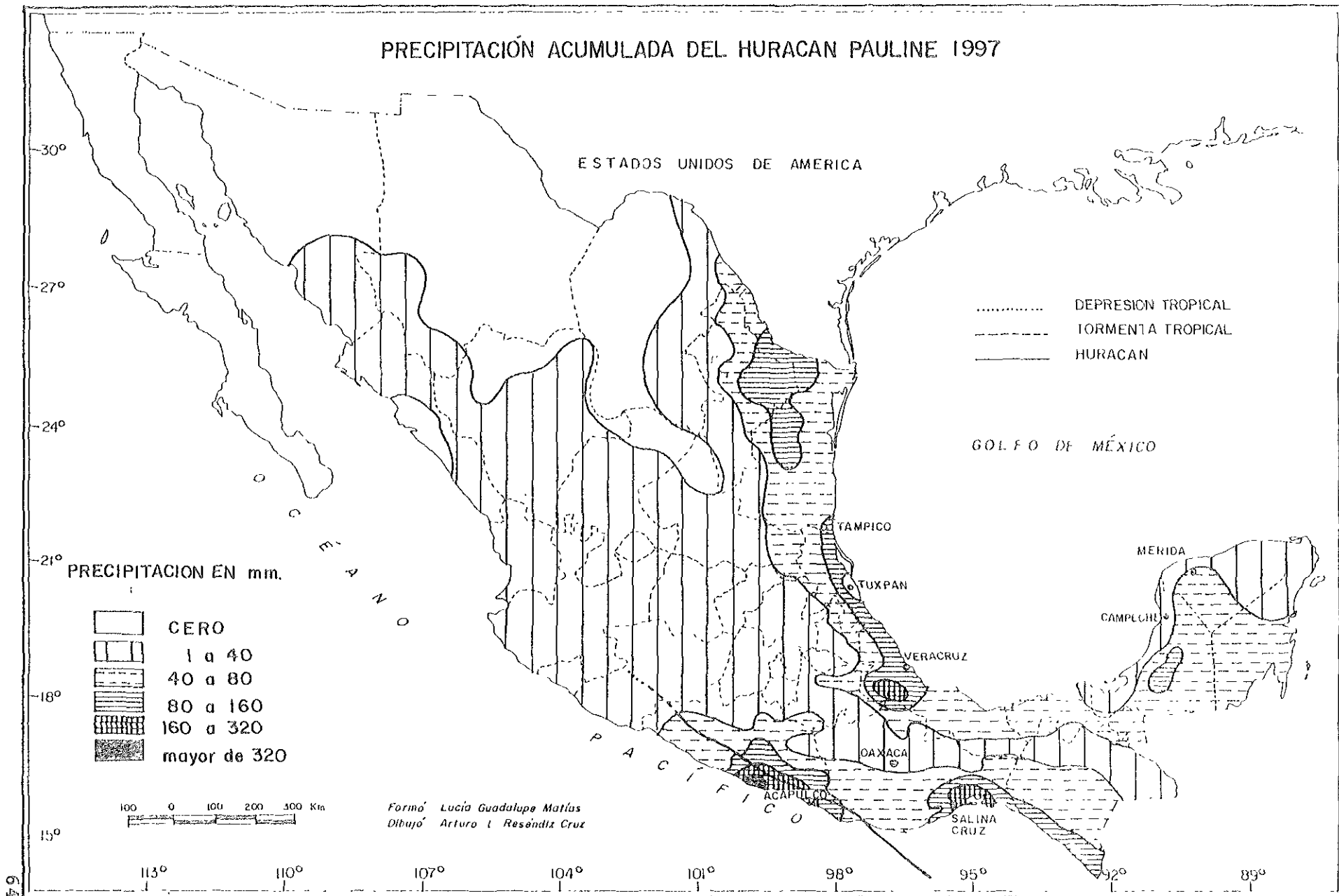


FIGURA 13. Distribución de la precipitación del huracán Pauline del 6 al 10 de octubre de 1997.

CUADRO 14. RESUMEN TEMPORADA CICLONICA 1997

<i>Nombre</i>	<i>Categoría</i>	<i>Fecha</i>	<i>Presión Mb</i>	<i>Viento Km/h</i>	<i>Decesos</i>	<i>Observaciones</i>
Andres	T.T	1-6 junio	1000	75		Lluvia máxima de 44.7 mm en Talismán, Chis,
Blanca	T.T	9-12 junio	1006	75		Lluvia máxima de 65.0 mm en Jalapa de Marqués, Oax, afectó al estado de Guerrero. Provocó olas de 4 m de altura.
D.T3	D.T	21-24 junio	1006	55		
Carlos	T.T	25-27 junio	996	65		
Dolores	H1	29 jun-4 jul		150		
Enrique	H2	12-16 jul	970	165		
Felicia	H4	14-22 jul	948	215		
Guillermo	H5	30 jul-15 ago	921	260		
Hilda	T.T	10-15 ago	1000	85		
Ignacio	T.T	17-18 ago	1004	65		
Jimena	H4	25-29 ago	948	215		
Kevin	T.T	3-6 sep	994	95		
Linda	H5	9-17 sep	900	300		
Marty	T.T	13-16 sep	1002	75		
Nora	H3	16-26 sep	950	205	2	Lluvia máxima de 337.5 mm en San Felipe, BCS, 5000 damnificados y pérdidas económicas de 80 millones de dólares.
Olaf	T.T	26 sep-12 oct		110	5	Lluvia máxima de 170.5 mm, Juchitán, Oaxaca. Desbordamiento de ríos, inundaciones y deslaves en Guerrero.
Pauline	H4	6-10 oct	948	215	200	Lluvia máxima de 411.2 mm, en Acapulco, Guerrero. Desbordamiento de ríos, inundaciones relámpago, deslizamientos de tierra en Oaxaca, Guerrero.
Rick	H1	7-10 nov		140		Lluvia máxima de 243 mm, en Tehuantepec, Oaxaca. Más de 700 familias damnificadas y 1000 viviendas destruidas en Salina Cruz, Oaxaca.
Paka	T.T	2-6 dic				

2.10 Temporada ciclónica 1998

En el Pacífico se presentaron 13 perturbaciones tropicales, tres veces menos que la media de 16, es decir, hubo dos depresiones tropicales, cuatro tormentas tropicales y 9 huracanes. Los más intensos fueron Blas, Estelle y Howard que alcanzaron la categoría cuatro en la escala de intensidad Saffir-Simpson, le siguieron Darby, Georgette y Lester con categoría 3.

La temporada ciclónica del Pacífico nororiental de 1998 estuvo por debajo de lo normal, con respecto al valor promedio histórico, además dio inicio la temporada casi un mes después, el día 11 de junio, con la formación de la depresión tropical No. 1, que alcanzó en 3 días la categoría de tormenta tropical llamada *Agatha*. Mientras que la fecha oficial de inicio de temporada es a partir del 15 de mayo (Hernández Unzón, 1999).

Hubo 3 ciclones en junio, 3 en agosto, 2 en septiembre y 4 en octubre, durante mayo y noviembre no se presentaron huracanes.

Del total de perturbaciones tropicales en el Pacífico, sólo 2 entraron a tierra en las costas mexicanas, primero la tormenta tropical Frank, que afectó directamente al estado de Baja California Sur y el huracán Isis que penetró a tierra entre los estados de Sinaloa y Sonora (Fig. 14).

Características físicas del huracán Isis.

Isis (1-3 septiembre) comenzó a ser identificado al sur de la península de Baja California, la tormenta se movió hacia el norte y rápidamente se intensificó a la categoría de huracán 1, con vientos máximos de 120 km/h, rachas de 150 km/h y una presión mínima en su centro de 990 mb, sobre el sur del Golfo de California, durante el segundo día, antes de entrar a tierra cerca de Los Mochis, Sinaloa.

Aunque, Isis se desintegró sobre el relieve montañoso de la Sierra Madre Occidental, los remanentes de humedad generados por el ciclón, penetraron al SW de los Estados Unidos, donde originó lluvias de 25 a 75 mm, en algunas regiones de Arizona y sur de California. En Yuma, Arizona provocó 70 mm más del 70% de la precipitación media anual, durante 24 horas para los días 4 y 5 de septiembre (Rippey, 1999).

Impactos económicos del huracán Isis

Isis provocó daños por más de 132.1 millones de pesos, en Baja California Sur, Sonora y Sinaloa, además de 13 muertos y 10,400 damnificados. También se generaron inundaciones y deslaves. El área turística de Los Cabos fue declarada zona de desastre. En Nayarit se desbordó el río San Pedro e inundó 60 casas (La Jornada, 4-IX-98) (Cuadro 15).

Así, al revisar las trayectorias de los ciclones más destructores de la década, se observa que las lluvias intensas debidas a éstos se suscitaron principalmente sobre los sistemas montañosos de la vertiente del Pacífico Norte y Sur (Fig.15). Las variaciones en la intensidad de estas perturbaciones que producen ante todo precipitaciones orográficas, están en relación con la exposición del terreno hacia la fuente de humedad que es el océano (Cuadro 16).

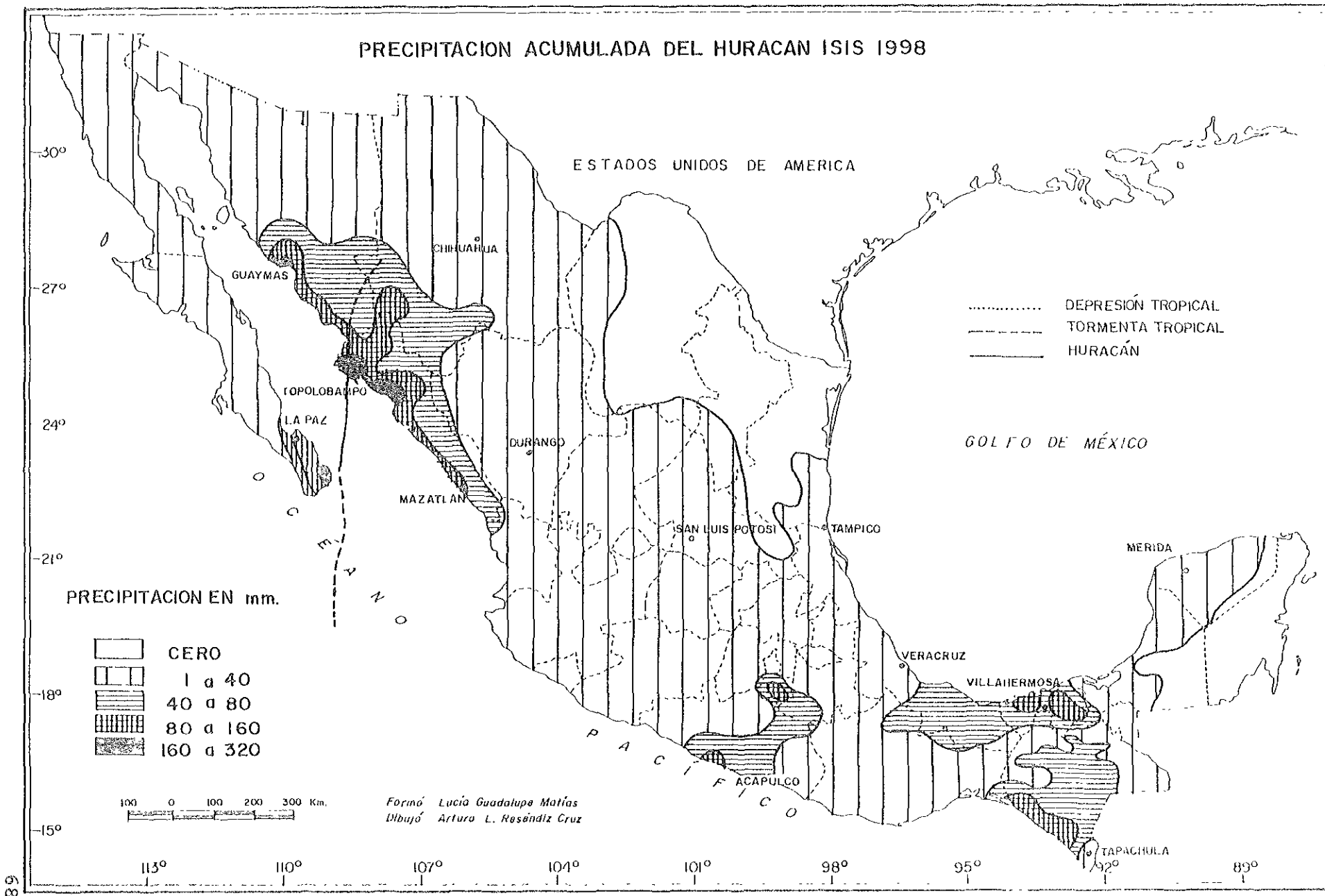


FIGURA 14. Distribución de la precipitación del huracán Isis del 1 al 3 de septiembre de 1998.

CUADRO 15. RESUMEN TEMPORADA CICLONICA 1998

<i>Nombre</i>	<i>Categoría</i>	<i>Fecha</i>	<i>Presión Mb</i>	<i>Viento Km/h</i>	<i>Decesos</i>	<i>Observaciones</i>
Agatha	T.T	11-16 junio	992	100		
DT2	DT2	19-21 junio	1005	55		
Blas	H4	22-30 junio	945	220		
Celia	T.T	17-20 julio	1000	90		
Darby	H3	23-28 julio	960	195		
Estelle	H4	29 jul-6 agos	948	210		
Frank	T.T	6-9 agosto	1001	65		Lluvia máxima de 98.4 m en La Paz, BCS,
Georgette	H3	11-16 agosto	960	185		
Howard	H4	20-29 agosto	935	240		
Isis	H1	1-3 sept	990	120	10	Lluvia máxima de 330 mm en San José del Cabo, BCS, entró a tierra en La Paz y golpeó por segunda ocasión las costas de Topolobampo, Sin., hasta Ciudad Obregón y se disipó a 200 km al W-SW de Chihuahua.
Javier	T.T	7-11 sept	995	85		
DT12	DT12	1-2 oct	1006	55		
Kay	H1	12-16 oct	990	120		
Lester	H3	14-26 oct	960	185		
Madeline	H1	16-19 oct	979	140		

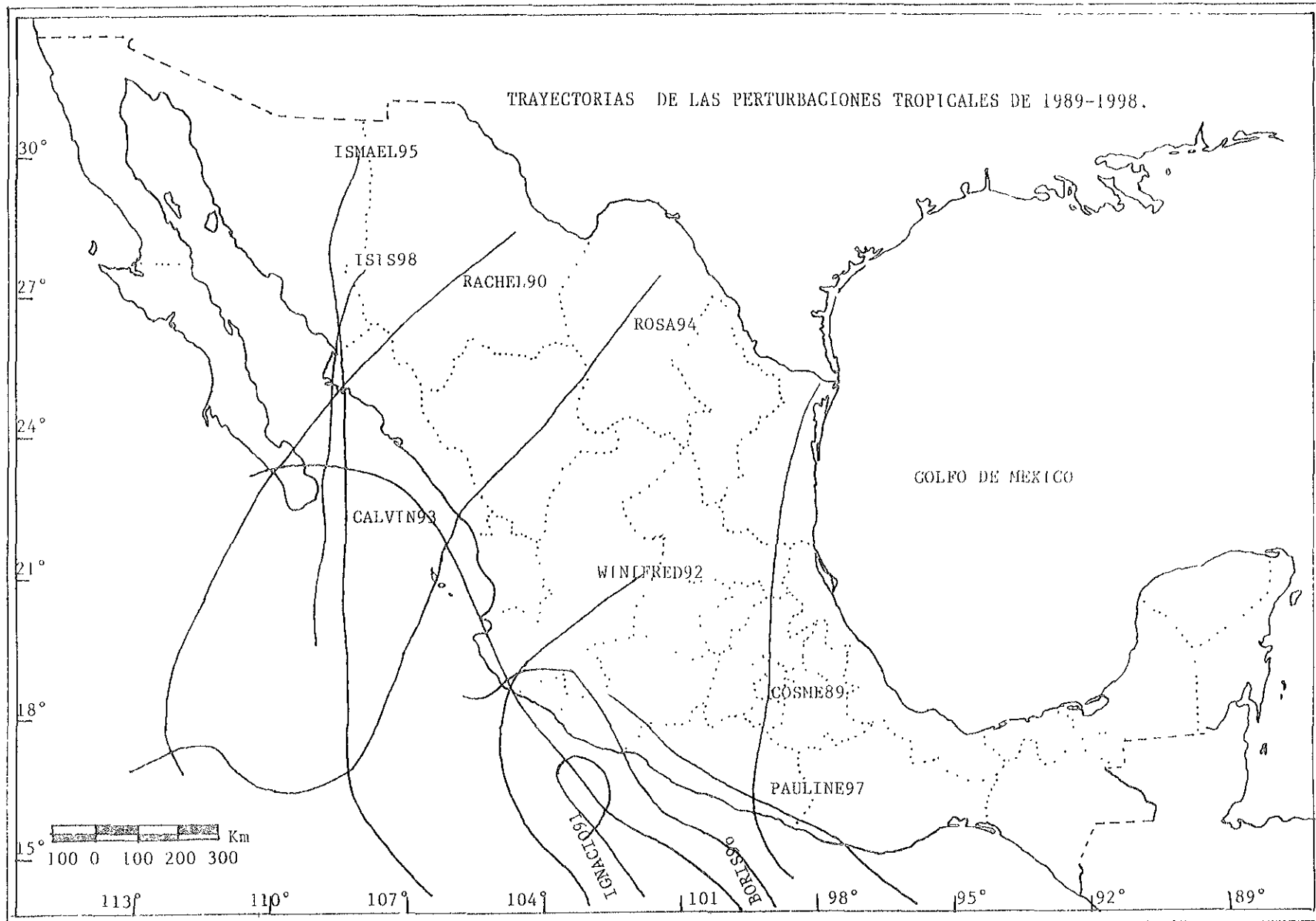


FIGURA 15. Trayectorias de las perturbaciones tropicales representativas de cada temporada de 1989 a 1998.

CUADRO 16. Características Pluviométricas y áreas de afectación de los ciclones tropicales más destructores de 1989-98

Nombre Ciclón	Categoría	Fecha	Precipitación acumulada	Región fisiográfica afectada	Entidades afectadas
H1 Cosme	Altamente destructivo	Junio 18-23, 1989	170 mm en Acapulco, Guerrero	Sierra Madre del Sur	Colima, Chiapas, Guerrero, Jalisco y Michoacán
T.T Rachel	Tormenta tropical	Sept. 27 Oct. 3, 1990	260 mm en La Paz, BCS	Llanura costera del golfo de California y Pacífico norte. Península de BC.	BCS, Nayarit y Sinaloa.
T.T Ignacio	Tormenta tropical	Septiembre 16-19, 1991	100 mm en La Villita, Michoacán.	Sierra Madre del Sur y Cuenca del Balsas.	Durango, Guerrero, Jalisco, Michoacán y Nayarit.
H3 Winifred	Extremadamente destructivo	Octubre 6-10, 1992	238 mm en La Villita, Michoacán.	Sierra Madre del Sur, Cuenca del Balsas y Eje Volcánico.	Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Guerrero, Michoacán, Nayarit y SLP.
H2 Calvin	Altamente destructivo	Julio 4-9, 1993	427 mm en Las Pilas, Oaxaca.	Istmo de Tehuantepec, Sierra Madre del Sur, Región de los Valles y Cuenca del Balsas.	Colima, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit y Sinaloa
H1 Rosa	Altamente destructivo	Octubre 8-15, 1994	120 mm en Manzanillo, Colima.	Llanura costera del golfo de California y Pacífico norte, Sierra Madre del Sur.	Chiapas, Durango, Guerrero, Jalisco, Sinaloa, SLP, Oaxaca y Zacatecas.
H1 Ismael	Altamente destructivo	Septiembre 12-15, 1995	200 mm en Los Mochis, Sinaloa	Península de BC, Llanura costera del golfo de California y Pacífico norte.	BCS, Jalisco, Nayarit, Sinaloa y Sonora
H1 Boris	Altamente destructivo	Junio 28 Julio 2, 1996	286 mm en Coyuca de Benitez, Guerrero.	Sierra Madre del Sur, Istmo de Tehuantepec y Cuenca del Balsas.	Colima, Chiapas, Guerrero, Michoacán y Oaxaca.
H4 Pauline	Extremadamente destructivo	Octubre 6-10, 1997	433 mm en Acapulco, Guerrero	Sierra Madre del Sur, Istmo de Tehuantepec, Cuenca del Balsas y Eje Volcánico.	Chiapas, Guerrero, Jalisco y Oaxaca.
H1 Isis	Altamente destructivo	Septiembre 1-3, 1998	266 mm en Guasave, Sinaloa	Península de BC y Llanura costera del golfo de California y Pacífico norte.	BCS, Sur de Chihuahua, Sonora y Sinaloa.

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, Comisión Federal de Electricidad y Monthly Weather Review.

REFERENCIAS

Avila, L. 1991. Eastern North Pacific Hurricane Season of 1990. *Monthly Weather Review*, August, Vol.119, 2034-2046 pp.

Avila, L. and M. Mayfield. 1995. Eastern North Pacific Hurricane Season of 1993. *Monthly Weather Review*, March, Vol.123, 897-906 pp.

Bister, M. and K. Emanuel. 1997. The genesis of hurricane Guillermo: TEXMEX Analyses and modeling study. *Monthly Weather Review*, October, Vol. 125, No. 10, 2662-2682 pp.

CFE. 1998. Resumen de la Temporada ciclónica 1997 Océano Pacífico Nor-Oriental, *Boletín de la Comisión Federal de Electricidad*, México.

Excélsior, Diario de México. 1989-98.

El Financiero. Diario de México. 3 julio de 1996.

Jáuregui, E. 1995. Rainfall fluctuations and tropical storm activity in Mexico. *ERKUNDE*. March. Vol. 49, 39-48 pp.

Jáuregui, E. 1989. Los huracanes prefieren a México, en *Información Científica y Tecnológica*, agosto, Vol.II, No. 155, México, 32-39 pp.

Hernández, A. 1997. Resumen de la temporada ciclónica 1996, *Boletín de Comisión Nacional del Agua*, SMN, 1-18 pp.

Hernández, A. 1998. Resumen de la temporada ciclónica 1997, *Boletín de la Comisión Nacional del Agua*, SMN, 1-4 pp.

Kerry, E., 1991. *Tropical Experiment in Mexico (TEXMEX)*, Scientific Objectives and Operations Plan, Center for Meteorology and Physical Oceanography, Institute of Technology Massachusetts, USA, 37 pp.

La Jornada, Diario de México, 1989-98.

Lawrence, M. 1990. Eastern North Pacific Hurricane Season of 1989, *Monthly Weather Review*, May, 1186-1193 pp.

Lawrence, M. and E. Rappaport. 1994. Eastern North Pacific Hurricane Season of 1992. *Monthly Weather Review*, Vol. 122, March, 549-558 pp

Mayfield, M. and Rappaport. 1998. Eastern North Pacific Hurricane Season of 1996. *Monthly Weather Review*, Vol. 126, December, 3068-3076 pp.

Pasch, R. and M. Mayfield. 1996. Eastern North Pacific Hurricane Season of 1994. *Monthly Weather Review*, July, Vol. 124, 1579-1590 pp.

Rappaport, E. and M. Mayfield. 1992. Eastern North Pacific Hurricane Season of 1991. *Monthly Weather Review*, November, 2697-2708 pp.

Rappaport, E. 1998. Eastern North Pacific Hurricane Season of 1995. *Monthly Weather Review*, May, 1152-1162 pp.

Rippey, B. 1999. Hurricanes Earl and Isis, September 1998. *Weatherwise*, January-February, 51-52 pp.

Serra, S. 1971. Hurricanes and tropical storms of the west coast of Mexico. *Monthly Weather Review*, Vol. 99, No.4. 302-308 pp.

CAPÍTULO 3. UN ESTUDIO DE CASO: HURACÁN PAULINE EN ACAPULCO, GUERRERO.

En las zonas costeras continentales, los huracanes constituyen uno de los peligros naturales más catastróficos, representan un fenómeno natural único, que cada año cobra centenares o miles de vidas humanas y ocasiona incalculables daños a la infraestructura y pérdidas materiales a las débiles economías nacionales de los países en vías de desarrollo.

Estos fenómenos meteorológicos ejercen, además un importante trabajo en la dinámica de los procesos físico geográficos exógenos, provocando modificaciones de la superficie terrestre y en la distribución de la flora y fauna, lo mismo en el substrato geológico, relieve, aguas superficiales y suelos.

Los ciclones tropicales se caracterizan por una gran nubosidad en forma de bandas en espiral que convergen en el centro de la circulación ciclónica, llamado también ojo del huracán, éste se determina por un descenso en la presión atmosférica, la cual intensifica los vientos. También presenta precipitaciones intensas, que se producen en la pared del ojo y en el semicírculo derecho, según el sentido del avance del huracán; así como fuerte oleaje, surgencias o mareas de tormenta (Celeiro y Hernández, 1999).

Para estos fenómenos, las precipitaciones dependen en gran medida, de la humedad del aire, de los procesos termohidrodinámicos complejos y de la velocidad de traslación, considerando estos aspectos, durante el paso de los huracanes de octubre de 1976 y julio de 1993, Liza y Calvin, respectivamente, se registraron cerca de 400 mm y 200 mm de lluvia en 24 horas, en correspondencia con esta característica, el huracán Pauline produjo en 3 días 433 mm de precipitación en la montaña y costa de Guerrero.

3.1 Antecedentes de los ciclones tropicales en costas de Guerrero y en particular: Acapulco.

El estudio de los huracanes, se realiza desde el siglo pasado; desde que los marinos navegaban por las aguas cálidas del Mar Caribe, se tienen registros de algunas embarcaciones que se hundieron a causa de los fuertes vientos, elevadas olas y altas precipitaciones. que provocan los ciclones tropicales.

En el periodo 1921-1996, varios huracanes tocaron la costa de Guerrero, entre ellos el *ciclón No. 6*, de septiembre 21-23 de 1921, el *ciclón No. 4*, del 20-26 de agosto de 1935, *Tara* del 10-11 de noviembre de 1961, *Wally* del 17-18 de junio de 1965, *Berenice* del 23-25 y *Claudia* 27-29 de junio de 1973; causaron pérdidas humanas y económicas, como *Tara* que originó la muerte de 400 personas en la zona de Tecpan de Galeana, produjo el desbordamiento del río Camarón, inundaciones en La Sabana, Tres Palos y la costera Miguel Alemán en Acapulco, causó daños económicos por más de 10 millones de pesos en todo el estado.

En la Figura 16, se observan las trayectorias de ciclones que tocaron al Puerto de Acapulco, unas son paralelas a la costa y en ocasiones entraron a tierra, algunos se formaron en el Golfo de Tehuantepec para dirigirse al W-NW, sin embargo, otros se desarrollaron frente a la costa de Guerrero y Oaxaca, a consecuencia de un desprendimiento de la ZIC (Zona Intertropical de Convergencia) y se alejaron del continente. Otros huracanes que han afectado al Puerto de Acapulco, Gro, sobre todo en el mes de junio entre ellos el Ciclón No. 2 en 1938, Wally en 1965, Bridget en 1971, Berenice en 1973, Claudia en 1973, Dolores en 1974 y Cosme en 1989 (Ortíz, 1958, Arroyo, 1982 y Ludlum, 1989).

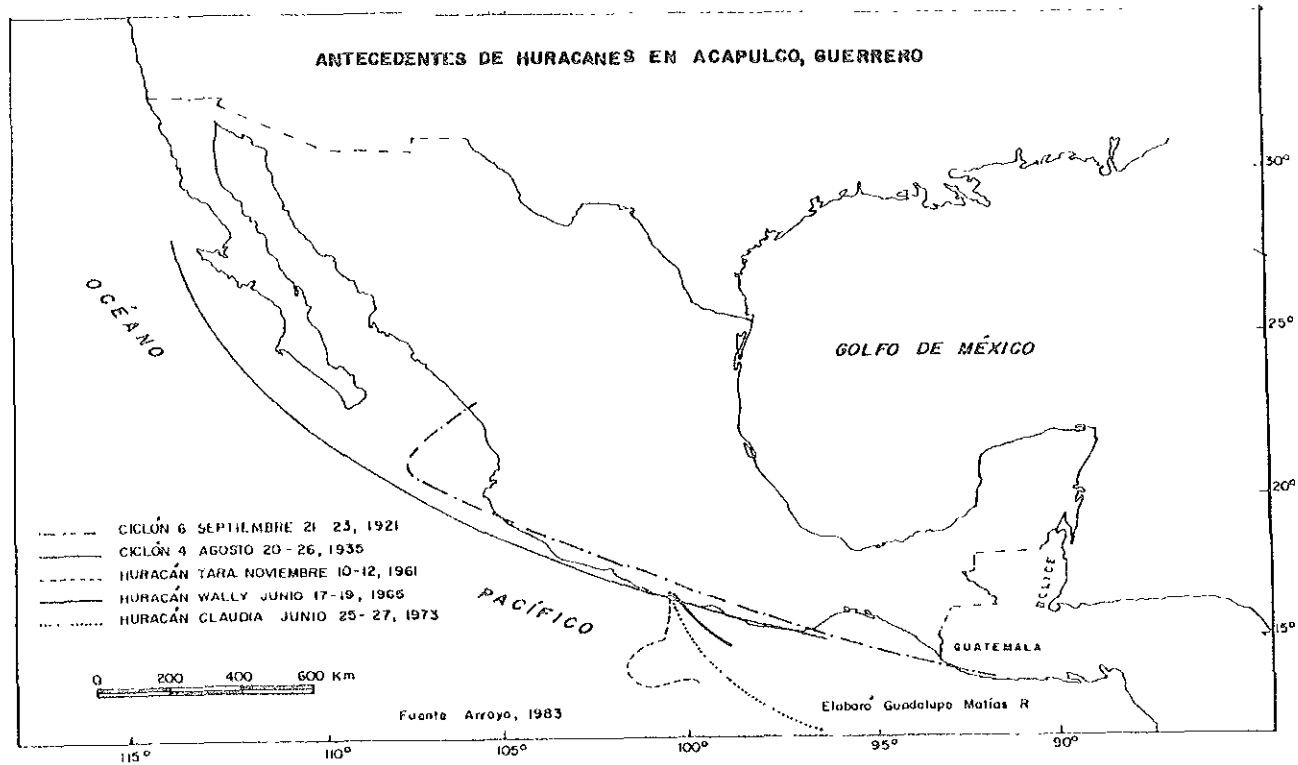


FIGURA. 16 Antecedentes de huracanes en Acapulco, Guerrero.

3.2 Aspectos importantes de la actividad ciclónica de 1997 en el Pacífico Noreste.

1. En el Pacífico, la distribución mensual de los huracanes fue: 5 en junio, 4 en julio, 3 en agosto, 5 en septiembre, 1 en octubre y noviembre. Durante este año no se presentaron ciclones durante el mes de mayo.
2. De un total de 19 depresiones tropicales, 4 entraron a tierra en las costas nacionales, Nora en BCS y BC, Olaf en Oaxaca, Colima y Jalisco, Pauline y Rick, entraron a tierra en el estado de Oaxaca. Estos 4 huracanes fueron los últimos de la temporada del Pacífico (Cuadro 17).
3. En territorio insular a Isla Socorro, Colima fue afectada por varios ciclones como Nora, Linda y Guillermo.
4. El huracán más intenso de la temporada fue Linda, con vientos máximos de 300 km/h, por lo que presentó un nuevo récord para el Pacífico Nor-oriental en la historia de los ciclones tropicales, desde la observación de satélites en 1966.
5. Al principio de la temporada, las tormentas tropicales Andres y Blanca presentaron trayectorias erráticas, muy cercanas a la línea de costa, afectaron indirectamente al territorio nacional y a los países del norte de Centroamérica. Los restantes continuaron su camino hacia el W-NW, paralelos a las costas mexicanas.
6. La última parte de la estación ciclónica fue muy activa, los huracanes Nora, Olaf, Pauline y Rick, penetraron directamente al territorio nacional.

Cuadro 17. RESUMEN DE LOS CICLONES TROPICALES EN 1997

No. Ciclón	Categoría	Nombre	Fecha	Vientos km/h	Lluvia máxima en 24 horas	Área de impacto	Daños
DT2	T.T	Blanca	9-12 Junio	75	65 mm en Jalapa del Márquez, Oax.	Oaxaca y Guerrero	Provocó olas de hasta 4 m de altura.
DT4	T.T	Carlos	25-27 Junio	85	0.0 mm	Isla Socorro	2 decesos y 5000 damnificados, pérdidas económicas de \$80 millones. El meteoro generó oleaje de 4 a 6 m de altura. En Cihuatlán, Jal., se desbordó la laguna El Tule, inundaciones en los poblados aldeanos de hasta 40 cm.
DT16	H3	Nora *	16-25 Septiembre	205	337.5 mm en San Felipe, BC.	Isla Socorro, Península de Baja California, Coahuila y Sonora	
DT17	T.T	Olaf +	26 Sep-12 Oct.	110	174.5 mm en Juchitán, Oax.	Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán y Oaxaca.	Se desgajo un cerro en la comunidad de Pavencul, Tapachula, Chis, el cual generó 10 derrumbes. También el río Coatán se desbordó y causó la muerte a 5 personas.
DT18	H4	Pauline *	5-10 Oct	215	411.2 mm en Acapulco, Gro.	Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Jalisco.	Las pérdidas en vidas humanas fueron de 200 personas, mientras que las económicas sumaron \$300 millones. Se desbordaron los ríos Camarón, Coyuca, Petatlán. Las carreteras Chilpancingo-Acapulco, Zihuatanejo-Acapulco sufrieron averías. En el sector agrícola, 140 000 ha de cultivos de maíz, frijol y café destruidas, principalmente en la Sierra (Cuajinicuilapa)
DT19	H1	Rick †	7-10 Noviembre	140	243 mm en Tehuantepec, Oax.	Chiapas, Guerrero y Oaxaca.	Inundaciones en los poblados de Astata, Colotepec y Río Grande. En Salina Cruz, Oax, por el fuerte oleaje se fueron a pique 96 embarcaciones pesqueras que estaban acordonadas en la Laguna Superior, Oax. En Chiapas 125 mil Ha de diversos cultivos resultaron dañados en el Soconusco. Más de 700 familias damnificadas y 1000 viviendas destruidas.

* Entraron a tierra

3.3 Características del huracán Pauline

Los primeros reportes se recibieron a partir del 5 de octubre de 1997, cuando fue catalogado como la depresión tropical No. 19, localizada 400 km al Sur de las costas de Oaxaca; al día siguiente evolucionó a tormenta tropical, denominada con el nombre de *Pauline*, ubicada a 375 km al SW de Tapachula, Chis. Se desplazaba al Este a 11 km/h, sus vientos máximos eran de 75 km/h con rachas de 90 km/h. El día 7 de octubre se desarrolló como huracán, hasta alcanzar la categoría 4 en la escala de Saffir-Simpson (extremadamente peligroso), su centro se localizó al S-SE de Salina Cruz, Oax., con vientos máximos de 215 km/h y rachas de 240 km/h, con una presión en su centro de 948 mb. Para el día 9 se debilitó a huracán categoría 2 (altamente destructivo), su centro se encontraba a 25 km al NE de Tecpan de Galeana, Gro., se desplazaba al W-NW a 15 km/h, con vientos máximos de 160 km/h, finalmente, al día siguiente disminuyó de categoría hasta convertirse en depresión tropical, disipándose a 40 km al NW de Apatzingán, Mich. (CFE y NHCM, 1997) (Fig. 17 y Cuadro 18).

Cuadro 18. Escala de Intensidad del Huracán Pauline.

Tipo	Presión mb	Vientos km/h	Marea m	Características
Depresión Tropical	1003	55	--	Etapa inicial de la formación ciclónica
Tormenta Tropical	1001	74	--	Ciclón tropical Organizado
Huracán				Ciclón bien Organizado
Huracán 1	987	119	1.0	Altamente Destructivo
Huracán 2	975	166	--	Altamente Destructivo
Huracán 3	955	193	2.5	Extremadamente Destructivo
Huracán 4	948	212	4.0	Extremadamente Destructivo

Fuente: Centro Nacional de Huracanes Miami, U.S.A., 1997



FIGURA 17. Trayectoria del huracán Pauline, octubre de 1997

Como se muestra en la siguiente Figura 18, se reporta la variación de la presión mínima, lo que coincide con el rápido desplazamiento del sistema. A su paso por el estado de Oaxaca Pauline era huracán categoría 3 y al estar en Acapulco, Guerrero disminuyó su intensidad a la clase 2 (Vázquez, 1998).

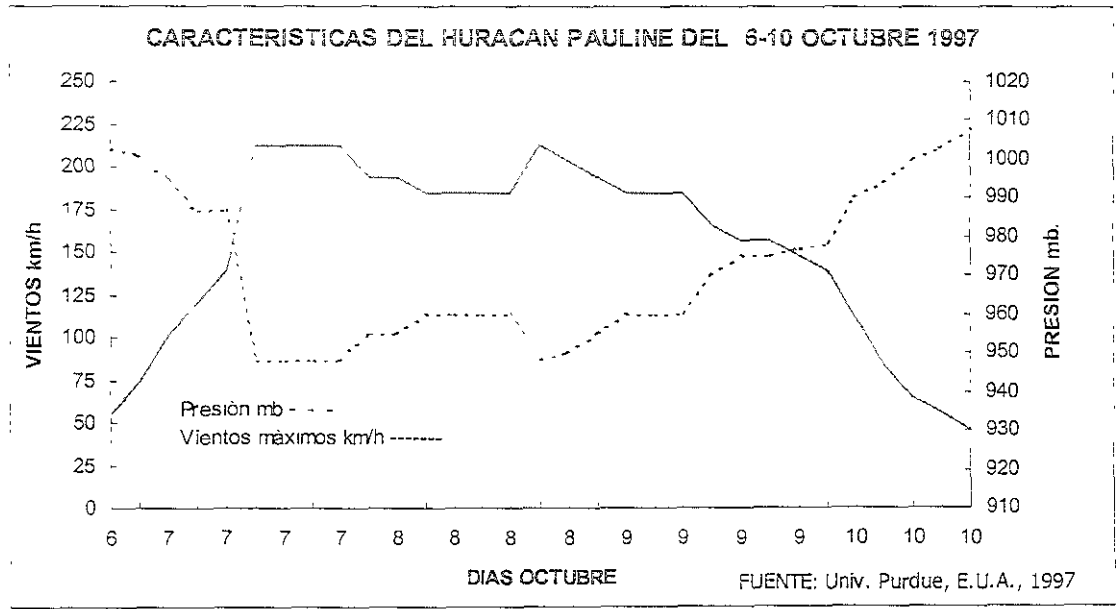


Fig. 18. Disminución de la presión y el correspondiente aumento de la intensidad del viento

3.4 Análisis de la precipitación del huracán Pauline

El análisis se realizó a partir de los datos de precipitación diaria, proporcionados por la Comisión Nacional del Agua, Servicio Meteorológico Nacional y Comisión Federal de Electricidad, con los cuales se elaboraron mapas de isoyetas, donde se muestra la distribución de la lluvia, con apoyo en la carta de tiempo en superficie y en la imagen de satélite de la misma fecha.

ESTE TEXTO NO DEBE
 SER USADO PARA
 FINESES COMERCIALES

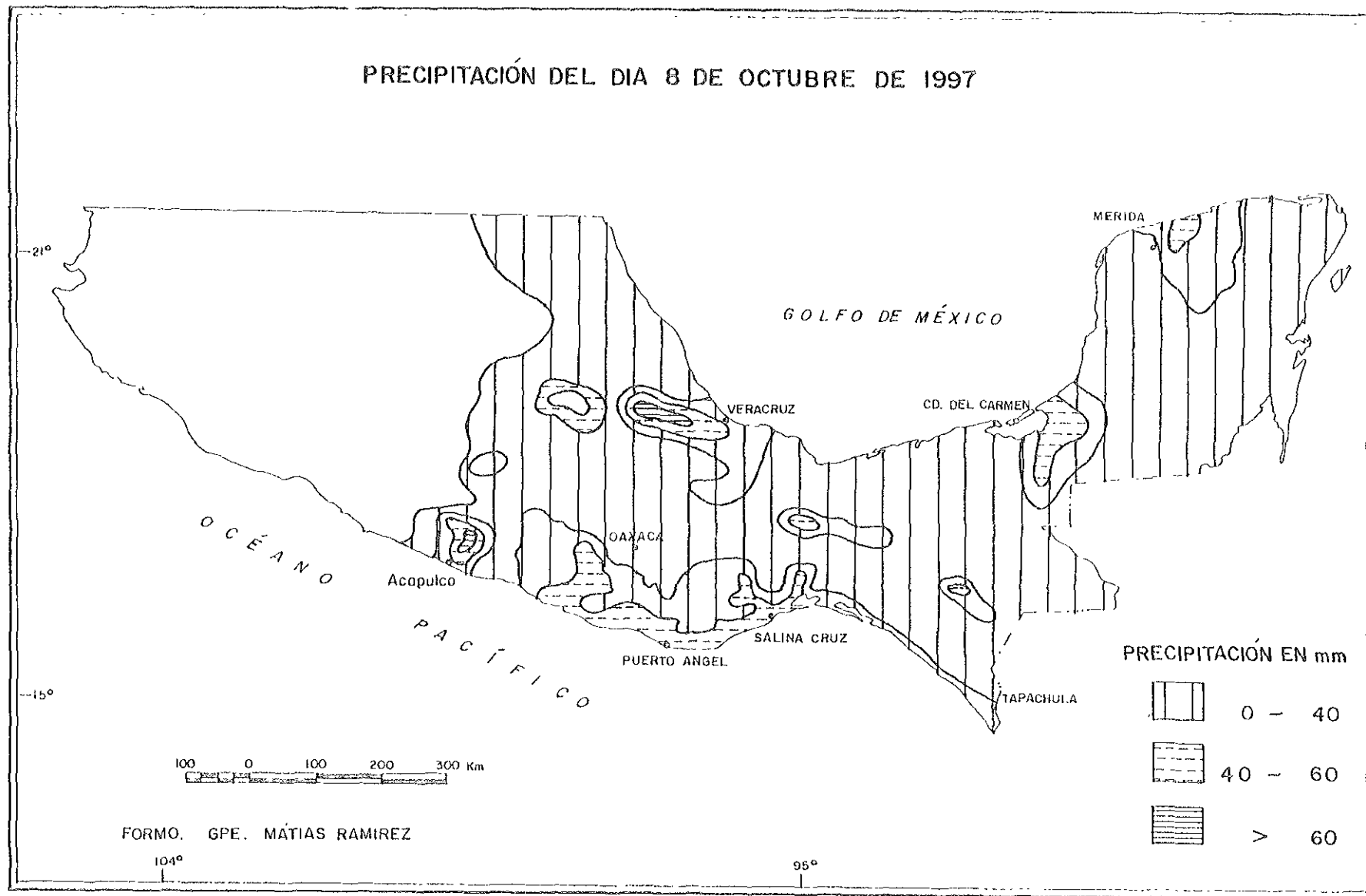


FIGURA 19. Distribución de la precipitación asociada al huracán Pauline el día 8 de octubre de 1997.

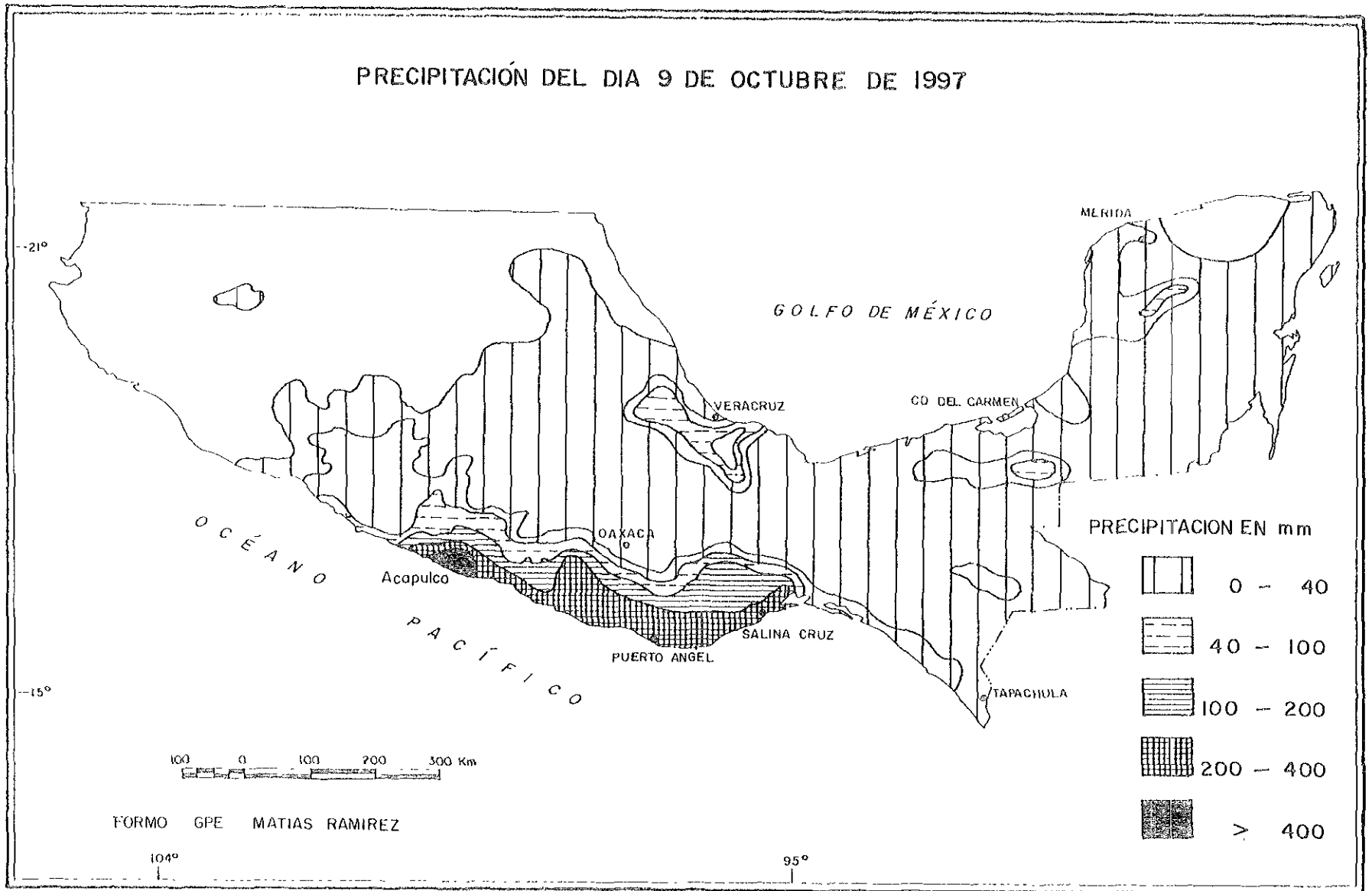


FIGURA 20. Distribución de la precipitación asociada al huracán Pauline el día 9 de octubre de 1997.

Durante el periodo de ocurrencia del meteoro (6-10 octubre), las precipitaciones iniciaron el día 8 sobre la llanura costera de Oaxaca, con valores entre los 40 y 60 mm, mientras en Acapulco se registraban más de 60 mm. Aunque en la vertiente del Atlántico también se concentró una región del mismo rango en los alrededores de Orizaba, Veracruz. En el resto del país, las lluvias fueron menores a los 40 mm (Fig. 19).

Las lluvias continuaron y el día 9 de octubre, se registró la mayor precipitación producida por el huracán *Pauline*, la lluvia máxima fue superior a los 400 mm, en 5 horas, localizada en el Cerro del Vigía en Acapulco, Gro., también la isoyeta de 100 mm, se extiende prácticamente sobre la llanura costera de los estados de Oaxaca y Guerrero (Fig. 20).

En la imagen del satélite del mismo día se puede observar al ciclón al NW de Acapulco, con vientos máximos sostenidos de 160 km/h y rachas de hasta 180 km/h, con una presión en su centro de 975 mb (Fig.21 y 22).

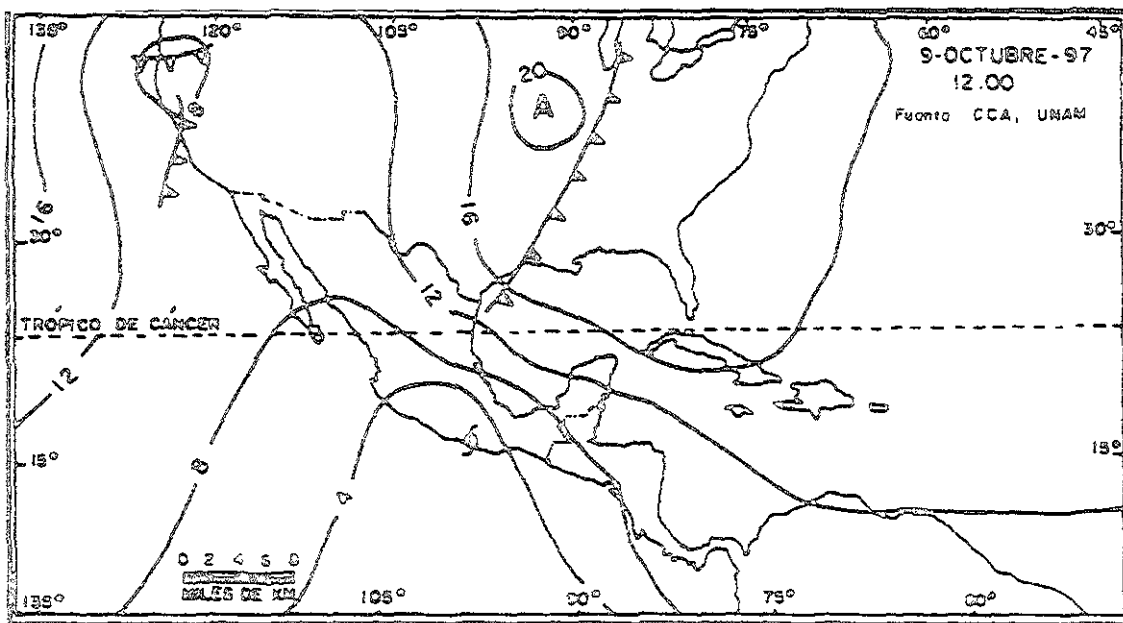


Figura 21. Carta del tiempo del 9 de octubre de 1997, a las 12 h local del centro.

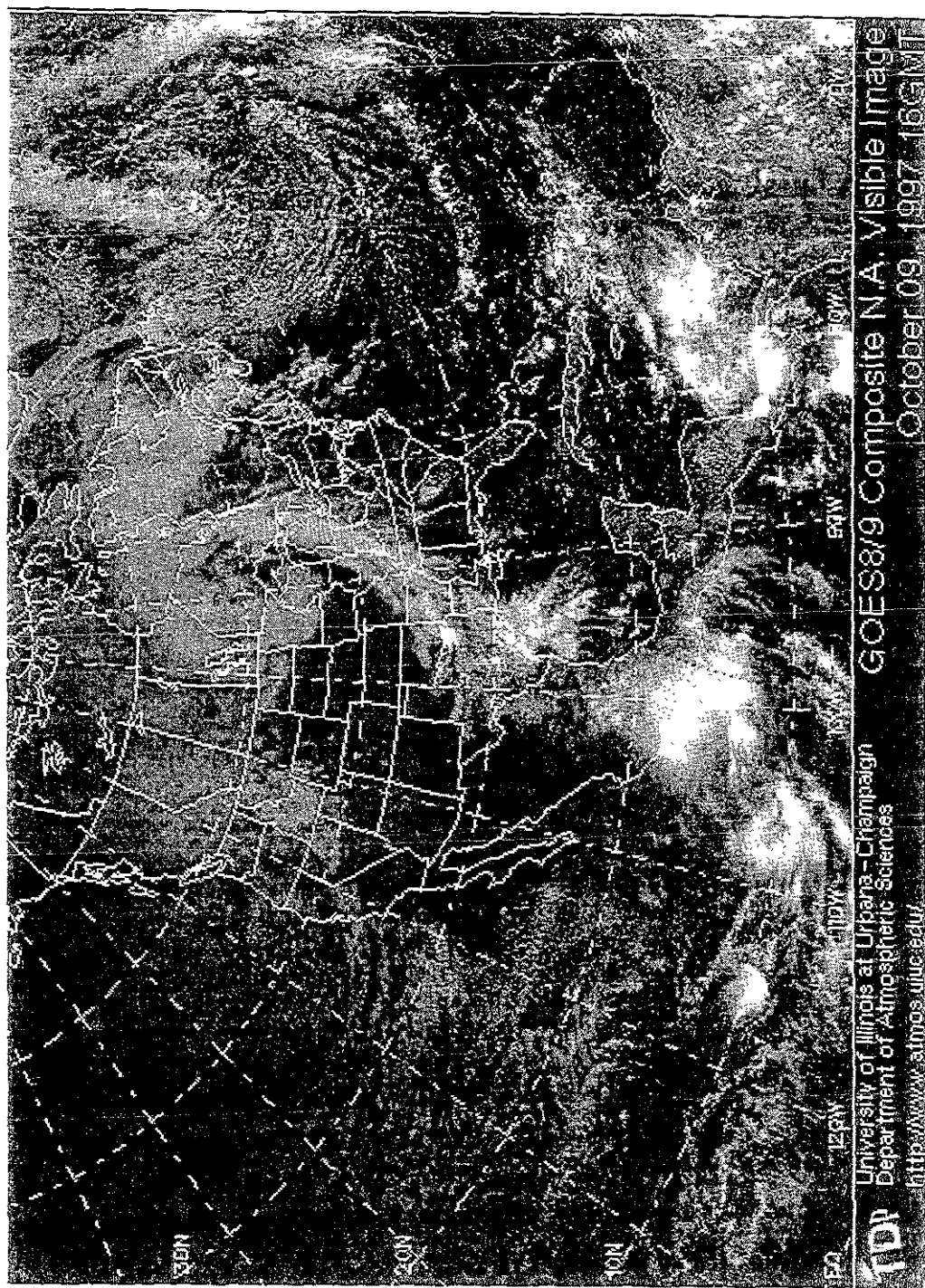


FIGURA 22. Imagen de satélite, el huracán Pauline sobre Acapulco, Gro.

En los datos históricos del Observatorio de Acapulco (1921-1997) el registro más alto de precipitación corresponde al mes de octubre del año de 1946, con 433.1 mm, el cual se rompió con una lluvia acumulada de 688.3 mm del mes de octubre de 1997, donde más de la mitad de esta cantidad fue producto del huracán *Pauline* (SMN,1980).

Los registros de la precipitación máxima en 24 horas, para el mes de octubre en el período 1940-80, indican que el día más húmedo fue el 6 de octubre de 1946 con 245.8 mm; recientemente, el día 9 del mismo mes pero de 1997, *Pauline* produjo 411.2 mm (SMN,1997).

La precipitación máxima en una hora registrada en octubre corresponde al día 15 de 1953 con 50.0 mm, mientras que la máxima para el día 9 de octubre de 1997, acumuló 120.0 mm en 60 minutos.

El 9 de octubre entre las 2 y las 6 de la madrugada se registró la mayor precipitación en el puerto de Acapulco, en 5 horas se recibió el equivalente a la tercera parte de la lluvia promedio anual (CNA, 1997) (Figura 23).

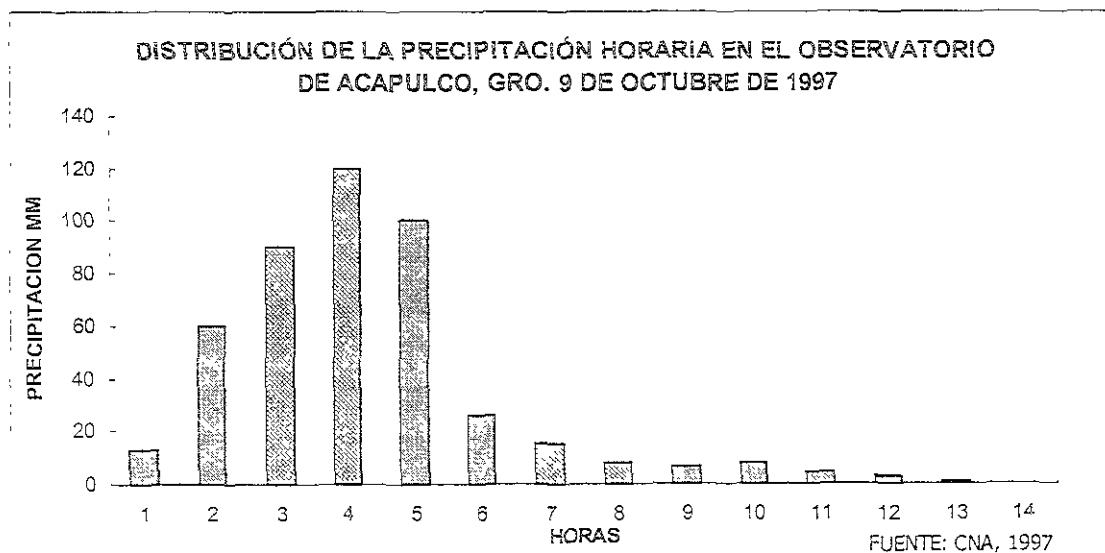


Fig. 23. Precipitación producida por el huracán *Pauline*.

Para el día 10, las precipitaciones disminuyeron y sólo en Zihuatanejo, Guerrero, se observaron mayores a 60 mm. Asimismo, en la llanura costera del Pacífico en Michoacán y Oaxaca las lluvias fueron de 40 a 60 mm (Fig.24)

Finalmente, cuando el meteoro encontró su etapa de disipación formó dos islas de lluvia entre los 40 y 60 mm, una se ubicó cerca de Apatzingan, Mich. y la otra sobre Chapala, Jalisco; también el SE de la República Mexicana registró precipitaciones menores a los 40 mm.

La precipitación que originó *Pauline* en Acapulco fue excepcional, superior a la producida por el huracán *Dolores*, el 16 de junio de 1974 con 384 mm en 24 horas, durante su paso en el estado de Guerrero, y menor que la del huracán Liza, el 1 de octubre de 1976 que acumuló 425 mm, en La Paz, BCS. Además de provocar desastres a la infraestructura, 600 pérdidas humanas y 200,000 damnificados, los daños económicos ascendieron los 700 millones de pesos en Baja California Sur, México (Tarakanov, 1982 y Jáuregui, 1987) (Figura 25).

De acuerdo con Magaña y Villanueva (1998) las lluvias en la costa de Guerrero, en especial en la región de Acapulco, fueron el resultado de la componente orográfica de la precipitación y de la convergencia de gran escala. La combinación de éstos es fundamental para episodios de lluvias intensas. En el caso de las grandes cadenas montañosas el mecanismo dominante es el forzamiento ascendente de las masas de aire por arriba del nivel de condensación, creando así las condiciones favorables para la formación de nubes cumulonimbus profundas que son capaces de mantener precipitación intensa continua.

La extensión de la zona nubosa del huracán *Pauline* abarcó un diámetro aproximado de 650 km de Norte a Sur, la nubosidad cubrió los estados de Campeche, Chiapas, Guerrero, México, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Tabasco, Tlaxcala y Veracruz

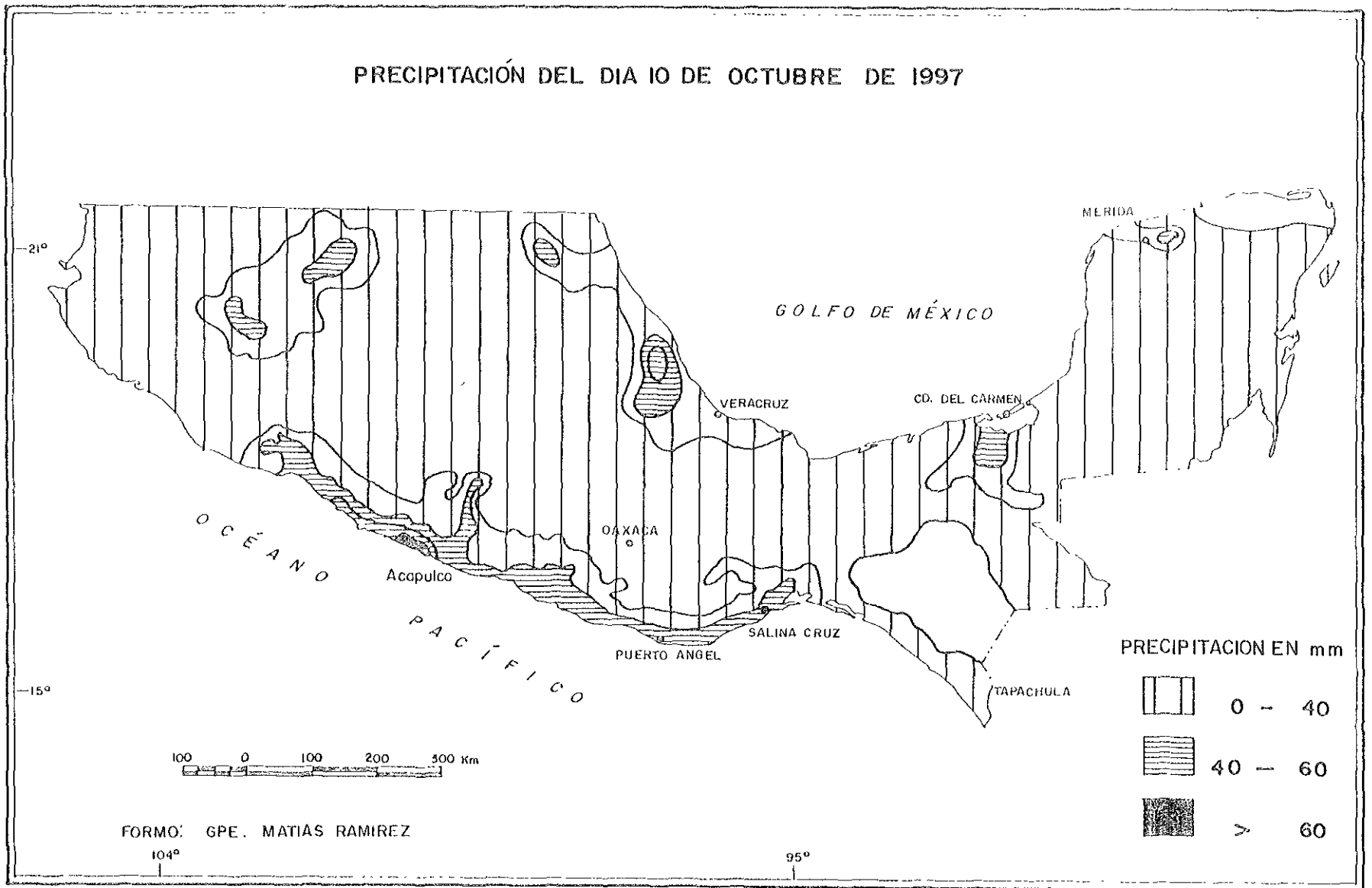


FIGURA 24. Distribución de la precipitación asociada al huracán Pauline el día 10 de octubre de 1997.

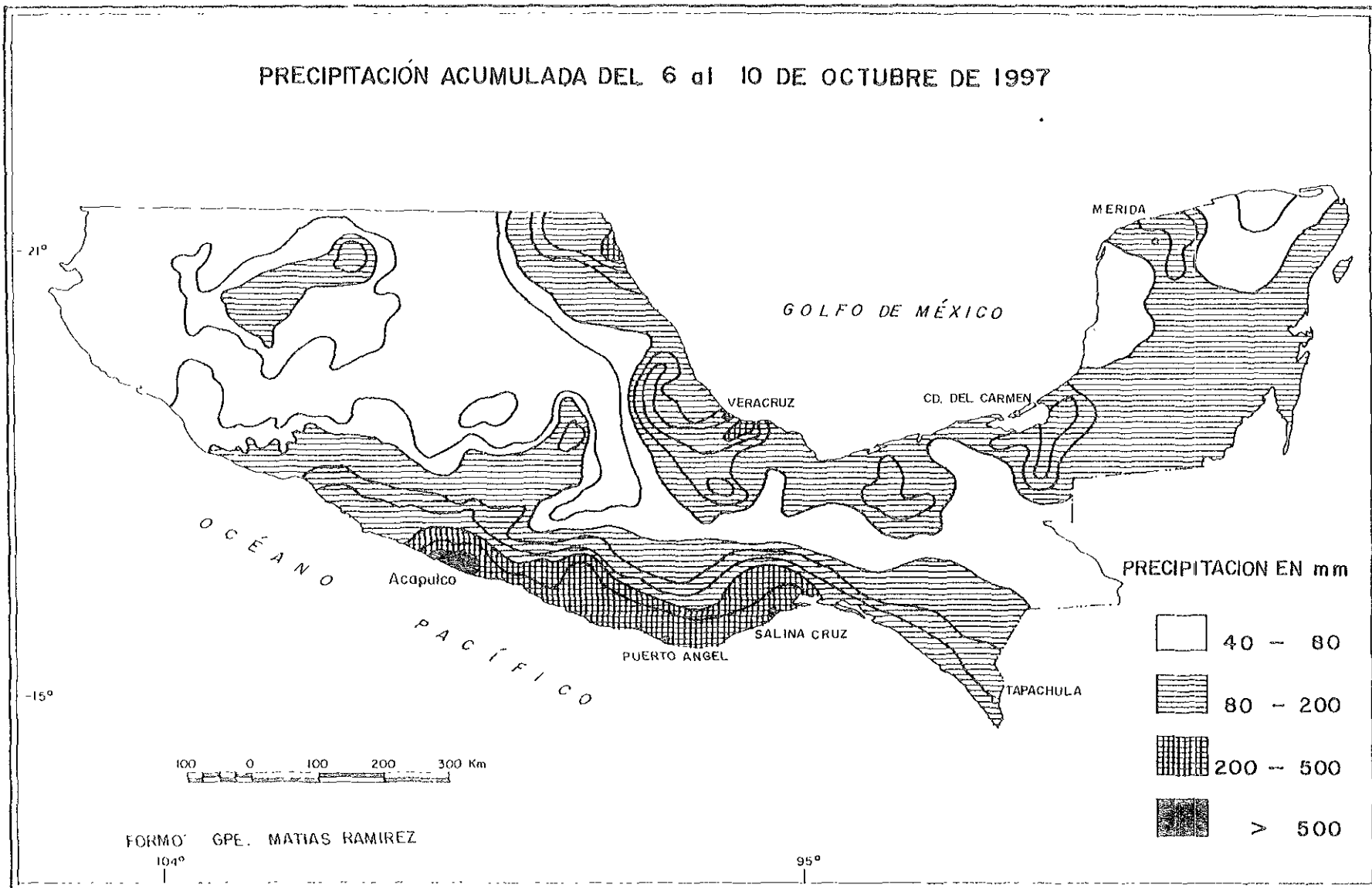


FIGURA 25. Distribución de la precipitación acumulada asociada al huracán Pauline.

Como se sabe los huracanes son centros de baja presión, la influencia de este sistema se inició a partir del 6 de octubre cuando comenzó a descender ésta, (valores de 994 mb a las 9 am), y se mantuvo por debajo de 1000 mb hasta el día 10 a las 9 pm. El mínimo de la presión se produjo a las 3 am del día 7 con un valor de 948 mb y con vientos máximos sostenidos de 215 km/h. En este día, es notable el lapso en que la presión permaneció baja (inferior a 950 mb) desde las 3 am hasta las 12 am (Serenio y Meulenert, 1998).

3.5 El huracán Pauline y el fenómeno El Niño

Los fenómenos meteorológicos mundiales en 1997 fueron de grandes dimensiones por la presencia del fenómeno El Niño. Uno de los países más afectados fue Perú, cuya principal actividad económica es la pesca, ésta disminuyó en un 80%. El niño provocó aumento en las precipitaciones en el norte del país, con riesgo a inundaciones y fuertes sequías, las pérdidas económicas ascendieron a más de 5,000 millones de dólares (El Libro del año de la Enciclopedia Británica, 1998).

El Niño 1997-98, consistió en un calentamiento local en el océano Pacífico nororiental, un desplazamiento de las precipitaciones desde el Pacífico occidental hacia el oriental, un debilitamiento de los vientos alisios (éstos invirtieron su dirección en julio, septiembre y octubre de 1997, situación que sólo se había observado en el evento 1982-83) y variaciones en el nivel del mar (OMM, 1998).

En Centroamérica y el Caribe, se observó un déficit en las precipitaciones, así como una disminución en la actividad de las tormentas tropicales y huracanes en el Atlántico norte y subtropical, durante agosto y septiembre de 1997. Aunque incrementaron las condiciones favorables para la formación de los ciclones tropicales del Pacífico NE, algunos ejemplos fueron los huracanes Olaf, Nora y Pauline, que afectaron la costa oeste de México, mientras el ciclón Linda fue el más fuerte de la temporada (Boletín OMM, 1998).

Curt (1999), explica que debido al desplazamiento de los centros de altas y bajas presiones, se presentaron grandes cambios, es decir, cuando la presión barométrica disminuyó cerca de Tahití y aumento más de lo normal en Darwin, Australia, el sistema de presión disminuyó los vientos alisios del Pacífico que van hacia el oeste, permitiendo así, que la superficie del Pacífico fuera calentada por el sol y se distribuyera hacia el este. Esto creó una banda de aguas cálidas, que recorrió el Pacífico ecuatorial. Mientras, en el Ecuador, donde la nubosidad es intensa, debido a la convergencia de los vientos alisios del norte y del sur, se formaron más nubes. Atraídas hacia el sur, por la presión atmosférica inferior, la corriente de chorro subtropical transporta las nubes del Pacífico hacia el este y aumenta la frecuencia de las tormentas en esa región. Conforme la corriente en chorro continuó su curso hacia el sur de América del norte, ésta cortó la capa superior de las tormentas del Atlántico que se dirigen hacia el oeste, reduciendo así la formación de huracanes en este océano.

Magaña, V., et al, (1999) señalan que durante el verano la República Mexicana, es afectada por huracanes, tanto en el Pacífico como en el Atlántico, dichos autores sugieren que en años de *El Niño* aumenta el número de huracanes en el Pacífico, mientras, decrecen en el Atlántico, Mar Caribe y Golfo de México. Todavía no es claro, que en gran parte del Pacífico se formaran más ciclones tropicales y si éstos tenderán a seguir trayectorias más cercanas o alejadas de las costas mexicanas, por lo que se cree que la intensidad de los huracanes puede ser incrementada debido a la ocurrencia de *El Niño*, como sucedió con Pauline. Aún no se puede asegurar que la trayectoria seguida por éste a lo largo de Oaxaca y Guerrero se debió al fenómeno climático *El Niño*. Porque cada verano existe la posibilidad de que varias perturbaciones tropicales entre a las costas del país (Gray, 1984).

Buendía, et. al, (1998) observaron que cuando existe evento *Niño*, los ciclones tropicales son muy intensos y varios alcanzan categorías cuatro y cinco de acuerdo a

la clasificación de intensidad de huracanes de Saffir-Simpson. En la temporada 1997, se tuvieron los casos de Guillermo, Linda, Nora y Pauline.

3.6 Componentes del ciclón que producen daños.

- a) Viento: la fuerza de los vientos de los ciclones tropicales, es tan potente que puede derribar construcciones, originar fuerte oleaje en el océano y elevar el nivel del mar por la baja de presión en el ojo. Además pueden persistir por horas o días, cuando el ojo del ciclón está en un lugar determinado, los vientos intensos soplan en una dirección, después permanece un periodo de calma y luego continúan los vientos huracanados en dirección contraria.

- b) Marea de tormenta: es una elevación temporal del nivel del mar cerca de las costas que se forma por el paso del huracán, debido a los fuertes vientos que soplan hacia tierra, la marejada puede alcanzar una altura mayor de 6 metros. El principal efecto es la inundación masiva de aguas marinas sobre zonas costeras, con lo cual se generan fuertes corrientes de inundación y producen erosiones por el arrastre de sedimentos.

- c) Precipitaciones intensas: Los huracanes generan grandes cantidades de humedad, que al precipitar provocan lluvias entre 70 y 400 mm, las cuales se distribuyen en un lapso de horas o días, además provoca avenidas extraordinarias, deslizamientos de tierra, derrumbes e inundaciones relámpago (Rosengaus, 1998).

3.7 Algunos efectos del huracán Pauline en Acapulco, Guerrero

La intensa precipitación ocasionó muy severos daños, como derrumbes en las cadenas montañosas que rodean a la bahía e inundaciones en las principales colonias y avenidas del Puerto de Acapulco también incrementó el nivel de los ríos de la región (Cuadro 19).

La orografía donde se ubica Acapulco es el resultado de la actividad tectónica, debido a la subducción de la placa de Cocos bajo la Norteamericana, donde se forma la Trinchera Mesoamericana y se extiende paralela a la costa desde Jalisco hasta Panamá. Además de ubicarse en la base de las montañas, que conforman la Sierra Madre del Sur.

Dos grandes bloques bordean la bahía, uno con dirección NE, hacia el norte con una altura máxima de 920 m y el segundo es el límite de ésta, con menor altitud a 460 m y corresponde al cerro El Vigía (Fig.26).

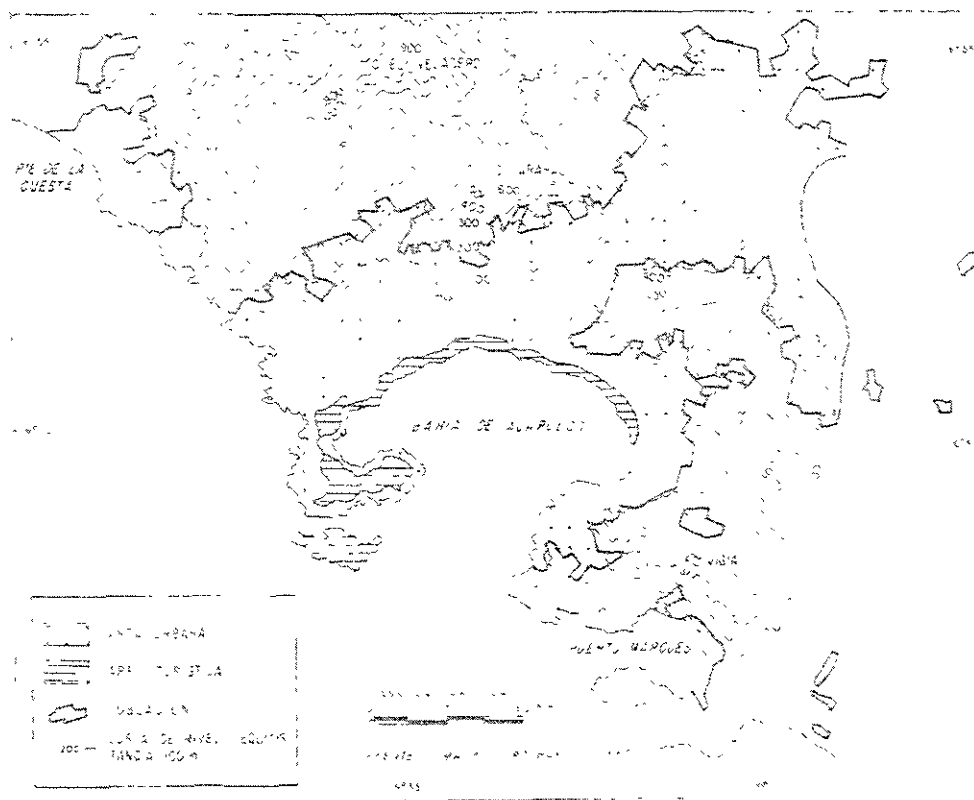


Figura 26. Relieve de la bahía de Acapulco, Guerrero.

Durante el huracán fluyen torrentes de lodo y rocas, sobre la ciudad de Acapulco, debido al crecimiento demográfico acelerado, el cual está avanzando hacia el

pedemonte y las laderas de pendiente fuerte mayores a los 15°. En éstas se genera un intemperismo físico y químico, el cual, es favorecido por los elementos climáticos extremos como temperatura y precipitación que conforman una vegetación exuberante (Lugo, et al., 1999) (Figura 27).

Los fuertes vientos del meteoro y su marea de tormenta no fueron tan significativos como para causar daños graves en la población. El mayor impacto ocurrió en la periferia de la zona de desarrollo urbano es afectada por la deforestación, donde las recientes construcciones de techo de cartón son muy débiles o se localizan sobre las barrancas, éstas no son áreas apropiadas para las viviendas y por eso se registró ahí la mayor pérdida de vidas humanas. La torrencial precipitación originó los abundantes escurrimientos que siguieron los cauces naturales, por los que el agua buscó su camino hasta desembocar en el mar, con ello se presentaron flujos de lodo, los cuales arrastraron todo tipo de material (rocas, arena, árboles, escombros, basura, etc.), y crearon grandes depósitos de arena de hasta 3 m de altura, sobre las principales avenidas del puerto, como la Cuauhtémoc y la Costera Miguel Alemán. Los daños más severos se presentaron en las laderas, donde las viviendas detuvieron gran parte de las rocas (Cuadro 20). Además de bloquear las obras elementales de drenaje, permitió que el agua reconociera su antiguo cauce y descender a grandes velocidades (50 a 80 km/h)

Cuadro 19. Efectos en la Infraestructura de Acapulco

Aeropuertos cerrados	Carreteras cortadas	Puentes destruidos	Avenidas inundadas
Acapulco	Chilpancingo-Acapulco	Barandillas	Costera Miguel Alemán (Playa Hornos)
Zihuatanejo	Escénica Vía Diamante	Cuañicuilapan	Cuauntémoc
	Tlapa-Marquelia	El Quemado	Constituyentes
	Tlatlauquitepec-Zapotitlán		Galeana
	Acapulco-Pie de la Cuesta		Ruiz Cortinez
	Tierra Colorada-Acapulco		
	Las Brisas-Aeropuerto		
	México-Acapulco km.258		
	México-Acapulco libre km.57		

Las playas sufrieron destrozos en el equipamiento urbano, servicios públicos, árboles arrancados desde sus raíces y acumulación de basura.

La subestación Puerto Marqués quedó fuera de servicio por inundaciones, hubo más de 110 000 familias sin energía eléctrica en los municipios de Ometepec, Cuajinicuilapa, Chilpancingo y Acapulco.

El río Papagayo líneas 1 y 2 de agua potable, quedaron dislocadas por la fuerza de las crecidas de los ríos desbordados, la tubería fue removida de su sitio original hasta 80 metros (Figura 28).

Cuadro 20. Daños a los asentamientos humanos en el estado de Guerrero

Inundaciones en las Colonias.	Antorcha Revolucionaria, Cd. Renacimiento, Coral, El Mirador, Emiliano Zapata, El Jardín, La Conchita, Lázaro Cárdenas, Libertadores, El Coloso, Generación 2000, Icacos, Fco. Villa, Mogimba, Paseo del Progreso, Palma Soía, Polígono D, Primero de Mayo, Simón Bolívar, Santa Cruz, Tres Palos, Vista Hermosa, Unidad FOVISSSTE (Municipio de Acapulco)
Poblaciones Incomunicadas	El Jilgueron, Cruz de Ocote, Plan Doloma, Puerto Hondo, Casa Quemada y Filo de Caballo (Municipio de Acapulco)

Cuadro 21. Daños a la Hidrología en el estado de Guerrero.

Ríos	Camarón, Cosaltepec, Copala, Coyuca, Coyuquilla, La Sabana, La Unión, Marquelia, Nexpa, Ometepec, Petatlán, Papagayo, Tecpan, Tehuehuetía, Tortolitas, Totoltepec
Presas	Infiernillo, Santo Domingo, Hermeregildo Galeana, Vicente Guerrero, La Unión, Ambrosio Figueroa, San Antonio.

El municipio de Acapulco actualmente tiene más de 600 000 habitantes, la mitad de los cuales viven en asentamientos irregulares, muchos de ellos situados cerca de los arroyos y en cerros. El huracán causó la destrucción total de 5000 casas habitación y 25000 fueron afectadas con daños menores, 3067 viviendas quedaron sin techo y más de 10 000 familias damnificadas; diariamente se recogían de 3 a 4 mil toneladas de basura y desechos en una extensión de 200 m de largo (CENAPRED, 1997).

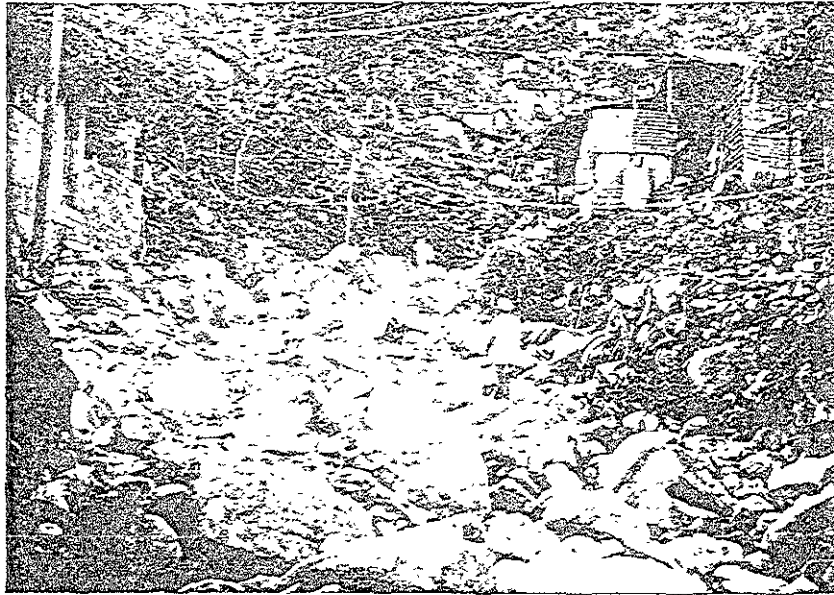


FIGURA 27. Depósito de grandes bloques en el cauce de un arrollo, que actualmente se utiliza como calle, a los lados se observan asentamientos irregulares.



FIGURA 28. Desbordamiento del río La Sabana en Acapulco, Gro. Después del paso del huracán Pauline.

En la colonia Progreso de Acapulco, el lecho seco del río Camarón, se convirtió en una crecida destructora, el agua arrastró pesadas rocas y automóviles, arrancó árboles y postes de luz, destruyó 100 casas, quedaron atrapados 150 vehículos y su fuerza arrancó la Parroquia del Sagrado Corazón (*Excélsior*, 1997).

Los daños en el sector educación fueron cuantiosos: 868 centros de Acapulco paralizaron sus actividades en los niveles de preescolar, primaria y secundaria; se reportaron 163 653 alumnos sin clases y 25 escuelas dañadas. Después de 10 días regresaron a clases 79 600 estudiantes (*El Día*, 1997).

El sector salud recibió 7500 consultas, se realizaron 300 curaciones, 121 operaciones, 514 urgencias médico-quirúrgicas (fracturas, golpes, etc.), se aplicaron 48 000 dosis de vacunas (poliomielitis, difteria, tosferina, tuberculosis, sarampión) y 40 000 de vitamina A. Se atendieron 3700 padecimientos respiratorios, 1074 casos de diarrea y 23 de cólera (*La Jornada*, 1997).

Las actividades pesqueras quedaron interrumpidas, 1000 embarcaciones varadas en el puerto de Acapulco, 35 naves destruidas, 11 motores inservibles. En la Laguna de Tres Palos se reportaron pérdidas de camarón, 105 pescadores sin trabajo, 26 consorcios perdieron lanchas, redes y motores (*La Jornada*, 1997).

También hubo pérdidas agrícolas en 140 000 ha de cultivos básicos como frijol, maíz y café, principalmente en la zona de la Sierra, 20 000 ha en el municipio de Cuajinicuilapa, 625 ha de maíz y sandía en Tecpan de Galeana, además de 6000 cabezas de ganado bovino extraviadas (SAGAR, 1997).

Los efectos del huracán Pauline en la cafecultura nacional podrían ascender a más de 80 millones de dólares, según estimaciones de la Confederación Mexicana del Café. Pauline siniestró entre 50 y 60% de las cosechas de café, lo que representa alrededor de 500 toneladas del aromático y un valor en especie superior al millón de

dólares. Entre las fincas cafetaleras más afectadas se encuentran El Mirador, Santa Clara, Los Cafetales, El Nueve, San Pablo y Rancho Viejo, donde el meteoro causó graves daños a más de mil familias que viven de ese cultivo en la zona (SAGAR, 1997).

En el ramo ecológico, el Movimiento Ecológico Mexicano, considera que tardarán hasta 15 años en recuperarse el entorno natural de la costa de Guerrero, debido a los miles de árboles y palmeras destrozadas, en extensas zonas boscosas tropicales además de las plantaciones de coco, mango, plátano, peras, tamarindo y café (PVEM, 1997).

Cuadro 22. Resumen de los desastres ocasionados por Pauline

Variables	Consecuencias
Estados afectados	Colima, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Morelos y Oaxaca.
Estados afectados seriamente	Guerrero y Oaxaca.
Municipios dañados	82
Costo de la reconstrucción	Más de 1,400 millones de pesos.
Líneas telefónicas destruidas	34,200
Albergues	63
Problema principal	Falta de agua potable
Población sin energía eléctrica	105, 000 usuarios

Cuadro 23. Resumen de Pauline en Acapulco, Guerrero

Número de decesos	147
Desaparecidos	141
Damnificados	180,000
Población afectada	9,000
Viviendas dañadas	500
Municipios semidestruídos	14
Localidades afectadas seriamente	5 (Acapulco, San Marcos, Cruz Grande, Azoyú, Cuajinicuilapa, Ometepepec).
Centros de educación sin actividades	868

Fuente: Informe General de Pauline, Secretaría de Gobernación, Noviembre 1997.

Referencias

Áreas de Riesgos Hidrometeorológicos, Geológicos, Estructuras y Geotecnia de la Coordinación de Investigación del CENAPRED, (1997) "Daños ocurridos en Acapulco por el huracán Pauline. Informe Preliminar", *Revista Prevención* (Órgano Informativo del Sistema Nacional de Protección Civil), Núm. 19, México, agosto-diciembre, 1997. 2-7p.

Arroyo, J. (1982), *Trayectorias de Ciclones Tropicales 1871- 1991*. Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM, México, D.F. A-50 pp.

Buendía, et, al. (1998). El pronóstico de la trayectoria de los ciclones tropicales en el transcurso del año de 1997. *Memorias del VIII Congreso de la Organización de Meteorólogos, A.C.* Instituto Veracruzano de Cultura, Museo de la Ciudad de Veracruz, del 28 al 30 de octubre, Veracruz, México, 135-138 pp.

Celeiro, M. y J. Hernández, (1999). Las huellas del huracán Flora de 1963, en la memoria de Cuba, *Desastres naturales en Latinoamérica*, Fondo de Cultura Económica 30 pp.

Centro de Ciencias de la Atmósfera, (1997), *Cartas del Tiempo en superficie*, UNAM, México.

Comisión Nacional del Agua, (1997), *Archivo Interno de Precipitación, octubre, 1997*, Departamento de Hidrometeorología, México.

Comisión Nacional de Electricidad (1997), *Boletín Meteorológico*, CFE, México.

Curt, Suplee. (1999), El Niño, La Niña "nature's vicious cycle", *National Geographic*, March, Vol.195, No.3, 73-95 pp.

El Libro del año (1998), *Encyclopedia Britannica Publishers, Inc.*, 147-148 pp.

Espinosa, E. (1997). *Boletín interno del Servicio Meteorológico Nacional*, México, D.F.

El Día, (1997), México, D.F Octubre 1997.

Excélsior, (1997) Diario de México, Octubre 1997.

Gray, W. 1984. *Atlantic seasonal hurricane frequency Part I. El Niño and 30 mb, quasi-bienal oscillation influences. Monthly Weather Review.* 112, 1649-1668 pp.

La Jornada, (1997) México, D.F., Octubre 1997.

Ludlum, D. (1989), *The American Weather Book*. American Meteorological Society, Boston, USA, 296 pp.

Lugo, J., Ma. T. Vázquez, J.J., Zamorano, G. Matías y Alberto Gómez (1999). El huracán Pauline en Acapulco, Octubre de 1997. *Desastres naturales en Latinoamérica*, Fondo de Cultura Económica, 18 pp.

Magaña, V. y J. Villanueva. (1998). Un modelo de predicción de lluvia orográfica en temporada de huracanes. *Memorias del VIII Congreso de la Organización de Meteorólogos, A.C.* Instituto Veracruzano de Cultura, Museo de la Ciudad de Veracruz, del 28 al 30 de octubre, Veracruz, México, 83-86 pp.

Magaña, V, J.L., Pérez, C. Conde, C. Gay y Socorro Medina. (1999). *El fenómeno de El Niño y la oscilación del sur (ENOS) y sus impactos en México*. Departamento de Meteorología general, Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM, 1-17 pp.

National Hurricane Center Miami, (1997), *Trayectory of Pauline Hurricane*. NHCM, U.S.A.

Ortíz, G. (1958). Agua potable para la ciudad de Acapulco, Gro. *Ingeniería Hidráulica en México*, Abril-Junio, Vol. XII, No.2, 31-55 pp.

Organización Meteorológica Mundial, 1998. *El Niño today*. Información tomada de Internet. [Http:// www.wmo.ch/nino](http://www.wmo.ch/nino).

Organización Meteorológica Mundial, 1998. El sistema climático mundial en 1997. *Boletín de la OMM*, Julio, Vol.47, No.3, 304-306 pp.

Partido Verde Ecológista Mexicano, (1997). *Boletín interno para los medios de comunicación*.

Rosengaus, M. 1998. *Efectos destructores de Ciclones Tropicales*. Fundación MAPFRE.RE, México, 251 pp.

Secretaría de Programación y Presupuesto, (1979), *Atlas de Huracanes*, SPP, México, 49 pp.

SAGAR, (1997), *El Municipal*, Seminario Independiente al Servicio del Municipio Libre, octubre 1997, México, D.F.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, (1982), *Normales Climatológicas*, Período 1941-1970, Dirección General del Servicio Meteorológico Nacional, México, D.F. 390 pp.

Servicio Meteorológico Nacional, (1997), *Informe Meteorológico*, Comisión Nacional del Agua, Subdirección General Técnica, Gerencia del Servicio Meteorológico Nacional. México,

Sereno, E. y A. Meulenert. 1998. Impacto del huracán Pauline de 1997 en la costa del Pacífico Mexicano en *Memorias de la Conferencia Científica sobre Ciclones Tropicales "Rodríguez Ramírez" in Memoriam*, Cd. de La Habana, Cuba del 7 al 9 de mayo.

University of Illinois, U.S.A, (1997), [http:// www.atmos.uiuc.edu](http://www.atmos.uiuc.edu)

University of Purdue, U.S.A, (1997), [http:// wxp.atmos.purdue](http://wxp.atmos.purdue).

Vázquez, C. (1998). Huracán Pauline y lluvia generada en Acapulco. Centro Nacional de Prevención de Desastres. CENEPRED, pp. 1-9. (inédito).

CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN DEL RIESGO POR HURACANES EN LA VERTIENTE DEL PACÍFICO MEXICANO.

Antecedentes

Desde la antigüedad, las personas han vivido a lo largo de las áreas costeras, así se establecieron los grandes centros de negocios en el mundo, además de incrementarse el número de asentamientos humanos, plantaciones, puertos y bases navales. Recientemente, el turismo y la expansión global de exportación orientada a la industria se ha sumado a la atracción por las localidades costeras (Blaikie, et al., 1994).

Al buscar las causas de la vulnerabilidad a los huracanes destaca que, éstos no afectan de igual forma a todas las zonas costeras.

Los ciclones tropicales son algunos de los fenómenos atmosféricos más peligrosos. Se ha comparado la fuerza que libera el huracán con la energía equivalente de varias bombas atómicas del poder de la lanzada en Hiroshima.

La acción del viento y del oleaje tiene impactos inmediatos, como la erosión, y el agua salada que se introduce a tierra puede perjudicar la economía de un país por meses o años.

En algunas áreas de la costa, se asocia a los huracanes con precipitaciones intensas que pueden provocar deslizamientos de tierra, flujos de lodo y movimiento de grandes bloques como sucedió en Acapulco, Gro., a causa del huracán Pauline en la zona del anfiteatro.

Las tormentas tropicales son todavía fenómenos impredecibles, por ejemplo, hay cierta incoherencia del por qué de la dirección, velocidad y dinámica de crecimiento de éstas, y todavía no es claro su proceso, a pesar de los grandes intentos, como la utilización de

los modelos computarizados; es necesaria la evacuación en menos tiempo, pero todavía es difícil convencer a la población de abandonar el área de riesgo e ingresar a los refugios y sólo es posible cuando ha ocurrido un fenómeno de gran magnitud con anterioridad.

Por ejemplo, después del ciclón de Bangladesh de 1984, muchos de los avisos de alerta fueron falsos, mientras en 1985 las pérdidas por el ciclón quizá fueron menores y los pronósticos han sido más verídicos, por lo que en 1991, millones de personas respondieron a las señales de alerta del gran ciclón (Nehai, 1995).

4.1 Ejemplo del impacto de ciclones tropicales en asentamientos humanos costeros.

Las migraciones a las ciudades han llegado a ser comunes en el periodo post-Colonial en todo el mundo. Hay algunas variaciones regionales, pero se observa un rápido crecimiento en las zonas urbanas del Tercer Mundo. Las poblaciones urbanas recaen en áreas aglomeradas muchas de ellas residen en áreas bajas, o con tendencia a inundaciones.

Hay ciudades costeras propensas a ciclones tropicales. Las pérdidas económicas están en función de la importancia socioeconómica que presentan las urbanizaciones en los contextos nacionales e internacionales. Algunos ejemplos son:

El huracán Camille (1969) cobró la vida de 262 personas y se perdieron \$1.4 miles de millones de dólares, en Mississippi, Estados Unidos.

El ciclón Tracy (1974) destruyó del 50 a 60% de las casas en Darwin (Australia) y causó pérdidas de 3200 millones de dólares de daños en dicha ciudad.

El huracán Gilbert (1988) fue la más poderosa tormenta que jamás se había registrado en el hemisferio norte, con una presión central de 888 mb. Viajó directamente sobre Kingston, capital de Jamaica atravesando toda la isla. Los muertos fueron 45 y los daños superaron los mil millones de dólares.

Jamaica perdió el 30% de su superficie de caña y el 54% de café y más del 90% de plátano y cacao. El huracán despojó a Jamaica de más de 27 millones de dólares de sus exportaciones al extranjero en el año de 1988-89.

En países con alta densidad de población rural y considerable inequidad en renta (utilidad, beneficio) y acceso a la tierra de trabajo, éstas son zonas costeras de alto riesgo, como Filipinas, Indonesia y Bangladesh.

En las últimas dos décadas han ocurrido eventos relevantes, los cuales han generado la muerte a más de 1000 personas y cobrado más de mil millones de dólares en pérdidas económicas, donde un 12.6% suceden en países del tercer mundo (Blaikie, et al., 1994).

Algunos fenómenos intensos fueron: el ciclón de Bangladesh, el 29 de abril de 1991, mismos que causó la muerte a 145 000 personas y pérdidas materiales por 1,385 millones de dólares, mientras, que en el Caribe y Estados Unidos de América el 4 de octubre de 1995 ocurrió el huracán Opal, el cual generó pérdidas económicas mayores a los 3,000 millones de dólares y 59 muertos. En el Océano Pacífico, Pauline (octubre de 1997) propició la muerte de más de 200 personas en México y recientemente el huracán Mitch (octubre de 1998) en Centroamérica dejó pérdidas al 50% del Producto Interno Bruto (PIB) anual de Honduras (David, 1997).

4.2 Elementos que integran el concepto de desastre

El Desastre natural tiene las siguientes características: 1. Es de gran magnitud. 2. Es repentino, por lo general sin prevención y de corta duración. 3) Causa víctimas humanas y daños económicos considerables.

Número de muertos. Lo más letal del evento, con una evacuación oportuna y algunas otras precauciones, se pueden reducir los decesos y heridos, a pesar de existir una destrucción masiva en una propiedad.

Valor del daño y pérdida. Los costos económicos de los eventos extremos, pueden ser estimados en términos del valor de la propiedad afectada, los costos de reparación y reconstrucción y las pérdidas de los trabajadores.

Impacto sobre el sistema social. En un desastre la población es afectada, es decir, la sociedad es menos estable ante una situación de desgracia, donde el orden social es realmente bajo, producto de un gran esfuerzo y resultado del colapso o conflicto económico.

4.3 Clasificación heurística basada en los diferentes tipos de vulnerabilidad (contexto social)(David, 1997)

Vulnerabilidad. Es la medida en que los fenómenos climáticos extensos pueden dañar o afectar un sistema, dependiendo no sólo de la sensibilidad del mismo sino también de la habilidad de adaptación (IPCC, 1999).

La vulnerabilidad por definición es eminentemente social en cuanto hace referencia a las características que le impiden a un determinado sistema humano adaptarse a un cambio del medio ambiente.

El que un evento o fenómeno se considere un riesgo dependerá del lugar en donde se manifieste, esté ocupado o no por una comunidad vulnerable a este fenómeno.

La vulnerabilidad total. Se define como las condiciones en las cuales se involucra al desastre natural, como es la pobreza, y al privar a una persona de su posesión; así como, la frecuencia y devastación del fenómeno.

La vulnerabilidad económica, es la marginalidad de los empleados, pérdidas de ocupación por la destrucción de los modos de producción o comercio, desempleo e inestabilidad laboral.

Vulnerabilidad tecnológica o tecnocrática. Los ricos pueden involucrarse en grandes pérdidas por desastres naturales, fundamentalmente de gran capital, para su propia sobrevivencia, que frecuentemente se compensa en grandes contrastes entre algunas zonas urbanas protegidas que son más vulnerables a los medios rurales, entre ricos y pobres de las grandes ciudades.

Se crea la degradación medioambiental que puede contribuir a la vulnerabilidad como el caso de la degradación de la extensión de tierra, la cual es seguida por episodios como las sequías, erosión y la deforestación, que puede continuar con una erosión acelerada y deslizamientos de tierra.

Vulnerabilidad a la delincuencia. Ocurre cuando las normas de seguridad, códigos y regulaciones son ignoradas o rechazadas (cuando el desastre causa masiva destrucción, corrupción en la calidad de las construcciones), inicialmente se revela, pero no puede ser satisfactoriamente analizado como apriori.

Vulnerabilidad social. Se refiere a la característica de una comunidad: los valores de autonomía, solidaridad, identidad individual y social de la agrupación y de sus integrantes para tratar de construir una nueva sociedad.

Las megaciudades constituyen áreas extensas de altas concentraciones vulnerables a la catástrofe, partiendo de un crecimiento demográfico y de una masa migratoria no planeada.

Un ejemplo, es la costa sudoriental de los Estados Unidos, con sus evacuaciones en masa, debido al avance de los huracanes en la última década. La población de este lugar está expuesta a la doble ocurrencia de estos fenómenos en por lo menos 25 años. La mitigación tiende a dividirse en dos partes, es decir, al riesgo y al desastre, en un orden a mantener los niveles estables (Pielke, 1997).

Pero, la vulnerabilidad y las pérdidas continúan, a pesar de los grandes esfuerzos por mitigar los efectos de las perturbaciones atmosféricas.

Según Pielke y Pileke, Sr. (1997), la vulnerabilidad a los huracanes se apoya dentro de un contexto social. Inclusive la vulnerabilidad, está en función con las características de los eventos en la incidencia de los lugares donde las personas están en riesgo.

Sin embargo, con el avance de la tecnología lo han hecho también las pérdidas humanas y los daños en las propiedades, debido a los eventos extraordinarios.

La vulnerabilidad social a las perturbaciones tropicales, está en función de la frecuencia y de la exposición a la sociedad hacía estos fenómenos. Si las personas no son expuestas a los huracanes o si éstos no ocurrieran (no habría incidencia), la población debería ser por lo tanto invulnerable a éstos.

4.4 Dimensiones de los agentes asociadas al riesgo y a su variabilidad.

Las dimensiones se deben a generalizar y comparar los peligros:

Dimensiones espaciales. El área extensa de peligro o daño es importante conocerlos, debido al alcance de los desastres. Algunos agentes naturales como los huracanes, tornados y movimientos en masa, afectan grandes áreas. Mientras las inundaciones pueden ser locales o en cuencas de ríos extensos o zonas costeras.

Dimensiones temporales.

Rango de inicio. Repentino, con algunas fuerzas peligrosas que afectan a las comunidades, daños menores al salvar vidas y propiedades. Algunos daños: sequías, infecciones de animales, desarrollo lento de las plantas. Otros, grandes tornados o deslizamientos rápidos de tierra, el evento viene y va. Finalmente la clase general como las inundaciones relámpago o erupciones volcánicas incluyen en un rango de casos a un incremento lento en los niveles de agua o lava.

Duración de los peligros, fuerzas o eventos. La duración puede multiplicar los problemas de los seres humanos responsables, el inicio del evento de gran intensidad sobre un tiempo corto, frecuentemente hace más severo e inmanejable a los daños. Otra vez, los deslizamientos o incendios forestales pueden ser un legado de la destrucción que en un sentido se extiende después a un gran peligro esto inmediatamente es la fase de impacto.

Frecuencias. La estimación de riesgo es comúnmente dada como la probabilidad de ocurrencia de las fuerzas peligrosas, estimadas desde la evidencia de su recurrencia en los registros de frecuencia, flujos de inundación, precipitación o temblores. Muchos eventos se consideran como regionales y aparecen también al azar en su encuentro (Pielke, 1997).

Varios tipos de desastres naturales pueden ocurrir frecuentemente. Estos pueden ser en el mismo tiempo, lugar, dimensiones y pueden generarse por causas similares, como es la escala del evento. Con la excepción de las calamidades realizados por el hombre, como las guerras, las hambrunas, incendios, contaminación, accidentes y las contiendas civiles, que son los peores daños seguidos de las catástrofes naturales (Nehai, 1995).

Los desastres pueden ser definidos como un evento, que se concentra en el tiempo y espacio, en el cual una comunidad padece severos peligros que ocurren en la pérdida de sus integrantes y de sus pertenencias físicas, la estructura social se desintegra y las ejecuciones de algunas funciones esenciales de ésta son prevenidas.

Un ejemplo, es el caso de Bangladesh, donde las tormentas ciclónicas son frecuentes en la Bahía de Bengala. En las últimas dos décadas, éstos han sido responsables de la muerte de millones de personas, considerando daños en la agricultura e infraestructura de las áreas costeras.

Bangladesh fue golpeado por uno de los más severos ciclones de este siglo, el cual mató a cerca de 140,000 personas y produjo más de 138,849 damnificados, el 29 de abril de 1991 (Nehai, 1995).

4.5 Impacto de los huracanes en la República Mexicana.

Los ciclones tropicales presentan tremendos impactos, ambos en periodos cortos y largos en la estructura socioeconómica de cada país, que es afectado. Si es predominantemente agrícola, la muerte en un gran número de ganado y aves de corral, pérdidas en las cosechas, también muchas personas pobres en medios rurales son expuestas a estos fenómenos naturales.

Los daños a las cosechas permiten, en algunos casos, los despidos eventuales de los trabajadores del campo, que no tienen otro remedio que hipotecar sus tierras como un efecto colateral de las deudas. Los ciclones, las inundaciones, erosión en los ríos y otros desastres son la causa sustancial de la destrucción de la infraestructura física y en el continente.

Los desastres causan grandes pérdidas de vida y a las propiedades pero también daños a la infraestructura y crean una ruptura en el desarrollo, así como en el crecimiento económico. Todas las actividades en desarrollo requieren una expedita inproductividad en la respuesta de los desastres.

Varios aspectos en el manejo de los desastres, incluyen: prevención, mitigación, preparación, respuesta de emergencia y rehabilitación que influyen además en el desarrollo de varios esfuerzos para minimizar las pérdidas de los recursos en cuestiones humanas y naturales.

Para que ocurra la prevención es necesario conocer el fenómeno, es decir, saber de su incidencia, está se refiere a la climatología de los huracanes cuántos, qué tan frecuente, fuertes y por su puesto dónde?

La incidencia es una función de la variabilidad climática, incluyendo intensidad, ocurrencia y frecuencia a la llegada a tierra (estos parámetros fueron explicados en capítulos anteriores, así que sólo se trataran brevemente).

La intensidad de los huracanes del océano Pacífico, Atlántico y Golfo de México en el momento de entrar a tierra se relacionan directamente con la presión barométrica, vientos y la altura de la marea de tormenta.

La ocurrencia, de los ciclones tropicales intensos son eventos irregulares que ocurren con mayor o menor frecuencia anual. Los huracanes con categoría 3,4 y 5 a lo largo de la costa oeste de la República Mexicana tienen una estrecha relación con los fenómenos de *El Niño* y *La Niña*.

Cuadro 24. Frecuencia de huracanes en el océano Pacífico según su intensidad de 1989 a 1998.

Huracán 1	Huracán 2	Huracán 3	Huracán 4	Huracán 5
32	12	16	30	7

Fuente. Resumen anual del Monthly Weather Review 1989-98

Como se observa en el cuadro 24, los ciclones categoría 1 y 4 superan los 30 fenómenos en un periodo de diez años y en menor frecuencia los huracanes más destructivos, que corresponden a la clase 5, de un total de 97 sistemas que se acercaron al país, en promedio 0.7 entran a tierra o pasan cerca del continente cada año con categoría 5 en el Pacífico.

4.6 Distribución de la población expuesta a los huracanes en el Pacífico Mexicano

La exposición se refiere al número de personas y cantidad de propiedades que son amenazadas por los huracanes, el número de personas expuestas y la cantidad en los daños en las propiedades.

Para conocer el riesgo de la población hacia fenómenos naturales como son las perturbaciones tropicales, es necesario identificar desde qué momento los habitantes de la República Mexicana y en particular, los pobladores de la costa del Pacífico han estado expuestos a estos fenómenos.

Se estudia la distribución histórica de la población, según el mapa del mismo nombre del Atlas Nacional de México (1992), del que destacan tres etapas, según los cambios importantes del crecimiento demográfico del país.

En el conteo de las localidades se tomó como límite del parteaguas continental hacia la vertiente del océano Pacífico.

Etapa I. 1520-1640, abarca el periodo de la Conquista y la Colonia. Se caracteriza por epidemias de varias enfermedades como viruela, paperas, tifus, sarampión y pestes; afectaron principalmente a las tierras calientes de las costas, y en menor grado a las zonas de montaña. Las enfermedades se extendían ayudadas por el hambre y la sequía. Los contagios se extendieron hacia las regiones visitadas por los españoles (Gerhard, 1986).

La población indígena comenzó a declinar en forma violenta con la conquista y fluctuó ampliamente durante la Colonia (INEGI, 1994).

La ruptura del orden socioeconómico y cultural, además de las enfermedades traídas de Europa y África, con las que los indígenas se encontraban indefensos, son causa del derrumbe de la población. También la violencia de la conquista y la dominación influyeron en el decremento de los pueblos.

La población de la mayoría de las localidades dominante era menor a 5000 habitantes. Sin embargo, los residentes entre 5001 a 15,000, se encontraban en San Luis Acatlán, Guerrero; Santiago Ixtlayutla y Santa Cruz Xitla, Oaxaca. En la figura 29 es representativo el estado de Guerrero, es decir, había 45 localidades en todo el estado con una población inferior a 5000 personas.

Para el periodo de 1640-1821 se observa un incremento en la población, se formaron nuevos asentamientos menores a 5000 personas .

LOCALIDADES EXPUESTAS AL RIESGO POR CICLONES TROPICALES DURANTE 1520-1640

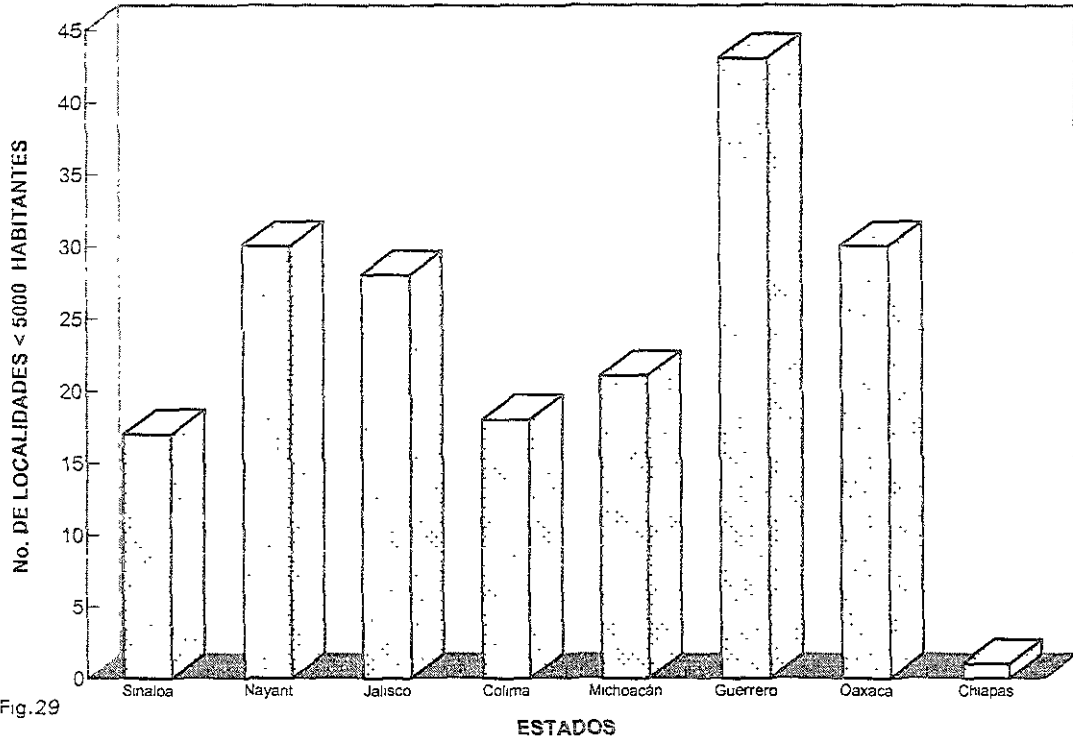


Fig.29

LOCALIDADES EXPUESTAS AL RIESGO POR CICLONES TROPICALES DURANTE 1640-1821

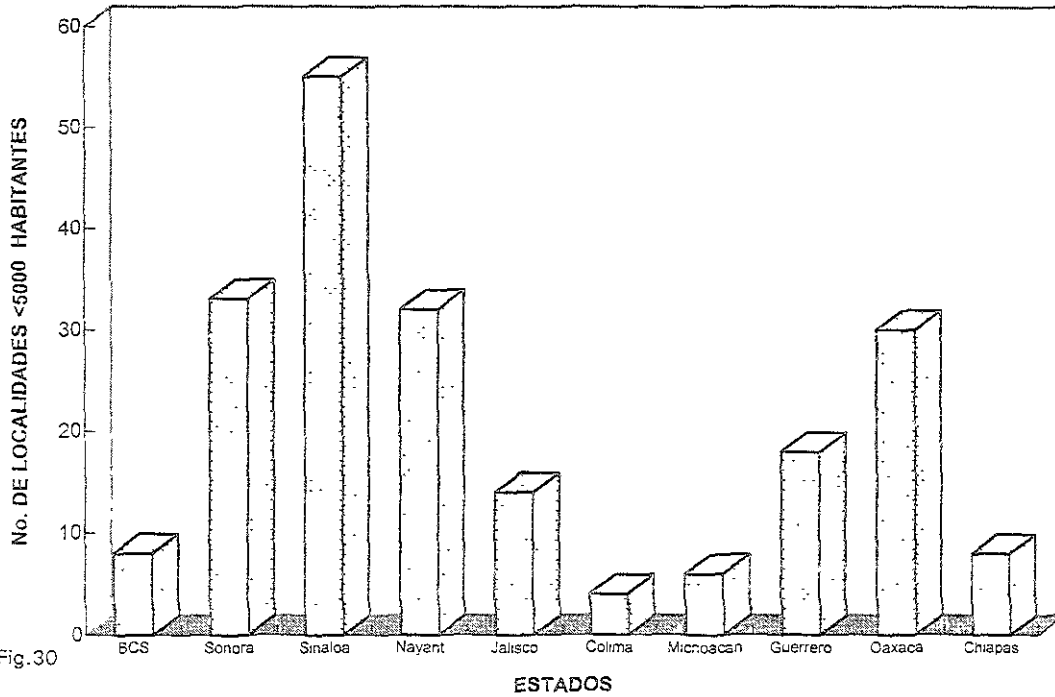


Fig.30

En la figura 30, se observa un decremento en los estados de Colima y Michoacán. Entre las poblaciones menores a 15,000 habitantes está Acaponeta (Nayarit); entre los menores a 50,000 la ciudad de Oaxaca, Oax. y mayor a 50,000 en Guadalajara, Jal. Aunque el estado de Sinaloa registraba 58 localidades con menos de 5000 gentes, que comparado con la etapa anterior duplicaba su número de localidades existentes.

Esta etapa es representativa por la recuperación de la población indígena y por la división de castas. Además se consolida el proceso de mestizaje, se formó una nueva sociedad que incluía dos mundos: el de la *República de los Españoles* y el de la *República de los Indios*, dicha sociedad se creó bajo un sistema de desigualdad social, despotismo político y dependencia colonial (INEGI, 1994).

Varias enfermedades se extendieron en la Nueva España, como viruela, peste con escalofrío y fiebre entre los indios y españoles. Comenzaron algunas diferencias regionales en la composición racial entre la población indígena y la población negra o *pardos*.

Etapa III, 1821-1899. Corresponde al periodo independiente y las influencias emanadas de los procesos de desarrollo de las fuerzas productivas y de la población que se produjeron en los países que experimentaron la Revolución Industrial. Además de la etapa Porfirista (1877-1911) en su primera fase y la Restauración de la República (1867). Asimismo, en 1895 se levantó el primer Censo de Población del que resultó una cifra de 12.6 millones de habitantes (Alva, 1976).

Mientras, crecían poblaciones como las capitales de estado con habitantes entre 15,000 y 50,000: Hermosillo, Son; Mazatlán, Sin; Guadalajara, Jal; Tepic, Nay; Colima, Col; Morelia, Mich ; Oaxaca, Oax y San Cristóbal de las Casas, Chis. En la figura 31 se aprecia un incremento en el número de localidades del estado de Sonora, así como en el de Chiapas y ahora Jalisco presenta un decremento en las mismas.

Asimismo, durante el período de lucha armada y de la máxima violencia revolucionaria de 1910-1920, no sólo se detuvo el crecimiento de la población, ésta declinó en su número debido también al elevado índice de defunciones ocasionadas por *la influenza española* y el volumen de los pobladores que emigraron hacia Estados Unidos.

De 1920 a 1930, la población experimentó un cambio demográfico de descenso en los niveles de mortalidad, que alteraron su evolución y comportamiento de un régimen de crecimiento moderado a un crecimiento en constante aceleración.

Una vez recuperada la población de los estragos de la Revolución, se aceleraron los ritmos de crecimiento y en 1940 los habitantes del país sumaron 20 millones, en la llamada etapa de desarrollo económico, sustentado en un proceso de acumulación de capital y el uso de una abundante mano de obra, promovido por una política de industrialización.

Desde principios del siglo hasta 1940, los niveles de natalidad eran elevados, pero también la mortalidad, por lo que el crecimiento demográfico no era muy grande. Es hasta mediados de la década de los setenta cuando la mortalidad se estabiliza y la natalidad empieza a reducirse por el acceso a los servicios de salud. Para este momento la población de los estados costeros es de 13,534,594 habitantes.

Durante el presente siglo la población total aumentó casi 5 veces: en 1900 había 14 millones de habitantes mientras que en 1990 eran 81.1 millones y en 1995 subió a 91,158,290 habitantes. Esto permite apreciar el reto que representa al país el suministro de alimentos, servicios y empleos para una población creciente (INEGI, 1994) (Fig.32).

LOCALIDADES EXPUESTAS AL RIESGO POR CICLONES TROPICALES DURANTE 1821-1899

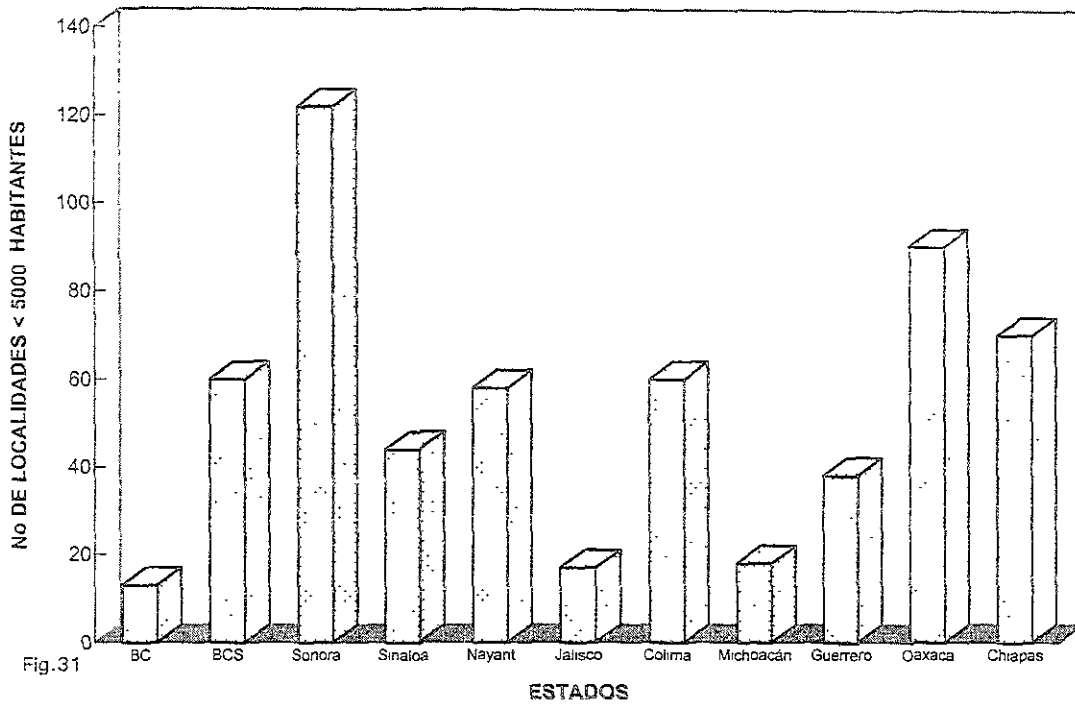


Fig.31

NÚMERO DE HABITANTES EXPUESTOS AL RIESGO POR CICLONES TROPICALES EN EL PACÍFICO MEXICANO DURANTE 1995

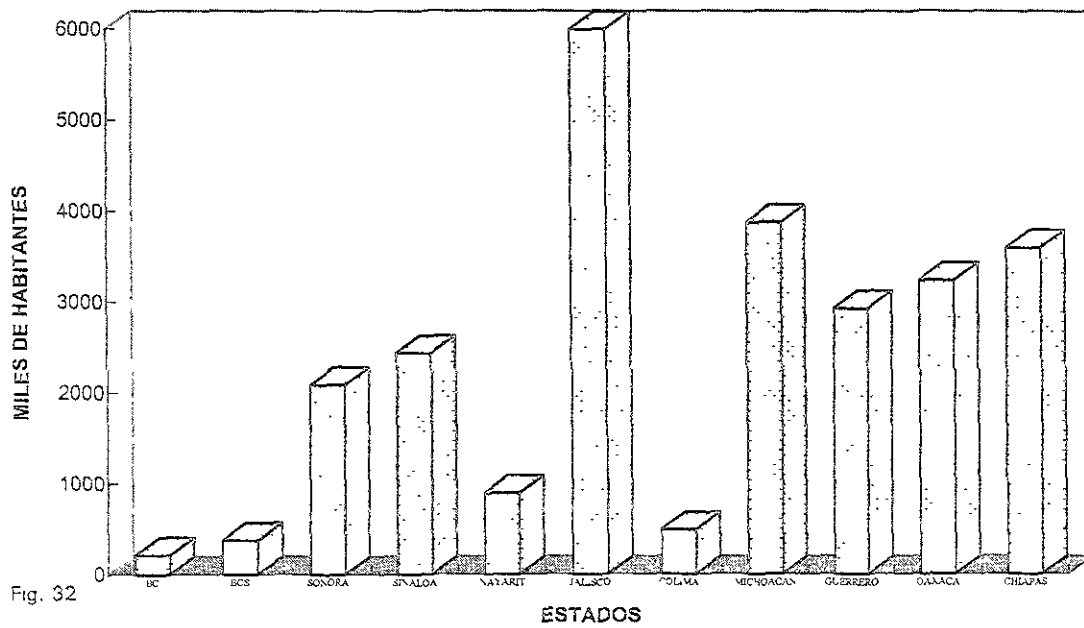


Fig. 32

En resumen, en el periodo de 1520 a 1900 no se conoce con exactitud la frecuencia de las perturbaciones tropicales en la región, pero considerando que fueron iguales a las de los últimos 53 años, la población afectada sería muy inferior debido a que no había tantos asentamientos humanos como ahora.

Distribución de la población costera del Pacífico mexicano en 1995.

De un total de 93 municipios costeros, en 11 estados con vertiente al Pacífico, a lo largo de 8,475 km, para el año de 1995 había un total de 27,975,603 habitantes que representan el 30.6% de la población nacional.

Además de 74 asentamientos humanos categorizados como urbanos (con más de 15,000 habitantes, criterio de Unikel), cuatro capitales estatales se ubican en municipios con costa, con una población mayor a 500 000 habitantes: Mexicali, Hermosillo, Culiacán y La Paz.

Sin embargo, también hay 18 municipios con ciudades medias (entre 100,000 y 999,999 habitantes).

La franja costera estatal con mayor número de ciudades en 1995 corresponde a los estados de Sinaloa, Sonora y Baja California. No obstante, Baja California Sur abarca todo su territorio (Cuadro 25).

Las ciudades medias se concentraron en la zona fronteriza del norte en Baja California y Sonora, en contraste con la zona centro-sur costera: Jalisco, Colima, Michoacán y Oaxaca, que sólo presentan ciudades pequeñas.

Los municipios cuya cabecera supera el medio millón de habitantes son Mexicali, Tijuana, Acapulco, Culiacán y Hermosillo.

Cuadro 25. Población vulnerable a perturbaciones ciclónicas en los municipios costeros del Pacífico mexicano durante 1995.

Estado	No. de Municipios Costeros	Población Afectada	Población Estatal	% de población afectada respecto a la estatal
BC	3	2002915	2112140	94.8
BCS	5	375494	375494	100.0
Colima	3	227635	488028	46.6
Chiapas	10	595218	3584786	16.6
Guerrero	12	1127246	2916567	38.6
Jalisco	5	245879	5991176	4.1
Michoacán	3	188146	3870604	4.8
Nayarit	7	360363	896702	40.1
Oaxaca	24	515574	3228895	15.9
Sinaloa	10	1998325	2425675	82.3
Sonora	11	1498645	2085536	71.8
Total	93	9135440		

Fuente: Censos de Población y Vivienda Estatal, 1995

Padilla y Sotelo, et al. (1997) mencionan en su estudio sobre el proceso de urbanización de las costas, que los municipios costeros reportan el más elevado grado de urbanización en ocupación con el nivel nacional y los estados costeros donde se insertan.

En las ciudades medias en crecimiento, como Hermosillo, Tijuana y Ensenada, se ubican diversos tipos de industrias maquiladoras con capital norteamericano, mexicano o mixto. Mientras que Mexicali, Ciudad Obregón, Culiacán, Mazatlán y Los Mochis, son impulsadas por una agricultura altamente capitalizada orientada hacia la exportación. Asimismo, en Acapulco la industria turística crece.

Nuevas ciudades medias surgidas de ciudades pequeñas como Tapachula, ciudad costera y fronteriza con Guatemala, está asociada a un distrito de riego con importante producción agrícola. La Paz es una Ciudad turística con un papel comercial especial en la península de Baja California, funge como enlace económico con el centro del país a través de Mazatlán.

Nuevas ciudades pequeñas surgidas de asentamientos rurales: en el ramo turístico son: Zihuatanejo y Cabo San Lucas. Con Industria petrolera: Gabriel Leyva (Los Mochis) y Compostela (entre Mazatlán y Puerto Vallarta). Un Eje turístico en Tecpan y Petatlán, Gro., además de desarrollarse una actividad agrícola tradicional.

Se hizo la estimación de la población vulnerable a las perturbaciones tropicales, en las seis regiones importantes, que García Amaro (1997) localizó de acuerdo con la frecuencia con que inciden estos fenómenos. Así, es posible calcular cuántos habitantes están más expuestos a los ciclones tropicales.

En primer lugar, una zona de muy alto riesgo, el área que comprende a los estados de Jalisco, Colima y Michoacán (Cuadro 26).

Cuadro 26 . Población vulnerable en la región de riesgo muy alto Colima

ESTADO	POBLACION	CABECERAS MUNICIPALES
Colima	488028	10
Jalisco	464251	25
Michoacán	106264	5
Total	1058543	40

Esta región involucra a 3 estados, Colima en su totalidad, mientras que Jalisco y Michoacán, representan el 7.7% y el 2.7% de su población total. Comprende 13 cuencas hidrológicas que afectan su infraestructura de comunicaciones, por ejemplo, la

carretera costera que comunica a estos tres estados sufre los estragos de las perturbaciones tropicales, año tras año y en algunas ocasiones incomunica a diferentes localidades en la ruta. Se le denominó a esta región con el nombre de Colima, por presentar dicha ciudad la mayor población vulnerable (Fig.33)

Hay también dos regiones de riesgo medio, a la primera que abarca los estados de Michoacán y Guerrero, se llamará José Azueta, a la segunda que se localiza en la costa chica de Guerrero se nombró Acapulco, ambas suman 1,600,000 habitantes vulnerables a perturbaciones ciclónicas. Si bien en la última se concentran más de un millón de residentes, esto se explica, porque ahí se concentra el centro turístico más importante de la costa del Pacífico mexicano que es el Puerto de Acapulco (Cuadros 27 y 28).

Cuadro 27. Población vulnerable en la región de riesgo medio José Azueta

ESTADO	POBLACION	No. CABECERAS MUNICIPALES
Michoacán	179287	1
Guerrero	244768	5
Total	424055	6

Cuadro 28. Población vulnerable en la región de riesgo medio Acapulco

ESTADO	POBLACION	No. CABECERAS MUNICIPALES
Guerrero	1171693	9
Total	1171693	9

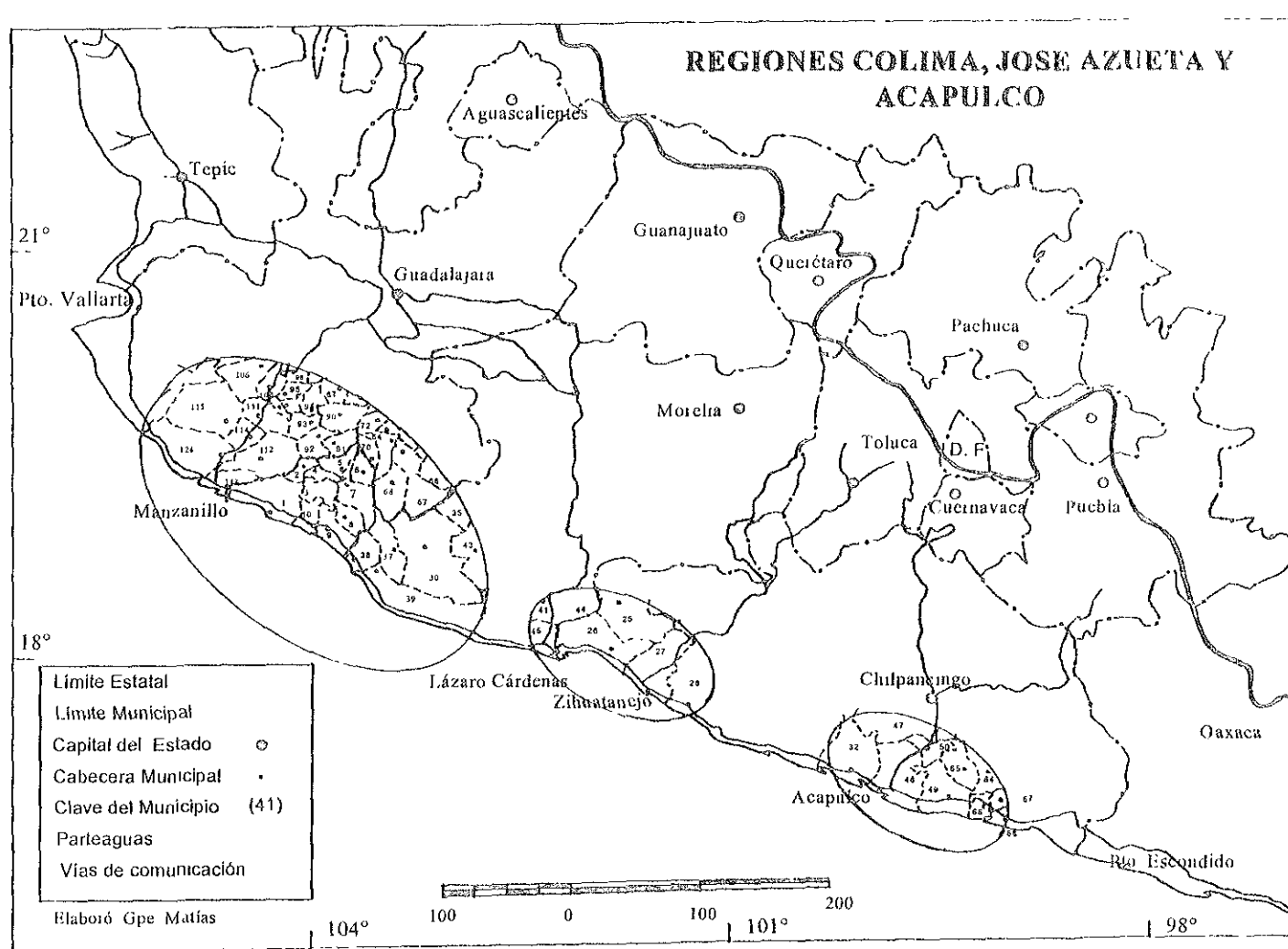


FIGURA 33. Regiones de Riesgo Ciclónico para el Pacífico Central

Acapulco, en la década de los años treinta era una población de pescadores con apenas 6,529 habitantes. En los años 40 y 50 se poblaron las zonas del norte y centro de Acapulco, además de las alledañas a la entonces zona hotelera, entre el centro e Icacos, es decir, en zonas planas o con muy poca inclinación.

Entre la década de los años 60 y 70 se registró un incremento de los residentes, afectando así las laderas montañosas del anfiteatro de la bahía y se produjeron los primeros asentamientos como: Las Cruces y La Sabana en el norte, Puerto Marqués en el este y Pie de la Cuesta en el oeste.

En los años 1980 la urbanización creció en las áreas más altas del anfiteatro, construcción de asentamientos en la periferia de Acapulco como las colonias Emiliano Zapata y Renacimiento.

Los problemas causados por el crecimiento urbano a gran escala, sobre todo en los cerros y alrededor de la bahía, se deben a la falta de agua potable, la insuficiente red de energía eléctrica, así como de canales pluviales, pésima calidad de los materiales usados para la construcción, enorme cantidad de aguas negras y desechos en la bahía, todo ello producto de un auge en la actividad turística (CIETAL, 1990).

De la misma manera se encuentran dos regiones de riesgo alto en el estado de Sinaloa. La más importante es la de Ahome, con una población vulnerable mayor al millón de habitantes. Esta la componen 9 municipios y 7 cabeceras municipales (Fig.34 y Cuadro 29)

Asimismo, la región de Mazatlán, abarca al estado de Sinaloa, y además a un municipio de Durango y cuatro de Nayarit, éstos superan el medio millón de habitantes expuestos a ciclones tropicales cada temporada (Cuadro 30)

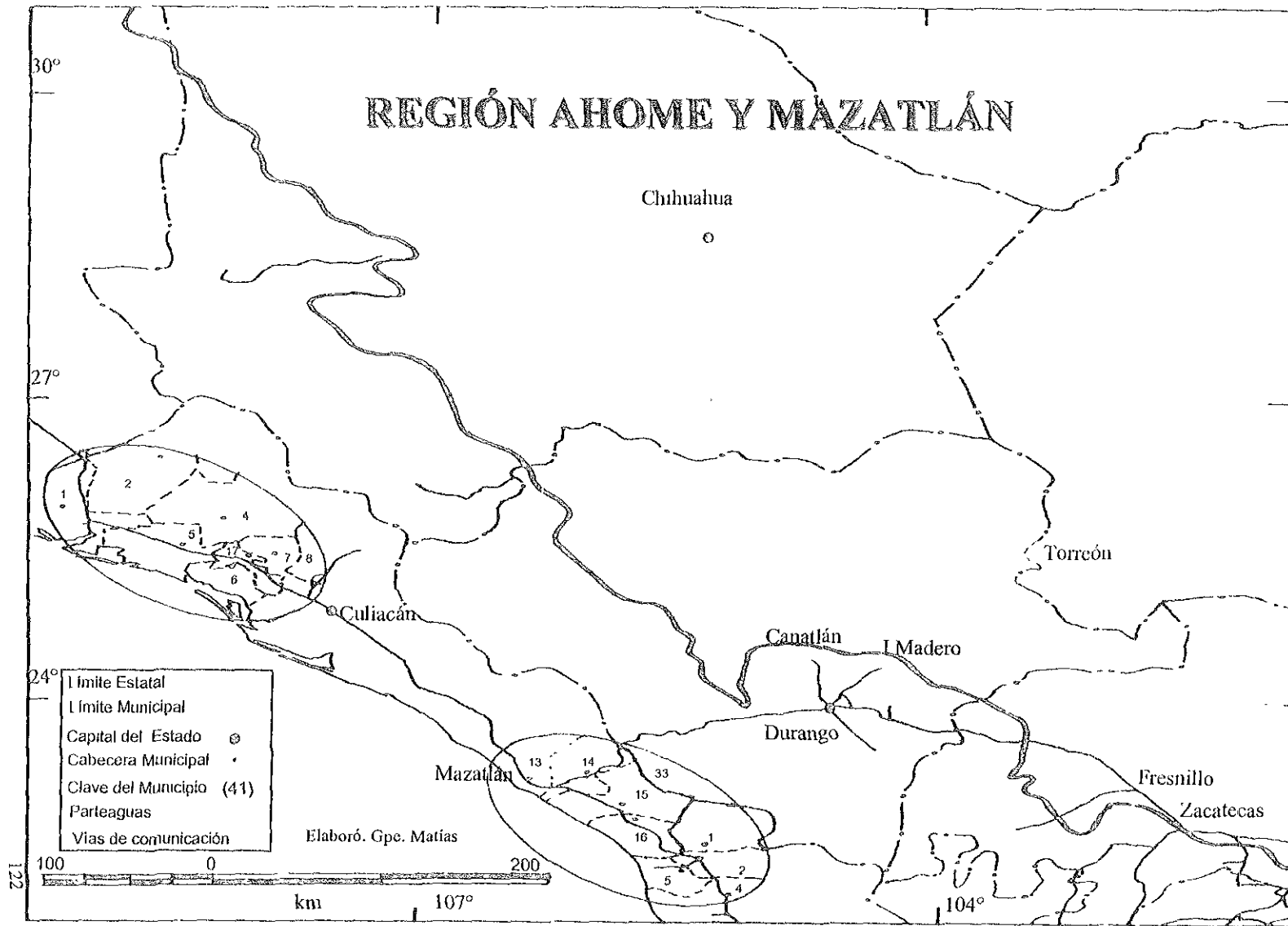


FIGURA 34. Regiones de Riesgo Ciclónico en el Estado de Sinaloa.

Cuadro 29. Población afectada en la región de riesgo alto **Ahome**

ESTADO	POBLACION	No. CABECERAS MUNICIPALES
Sinaloa	1033700	7
Total	1033700	7

Cuadro 30. Población afectada en la región de riesgo alto **Mazatlán**

ESTADO	POBLACION	No. CABECERAS MUNICIPALES
Sinaloa	484116	4
Durango	43909	-
Nayarit	117329	4
Total	655598	8

En la península de la Baja California, la región de La Paz presenta riesgo medio, con más de 200 mil personas afectadas por dichas perturbaciones, está integrada por dos municipios, Los Cabos y La Paz, está última es cabecera municipal. Hacia el norte las perturbaciones se detienen por la corriente fría de California que los lleva a internarse hacia el Pacífico Norte, donde culminan generalmente como depresiones ciclónicas (Fig.35)

Cuadro 31. Población afectada en la región de riesgo medio **La Paz**

ESTADO	POBLACION	No. CABECERAS MUNICIPALES
BCS	253449	1
Total	253449	1

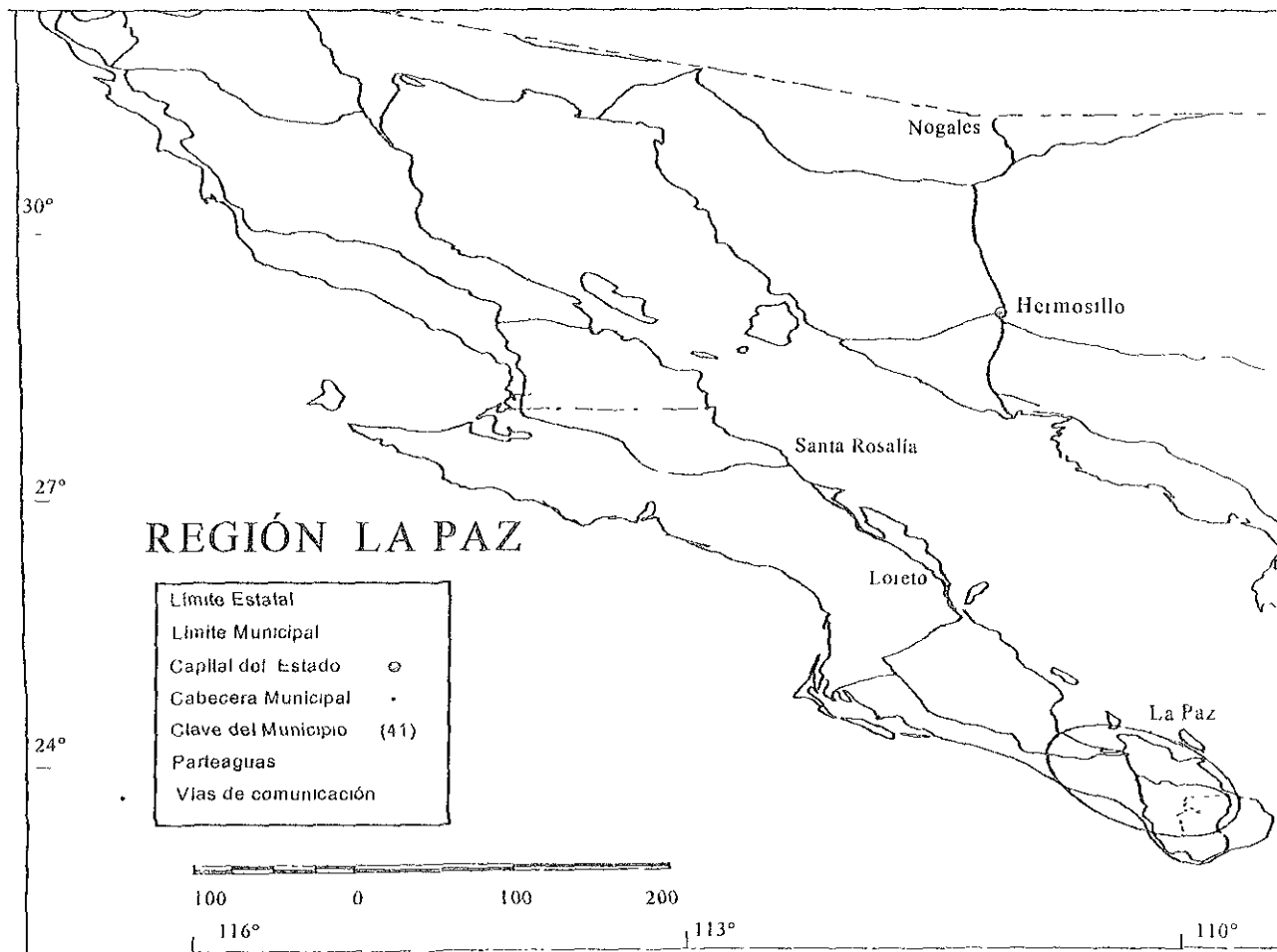


FIGURA 35. Regiones de Riesgo Ciclónico en el Pacífico Norte.

4.7 Acciones para mitigar el riesgo ciclónico.

La prevención contra los huracanes, tiene por objetivo impedir que se produzca un desastre como resultado de su ocurrencia. Hay diferentes medidas las cuales se anotan a continuación.

1. Medidas territoriales. Al aprovechamiento del territorio que se aplican para fines normales de carácter ambiental, social y económico.
2. Medidas jurídicas. Para la entrada en vigor de la delimitación de zonas y otras disposiciones destinadas a controlar el tipo de actividad, la densidad y el riesgo del desarrollo.
3. Medidas gubernamentales. Para adquirir terrenos mediante expropiación forzosa, con el objetivo de modificar el aprovechamiento de tierras existentes.

Para proteger a la población y sus propiedades se han hecho en muchas partes del mundo trabajos de ingeniería, como los destinados a controlar avenidas en el cauce de los ríos y a la protección de las mareas de tempestad y olas, para controlar el agua cuando ha invadido las tierras.

Las obras de construcción no pueden garantizar por sí solas, la total eliminación de las catástrofes, los terraplanes, presas, malecones y rompeolas son eficaces para reducir las inundaciones en las riberas propicias, situadas en ambos lados de los ríos y constituyen también una barrera para el cauce del mar, ante el impulso de las tempestades.

Por consiguiente, es esencial que estas medidas de control de las inundaciones estén acompañadas de otras, como el control del aprovechamiento de las tierras, los códigos de construcción diseñados con las expectativas de la comunidad hacia la incidencia de

ciclones y la evaluación de planicies, con la ayuda de los factores climatológicos, para así plantear de manera eficaz la protección de vidas y propiedades (Pielke, 1997).

Algunas normas de construcción tratan:

- a) Los fines para los cuales el edificio ha de construirse y utilizarse.
- b) Criterios que han de seguir para dar a la estructura una fuerza necesaria.
- c) Especificaciones y características de resistencia de los materiales utilizados.

A consecuencia de los daños provocados por el huracán Pauline en Acapulco, Gro., las áreas de instrumentación y riesgos hidrometeorológicos del Centro Nacional de Prevención de Desastres, diseñaron para esta ciudad un sistema de alertamiento contra escurrimientos importantes a partir de lluvias ciclónicas. Este consiste en una red telemétrica de quince pluviómetros, distribuida en la cuenca de la bahía de Acapulco, para medir las precipitaciones mediante un modelo lluvia-escurrimiento y estimar la cantidad de agua que fluya por los cauces más importantes. En caso de exceder cierto flujo se activa una señal de alarma para avisar con anticipación de la ocurrencia de un evento, a las autoridades de Protección civil de Acapulco.

El sistema de alertamiento consta de tres niveles de aviso.

1. Consiste en la identificación de huracanes mediante imágenes de satélite y de la recepción de información de los boletines del Servicio Meteorológico Nacional.
2. Cuando el ciclón tropical está a una distancia de 400 km del puerto y las imágenes de radar muestran que las precipitaciones podrían ser importantes, en esta fase se intensifican los avisos a la población a través de los medios de comunicación.
3. Se basa en la información de las estaciones pluviométricas de la red telemétrica y los escurrimientos generados por las lluvias en cada subcuenca, esto proporciona un criterio de ayuda a las autoridades de protección civil para decidir las medidas de prevención que procedan ante la ocurrencia inminente en 1 a 2 horas de un evento (Domínguez, et. al., 1998).

Para los huracanes las normas de protección son:

Contra vientos.

- a) Reforzar tejados, muros y cimientos.
- b) Cubrir las ventanas con fuertes postes.
- c) La estructura debe estar firmemente anclada con los cimientos.
- d) Calcular la estructura para que resista la presión de los vientos (400 km/h).
- e) Como medida natural de protección de edificios, es la plantación de árboles de mediana altura y raíces profundas, colocadas alrededor de la vivienda y a una distancia mínima de 15 metros.

Contra inundaciones.

- a) Adecuada elevación de la base y planta baja de los edificios.
- b) Suficiente fuerza para resistir la presión del agua y el movimiento de la misma a gran velocidad.
- c) Evitar la utilización de materiales que puedan deteriorarse con el agua.
- d) Edificar en zonas altas o sobre pilares de hormigón introducidos en el suelo, de modo que el piso bajo de la estructura quede por encima de los niveles más altos de agua esperados.

Acciones estructurales. Están constituidas por obras hidráulicas destinadas al control de inundaciones.

Obras de regulación. Son fundamentalmente presas, para almacenamiento temporal y parcial de las crecientes y descarga controlada. En México las presas principales para regulación de avenidas se han construido en las cuencas de los ríos Grijalva, Papaloapan, Fuerte, Santiago y Balsas.

En los últimos años se ha dado mayor importancia a obras de mejoramiento de cuencas:

- Reforestación.
- Terraceo.

-Presas pequeñas para retención de azolves.

Mediante ellas se disminuye y regula el escurrimiento superficial, para contrarrestar los efectos negativos de la urbanización.

Obras de rectificación. Su función es facilitar el transporte rápido del agua por su cauce, mediante el dragado de los ríos para conservar su profundidad original y disminuir las posibilidades de que ocurra un desbordamiento. Consiste en:

-Dragado de cauces.

-Incremento de pendiente mediante corte de meandros.

Obras de protección. Consiste en bordos.

-Longitudinales. Se establecen a lo largo de una o ambas márgenes del río, su función es mantener el agua dentro del cauce.

-Perimetrales. Su función es evitar que las inundaciones alcancen poblaciones o zonas de gran importancia económica.

Todas estas medidas requieren información elemental, relacionadas con la precipitación y el caudal de los ríos, para conocer el momento de emergencia, su capacidad, puntos críticos, pendientes, etc.

Para ello es necesario generar mapas de riesgo, donde se delimiten las zonas propensas a inundaciones o mareas de tormenta y pendiente del terreno. También serán útiles para las actividades de protección contra los desastres naturales, ya que permiten determinar las áreas que deben ser evacuadas y por lo tanto las posibles salidas.

REFERENCIAS

- Alva, Hernández Francisco. 1976. *Centro de Estudios Económicos y Demográficos*, COLMEX.
- Blaikie, P., T, Cannon, I, Davis and B. Wisner. 1994. *At Risk, Natural Hazards, people's vulnerability and disasters*. Routledge, London, 147-167 pp.
- CIETAL. 1990. *Acapulco, Perla del Pacífico*. Octubre-Diciembre, Año 1, No. 1, Vol.1, Organo Informativo del Centro de Investigaciones y Estudios de Turismo en América Latina, 62-70 pp.
- David, Alexander. 1997. The study of Natural Disasters 1977-1977, Some reflections on a changing field of knowledge, *Disasters*, 21(4), 284-304 pp.
- Domínguez, R.; O. Fuentes y Fermín García. 1998. *Fascículo de huracanes*. Centro Nacional de Prevención de Desastres. Secretaría de Gobernación, 18-21 pp.
- Gerhard, Peter. 1986. *Geografía Histórica de la Nueva España 1519-1821*, UNAM, México, 23-26 pp.
- Hewitt, Kenneth. 1997. *Regions of Risk*. A geographical introduction to Disasters, Longman, England, 389 pp.
- INEGI, 1994. *Estadísticas Históricas de México*, Tomo I, INEGI, Aguascalientes, 1-6 pp.
- INEGI, 1996. *Conteo de Población y Vivienda 1995*. Estados Unidos Mexicanos. Resultados preliminares, BC, BCS, Colima, Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa, Sonora.

Instituto de Geografía. 1992, *Atlas Nacional de México*, Vol.1, UNAM, México.

IPCC, 1999. *Informe Tercero de Evaluación* (TAR).

Maskrey, Andrew (Compilador). 1993. La Red: Red de estudios sociales en Prevención de Desastres en América Latina. Colombia. *Los Desastres no son Naturales*, 9-50 pp.

Nehai, Karim, 1995. Disasters in Bangladesh. *Natural Hazards*, Vol. 11, No.3, May, 247-258 pp.

Padilla y Sotelo, S, Ma. Juárez Gutiérrez y E. Propin Frejomil. 1997. El proceso de urbanización en las costas mexicanas entre 1980 y 1990 : Dimensión Regional y Expresión Local. *Geografía y Desarrollo*, No. 14, 21-36 pp.

Pielke, R. And R. Pielke, Sr. 1997. *Hurricanes their nature and impacts on society*. John Wiley and Sons, Great Britain, 279 pp.

CONCLUSIONES

En este trabajo se examinan las tormentas y ciclones tropicales que afectan las costas del Pacífico mexicano durante la estación húmeda en nuestro país, con el objeto de evaluar en forma muy aproximada los riesgos que implican la llegada de estos meteoros a la población de las costas del Pacífico.

Los ciclones y tormentas tropicales del Pacífico se generan por una parte en la Zona Intertropical de Convergencia y por otra, aunque en menor número son los huracanes que se originan en el Atlántico que luego cruzan Centroamérica para iniciar su actividad en el Pacífico, como fue el caso del ciclón Cesar de 1996, que una vez en el Pacífico se le designó el nombre de Douglas.

Otros huracanes se forman en el área de generación de ciclones del Pacífico nororiental, que es el Golfo de Tehuantepec. Los ciclones ahí generados no tienen oportunidad de hacer grandes recorridos, debido a que algunos de ellos entran a tierra o se frenan por las aguas frías de la corriente de California.

No obstante, los demás ciclones también llegan a cobrar una fuerza significativa, más aún cuando se presenta el fenómeno climático-oceanográfico llamado *El Niño*, este puede llegar a generar una actividad importante en cuanto al número y poder de las perturbaciones tropicales y no sólo en México, sino también alrededor del mundo.

Aunque el conocimiento de estos fenómenos en épocas pasadas, donde eran conocidos por los nativos de las costas del océano Pacífico, es hasta los años setenta que se ha estudiado detalladamente, gracias a la ayuda de los sensores remotos: imágenes de satélite, radares y con base en las cartas del tiempo en superficie, permiten llevar a cabo un pronóstico de la posible trayectoria de los ciclones tropicales.

Como ha sucedido con varios huracanes, por ejemplo, *Rosa* en 1994 se dio el aviso de alerta con gran oportunidad, debido al pronóstico que realizaron los meteorólogos mexicanos, y se evitaron pérdidas humanas. Pero aún falta por mejorar este sistema de alerta, hasta llegar a disminuir el número de víctimas.

Conviene señalar que las pérdidas materiales ocasionadas por ciclones tropicales son elevadas en la República Mexicana, sobre la infraestructura que es afectada cada temporada por estos fenómenos en los litorales de los océanos del Atlántico y Pacífico. Estas son mayores en la vertiente del Golfo de México, por la industria petrolera que ahí se ubica.

Mientras, las pérdidas humanas son mayores en la costa del Pacífico, éstas han cobrado más de 1000 víctimas en un año, producto de los asentamientos humanos que crecen cada día, por lo que la población expuesta a perturbaciones tropicales en la costa del Pacífico ha aumentado desde 1900 a 1995 en casi 24,000,000 habitantes, debido al importante corredor turístico que abarca desde Los Cabos, BCS hasta Puerto Angel, Oax. Sin olvidar la considerable población nativa que se ubica en la zona costera de los estados de Oaxaca y Chiapas dedicada a la pesca. En 1997, con el huracán Pauline, la desgracia fue mayor por los asentamientos irregulares, que en la zona del Anfiteatro principalmente en su ladera meridional de Acapulco, Guerrero, y sus viviendas fueron arrastradas por el flujo de agua, arena y escombros.

De las regiones expuestas a huracanes: *Colima, Ahome, Mazatlán, José Azueta y La Paz*, son las de mayor peligrosidad, debido a la frecuencia de éstos, concentran una población de 27,975,603 habitantes. Destaca la región de Colima, clasificada como de muy alto riesgo, con más de un millón de pobladores afectados cada temporada. Pero no sólo la frecuencia de las perturbaciones tropicales ocasiona el alto riesgo, también influye la pendiente del terreno, la calidad de las viviendas y la aglomeración de las casas habitación, así como el inadecuado drenaje de escurrimientos y la escasa

protección contra el desbordamiento de cauces. Pero lo más importante es que la misma población tome conciencia de los peligros a los que está expuesta, mediante el conocimiento de las acciones de difusión realizadas por las autoridades locales.

La pérdida de vidas humanas sería menor si se alerta oportunamente del meteoro, así como de los planes de evacuación a la población afectada y el adecuado suministro de alimentos y medicinas cuando se presente el desastre.

Los huracanes no sólo traen pérdidas económicas, también son importantes fuentes de humedad en varias regiones del país, como el NW, que dependen en parte de la lluvia generada por perturbaciones tropicales además del almacenamiento de agua en las presas a lo largo de todo el territorio nacional y la recarga de humedad en los mantos acuíferos que servirán para la siguiente cosecha y el consumo humano.

ANEXO 1. POBLACIÓN EXPUESTA AL RIESGO CICLÓNICO EN EL PACÍFICO MEXICANO

REGION DE RIESGO DE JALISCO-COLIMA-MICHOACÁN			
ESTADO	MUNICIPIO	POBLACION	CABECERA MPAL.
COLIMA	1 ARMERIA	28015	ARMERIA
	2 COLIMA	120781	COLIMA
	3 COMALA	17601	COMALA
	4 COQUIMATLAN	16939	COQUIMATLAN
	5 CUAUHTEMOC	25462	CUAUHTEMOC
	6 IXTLAHUACAN	4989	IXTLAHUACAN
	7 MANZANILLO	108584	MANZANILLO
	8 MINATITLAN	8321	MINATITLAN
	9 TECOMAN	91036	TECOMAN
	10 VILLA DE ALVAREZ	66300	VILLA DE ALVAREZ
		488028	
JALISCO	15 AUTLAN DE NAVARRO	47694	AUTLAN DE NAVARRO
	17 AYUTLA	13472	AYUTLA
	22 CIHUATLAN	30955	CIHUATLAN
	23 CIUDAD GUZMAN	83305	CIUDAD GUZMAN (ZAPOTLÁN EL GRANDE)
	27 CUAUTITLAN	15532	CUAUTITLAN
	34 EJUTLA	2265	EJUTLA
	37 GRULLO, EL	20488	GRULLO, EL
	43 HUERTA, LA	22432	HUERTA, LA
	49 JILOTLAN DE LOS DOLORES	10852	JILOTLAN DE LOS DOLORES
	52 JUCHITLAN	5921	JUCHITLAN
	54 LIMON, EL	5974	LIMON, EL
	65 PIHUAMO	15217	PIHUAMO
	68 VILLA PURIFICACION	12014	VILLA PURIFICACION
	86 TAPALPA	14099	TAPALPA
	87 TECALITLAN	17564	TECALITLAN
	99 TOLIMAN	9370	TOLIMAN
	102 TONAYA	6749	TONAYA
	103 TONILA	7386	TONILA
106 TUXCACUESCO	4027	TUXCACUESCO	
108 TUXPAN	33652	TUXPAN	
110 UNION DE TULA	14594	UNION DE TULA	
113 CIUDAD VENUSTIANO C.	14303	CIUDAD VENUSTIANO CARRANZA (SAN GABRIEL)	
114 CASIMIRO CASTILLO	20909	CASIMIRO CASTILLO	
121 ZAPOTILTIC	28961	ZAPOTILTIC	
122 ZAPOTITLAN DE VADILLO	6516	ZAPOTITLAN	
		464251	
MICHOACAN	2 AGUILILLA	20640	AGUILILLA
	8 AQUILA	19411	AQUILA
	14 COAHUAYANA	13369	COAHUAYANA DE HIDALGO
	15 COALCOMAN DE VAZQUEZ	20786	COALCOMAN DE MATAMOROS
	26 CHINICUILA	7380	VILLA VICTORIA
	89 TEPALCATEPEC	24678	TEPALCATEPEC
		106264	

REGIÓN DE RIESGO MICHOACAN-GUERRERO

ESTADO	MUNICIPIO	POBLACION	CABECERA MPAL
MICHOAC	10 ARTEAGA	23921	ARTEAGA
	52 LAZARO CARDENAS	155366	LAZARO CARDENAS
		179287	

GUERRERO

16 COAHUAYUTLA DE JOSE	15246	COAHUAYUTLA DE JOSE MARIA IZAZAGA
22 COYUCA DE CATALAN	44834	COYUCA DE CATALAN
38 JOSE AZUETA	87161	ZIHUATANEJO
48 PETATLAN	47630	PETATLAN
68 UNION, LA	27515	UNION, LA
73 ZIRANDARO	22382	ZIRANDARO
	244768	

REGIÓN DE RIESGO DE GUERRERO

GUERRERO	MUNICIPIO	POBLACION	CABECERA MPAL.
	1 ACAPULCO DE JUAREZ	687292	ACAPULCO DE JUAREZ
	12 AYUTLA DE LOS LIBRES	50561	AYUTLA DE LOS LIBRES
	13 AZOYU	32409	AZOYU
	18 COPALA	12814	COPALA
	21 COYUCA DE BENITEZ	67490	COYUCA DE BENITEZ
	25 CUAUTEPEC	13815	CUAUTEPEC
	29 CHILPANCINGO	170368	CHILPANCINGO DE LOS BRAVO
	30 FLORENCIO VILLARREAL	17319	CRUZ GRANDE
	39 JUAN R. ESCUDERO	23094	TIERRA COLORADA
	44 MOCHITLAN	9904	MOCHITLAN
	53 SAN MARCOS	46800	SAN MARCOS
	56 TECOANAPA	39827	TECOANAPA
		1171693	

REGIÓN DE RIESGO DE SINALOA

SINALOA	MUNICIPIO	POBLACION	CABMPAL.
	AHOME	340454	AHOME
	EL FUERTE	90182	EL FUERTE
	CHOIX	36532	CHOIX
	SINALOA	90283	SINALOA DE LEYVA
	GUASAVE	264225	GUASAVE
	ANGOSTURA	47095	ANGOSTURA
	MOCORITO	52026	MOCORITO
	BADIRAGUATO	40298	BADIRAGUATO
	SALVADOR ALVARADO	72605	GUAMUCHIL
	TOTAL	1033700	

SINALOA	MUNICIPIO	POBLACION	CABMPAL
DGO	MAZATLAN	357619	MAZATLAN
NAY	CONCORDIA	27783	CONCORDIA
	EL ROSARITO	49240	EL ROSARIO
	ESCUINAPA	49474	ESCUINAPA
	PUEBLO NVO	43909	EL SALTO
	HUAJICORI	10244	HUAJICORI
	ACAPONETA	37349	ACAPONETA
	ROSAMORADA	35007	ROSAMORADA
	TECUALA	44973	TECUALA
	TOTAL	655598	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Regiones matrices de huracanes.	10
Figura 2. Distribución anual de los huracanes en el Pacífico mexicano y su relación con el fenómeno El Niño en la última década.	15
Figura 3. Frecuencia de ciclones tropicales 1962-1998. En un área de 100 millas náuticas (180 km).	21
Figura 4. Distribución anual de las perturbaciones tropicales en el Pacífico mexicano de 1962 hasta 1998.	25
Figura 5. Precipitación acumulada del huracán Cosme 1989.	31
Figura 6. Precipitación acumulada del huracán Rachel 1990.	35
Figura 7. Precipitación acumulada de la tormenta tropical Ignacio 1991.	39
Figura 8. Precipitación acumulada del huracán Winifred 1992.	44
Figura 9. Precipitación acumulada del huracán Calvin 1993.	48
Figura 10. Precipitación acumulada del huracán Rosa 1994.	54
Figura 11. Precipitación acumulada del huracán Ismael 1995.	58
Figura 12. Precipitación acumulada del huracán Boris 1996.	61
Figura 13. Precipitación acumulada del huracán Pauline 1997.	64
Figura 14. Precipitación acumulada del huracán Isis 1998.	68
Figura 15. Trayectorias de los ciclones más destructivos de la década	69
Figura 16. Antecedentes de huracanes en Acapulco, Guerrero.	74
Figura 17. Trayectoria del huracán Pauline 1997.	78
Figura 18. Disminución de la presión y el correspondiente aumento de la intensidad del viento.	79
Figura 19. Distribución de la precipitación asociada al huracán Pauline del día 8 de octubre de 1997.	80
Figura 20. Distribución de la precipitación asociada al huracán Pauline del día 9 de octubre de 1997.	81

Figura 21. Carta del tiempo del día 9 de octubre de 1997.	82
Figura 22. Imagen del satélite, huracán Pauline sobre Acapulco, Guerrero.	83
Figura 23. Precipitación producida por el huracán Pauline	84
Figura 24. Distribución de la precipitación asociada al huracán Pauline 10 de octubre de 1997.	86
Figura 25. Distribución de la precipitación acumulada asociada al huracán Pauline.	87
Figura 26. Relieve de la bahía de Acapulco, Guerrero.	91
Figura 27. Depósito de grandes bloques.	94
Figura 28. Desbordamiento del río La Sabana.	94
Figura 29. Número de habitantes expuestos al riesgo por ciclones tropicales durante 1520-1640. Población menores a 5000 habitantes.	112
Figura 30. Número de habitantes expuestos al riesgo por ciclones tropicales durante 1640-1821. Población menores a 5000 habitantes.	112
Figura 31. Número de habitantes expuestos al riesgo por ciclones tropicales durante 1821-1899. Población menores a 5000 habitantes.	115
Figura 32. Número de habitantes expuestos al riesgo por ciclones tropicales en el Pacífico mexicano durante 1995.	115
Figura 33. Población expuesta a riesgo ciclónico en el Pacífico centro.	120
Figura 34. Población expuesta a riesgo ciclónico en el estado de Sinaloa.	122
Figura 35. Población expuesta a riesgo ciclónico en el Pacífico Norte.	124

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Escala de intensidad de huracanes Saffir-Simpson.	6
Cuadro 2. Incendios forestales en 1997 y 1998.	17
Cuadro 3. Cantidad pesquera en peso vivo según entidad federativa, 1996-97.	18
Cuadro 4. Tormentas tropicales y huracanes que se acercaron a la costa	26

del Pacífico mexicano menos de 100 millas náuticas de 1989-1998.	
Cuadro 5. Distribución anual de los huracanes del Pacífico en 1989-1998.	27
Cuadro 6. Resumen de la temporada ciclónica 1989.	32
Cuadro 7. Resumen de la temporada ciclónica 1990.	36
Cuadro 8. Resumen de la temporada ciclónica 1991.	40
Cuadro 9. Resumen de la temporada ciclónica 1992.	45
Cuadro 10. Resumen de la temporada ciclónica 1993.	50
Cuadro 11. Resumen de la temporada ciclónica 1994.	55
Cuadro 12. Resumen de la temporada ciclónica 1995.	59
Cuadro 13. Resumen de la temporada ciclónica 1996.	62
Cuadro 14. Resumen de la temporada ciclónica 1997.	65
Cuadro 15. Resumen de la temporada ciclónica 1998.	69
Cuadro 16. Características pluviométricas y áreas de afectación de los ciclones tropicales más destructores de 1989-1998.	69
Cuadro 17. Resumen de los ciclones tropicales de la temporada 1997.	76
Cuadro 18. Escala de intensidad del huracán Pauline.	77
Cuadro 19. Efectos en la infraestructura de Acapulco, Guerrero.	92
Cuadro 20. Daños a los asentamientos humanos en el estado de Guerrero.	93
Cuadro 21. Daños a la hidrología en el estado de Guerrero.	93
Cuadro 22. Resumen de los desastre del huracán Pauline.	96
Cuadro 23. Resumen de los daños del huracán Pauline en Acapulco, Gro.	96
Cuadro 24. Frecuencia de huracanes en el océano Pacífico según su intensidad de 1989-1998.	110
Cuadro 25. Población vulnerable a perturbaciones tropicales en los municipios costeros del Pacífico mexicano durante 1995.	117
Cuadro 26. Población expuesta en la región de riesgo muy alto Colima.	118
Cuadro 27. Población expuesta en la región de riesgo medio José Azueta.	119
Cuadro 28. Población expuesta en la región de riesgo medio Acapulco.	119

Cuadro 29. Población expuesta en la región de riesgo alto Ahome.	123
Cuadro 30. Población expuesta en la región de riesgo alto Mazatlán.	123
Cuadro 31. Población expuesta en la región de riesgo medio La Paz.	123