

AGENTES PERTURBADORES DE ORIGEN HIDROMETEOROLOGICO

Dentro de la diversidad de calamidades, las de origen hidrometeorológico son las que más daños han acumulado a través del tiempo por su incidencia periódica en áreas determinadas del territorio nacional. Este tipo de fenómenos destructivos comprende: ciclones tropicales, inundaciones, nevadas, granizadas, sequías, lluvias torrenciales, temperaturas extremas, tormentas eléctricas, mareas de tempestad e inversiones térmicas.

A continuación se tratan por su importancia, los primeros cinco fenómenos enunciados. También se expone, no como fenómeno, sino como un complemento en el desarrollo de los mismos, una panorámica general de los ríos y presas más significativos del país.

CICLON TROPICAL

DESCRIPCION DEL FENOMENO

Ciclón tropical es el nombre genérico que se le da a cualquier perturbación atmosférica, desde que tiene características de una depresión, hasta que evoluciona a huracán. Los ciclones tropicales son fenómenos naturales que se originan y desarrollan en mares de aguas cálidas y templadas, con nubes en espiral. Generalmente su diámetro es de unos cuantos cientos de kilómetros, con presiones mínimas en la superficie, vientos violentos y lluvias torrenciales, algunas veces acompañadas por tormentas eléctricas; tienen una región central conocida como ojo de huracán o vórtice, con diámetro de algunas decenas de kilómetros, vientos débiles y cielos ligeramente nublados.

Desde siempre los ciclones tropicales han tenido fama de ser devastadores y el esfuerzo del hombre por mitigar sus efectos ha sido constante. Cuando un ciclón tropical se desplaza muy próximo a las zonas costeras, o penetra en tierra firme, es capaz de originar daños a la población y a sus bienes, debido a la generación de cualquiera de las siguientes situaciones: marea de tempestad, de hasta 6 m de altura, vientos fuertes con ráfagas hasta de 360 km/h, e inundaciones. Los costos directos causados por los daños en la producción agrícola, en la infraestructura y en otros renglones de la economía nacional, ante la presencia de estos meteoros, anualmente pueden sumar miles de millones de pesos. Por fortuna, el costo invaluable por los daños causados a las vidas humanas se ha visto reducido, gracias al mejoramiento de los sistemas de detección y aviso que han desarrollado organizaciones locales e internacionales responsables en la materia, así como a las acciones de prevención de protección civil.

A continuación se describe la evolución de un ciclón tropical.

Depresión tropical

Se considera tal cuando la velocidad promedio, durante un minuto, de los vientos máximos de superficie en la perturbación, es menor o igual a 62 km/h.

Tormenta tropical

Se determina cuando la velocidad promedio, durante un minuto, de los vientos máximos de superficie es de 63 a 118 km/h. En esta fase evolutiva se le asigna un nombre por orden de aparición anual y en términos del alfabeto, de acuerdo a la relación determinada para todo el año, por el Comité de Huracanes de la Asociación Regional IV Región (asociación mundial en la que en la República Mexicana se ubica en la IV Región).

Huracán

Es un ciclón tropical en el que la velocidad promedio, durante un minuto, de los vientos máximos de superficie, es igual o mayor a 119 km/h.

UBICACION GEOGRAFICA

Los huracanes que afectan a nuestro país directa o indirectamente, se originan en cuatro zonas principales: Golfo de Tehuantepec, Sonda de Campeche, el Caribe y la Región Atlántica. En función de las condiciones climatológicas, siguen trayectorias más o menos definidas, y en ocasiones erráticas, pudiendo penetrar o no a tierra firme (**figura 10**).

Nuestro país cuenta con una gran extensión de litorales, tanto en el Océano Pacífico, como en el Golfo de México y el Caribe. Por lo mismo, los diversos asentamientos humanos que se han desarrollado, están expuestos a la influencia de fenómenos ciclónicos.

Las áreas de la República Mexicana regularmente afectadas por las perturbaciones ciclónicas abarcan más del 60% del territorio nacional (**figura 11**).

AFECTABILIDAD

En las últimas décadas, con un proceso de urbanización acelerado, se han vuelto más evidentes los daños potenciales que pudieran provocar los ciclones tropicales en áreas de grandes concentraciones humanas.

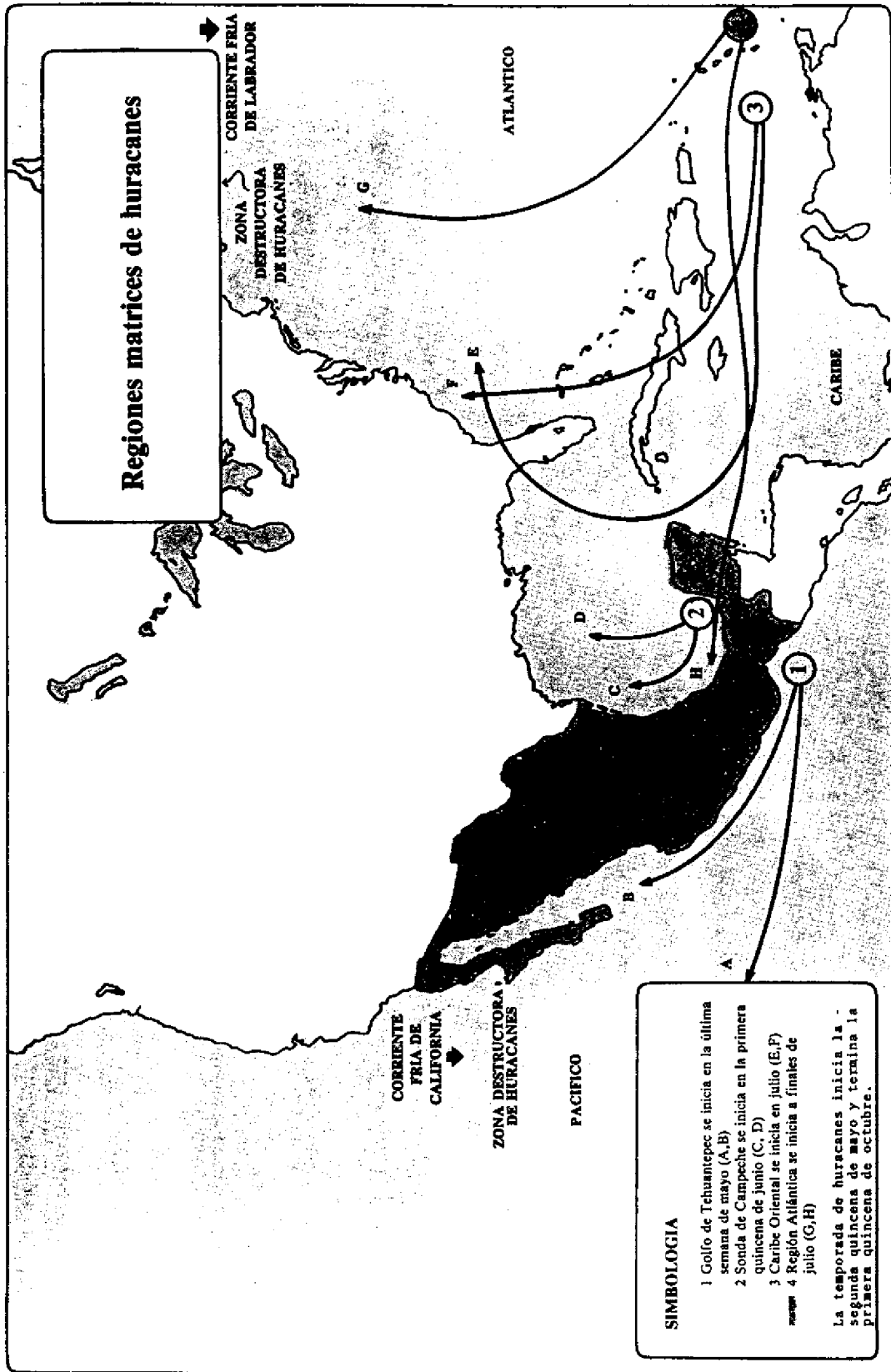


Figura 10

Fuente: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Subsecretaría de Planeación, Dirección General de Estudios, Información y Estadísticas Sectoriales

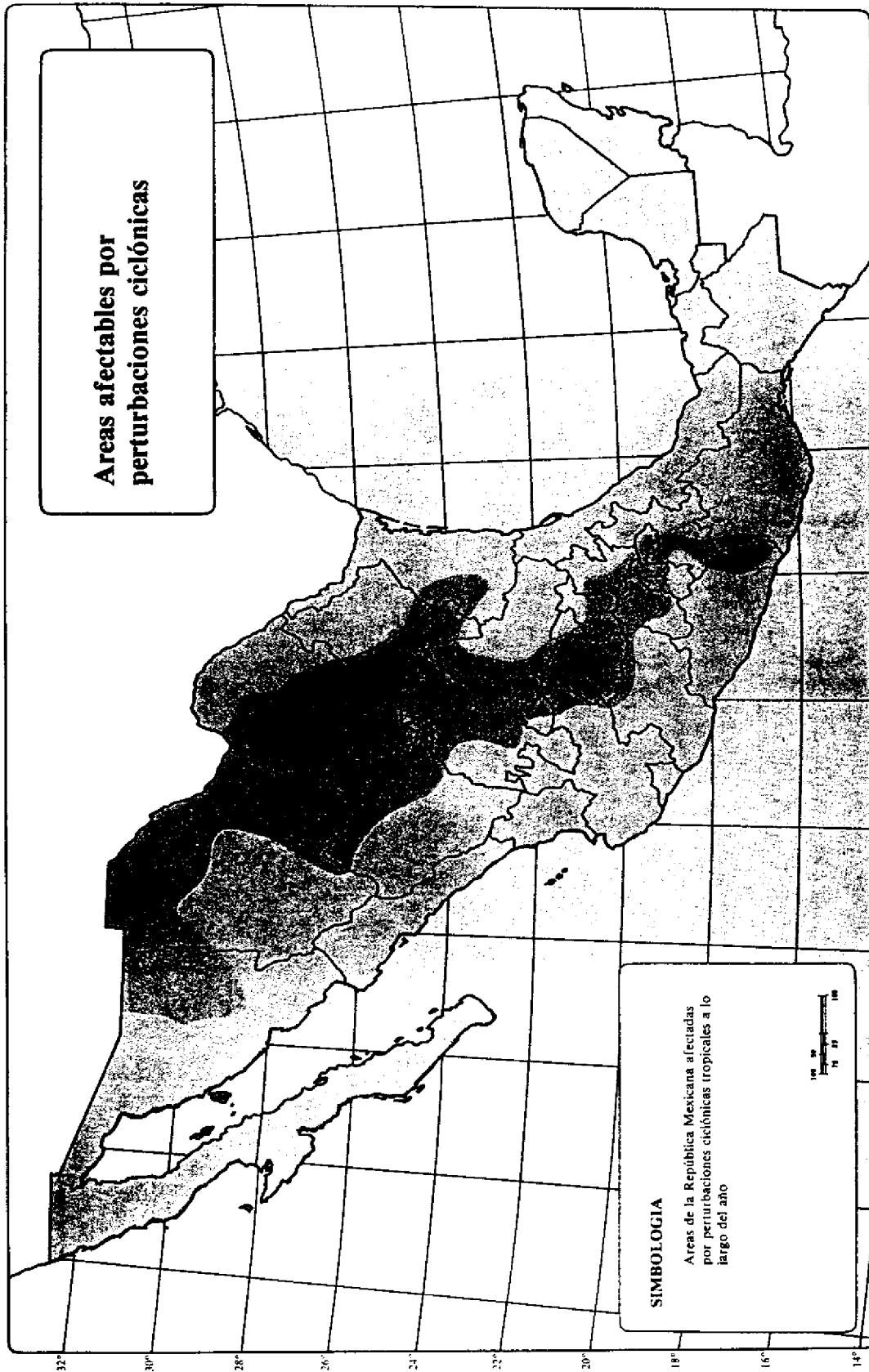


Figura 11

Fuente: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Subsecretaría de Planeación, Dirección General de Estudios, Información y Estadísticas Sectoriales

Asimismo, pueden verse afectados los medios de comunicación y los transportes aéreo, terrestre, fluvial y marítimo.

De acuerdo a los registros de penetración a tierra de diversas perturbaciones tropicales, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), a través de la Comisión Nacional del Agua, ha identificado áreas o entidades federativas de la República Mexicana en las que ha penetrado, al menos un ciclón tropical a tierra, indicando también los periodos de recurrencia de dichas penetraciones (**figura 12**).

Con base en las zonas de ingreso, se infiere que los estados de Baja California Sur, Michoacán, Sinaloa, Sonora y Tamaulipas, presentan una mayor recurrencia de penetración (2 a 4 años). Debido a la existencia de importantes centros de población asentados a lo largo de sus costas, se ha estimado que aproximadamente 4 millones de personas están expuestas al fenómeno, lo que representa el 40.1% de la población total, ubicada en un total de 31 municipios costeros.

Resulta importante señalar que dicha estimación comprende al total de la población de Baja California Sur, así como la correspondiente a los municipios costeros de Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y, en menor proporción, los de Michoacán.

En otras entidades, la recurrencia de penetración ciclónica oscila entre los 5 y 7 años; en ellas se estima que aproximadamente 2 millones de personas están expuestas a sufrir sus efectos. Este grupo lo integran los estados de Baja California, Campeche, Colima, Quintana Roo y Jalisco, en cuyos 19 municipios costeros se asienta el 26.3% de su población total.

Por último, el grupo conformado por las entidades de Nayarit, Guerrero, Tabasco, Oaxaca, Veracruz, Chiapas y Yucatán, tiene un periodo de recurrencia o penetración de ciclones de 8 a 26 años. Es de observarse que este grupo se caracteriza por una mayor dispersión de su población costera, ya que se ha estimado que 4 millones de personas están expuestas al riesgo en 176 municipios, población que significa el 23.9% del total.

El desglose de la población estimada en las diversas zonas de penetración ciclónica se observa en el **cuadro 07**, el cual analíticamente demuestra que 17 de las 32 entidades del país se encuentran sujetas a este tipo de riesgo.

Por otro lado, en el **cuadro 08** se mencionan los ciclones tropicales que han penetrado en los estados costeros, tanto por la zona del Pacífico nororiental como por la zona del Caribe y del Golfo de México, durante el periodo comprendido entre 1961 y 1988. De su análisis se desprende que durante este lapso, los estados que se vieron más afectados por la incidencia de huracanes fueron: Sinaloa con 10, Tamaulipas con 9 y Baja California Sur y Sonora con 4 cada uno.

Como ejemplo de la incidencia de huracanes y de las afectaciones que originan, podemos señalar al *Gilbert*, que viene a ser, sin duda, uno de los de mayor intensidad de los que se tiene registro hasta la fecha. La presencia de este meteoro se inició el 9 de septiembre de 1988, al formarse en el Mar Caribe una depresión tropical, la cual al día siguiente se

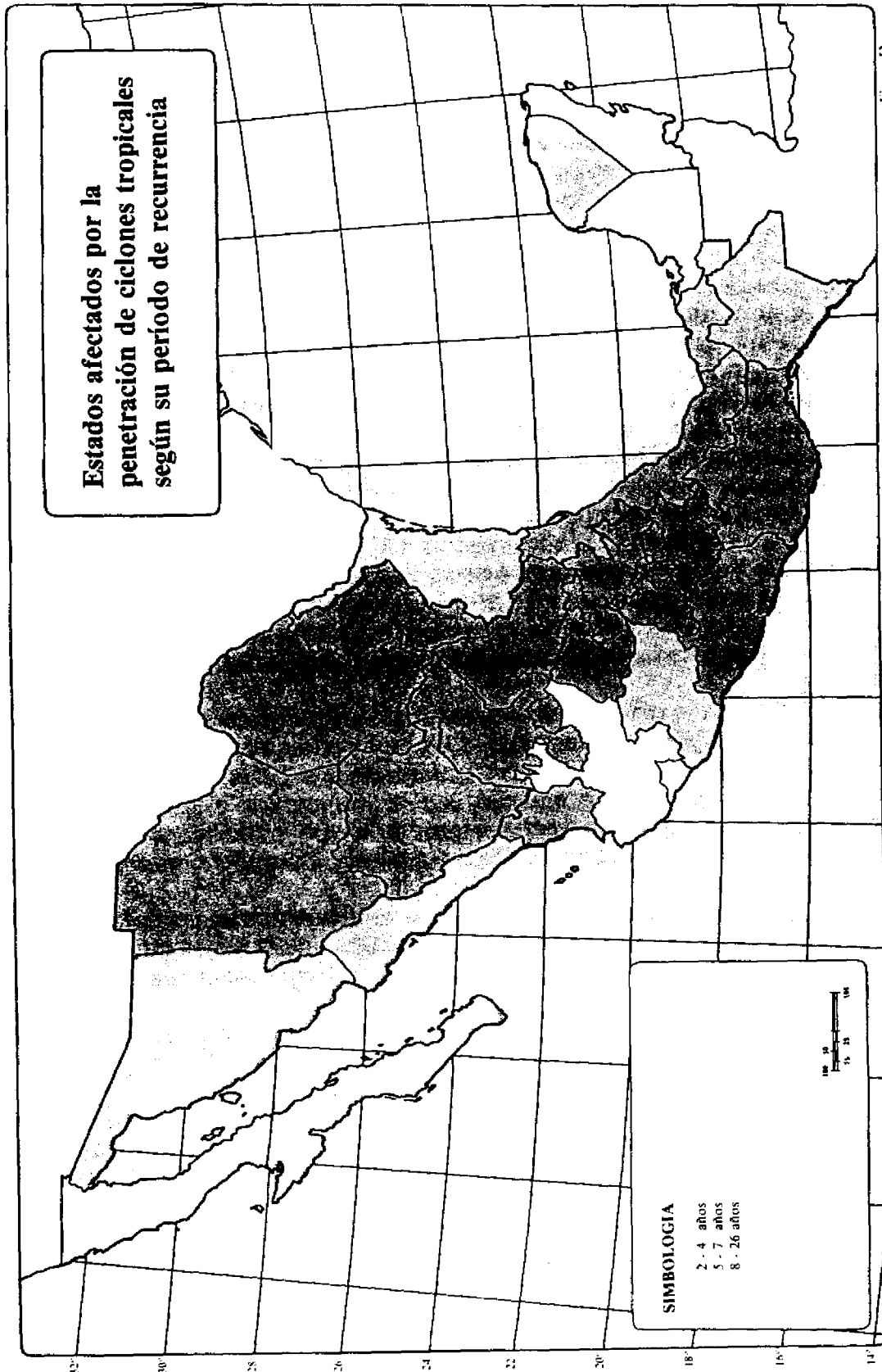


Figura 12

Fuente: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Subsecretaría de Planeación, Dirección General de Estudios, Información y Estadísticas Sectoriales

POBLACION EXPUESTA EN LAS AREAS DE PENETRACION CICLONICA
 (CIFRAS DE POBLACION EN MILES)

ENTIDAD FEDERATIVA	TOTAL DEL EDO. ¹	EN ZONA DE INFLUENCIA ²	% ^{1,2}	TOTAL MPIO. EDO. ³	MPIOS. SUJETOS A RIESGO ⁴	% ^{3,4}
RECURRENCIA DE CICLONES DE 2 A 4 AÑOS						
BAJA CALIFORNIA SUR	303	303	100.0	4	3	75.0
MICHOACAN	3,330	109	3.3	113	3	2.7
SINALOA	2,311	1,740	75.3	18	7	38.8
SONORA	1,771	942	53.2	69	10	14.5
TAMAULIPAS	2,238	900	40.2	43	8	18.6
TOTAL:	9,953	3,994	40.1	247	31	12.6
RECURRENCIA DE CICLONES DE 5 A 7 AÑOS						
BAJA CALIFORNIA	1,368	1,333	97.4	4	3	75.0
CAMPECHE	573	288	50.3	8	5	62.5
COLIMA	413	193	46.7	10	3	30.0
JALISCO	5,125	149	2.9	124	5	4.0
QUINTANA ROO	372	107	28.8	7	3	42.9
TOTAL:	7,851	2,070	26.3	153	19	12.4
RECURRENCIA DE CICLONES DE 8 A 26 AÑOS						
CHIAPAS	2,477	296	11.9	110	10	9.0
GUERRERO	2,515	907	36.0	75	13	17.3
NAYARIT	835	353	42.3	19	5	26.3
OAXACA	2,630	726	27.6	570	91	16.0
TABASCO	1,276	379	29.7	17	4	23.5
VERACRUZ	6,523	1,400	21.5	203	36	17.7
YUCATAN	1,278	124	9.7	106	17	16.0
TOTAL:	17,534	4,185	23.9	1,100	176	16.0

FUENTE: ¹ 2 Estimado por la Dirección General del Registro Nacional de Población en base al X Censo General de Población y Vivienda y de las Proyecciones de Población de México y de las entidades federativas 1980-2010 INEGI-CONAPO
³ 4 X Censo General de Población y Vivienda de 1980 INEGI Secretaría de Programación y Presupuesto

**CICLONES TROPICALES QUE PENETRARON EN LOS ESTADOS COSTEROS
DEL PAIS EN EL PERIODO 1961 - 1988**

<i>ENTIDADES FEDERATIVAS</i>	<i>TOTAL DE CICLONES TROPICALES</i>
BAJA CALIFORNIA SUR	4
CAMPECHE	1
COLIMA	2
GUERRERO	3
JALISCO	2
MICHOACAN	3
NAYARIT	1
QUINTANA ROO	2
SINALOA	10
SONORA	4
TAMAULIPAS	9
VERACRUZ	1
YUCATAN	1
TOTAL:	43

FUENTE: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Comisión Nacional del Agua, Servicio Meteorológico Nacional. Cuadro 08

identificaba ya como tormenta tropical. Dos días después tenía categoría de huracán y atravesaba la isla de Jamaica, con dirección hacia las costas de Quintana Roo.

Los daños que el Gilbert causó en los estados de Quintana Roo, Yucatán, Tamaulipas y Nuevo León, y en menor grado en Campeche y Coahuila, fueron considerables. En algunas zonas han permanecido indicios de su paso en las actividades agropecuarias, las comunicaciones, la navegación y la infraestructura. Provocó también lamentable pérdida de vidas humanas y desquiciamiento de los servicios urbanos. Todo esto podemos observarlo en el **cuadro 09**.

INUNDACIONES

DESCRIPCION DEL FENOMENO

Se considera inundación al flujo o a la invasión de agua por exceso de escurrimientos superficiales o por acumulación en terrenos planos, ocasionada por falta o insuficiencia de drenaje tanto natural como artificial.

Las inundaciones generalmente son consecuencia directa de otros fenómenos hidrometeorológicos y, en ocasiones, son inducidas con fines técnicos y de beneficio económicosocial. Por ejemplo, desde el punto de vista técnico, las extracciones de control que se realizan a las presas de almacenamiento cuando presentan niveles extraordinarios, con el objeto de mantener la seguridad de la cortina y obras conexas. En cuanto a la parte de beneficio económicosocial, la inundación inducida en áreas no productivas se realiza para evitar o disminuir los daños en centros de alto desarrollo urbanoindustrial o agropecuario y también con el fin de recargar los depósitos de agua subterráneos.

En general, la magnitud de una inundación provocada por calamidades de origen hidrometeorológico, depende de la intensidad de las

DAÑOS CAUSADOS POR LA INCIDENCIA DEL HURACAN GILBERT
 (SEPTIEMBRE 1988)

ENTIDADES	AGRICULTURA			ASENTAMIENTOS HUMANOS				
	TOTALES HAS.	PARCIALES HAS.	CASAS HABITACION	HABITANTES EVACUADOS	DAMNIFICADOS	DECEOS	HERIDOS	
QUINTANA ROO		100,000	1,468	35,000	8,000	16		
YUCATAN	54,600	101,400	1,150	20,000	6,000	6		
CAMPECHE	22,000	34,000	870	10,000	4,000	8		
TAMAULIPAS	18,407	33,721	1,778	39,374	10,110	10	43	
COAHUILA			3,820	30,000	20,000	180	3	
NUEVO LEON			653	5,000	3,500	5		
TOTAL:	95,007	269,121	9,739	139,374	51,610	225	46	

Cuadro 09

FUENTE: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Comisión Nacional del Agua Subdirección General de Administración del agua.

lluvias, de su distribución en el espacio y tiempo, del tamaño de las cuencas hidrológicas afectadas, así como de las características del suelo y del drenaje natural o artificial de las cuencas.

Las inundaciones pueden clasificarse por su origen en pluviales, fluviales y lacustres. Las pluviales se deben a la acumulación de la precipitación (lluvia, granizo y nieve, principalmente), que se concentra en terrenos de topografía plana o en zonas urbanas con insuficiencia o carencia de drenaje. Las fluviales son aquellas que se originan cuando los escurrimientos superficiales son mayores a la capacidad de conducción de los cauces. Las lacustres se originan en los lagos o lagunas por el incremento de sus niveles y son peligrosas por el riesgo que representan para los asentamientos humanos cercanos a las áreas de embalse.

Causas generadoras de inundaciones

Lluvias intensas

En periodos de lluvias intensas, regularmente se presenta el fenómeno de saturación de las corrientes naturales de agua, que exceden su cauce normal de conducción, afectando centros de población y áreas de producción. Esto se deriva principalmente de la baja capacidad de los rios ante flujos extraordinarios, aunados a deficiencia de drenaje, saturación del suelo y acumulación de desperdicios, que disminuyen la capacidad hidráulica de los cauces.

Ciclones tropicales

Las fuertes y abundantes precipitaciones que provocan los ciclones tropicales, la marea de tempestad ocasionada por los fuertes vientos que soplan hacia tierra, y la diferencia de presión atmosférica entre el huracán y los alrededores, genera grandes olas que inundan las costas.

Tormentas puntuales

Este tipo de precipitaciones comúnmente llamadas trombas, tornados, chubascos, etcétera, cubren áreas de entre 5 y 10 km de diámetro y se presentan acompañadas de descargas eléctricas, intensos vientos y, en ocasiones, de granizo.

Granizo

El granizo consiste en la lluvia helada que cae con fuerza en forma de granos y provoca taponamiento de las redes de alcantarillado, impidiendo el desalojo de las aguas en las zonas urbanas. En las áreas agrícolas destruye parcial o totalmente las cosechas y altera sus ciclos. También causa daños, por impacto y acumulación en edificaciones.

Nieve

Este fenómeno, que se registra en pocas zonas del país, se considera como agente de inundación debido a que, con el deshielo, ocasiona escurrimientos que se acumulan y alteran el desarrollo de las actividades.

Presas

Los ríos de la República Mexicana y las presas consideradas con mayor grado de riesgo, juegan un papel determinante en la ocurrencia de inundaciones. Una presa se considera riesgosa cuando aguas abajo de la misma, se localizan conglomerados de población con 200 viviendas o más de 1,000 habitantes; o bien, centros de elevada actividad industrial o áreas con un alto índice de productividad agrícola y/o explotación diversa de 500 o más hectáreas.

En la actualidad, las presas ya no son un muro o dique construido a través de un río con objeto de regular su caudal o almacenar agua, sino que se consideran como sistemas hidráulicos vitales para la población y para las actividades agrícolas y ganaderas circundantes. No obstante, una presa puede conformar un peligro para los sistemas existentes en su entorno, ya sea por la capacidad limitada de almacenamiento ante la presencia de grandes avenidas de agua, por fallas estructurales, de diseño u operacionales propias.

Lo anterior resulta de gran relevancia dado que, a lo largo y ancho del territorio nacional, fluye un número considerable de ríos y arroyos, en cuyos cauces y desembocaduras se ha construido infraestructura para el almacenamiento, uso y control de las aguas. En muchos casos, en las riberas y zonas bajas de las presas, existen asentamientos humanos, desarrollos agrícolas, ganaderos e industriales.

Daños causados por inundaciones

Directos

Consisten principalmente en un menoscabo físico de las propiedades y de la producción. Las actividades y bienes que en mayor medida pueden ser afectados por este tipo de daños son: la agricultura, la ganadería, la silvicultura, la industria, el comercio, las obras públicas y las edificaciones.

Indirectos

Son las pérdidas económicas de los productos y servicios de una región derivadas de la interrupción temporal de las actividades agropecuarias, forestales, industriales y de comercio. También se incluye

dentro de este concepto, el gasto que se destina para la ayuda a los damnificados.

Intangibles

Dentro de este concepto se engloban los damnificados, los heridos y las pérdidas de vidas humanas.

A manera de ejemplo, en el **cuadro 10** se aprecia el desglose de la cuantificación de daños directos, indirectos e intangibles causados por inundaciones en la República Mexicana durante 1986.

UBICACION GEOGRAFICA

En las regiones del país donde el periodo de lluvias es más prolongado y abundante, como sucede en la llanura tabasqueña, los ríos son permanentemente caudalosos. En el territorio nacional existen 47 ríos importantes, mismos que fluyen en tres diferentes vertientes: del Golfo, del Pacífico y del Interior (**figura 13 y cuadro 11**).

De manera ilustrativa, en la **figura 14** se muestra la distribución geográfica del número de presas con riesgo detectado en cada entidad federativa. Paralelamente, en el **cuadro 12** se presenta un censo de las mencionadas presas hasta mayo de 1987, en el cual se cita tanto el número de presas, como el de aquellas en las que se ha detectado mayor riesgo en cada entidad federativa, según la SARH. Conforme a esta fuente de información y según se aprecia en la **figura 15** y en el **cuadro 13**, los estados que han tenido más de 100 inundaciones en un periodo de 39 años (1950-1988) son, en orden de importancia: Veracruz 417, Sonora 262, Jalisco 202, México 153, Guanajuato 149, Michoacán 121, Guerrero 118, Durango 117, Tamaulipas 112 y Nayarit 108.

AFECTABILIDAD

Durante el periodo de 1950-1988 se alcanzó un total de 2,681 inundaciones, lo que implica estadísticamente un promedio anual de 70 inundaciones significativas y un riesgo potencial cercano a los 18 millones de habitantes (**cuadro 13**).

Como puede advertirse con base en esos datos, las entidades federativas donde se presentan más inundaciones son Veracruz, Sonora y Jalisco, las cuales, en forma global tienen una población expuesta cercana a los 4 millones de habitantes. Asimismo, se observa que las localidades que con más frecuencia se inundaron fueron: Alto Lucero (65), en Veracruz; Guadalajara (32), en Jalisco; Durango (29), en Durango; Santiago Ixcuintla (27), en Nayarit; y Tampico (26) en Tamaulipas. Estas localidades totalizan una población expuesta cercana a los 3 millones de habitantes.

EVALUACION DE DAÑOS CAUSADOS POR INUNDACIONES EN EL AÑO DE 1986

CONCEPTO	DIRECTOS (MILLONES \$)	DAÑOS	
		INDIRECTOS (MILLONES \$)	INTANGIBLES (PERSONAS)
1. CASAS HABITACION	674		
2. OBRAS A CARGO DE LA SARH.	1,025		
3. OBRAS A CARGO DE OTRAS DEPENDENCIAS.	857		
4. AGRICULTURA	19,960		
5. GANADERIA	79		
6. INDUSTRIA Y COMERCIO	883		
7. CAMINOS Y PUENTES			
8. DAMNIFICADOS		151'156,344	56,091
9. PERDIDAS HUMANAS			25
10. HERIDOS			34
TOTAL:	23,477	151'156,344	56,150

FUENTE: Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Comisión Nacional del Agua.
 Subdirección General de Administración del Agua.

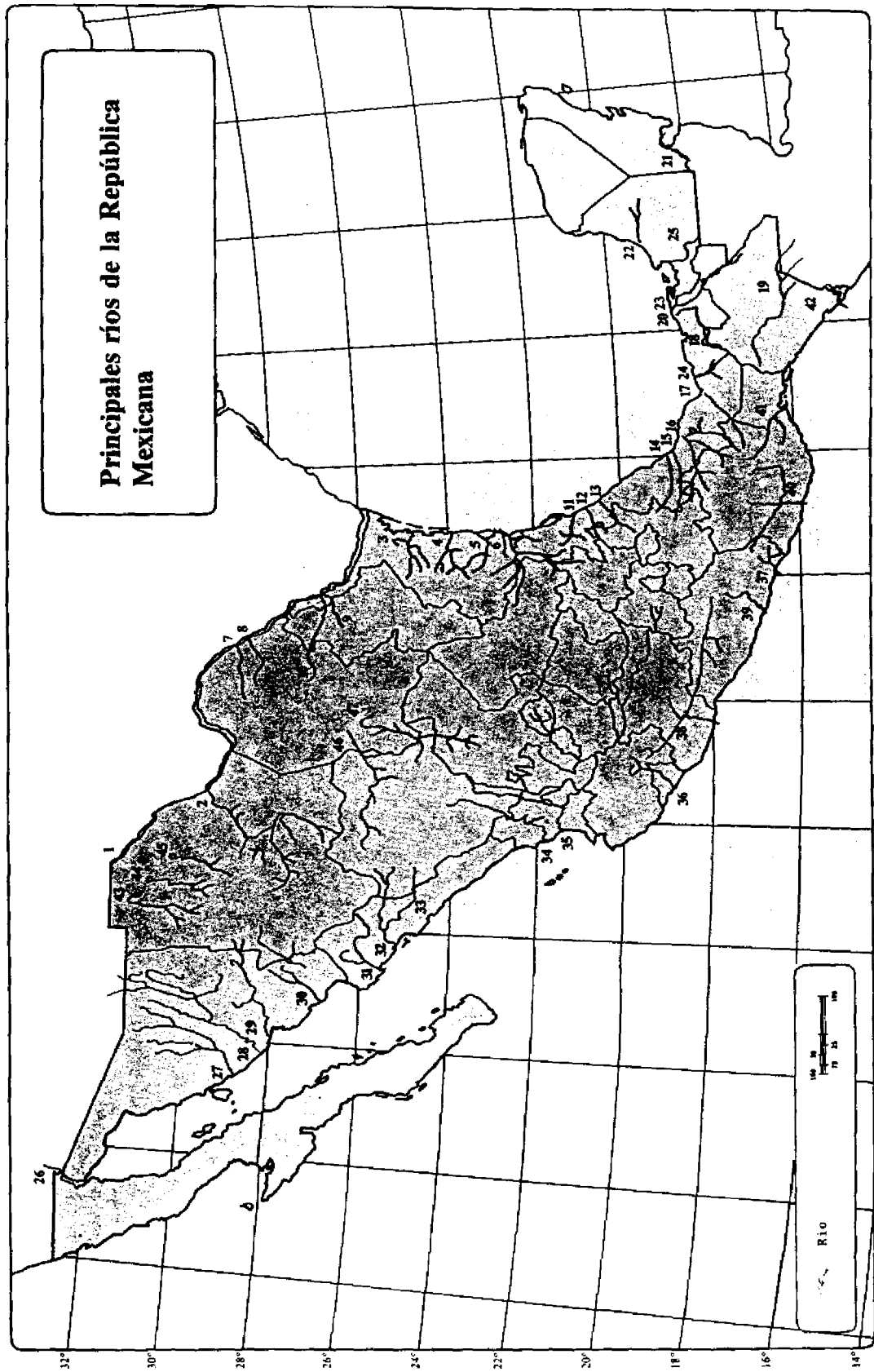


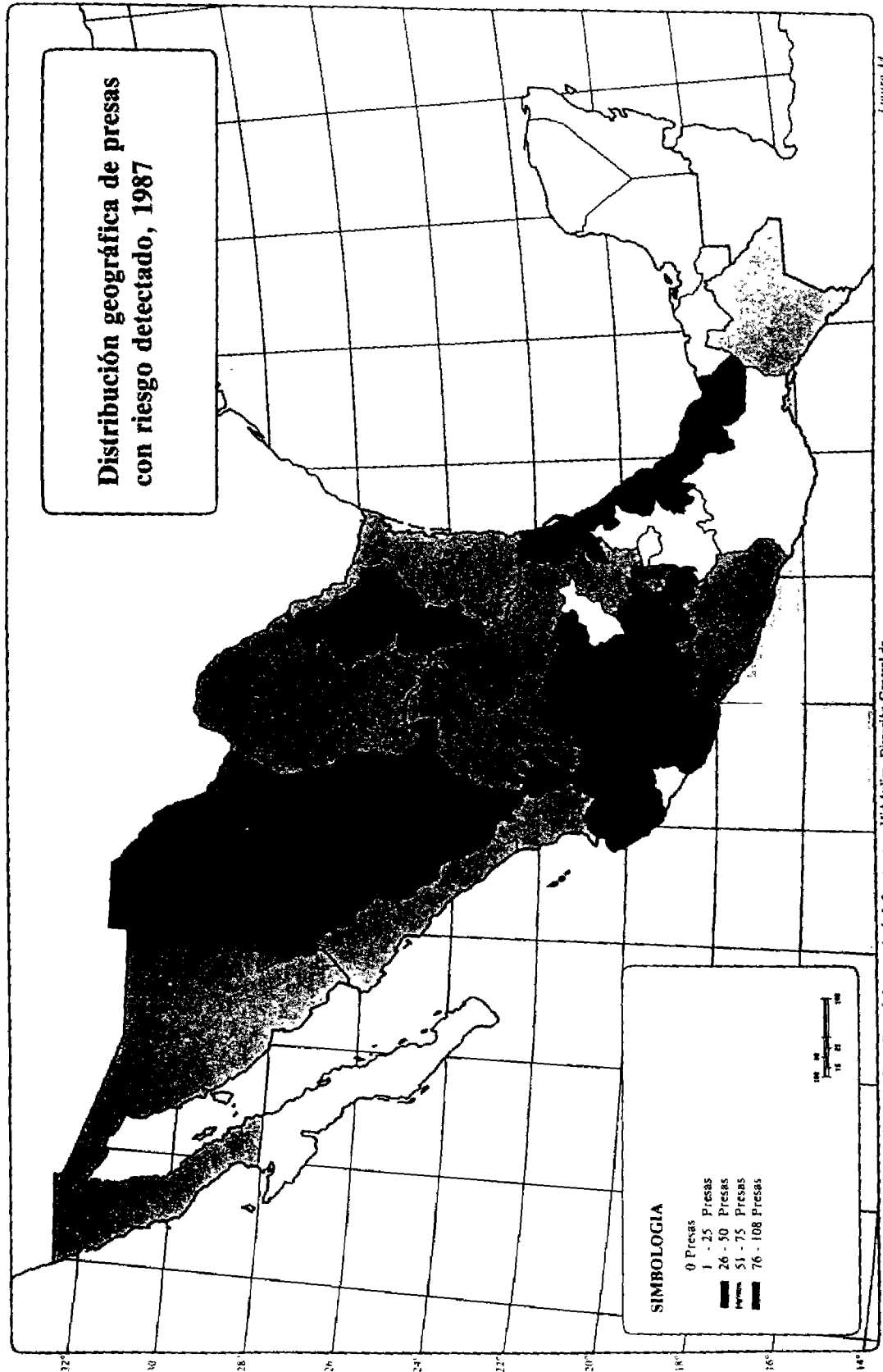
Figura 1.3

Fuente: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Dirección General de Administración y Control de Sistemas Hidrológicos, Dirección de Aguas Superficiales

PRINCIPALES RIOS DE LA REPUBLICA MEXICANA Y SU VERTIENTE

RIOS	VERTIENTE	SECCION	RIOS	VERTIENTE	SECCION
1. BRAVO	DEL GOLFO	NORTE	26. COLORADO	DEL PACIFICO	NORTE
2. CONCHOS			27. SONORA		
3. SAN FERNANDO			28. YAQUI		
4. SOTO LA MARINA			29. MAYO		
5. TAMESI			30. FUERTE		
6. PANUJO			31. SINALOA		
7. SAN DIEGO			32. CULIACAN		
8. SAN RODRIGO			33. HUMAYA		
9. SABINAS			34. SAN PEDRO		
10. SALADO			35. LERMA-SANTIAGO		
11. TUXPAN		CENTRO	36. ARMERIA		CENTRO
12. CAZONES			37. OMETEPEC		
13. TECOLUTLA			38. BALSAS		
14. JAMAPA					
15. BLANCO			39. PAPAGAYO		SUR
16. PALOAPAN			40. VERDE		
			41. TEHUANTEPEC		
			42. SUCHIATE		
17. COATZACOALCOS		SUR			
18. MEZCALAPA			43. CASAS GRANDES	INTERIOR	COMARCA DE LOS INDIOS PUEBLOS
19. GRIJALVA			44. SANTA MARIA		
20. USUMAGINTA			45. CARMEN		
21. HONDO			46. NAZAS		COMARCA LAGUNERA
22. CHAMPOTON			47. AGUANAVAL		
23. SAN PEDRO Y SAN PABLO					
24. TONALA					
25. CANDELARIA					

FUENTE: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Administración del Agua.



**PRESAS REGISTRADAS POR ENTIDAD FEDERATIVA Y CANTIDAD DE ELLAS
 CENSADAS CON RIESGO DETECTADO, 1987**

ESTADO	PRESAS REGISTRADAS EN EL ESTADO	PRESAS CENSADAS CON RIESGO DETECTADO
1. AGUASCALIENTES	74	2
2. BAJA CALIFORNIA	20	15
3. BAJA CALIFORNIA SUR	16	
4. CAMPECHE		19
5. COAHUILA	139	
6. COLIMA	45	
7. CHIAPAS	23	7
8. CHIHUAHUA	132	60
9. DISTRITO FEDERAL	27	20
10. DURANGO	306	80
11. GUANAJUATO	220	87
12. GUERRERO	31	19
13. HIDALGO	166	15
14. JALISCO	276	108
15. MEXICO	194	54
16. MICHOACAN	252	50
17. MORELOS	125	79
18. NAYARIT	54	3
19. NUEVO LEON	164	55
20. OAXACA	94	
21. PUEBLA	70	
22. QUERETARO	127	
23. QUINTANA ROO		8
24. SAN LUIS POTOSI	147	24
25. SINALOA	37	13
26. SONORA	39	
27. TABASCO		20
28. TAMAILIPAS	152	
29. TLAXCALA	21	41
30. VERACRUZ	58	
31. YUCATAN	1	
32. ZACATECAS	202	21
TOTAL:	3,211	800

FUENTE: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Administración del Agua.

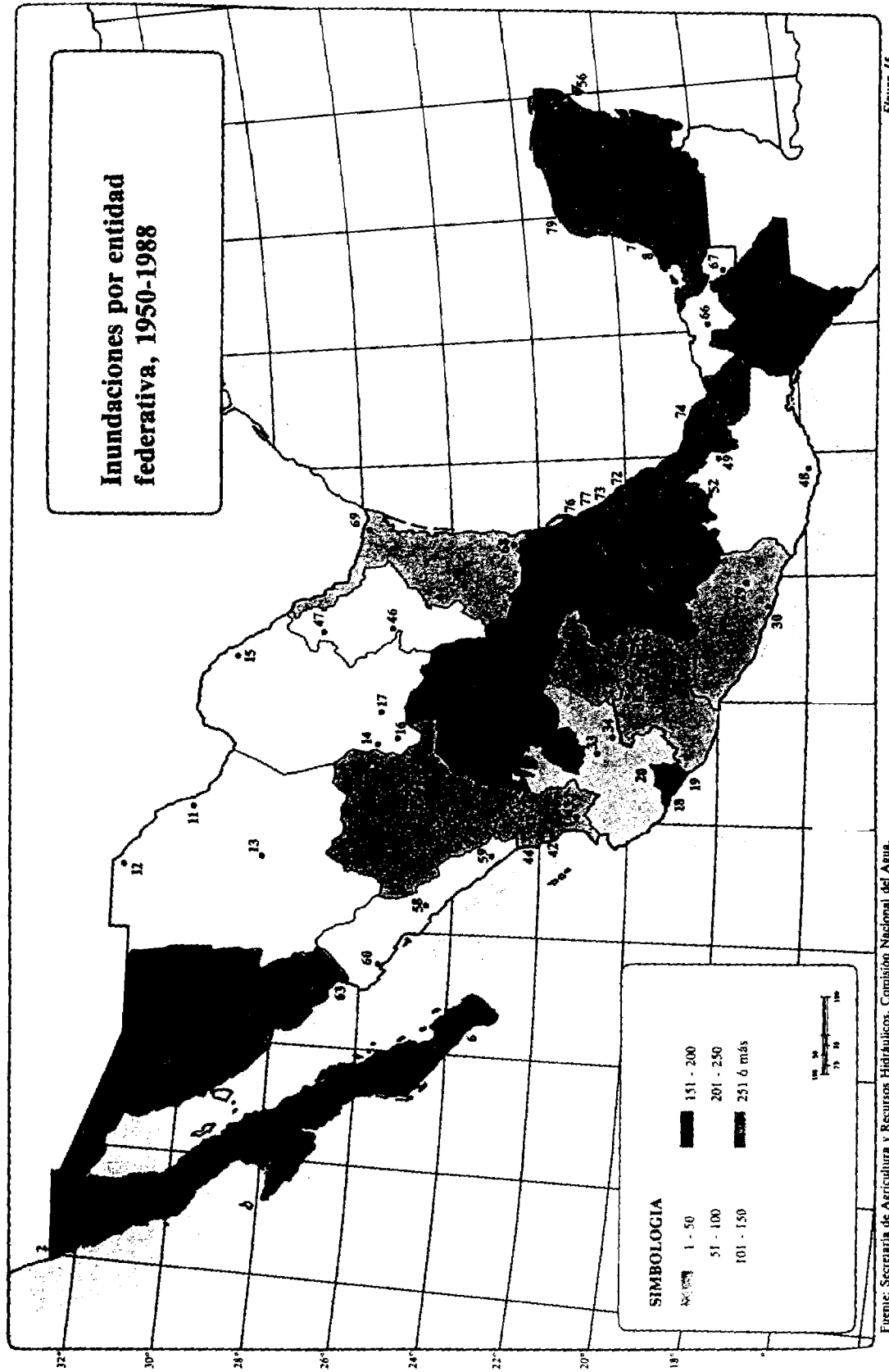


Figura 15

Fuente: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Administración del Agua

**INUNDACIONES PRESENTADAS Y LOCALIDADES MAS INUNDADAS EN UN PERIODO DE 39 AÑOS
 (1950 - 1988)**

ENTIDAD FEDERATIVA	POBLACION	NO. EN EL MAPA (FI- GURA 15)	INUNDACIONES TOTAL ENTIDAD	TOTAL LOCALIDAD	HABITANTES EXPUESTOS *	
AGUASCALIENTES	AGUASCALIENTES	1	6	4	461	
BAJA CALIFORNIA	TIJUANA	2	50	15	536	
	ENSENADA MEXICALI	3 4		14 11	204 594	
BAJA CALIFORNIA SUR	LA PAZ	5	17	3	148	
	REGION TODOS SANTOS	6		3		
CAMPECHE	CAMPECHE	7	24	9	207	
	CHAMPOTON	8		4		56
CHIAPAS	TUXTLA GUTIERREZ	9	46	9	198	
	SAN CRISTOBAL DE LAS CASAS	10		6		72
CHIHUAHUA	OJINAGA	11	93	12	29	
	CD. JUAREZ	12		15		629
	DELICIAS	13		8		
COAHUILA	TORREON	14	93	9	439	
	CD. ACUÑA	15		5		51
	MATAMOROS	16		7		
	PARRAS	17		5		47
COLIMA	MANZANILLO	18	35	7	87	
	TECOMAN	19		4		80
	COLIMA	20		6		
DISTRITO FEDERAL	RIO CHURUBUSCO ¹	21	45	7		
	RIO SAN JOAQUIN ²	22				

* MILES

¹ Delegaciones Benito Juárez y Coyocacán.
² Delegación Miguel Hidalgo.

Cuadro 13
 (CONTINUA)

**INUNDACIONES PRESENTADAS Y LOCALIDADES MAS INUNDADAS EN UN PERIODO DE 39 AÑOS
(1950 - 1988)**

ENTIDAD FEDERATIVA	POBLACION	NO. EN EL MAPA (FI- GURA 15)	INUNDACIONES		HABITANTES EXPUESTOS *
			TOTAL ENTIDAD	TOTAL LOCALIDAD	
DURANGO	DURANGO	23	117	29	372
	CANATLAN	24		18	75
GUANAJUATO	CELAYA	25	149	12	255
	LEON	26		12	761
	IRAPUATO	27		9	
	SALAMANCA	28		10	185
GUERRERO	CHILPANCINGO	29	118	12	
	ACAPULCO	30		19	118
HIDALGO	PACHUCA	31	44	5	488
	VEGA DE METZTITLAN	32		6	156
JALISCO	GUADALAJARA	33	202	32	23
	LA BARCA	34		7	1,907
MEXICO	CHALCO	35	153	14	56
	ECATEPEC DE MORELOS	36		11	111
	NAUCALPAN	37		16	1,156
MICHOACAN	ZAMORA	38	121	10	133
	LA PIEDAD	39		9	73
MORELOS	CUERNAVACA	40	30	9	301
	VAILTEPEC	41		6	36
			100		

**INUNDACIONES PRESENTADAS Y LOCALIDADES MAS INUNDADAS EN UN PERIODO DE 39 AÑOS
 (1950 - 1988)**

ENTIDAD FEDERATIVA	POBLACION	NO. EN EL MAPA (FI- GURA 15)	INUNDACIONES		HABITANTES EXPUESTOS*
			TOTAL ENTIDAD	TOTAL LOCALIDAD	
NUEVO LEON		51			
OAXACA	MONTERREY ANAHUAC	46 47	20 4		1,342 22
	JUCHITAN TUXTEPEC	48 49	6 6		5 68
PUEBLA	CD. SERDAN PUEBLA TEHUACAN	50	4		
		51	5		999
		52	3		136
QUERETARO	QUERETARO TEQUISQUIAPAN	53	15		369
		54	3		
QUINTANA ROO		9			
SAN LUIS POTOSI	CHETUMAL COZUMEL	55	4		
		56	2		38
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	57	10		
			5		483
SINALOA	CULIACAN MAZATLAN GUASAVE	93			
		58	22		700
		59 60	14 11		312

**INUNDACIONES PRESENTADAS Y LOCALIDADES MAS INUNDADAS EN UN PERIODO DE 39 AÑOS
(1950 - 1988)**

ENTIDAD FEDERATIVA	POBLACION	NO EN EL MAPA (FI- GURA 15)	INUNDACIONES		HABITANTES EXPUESTOS*
			TOTAL ENTIDAD	TOTAL LOCALIDAD	
SONORA			262		
	CAJEME	61		14	299
	VILLA GUAYMAS	62		14	155
	ETCHOJOA	63		11	78
	HERMOSILLO	64		12	399
	HUATABAMPO	665		12	71
TABASCO			73		
	VILLAHERMOSA	66		13	301
	TENOSIQUE	67		7	46
TAMAULIPAS			112		
	TAMPICO	68		26	311
	MATAMOROS	69		11	277
TLAXCALA			36		
	TLAXCALA	70		6	42
	PANOTLA	71		4	16
VERACRUZ			417		
	ALTO LUCERO	72		65	33
	MARTINEZ DE LA TORRE	73		16	111
	COATZACOALCOS	74		14	228
	MINATITLAN	75		16	176
	TUXPAN	76		15	117
	NAUTLA	77		13	
	POZA RICA	78		15	202

* MILES

Cuadro 13
(CONTINUA)

económicas en desarrollo. Al presentarse una sequía, sus efectos se manifiestan en:

a) Desequilibrio ecológico.

Genera deshidratación y muerte de la flora; migración y/o muerte de la fauna; degradación y/o destrucción de los bosques, y debilitamiento, aridez y desertificación de los suelos.

b) Deterioro de la producción agrícola.

Genera pérdida de cultivos y el consecuente empobrecimiento de los campesinos; escasez de alimentos que deriva en desabasto y encarecimiento de los productos, provocando acaparamiento y especulación.

c) Disminución del hato ganadero.

Provoca pérdida de animales, por hambre y aparición de las epizootias.

d) Reducción de la actividad industrial.

Redunda en cortes de producción y descenso en la calidad de los productos, lo cual repercute en la capacidad de expansión de la economía, en los niveles de captación de divisas y en la generación de empleos, principalmente.

e) Deterioro de los rangos de salud pública.

Provoca falta de higiene y sus consecuencias en la generación de epidemias, hambrunas y mortandad.

f) Migración campesina.

Genera migraciones masivas del área rural ante las condiciones negativas de subsistencia.

UBICACION GEOGRAFICA

Las entidades federativas que sufrieron el mayor número de sequías anuales durante el periodo 1979-1988, fueron Coahuila, Guanajuato, Durango, Zacatecas, Guerrero, Jalisco, Tamaulipas, Nuevo León y Querétaro y la región occidental de San Luis Potosí (**figura 16**).

AFECTABILIDAD

Los daños provocados por las sequías, aunque no se producen de manera aparatosa, alcanzan magnitudes muy superiores a las provocadas por las inundaciones. En nuestro país se cuenta con información sobre el particular a partir de 1979, en que la SARH inicia el registro sistemático de los daños ocasionados por esta calamidad.

En el periodo 1979-1988, las entidades que sobresalieron por las sequías, de acuerdo al volumen de sus hectáreas siniestradas fueron: Guanajuato, Zacatecas, Jalisco, Durango y Tamaulipas, que en conjunto alcanzaron más de 11 000 hectáreas afectadas. De acuerdo con el **cuadro 14**, cuatro estados presentaron el mayor número de años con sequías: Coahuila (10), Guanajuato (10), Durango (9) y Zacatecas (9).

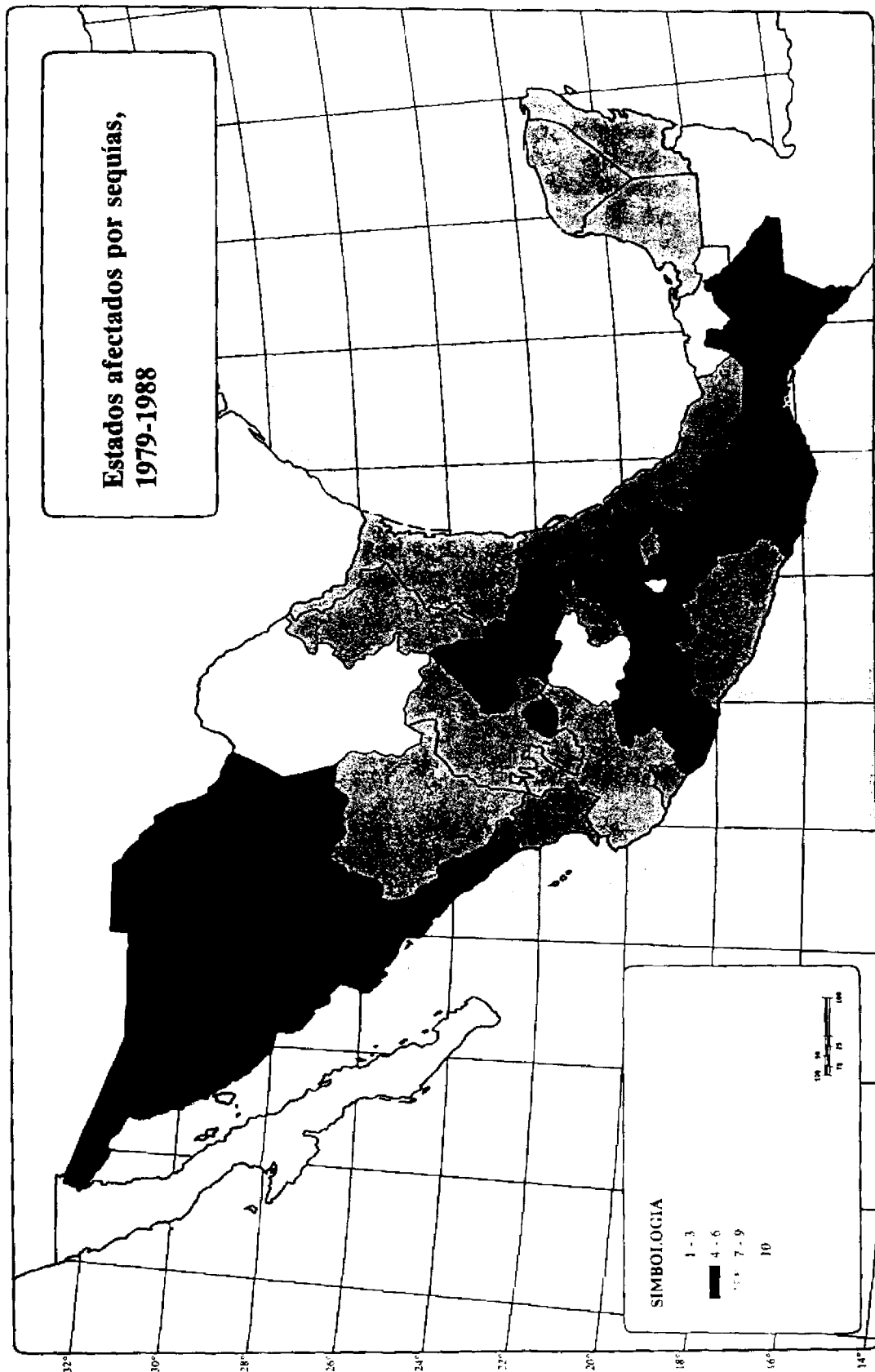


Figura 76

Fuente: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Administración del Agua

**INUNDACIONES PRESENTADAS Y LOCALIDADES MAS INUNDADAS EN UN PERIODO DE 39 AÑOS
(1950 - 1988)**

ENTIDAD FEDERATIVA	POBLACION	NO. EN EL MAPA (FI- GURA 15)	TOTAL ENTIDAD	INUNDACIONES TOTAL LOCALIDAD	HABITANTES EXPUESTOS*
YUCATAN	PUERTO PROGRESO	79	12	3	36
	MERIDA	80		4	510
ZACATECAS	TLALTENANGO	81	33	3	21
	PANFILO NATERA	82		2	19
	PINOS	83		2	58
TOTALES:			2,681	894	17,761

FUENTE: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Administración del Agua.

* Cifras en miles para el año 1987.
Estimadas por la Dirección General del Registro Nacional de Población en base al X Censo General de Población y Vivienda de la Proyección de Población en México y de las Entidades Federativas de 1960-2010. INEGI-CONAPO.

Cuadro 13
(TERMINA)

AFECTACIONES POR SEQUIAS EN EL PERIODO 1970-1988

ENTIDAD FEDERATIVA	P E R D I D A S		AÑOS DE OCURRENCIA EN EL PERIODO
	HECTAREAS EN MILES	IMPORTE (MILLONES \$)*	
1. AGUASCALIENTES	495	78	5
2. CAMPECHE	85	7	1
3. CHIAPAS	428	42	5
4. CHIHUAHUA	612	50	4
5. COAHUILA	260	20	10
6. COLIMA	36	1	2
7. DURANGO	1,287	66	9
8. GUANAJUATO	4,525	234	10
9. GUERRERO	741	32	8
10. HIDALGO	441	11	4
11. JALISCO	1,973	175	7
12. MEXICO	288	4	4
13. MICHOACAN	608	46	6
14. MORELOS	129	4	4
15. NAYARIT	143	10	3
16. NUEVO LEON	397	40	8
17. OAXACA	738	3	4
18. PUEBLA	862	63	6
19. QUERETARO	507	29	8
20. QUINTANA ROO	67	3	1
21. SAN LUIS POTOSI	775	15	5
22. SINALOA	408	25	5
23. SONORA	26	4	4
24. TAMAULIPAS	1,116	47	8
25. TLAXCALA	506	35	7
26. VERACRUZ	250	15	3
27. YUCATAN	82	3	1
28. ZACATECAS	2,627	150	9
TOTAL	20,412	1,212	

Cuadro 14

FUENTE: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Administración del Agua.

* Datos proporcionados hasta el año de 1986 por la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

TORMENTAS DE GRANIZO Y NEVADAS**DESCRIPCION DEL FENOMENO**

La República Mexicana, por su situación geográfica, se ve afectada por sistemas meteorológicos tanto provenientes de las regiones tropicales y su desarrollo durante los ciclos primavera-verano, como los de la zona polar, que se manifiestan durante la estación invernal, lo que puede ocasionar tormentas de granizo o nevadas.

Las tormentas de granizo son precipitaciones sólidas en forma de granos de hielo que están relacionadas con las tormentas eléctricas. En función de la cantidad y del tamaño del granizo, será la magnitud del posible daño. En las zonas rurales, destruyen las siembras y plantíos y en ocasiones provocan pérdidas de animales de cría. En las zonas urbanas provocan problemas de tránsito y de daños a las viviendas, construcciones y áreas verdes, debido a su acumulación sobre techos y a la obstrucción del sistema de drenaje, lo cual produce inundaciones de duración relativamente larga.

La nevada se define como una precipitación de cristales de hielo. En México tiene su origen en las masas de aire provenientes del Artico, de Alaska y de la región noreste de Canadá. Ocurre cuando las condiciones de temperatura y presión referidas a la altitud de un lugar y al cambio de humedad del ambiente, se conjugan para propiciar la precipitación de la nieve.

Eventualmente puede formarse en el altiplano de México, en cuyo caso se produce por la influencia de las corrientes frías provenientes del norte del país. En algunos casos, las nevadas producen daños a la agricultura y, en otros, proporcionan humedad para beneficio de la misma e incrementan los mantos acuíferos.

Los efectos de las nevadas se manifiestan en las ciudades en forma de desquiciamiento de tránsito, apagones y taponamiento de drenajes, que a veces originan inundaciones; daños a estructuras endebles, y eventualmente, derrumbes de edificaciones. En las zonas rurales, si el fenómeno es de poca intensidad, no provoca daño a la agricultura, en cambio, si la nevada es intensa, el daño puede llegar al 100%, dependiendo del tipo de cultivo y de la etapa de crecimiento en la que se encuentre.

UBICACION GEOGRAFICA

De acuerdo con la información proporcionada por la SARH, las entidades federativas que resultaron más afectadas por granizadas entre 1979 y 1988, fueron Coahuila, Durango y Guanajuato (**figura 17**).

Las nevadas son frecuentes en el norte del país, y sólo en escasas ocasiones se presentan en zonas del sur. En las sierras del estado de Chihuahua, durante la estación invernal ocurren más de seis nevadas anuales en promedio y en algunas pequeñas regiones al norte de Durango y Sonora, las nevadas tienen una frecuencia de tres veces al año.

AFECTABILIDAD

Durante el periodo 1979-1988, según registros de la SARH, los estados que sobresalen en orden de importancia, de acuerdo al número de hectáreas afectadas por las granizadas son: Guanajuato, con 109,767 Has.; Chihuahua, 56,355 Has.; Tlaxcala, 51,616 Has.; Nuevo León, 37,837 Has. y Durango, 35,393 Has. Asimismo, dentro de estos registros se estimó una población expuesta mayor a los 6 millones de habitantes (**cuadro 15**).

Por lo que se refiere a las nevadas, se presentan en mayor número de ocasiones durante el año, en la sierra del estado de Chihuahua, donde son 2 millones los habitantes que están sujetos a riesgos y en las sierras de los estados de Durango y Sonora. Igualmente podemos mencionar que en los años de 1986 y 1987, este fenómeno se presentó en siete entidades, causando importantes daños materiales y humanos.

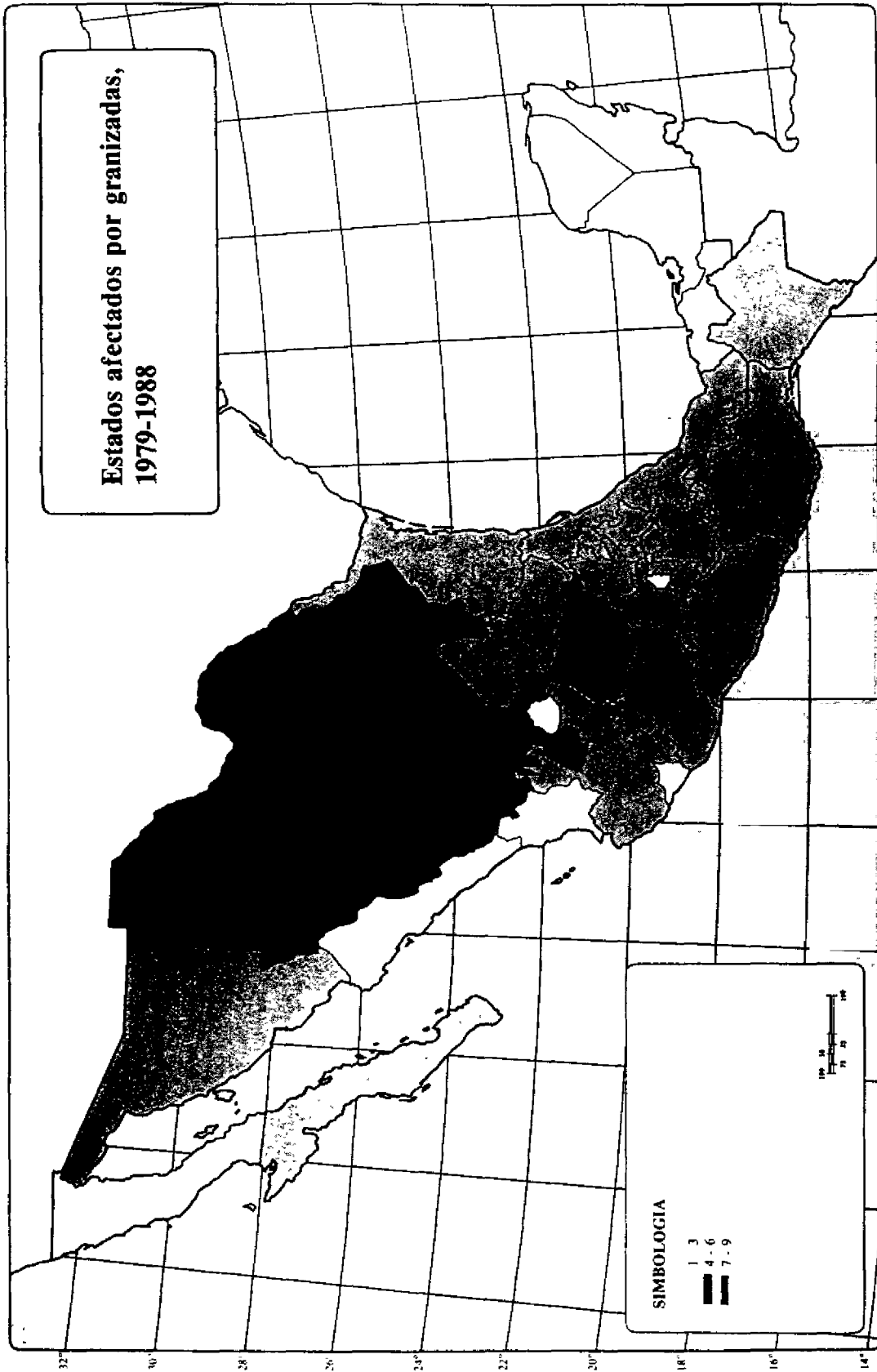


Figura 17

Fuente: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Administración del Agua

AFECTACIONES POR GRANIZADAS EN EL PERIODO 1979 - 1988

P E R D I D A S

ENTIDAD FEDERATIVA	POBLACION TOTAL DEL EDO.	HECTAREAS	IMPORTE (MILLONES \$)*	AÑOS DE OCURRENCIA EN EL PERIODO
1. BAJA CALIFORNIA SUR	1,368	27,476	1,237	1
2. CHIAPAS	2,477	9,138	782	3
3. CHIHUAHUA	2,273	56,355	7,783	5
4. COAHUILA	1,557	14,492	1,616	7
5. DURANGO	1,366	35,393	3,520	7
6. GUANAJUATO	3,491	109,767	6,451	8
7. GUERRERO	2,515	15	1	1
8. HIDALGO	1,797	3,657	1,118	3
9. JALISCO	5,125	22,213	1,685	2
10. MEXICO	11,116	955	679	2
11. MICHOACAN	3,330	912	233	1
12. MORELOS	1,227	134	12	1
13. NUEVO LEON	2,513	37,837	1,101	5
14. OAXACA	2,630	402	47	1
15. PUEBLA	3,996	1,175	175	1
16. QUERETARO	929	2,276	917	4
17. SAN LUIS POTOSI	1,674	2,496	820	3
18. SONORA	1,771	2,038	216	2
19. TAMAULIPAS	2,238	12,892	102	3
20. TLAXCALA	655	51,616	1,635	2
21. VERACRUZ	6,523	450	10	1
22. ZACATECAS	1,243	16,509	13	4
T O T A L :	61,814	408,648	30,153	

FUENTE: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Administración del Agua.

* Datos proporcionados hasta el año de 1986 por la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

Un fenómeno similar a las nevadas son las heladas, las cuales son manifestaciones de temperaturas extremas muy bajas, pero que debido a la falta de humedad, no llegan a producir precipitaciones de cristales de hielo; sin embargo, también producen daños de consideración como los ocurridos en el periodo 1979-1985. El **cuadro 16** presenta los daños ocasionados por las heladas en el territorio nacional durante el periodo anteriormente mencionado.

AFECTACIONES POR HELADAS EN EL PERIODO 1979-1985

P E R D I D A S			
ENTIDAD FEDERATIVA	HECTAREAS	IMPORTE (M\$)*	AÑOS DE OCURRENCIA EN EL PERIODO
1. COAHUILA	19,428	3,527	2
2. CHIAPAS	4,563	497	4
3. CHIHUAHUA	516,229	43,763	2
4. DURANGO	3,939	592	4
5. GUANAJUATO	6,521	2,049	5
6. MEXICO	18,972	2,275	2
7. MICHOACAN	3,524	580	1
8. NAYARIT	82	31	1
9. NUEVO LEON	42,047	15,064	5
10. PUEBLA	147,861	18,708	3
11. QUERETARO	361	108	3
12. SAN LUIS POTOSI	2,595	1,488	2
13. SONORA	138	16	1
14. TLAXCALA	27,824	3,458	2
15. VERACRUZ	48,649	3,754	2
T O T A L :	842,733	95,910	

FUENTE: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica, Dirección General de Administración y Control de Sistemas Hidrológicos, Dirección de Aguas Superficiales.

* Actualización a diciembre de 1986, conforme a los indicadores económicos del Banco de México.

Cuadro 16