

consejo 10,638.00 y 322.10 km² respectivamente (Figura 3-18; Tabla 3-8).

Figura 3-18 Marco Hidrológico de las cuencas.



Fuente: Semarnat, 2011.

Tabla 3-8 Cuencas hidrológicas

Clave Cuenca	Nombre Cuenca	Descripción	Fecha de publicación DOF	Área DOF (km ²)
2706	Río Tuxpan	Río Tuxpan: Desde el nacimiento del Río Tuxpan hasta su desembocadura en el Golfo de México	27/02/2009	6,486.50
2707	Río Cazones	Desde el nacimiento del Río Cazones hasta su desembocadura en el Golfo de México.	27/02/2009	2,775.90
2708	Río Tecolutla	Desde su nacimiento del Río Tecolutla hasta su desembocadura en el Golfo de México.	27/02/2009	7,966.80
2709	Río Nautla	Desde el nacimiento del Río Nautla hasta su desembocadura en el Golfo de México.	27/02/2009	2,844.00

Clave Cuenca	Nombre Cuenca	Descripción	Fecha de publicación DOF	Área DOF (km²)
2710	Río Misantla	Desde su nacimiento del Río Misantla hasta su desembocadura en el Golfo de México.	27/02/2009	595.90
2711	Río Colipa	Desde el nacimiento del Río Colipa hasta su desembocadura en el Golfo de México.	27/02/2009	482.80
2712	Llanuras de Tuxpan	Desde el nacimiento de los ríos Tenixtepec y Solteros hasta su desembocadura en el Golfo de México.	27/02/2009	1,606.50
2813	Río Actopan	Desde el nacimiento del Río Actopan hasta su desembocadura en el Golfo de México	03/11/2008	2,045.80
2814	Río La Antigua	Desde el nacimiento del Río La Antigua hasta su desembocadura en el Golfo de México	03/11/2008	3,443.90
2815	Río Jamapa	Desde el nacimiento del Río Jamapa hasta la EH El Tejar	03/11/2008	1,976.10
2816	Río Cotaxtla	Desde el nacimiento del Río Cotaxtla hasta la EH Paso del Toro	03/11/2008	1,708.50
2817	Río Jamapa-Cotaxtla	Desde las EH El Tejar y Paso del Toro hasta su desembocadura en el Golfo de México	03/11/2008	310.80
2818	Llanuras de Actopan	Desde el nacimiento de pequeñas corrientes hasta su desembocadura en el Golfo de México	03/11/2008	1,267.70
Ríos Tuxpan al Jamapa				33,511.20
2801	Río Salado	Desde su nacimiento hasta su confluencia con el Río Grande	25/11/2010	6,166.90
2802	Río Grande	Desde su nacimiento hasta su confluencia con el Río Salado	25/11/2010	4,941.50
2803	Río Trinidad	Desde su nacimiento hasta las EH Bellaco y Achotal	25/11/2010	5,298.20
2804	Río Valle Nacional	Desde su nacimiento hasta su confluencia con el Río Papaloapan	25/11/2010	1,364.00
2805	Río Playa Vicente	Desde su nacimiento hasta la EH Azueta	25/11/2010	4,566.10
2806	Río Santo Domingo	Desde la unión de los ríos Salado y Grande hasta su confluencia con el Río Papaloapan	25/11/2010	2,591.30
2807	Río Tonto	Desde su nacimiento hasta su confluencia con el Río Papaloapan	25/11/2010	5,312.60
2808	Río Blanco	Desde su nacimiento hasta su desembocadura a la Laguna de Alvarado	25/11/2010	2,324.20
2809	Río San Juan	Desde las EH Bellaco y Achotal hasta su confluencia con el Río Papaloapan	25/11/2010	4,344.60
2810	Río Tesechoacán	Desde la EH Azueta hasta su confluencia con el Río Papaloapan	25/11/2010	1,183.50
2811	Río Papaloapan	Desde la confluencia de los ríos Santo Domingo, Valle Nacional y Tonto con el Río Papaloapan, hasta donde se le une a este último el Río Tesechoacán	25/11/2010	2,337.50
2812	Llanuras de Papaloapan	Desde la confluencia de los ríos Tesechoacán y San Juan con el Río Papaloapan hasta su	25/11/2010	6,737.70

Clave Cuenca	Nombre Cuenca	Descripción	Fecha de publicación DOF	Área DOF (km²)
		desembocadura al Golfo de México, y corrientes que descargan directamente a la Laguna de Alvarado y Golfo de México		
Río Papaloapan				47,168.10
2910	Alto Río Coatzacoalcos	Desde el nacimiento del Río Coatzacoalcos hasta la EH Las perlas	10/11/2008	10,638.00
2911	Bajo Río Coatzacoalcos	Desde la EH Las Perlas hasta su confluencia con el Río Uxpanapa	10/11/2008	3,734.70
2912	Alto Río Uxpanapa	Desde el nacimiento del Río Uxpanapa hasta la EH Tierra Morada	10/11/2008	3,284.80
2913	Bajo Río Uxpanapa	Desde la EH Tierra Morada hasta su confluencia con el Río Coatzacoalcos	10/11/2008	1,905.10
2914	Río Huazuntlán	Desde el nacimiento del Río Huazuntlán hasta su confluencia con el Coatzacoalcos y desde la confluencia de los ríos Uxpanapa y Coatzacoalcos	10/11/2008	1,668.20
2915	Llanuras del Coatzacoalcos	Desde la confluencia del Río Huazuntlán con el Río Coatzacoalcos hasta su desembocadura en el Golfo de México	10/11/2008	322.10
Río Coatzacoalcos				21,552.90
Área total				102,232.20

Fuente: Estudios de disponibilidad publicados en el DOF en diferentes fechas.

La Región Golfo Centro es la segunda región más importante en cuanto a su escurrimiento natural medio superficial en el país, con un flujo de 100,946 millones de metros cúbicos al año, sólo superada por la Región Frontera Sur (Semarnat, 2011). Dentro de la región, la cuenca del río Papaloapan es la cuenca que

presenta los valores más altos de área y escurrimiento natural medio superficial 46,517 km² y 44,662 hm³/año respectivamente sin embargo, el río más largo dentro de la región es el río Tecolutla 375 km (Tabla 3.9).

Tabla 3-9 Escurrimiento medio superficial en la RHA H GC

Río	Escurrimiento natural medio superficial (hm³/año)	Área de la cuenca (km²)	Longitud del río (Km)	Localidades con fuerte problemática de inundación
Tuxpan	2,076	5,899	150	Tuxpan, Álamo
Cazones	1,712	2,688	145	Poza Rica
Tecolutla	6,095	7,903	375	
Nautla	2,217	2,785	124	
Actopan	884	2,000		
La Antigua	2,139	2,827	139	
Jamapa -Cotaxtla	2,563	4,061	368	Veracruz, Boca del Río,

Rio	Escurrimiento natural medio superficial (hm ³ /año)	Área de la cuenca (km ²)	Longitud del río (Km)	Localidades con fuerte problemática de inundación
				Medellín de Bravo
Papaloapan	44,662	46,517	354	Cosamaloapan
Coatzacoalcos	28,093	17,369	325	Coatzacoalcos, Minatitlán
Tonalá	11,389	5,679	82	Agua Dulce, Las Choapas
Suma:	101,830	97,728	2,062	

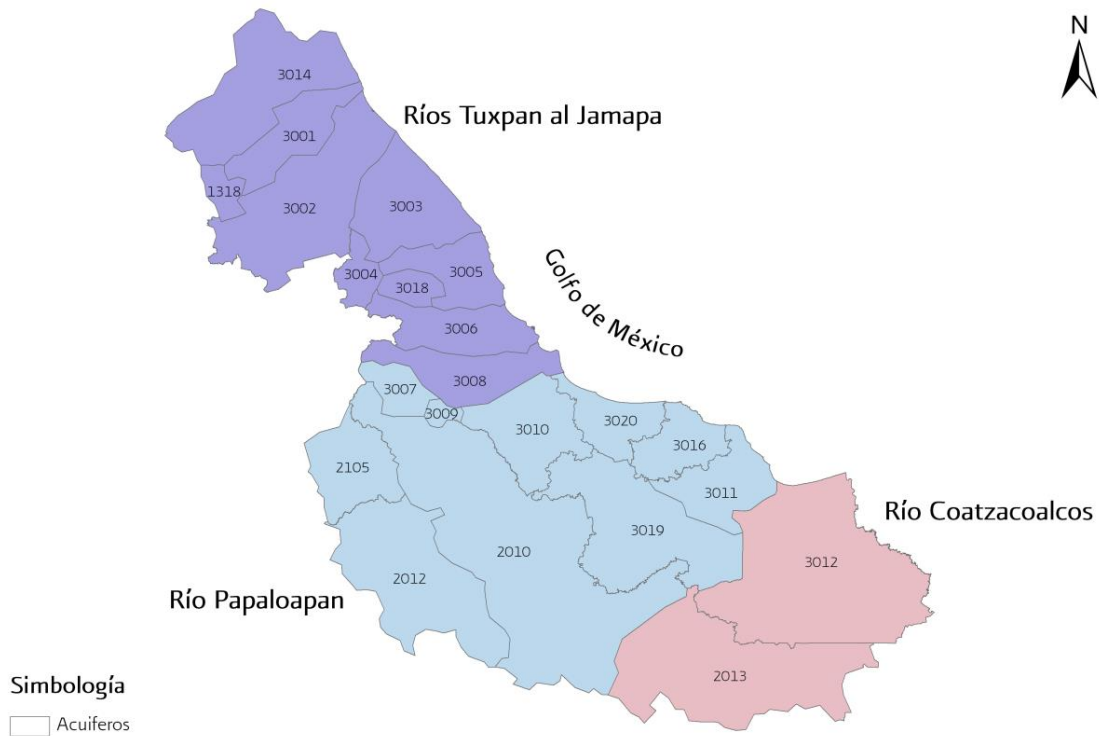
Fuente: Semarnat, 2011.

Acuíferos

En la RHA X GC se cuenta con 22 acuíferos con un área total de 102,709.11 km². De los 22 acuíferos, diez pertenecen al consejo de los ríos Tuxpan al Jamapa (Poza Rica, Tecolutla, Martínez de La Torre-Nautla, Perote-Zalayeta, Valle de Actopan, Costera de Veracruz, Cotaxtla, Álamo-Tuxpan, Jalapa-

Coatepec y Acaxochitlán), diez al consejo del río Papaloapan (Tuxtepec, Cuscatlán, Valle de Tehuacán, Orizaba-Córdoba, Omealca-Huixcolotla, Los Naranjos, So-teapan-Hueyapan, Sierra de San Andrés Tuxtla, Cuenca Río Papaloapan y Costera del Papaloapan), y dos al consejo del río Coatzacoalcos (Costera de Coatzacoalcos y Coatzacoalcos) (Figura 3-19 y Tabla 3-10).

Figura 3-19 Acuíferos de la RHA X GC



Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: Conagua. Subdirección General de Programación. Estadísticas del Agua en México, Edición 2010.

Tabla 3-10 Acuíferos y fechas de publicación

Clave acuífero	Nombre acuífero	Fecha de publicación DOF	Área (km ²)
3001	Poza Rica	28/08/2009	2,779.70
3002	Tecolutla	Acuífero no publicado en el DOF	7,584.52
3003	Martínez de La Torre-Nautla	28/08/2009	4,351.61
3004	Perote-Zalayeta	28/08/2009	1,016.36
3005	Valle de Actopan	28/08/2009	2,507.02
3006	Costera de Veracruz	28/08/2009	3,059.50
3008	Cotaxtla	28/08/2009	3,246.93
3014	Álamo-Tuxpan	Acuífero no publicado en el DOF	6,390.08
3018	Jalapa-Coatepec	Acuífero no publicado en el DOF	857.79
1318	Acaxochitlán	25/01/2011	753.98
Ríos Tuxpan al Jamapa			32,547.49
2010	Tuxtepec	28/08/2009	17,563.40
2012	Cuscatlán	Acuífero no publicado en el DOF	7,451.54
2105	Valle de Tehuacán	28/08/2009	3,155.60
3007	Orizaba-Córdoba	28/08/2009	1,261.30
3009	Omealca-Huixcolotla	16/08/2010	336.65
3010	Los Naranjos	28/08/2009	3,842.81
3011	Sotepan-Hueyapan	16/08/2010	2,994.66

Clave acuífero	Nombre acuífero	Fecha de publicación DOF	Área (km ²)
3016	Sierra de San Andrés Tuxtla	25/01/2011	2,239.06
3019	Cuenca Río Papaloapan	28/08/2009	7,279.89
3020	Costera del Papaloapan	16/08/2010	2,171.71
Río Papaloapan			48,296.62
3012	Costera de Coatzacoalcos	28/08/2009	12,214.07
2013	Coatzacoalcos	Acuífero no publicado en el DOF	9,650.93
Río Coatzacoalcos			21,865.00
Total			102,709.11

3.4 Caracterización geomorfológica de los cauces y planicies de inundación

Geología

En la RHA X GC predominan las rocas sedimentarias cubriendo un 55% de la superficie

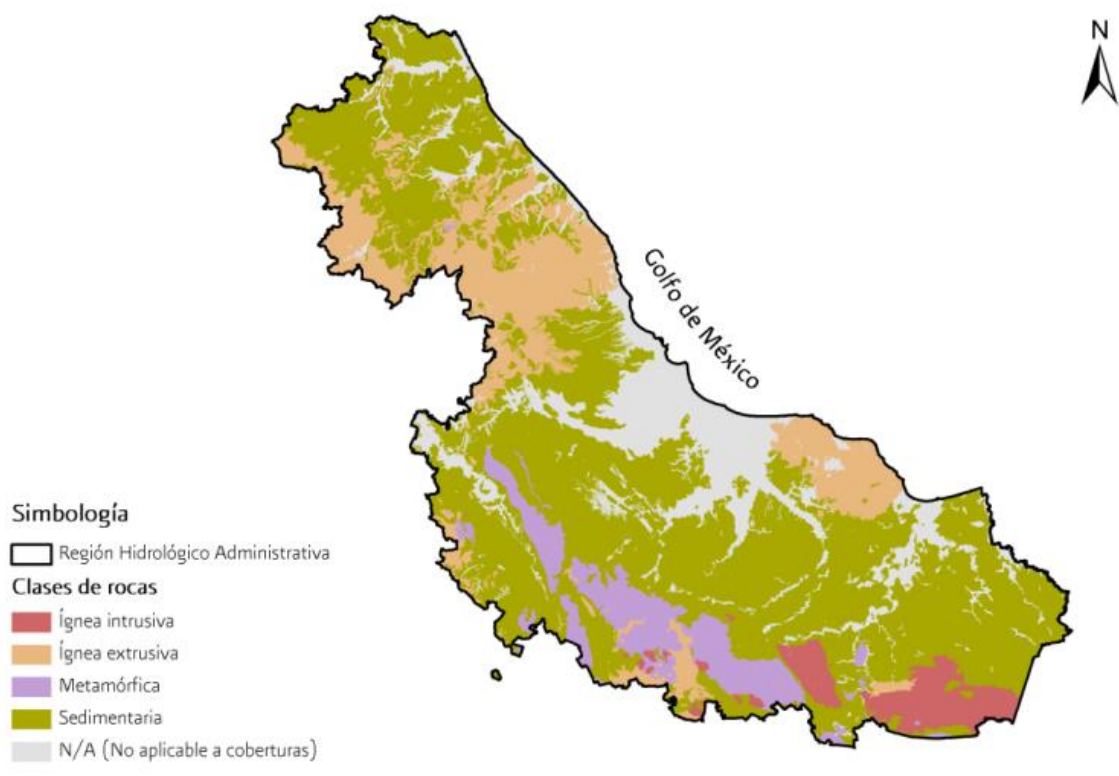
de la región, las rocas ígneas extrusivas un 17% y entre las rocas Metamórficas e Ígneas intrusivas cubren un 11%, el resto de la superficie no es aplicable a coberturas (Tabla 3.11; Figura 3.20).

Tabla 3-11 Clases de roca

Clase	Área de clase de roca km ²	% de área de RHA
Ígnea extrusiva	17,741.15	17.0%
Ígnea intrusiva	4,377.76	4.2%
Metamórfica	7,425.55	7.1%
N/A (No aplicable a coberturas)	16,528.96	15.8%
Sedimentaria	58,387.88	55.9%

Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: INEGI serie I, Geología, 2000.

Figura 3-20 Clases de rocas de la RHA X GC



Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: INEGI serie I, Geología, 2000.

En cuanto a los tipos de roca que forman la región se encuentran: el Basalto de la clase Ígnea extrusiva, el Granito de la clase Ígnea intrusiva, Esquisto de la clase Metamórfica, Aluvial sin clase aplicable a cobertura, Arenisca, Arenisca-Conglomerado, Caliza, Conglomerado y Lutita-Arenisca, estas de la clase Sedimentarias, estos tipos de roca

cubren casi un 75% de la superficie de la RHA, siendo la Caliza el material de mayor superficie con un 13.8%. En las zonas bajas donde las pendientes son planas, se han formado suelos aluviales producto del depósito de los arrastres provenientes de las partes altas de las cuencas. (Tabla 3-12).

Tabla 3-12 Tipos de rocas de la RHA X GC

Clase	Tipo	Área (km ²)	% de área de RHA
Ígnea extrusiva	Andesita	3,070.45	2.9%
	Andesita-Brecha volcánica intermedia	10.28	0.0%
	Arenisca-Toba intermedia	35.56	0.0%
	Basalto	5,069.23	4.9%
	Basalto-Brecha volcánica básica	1,205.88	1.2%
	Basalto-Toba básica	1,002.68	1.0%
	Brecha volcánica básica	580.46	0.6%
	Brecha volcánica intermedia	290.19	0.3%
	Ceniza volcánica	647.94	0.6%

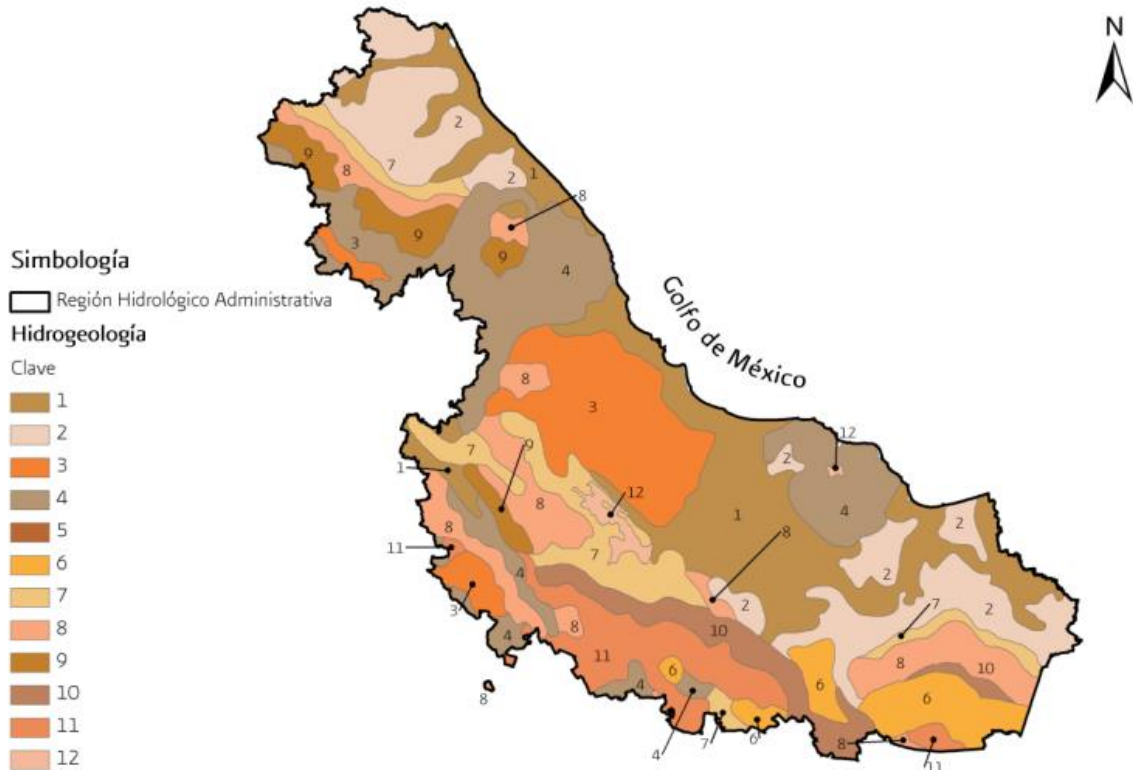
Clase	Tipo	Área (km²)	% de área de RHA
	Dacita	30.72	0.0%
	Latita	1.02	0.0%
	Riodacita	25.74	0.0%
	Riolita	77.22	0.1%
	Riolita-Toba ácida	12.02	0.0%
	Toba ácida	2,992.97	2.9%
	Toba básica	1,883.56	1.8%
	Toba básica-Brecha volcánica básica	281.83	0.3%
	Toba intermedia	382.55	0.4%
	Volcanoclástico	137.03	0.1%
Ígnea intrusiva	Diorita	1.05	0.0%
	Gabro	9.01	0.0%
	Granito	4,162.03	4.0%
	Granodiorita	67.81	0.1%
	Monzonita	131.46	0.1%
	Tonalita	6.40	0.0%
Metamórfica	Cataclasita	1,256.47	1.2%
	Esquisto	4,879.44	4.7%
	Gneis	127.44	0.1%
	Mármol	61.38	0.1%
	Metasedimentaria	807.79	0.8%
	Pizarra	246.58	0.2%
N/A (No aplicable a cobertura)	Aluvial	12,778.44	12.3%
	Eólico	767.25	0.7%
	Lacustre	377.38	0.4%
	Litoral	31.49	0.0%
	N/A (No aplicable a cobertura)	1,289.74	1.2%
	Palustre	1,254.17	1.2%
	Residual	21.06	0.0%
Sedimentaria	Arenisca	13,168.21	12.6%
	Arenisca-Conglomerado	4,888.98	4.7%
	Brecha sedimentaria	31.99	0.0%
	Caliche	44.99	0.0%
	Caliza	14,319.03	13.8%
	Caliza-Lutita	2,811.53	2.7%
	Conglomerado	6,569.51	6.3%
	Limolita-Arenisca	3,367.11	3.2%
	Lutita	935.20	0.9%
	Lutita-Arenisca	11,613.99	11.2%
	Lutita-Yeso	80.84	0.1%
	Travertino	279.47	0.3%

Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: INEGI serie I, Geología, 2000.

La RHA X GC se destaca por tener una buena permeabilidad. En las zonas bajas se concentran depósitos aluviales y lacustres con permeabilidad media a alta conformados por terrazas marinas, gravas, arenas y limos. En el norte y sur de la Región la permeabilidad disminuye de baja a alta esto provocado por la presencia de lutitas, limolitas, areniscas y conglomerados. Hacia las zonas altas sobresalen las rocas volcánicas (lavas, brechas y tobas), principalmente basálticas y andesíticas con una permeabilidad media a alta. En el

centro de la región sobresalen areniscas y conglomerados con permeabilidad media a alta. En general aproximadamente un 73% de la superficie de la región está conformado por materiales que permiten una permeabilidad en promedio clasificada como baja a alta, esto permite que los acuíferos de la región se recarguen favorablemente. El resto de la región cuenta con una permeabilidad baja provocada por la presencia de rocas intrusivas y materiales como arcillas y limos (Figura 3.21 y Tabla 3.13).

Figura 3-21 Hidrogeología



Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: Conabio. Marín-C, S y Torres- Ruata, C. (1990), 'Hidrogeología'. IV. 6. 3. Atlas Nacional de México. Vol. II Escala 1: 4000000. Instituto de Geografía, UNAM, México. Publicación: 29-01-2002). <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

Tabla 3-13 Hidrogeología

Clave Hidrogeología	Descripción	% de área de RHA
1	Terrazas marinas, gravas, arenas y limos. Depósitos aluviales y lacustres. Permeabilidad media a alta (generalizada).	19.9%

Clave Hidro-geología	Descripción	% de área de RHA
2	Lutitas, limolitas, areniscas y conglomerados. Permeabilidad baja a alta (generalizada).	14.5%
3	Areniscas y conglomerados predominantemente. Permeabilidad media a alta (generalizada).	11.1%
4	Rocas volcánicas (lavas, brechas y tobos). Principalmente basálticas y andesíticas. Permeabilidad media a alta (localizada).	16.7%
6	Rocas intrusivas graníticas, granodioritas y doleritas. Permeabilidad baja (localizada).	4.9%
7	Rocas sedimentarias marinas predominantemente arcillosas (lutitas, limolitas y calizas arcillosas). Permeabilidad baja (localizada).	7.5%
8	Rocas sedimentarias marinas predominantemente calcáreas (calizas y areniscas). Permeabilidad alta (localizada).	10.1%
9	Lutitas, limolitas, areniscas y calizas limo arcillosas. Permeabilidad baja a media (localizada).	3.6%
10	Limolitas arcillo arenosas, areniscas y conglomerados limoarcillosos. Permeabilidad baja (localizada).	4.5%
11	Rocas metamórficas: esquistos, cuarcitas y gneis. Permeabilidad baja (localizada).	6.2%
12	Principales cuerpos de agua tanto naturales (lagos) como artificiales (presas), que influyen a los acuíferos locales.	0.8%

Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: Conabio. Marín-C, S y Torres- Ruata, C. (1990), 'Hidrogeología'. IV. 6. 3. Atlas Nacional de México. Vol. II Escala 1: 4,000,000. Instituto de Geografía, UNAM, México. Publicación: 29-01-2002).

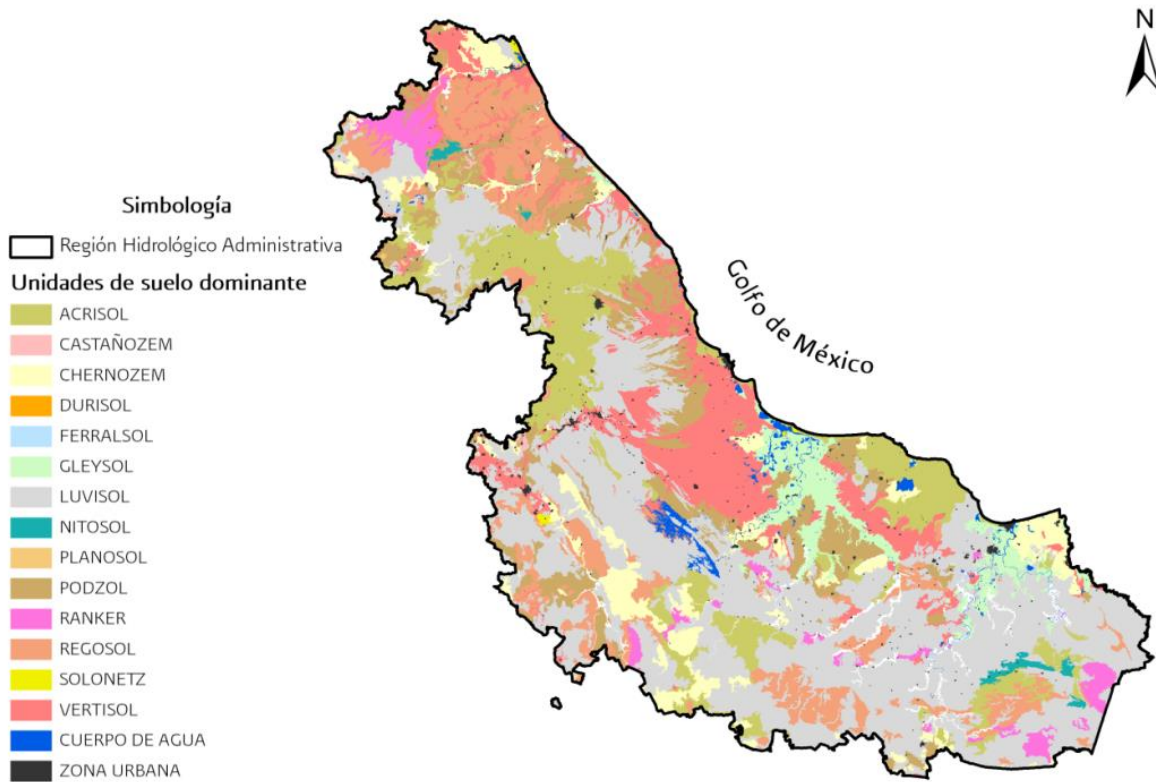
<http://www.conabio.gob.mx/informacion/GIS/>

Edafología

En la Región se cuenta con la presencia de suelos primarios con menos de 10 cm de espesor correspondiente a lutitas, que cubren casi el 40% de la superficie de la región, prácticamente todo el centro, sur y parte del norte de la región. Le sigue en orden de cobertura superficial, los suelos ácidos de climas húmedos con un subsuelo arcilloso y pobre en general, localizados en las zonas

montañosas del norte, este y sur de la región y que en conjunto cubren una superficie del 13% de la RHA. Los suelos muy arcillosos, correspondientes a los vertisoles, ubicados al centro y norte de la región, y los regozoles que son suelos sin estructura y de textura variable, muy parecidos a la roca madre localizados al norte, sur y sureste, cubren entre los dos aproximadamente el 23% de la superficie territorial (Figura 3.22; Tabla 3.14).

Figura 3-22 Edafología de la RHA X GC



Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: INEGI serie II, 2002 -2007, Edafología.

Tabla 3-14 Edafología

Suelo primario	% de área dentro de la RHA
Acrisol	12.7%
Castañozem	0.1%
Chernozems	6.2%
Durisoles	0.1%
Ferralsoles	1.2%
Gleysol	4.1%
Luvisol	38.6%
Nitisol	0.5%
Otro	1.8%
Planosol	0.0%
Podzoles	9.6%
Ranker	2.5%
Regosol	10.8%
Solonetz	0.1%
Vertisol	11.6%

Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: INEGI serie II, 2002 -2007, Edafología.

A continuación y de acuerdo a la Leyenda de Suelos (FAO 1968 modificada por DENTENAL en 1970) y el diccionario de datos edafológicos de INEGI se presentan las descripciones de los suelos dominantes:

Acrisoles. Símbolo: A. Suelos ácidos de climas húmedos, con un subsuelo arcilloso y pobre en general.

Andosoles. Símbolo: T. Suelos oscuros muy ligeros, con alto contenido de ceniza y otros materiales de origen volcánico.

Arenosoles. Símbolo: Q. Suelos muy arenosos.

Cambisoles. Símbolo: B. Suelos con un subsuelo, a simple vista, muy diferente a la capa superficial en color y textura. La capa superficial puede ser oscura, con más de 25 cm de espesor pero pobre y en ocasiones inexistente concentración de nutrientes.

Castañozems. Símbolo: K. Suelos de color castaño o pardo de climas semisecos. Tienen una capa superficial oscura, gruesa, rica en materia orgánica y nutrientes; puede haber cal o yeso en algún lugar del suelo.

Chernozems. Símbolo: C. Suelos negros de climas semisecos. La única diferencia con los Castañozems es su color superficial más oscuro.

Feozems. Símbolo: H. Suelo con una capa superficial oscura, algo gruesa, rica en materia orgánica y nutrientes.

Gleysoles. Símbolo: G. Suelos pantanosos o inundados a menos de 50 cm de profundidad la mayor parte del año.

Histosoles. Símbolo: H. Suelos orgánicos con una capa mayor de 40 cm de espesor, generalmente están inundados. Son los suelos con mayor contenido de materia orgánica.

Litosol. Símbolo: I. Suelo con menos de 10 cm. de espesor.

Luvisoles. Símbolo: L. Suelos con mucha arcilla acumulada en el subsuelo. A diferencia de los Acrisoles estos son más fértiles.

Nitrosiles. Símbolo: N. Suelos brillantes, profundos y muy arcillosos en todo el perfil. Generalmente se encuentran en zonas muy lluviosas.

Planosoles. Símbolo: W. Suelos generalmente situados en depresiones topográficas. Tienen un subsuelo arcilloso que disminuye el drenaje considerablemente.

Ranker. Símbolo: U. Suelos de menos de 25 cm de espesor procedentes de arenas, se localizan generalmente sobre colinas o pendientes onduladas. Similares a las rendzinas pero con las diferencias de que no se encuentran sobre rocas de cal y de que su capa superficial es más dura o pobre en nutrientes.

Regosoles. Símbolo: R. Suelos sin estructura y de textura variable, muy parecidos a la roca madre.

Rendzina. Símbolo: E. Suelos con menos de 50 cm de espesor que están encima de rocas duras ricas en cal. La capa superficial es algo gruesa, oscura y rica en materia orgánica y nutrientes.

Solonchaks. Símbolo: Z. Suelos alcalinos con alto contenido de sales en alguna capa a menos de 125 cm de profundidad.

Solonetz. Símbolo: S. Suelos muy alcalinos donde el sodio predomina en el subsuelo. En general son muy difíciles de trabajar y de recuperar económicamente.

Vertisoles. Símbolo: V. Suelos muy arcillosos en cualquier capa a menos de 50 cm de profundidad; en época de secas y siempre y cuando no haya riego artificial presentan grietas muy visibles a menos de 50 cm de profundidad. Estos suelos se agrietan en la superficie cuando están muy mojados.

Xerosoles. Símbolo: X. Suelos de regiones secas, tienen generalmente, una capa superficial clara y delgada que según el tipo de

textura que tengan, las cantidades de materia orgánica son muy variables.

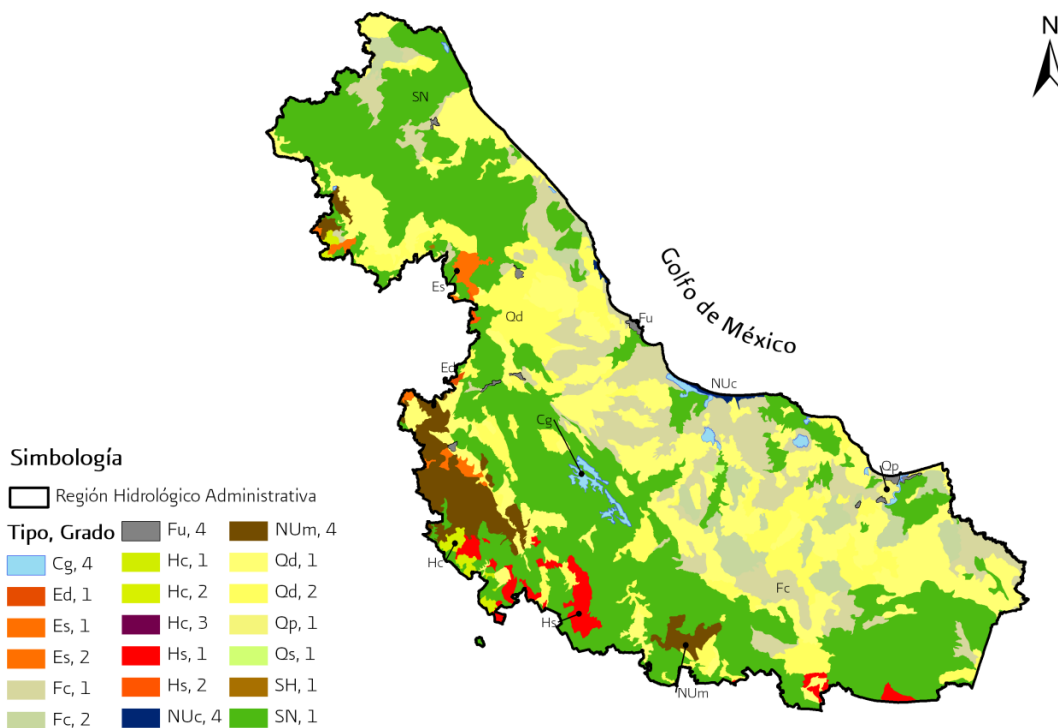
Yermosoles. Símbolo: Y. Suelos de regiones desérticas, tienen generalmente, una capa superficial clara y delgada que según el tipo de textura que tengan, las cantidades de materia orgánica son muy variables.

Erosión

En general en cuanto al total de la extensión territorial de la RHA X GC, los suelos son estables bajo condiciones naturales, siendo terrenos aptos para sistemas forestales,

pecuarios y agrícolas. También sobresalen los suelos con declinación en la fertilidad y reducción en el contenido de materia orgánica en grados ligero y moderado. En menor medida se tiene terrenos compactados con grados de degradación ligero y moderado. Afectaciones con grados extremos donde la productividad es irrecuperable, suman un 5.4% del total del territorio. Estas afectaciones se clasifican como encostramiento y sellamiento y se presentan en las principales ciudades, dunas costeras y regiones montañosas de la región (Figura 3.23 y Tabla 3.15).

Figura 3-23 Tipos y grados de degradación en la RHA X GC



Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: Semarnat. Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos, 2004.
<http://infoteca.Semarnat.gob.mx/website/geointegrador/mviewer/viewer.htm?P1=infoteca.Semarnat.gob.mx&P2=degradacion&P3=Degradaci%C3%B3n&P4=>

Tabla 3-15 Tipos de degradación

Clave	Tipo de degradación	Grado de degradación	Reducción de productividad biológica de los terrenos (RPBT)	Descripción (RPBT)	% de área de RHA
-------	---------------------	----------------------	---	--------------------	------------------

Clave	Tipo de degradación	Grado de degradación	Reducción de productividad biológica de los terrenos (RPBT)	Descripción (RPBT)	% de área de RHA
Cg	Cuerpo de Agua	4	Extremo	Su productividad es irrecuperable y su restauración materialmente imposible.	0.8%
Ed	Deformación del terreno por acción del viento	1	Ligero	Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan alguna reducción apenas perceptible en su productividad.	0.1%
Es	Pérdida del suelo superficial por acción del viento	1	Ligero	Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan alguna reducción apenas perceptible en su productividad.	0.3%
		2	Moderado	Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan una marcada reducción en su productividad.	0.6%
Fc	Compactación	1	Ligero	Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan alguna reducción apenas perceptible en su productividad.	12.9%
		2	Moderado	Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan una marcada reducción en su productividad.	4.1%
Fu	Encostramiento y sellamiento	4	Extremo	Su productividad es irrecuperable y su restauración materialmente imposible.	0.3%
Hc	Erosión hídrica con deformación del terreno (presencia de cárcavas, de canales o movimiento de masas)	1	Ligero	Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan alguna reducción apenas perceptible en su productividad.	0.0%
		2	Moderado	Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan una marcada reducción en su productividad.	0.4%
		3	Fuerte	Los terrenos (predios o granjas), tienen una degradación tan severa, considerados con	0.0%

Clave	Tipo de degradación	Grado de degradación	Reducción de productividad biológica de los terrenos (RPBT)	Descripción (RPBT)	% de área de RHA
				productividad irrecuperable a menos que se realicen grandes trabajos de ingeniería para su restauración	
Hs	Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	1	Ligero	Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan alguna reducción apenas perceptible en su productividad.	1.5%
		2	Moderado	Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan una marcada reducción en su productividad.	0.1%
NUc	Tierras sin uso - Dunas costeras	4	Extremo	Su productividad es irrecuperable y su restauración materialmente imposible.	0.2%
NUM	Tierras sin uso - regiones áridas montañosas	4	Extremo	Su productividad es irrecuperable y su restauración materialmente imposible.	4.1%
Qd	Declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	1	Ligero	Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan alguna reducción apenas perceptible en su productividad.	20.5%
		2	Moderado	Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan una marcada reducción en su productividad.	11.1%
Qp	Polución	1	Ligero	Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan alguna reducción apenas perceptible en su productividad.	0.1%
Qs	Salinización/Alcalinización	1	Ligero	Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan alguna reducción apenas perceptible en su productividad.	0.1%
SH	Estable bajo la influencia humana	1	Ligero	Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan alguna reducción apenas perceptible en su productividad.	0.0%

Clave	Tipo de degradación	Grado de degradación	Reducción de productividad biológica de los terrenos (RPBT)	Descripción (RPBT)	% de área de RHA
SN	Estable bajo condiciones naturales	1	Ligero	Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan alguna reducción apenas perceptible en su productividad.	42.9%

Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: Semarnat. Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos, 2004.
<http://infoteca.Semarnat.gob.mx/website/geointegrador/mviewer/viewer.htm?P1=infoteca.Semarnat.gob.mx&P2=degradacion&P3=Degradaci%C3%B3n&P4=>

En cuanto a los procesos de erosión considerados como apreciables se observan áreas erosionadas en las zonas altas de la RHA X

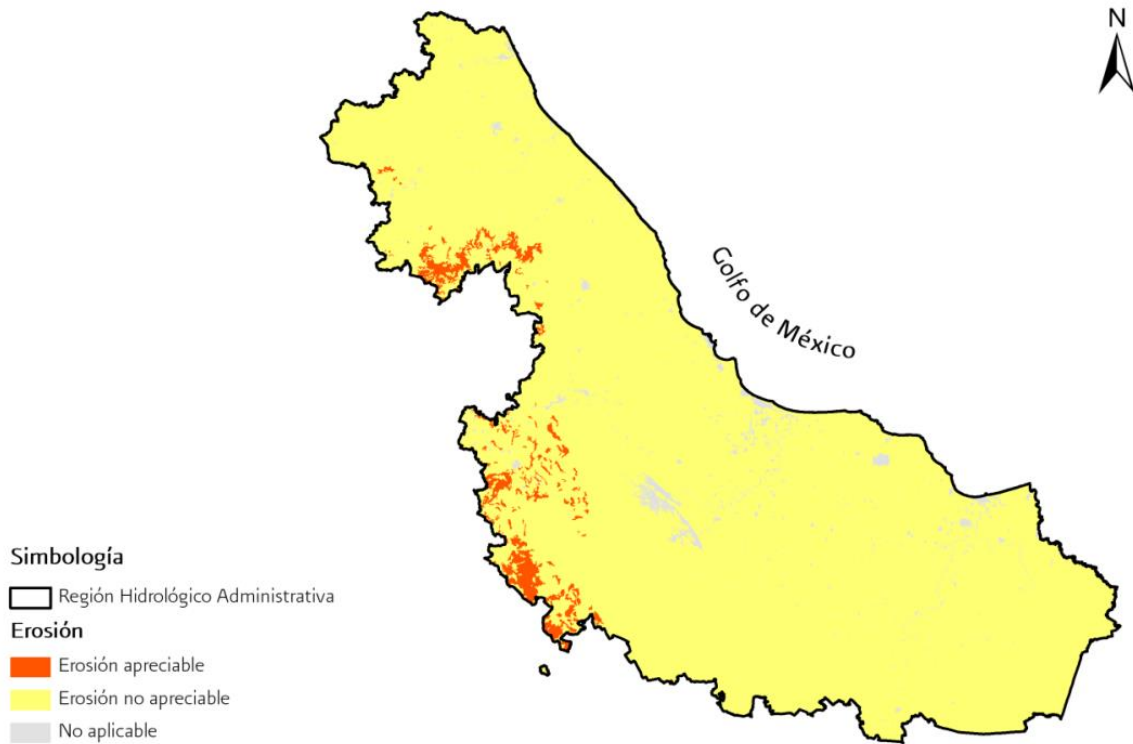
GC, es decir, en las regiones áridas montañosas (Tabla 3-16 y Figura 3.24).

Tabla 3-16 Áreas de erosión en la RHA X GC

Erosión	Área de erosión km ²	% de área de RHA
Erosión Apreciable	2,363.24	2.3%
Erosión No Apreciable	99,792.10	95.8%
No aplicable a coberturas	1,969.42	1.9%

Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: INEGI, serie III (2002-2005),
 Uso de suelo y vegetación.

Figura 3-24 Erosión en la RHA X GC



Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: INEGI, serie III (2002-2005), Uso de suelo y vegetación.

3.5 Descripción de inundaciones históricas relevantes

Para identificar el origen de una inundación, clasificar la zona donde se ha presentado e indicar si fue provocada por eventos atípicos de precipitación, lluvia convectiva, de verano, invierno o ciclónica, así como por derrame de presas o rompimiento de infraestructura de almacenamiento, es necesario conocer la definición de estos eventos.

3.5.1 Ciclones

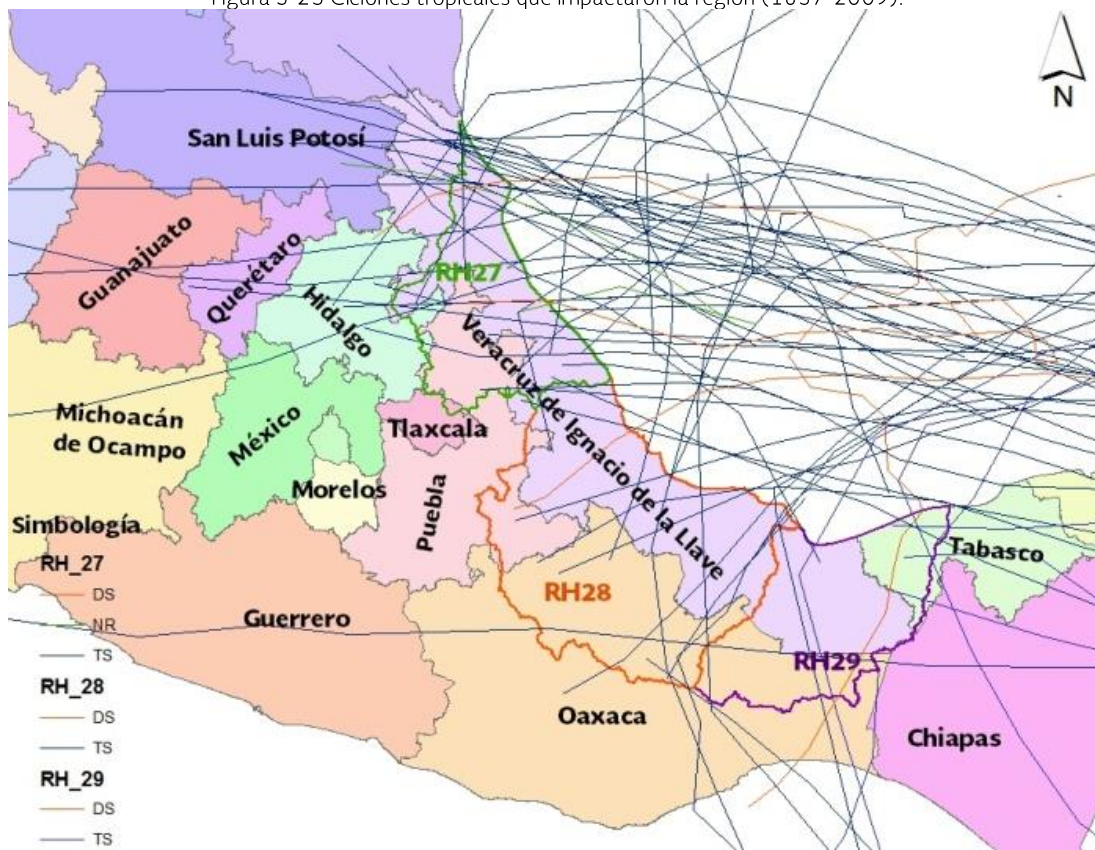
El ciclón tropical es un área de baja presión que se desarrolla sobre aguas tropicales o subtropicales. Los ciclones tropicales generan lluvias intensas, vientos fuertes, gran oleaje y mareas de tormenta. Los ciclones tropicales presentan en planta un área circular y en el centro presentan la presión más

baja. La energía de un ciclón es mayor conforme aumenta la diferencia de presiones entre su centro y su periferia; esta última es del orden de 1,013 mb. Se originan en el mar tanto en el hemisferio norte como en el sur entre las latitudes 5° a 15° y cuando la temperatura del agua es mayor a los 26° C.

Los ciclones tropicales también pueden producir efectos favorables, sobre todo porque son una de las principales fuentes de precipitación en el país y sus lluvias contribuyen a la recarga de acuíferos y aumentan el volumen de agua en las presas, especialmente en zonas con poca precipitación.

En la figura 3-25, se muestran las trayectorias de los ciclones que impactaron la región del periodo de 1857 a 2009. El consejo de cuenca de los ríos Tuxpan al Jamapa ha tenido el mayor número de impactos.

Figura 3-25 Ciclones tropicales que impactaron la región (1857-2009).



Fuente: National Hurricane Center, NWS, NOAA.

3.5.2 Tormentas severas

Se puede definir a una tormenta severa como aquella tormenta que es susceptible de producir daños materiales importantes, muertes o ambos. Generalmente, las tormentas severas vienen acompañadas de lluvias intensas, vientos fuertes y pueden producir granizo, rayos y truenos, inundaciones repentinas e incluso tornados. Si se presentan sobre el océano, también producen oleaje alto y marejada intensa.

Se entiende por precipitación a la caída de partículas líquidas o sólidas de agua. La precipitación es la fase del ciclo hidrológico que da origen a todas las corrientes superficiales y profundas, debido a lo cual su evaluación y el conocimiento de su distribución, tanto en el tiempo como en el espacio, son problemas básicos en hidrología. La intensidad y cantidad de precipitación dependerán del conte-

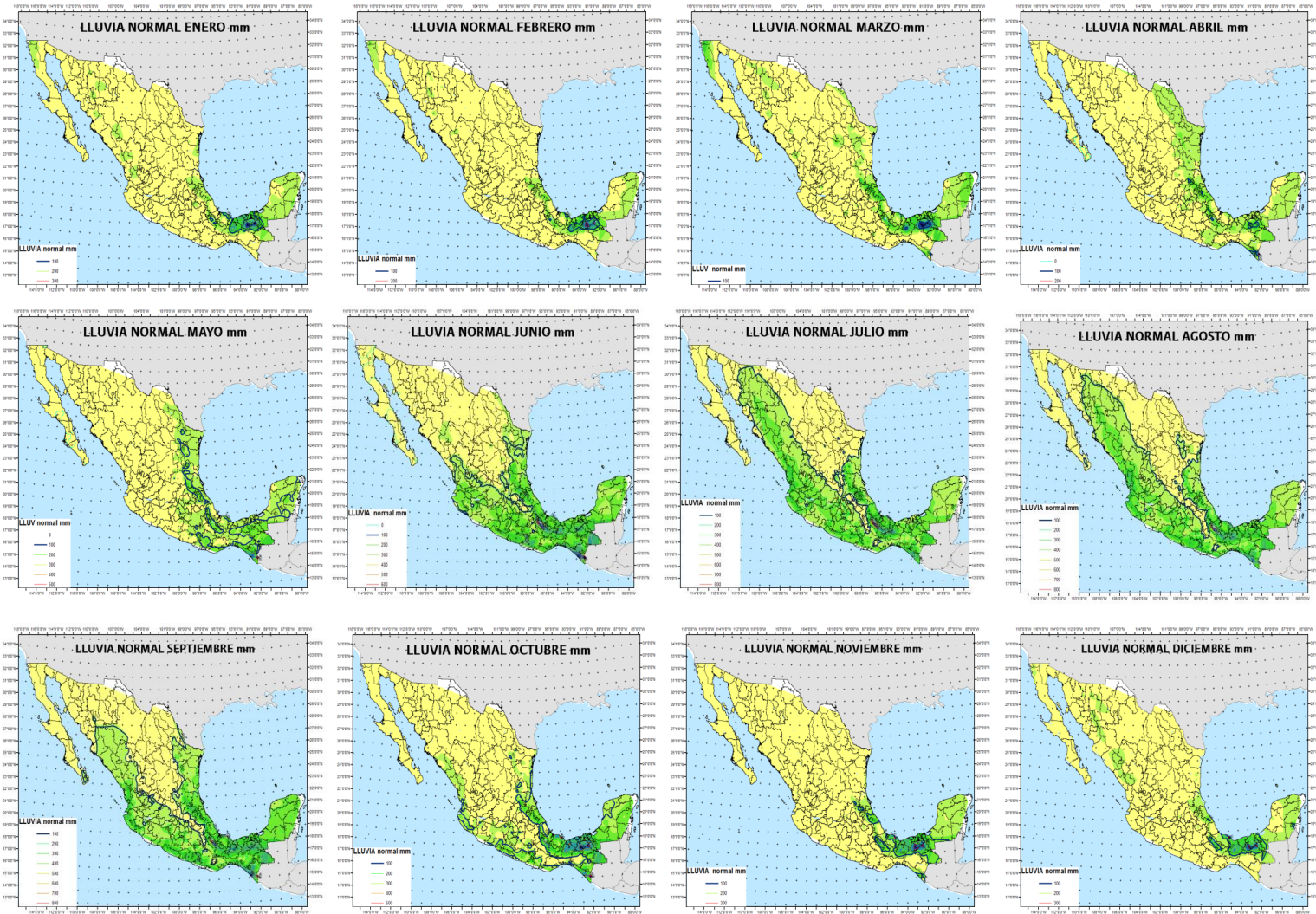
nido de humedad del aire y de la velocidad vertical del mismo. De estos procesos se derivan los diferentes tipos de precipitación; precipitación ciclónica, precipitación convectiva y precipitación orográfica. Los factores de mayor importancia en la formación de la precipitación son el contenido de humedad y la velocidad vertical de la masa de aire.

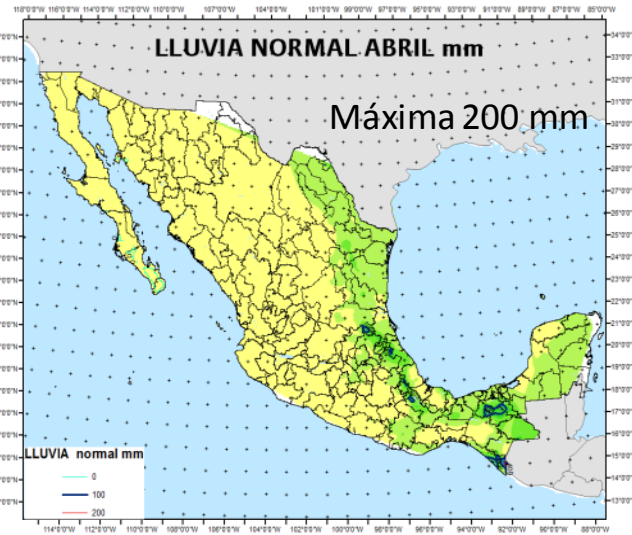
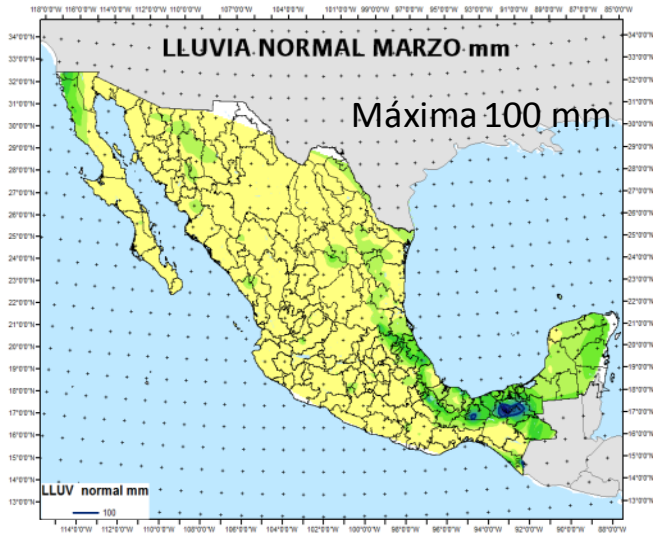
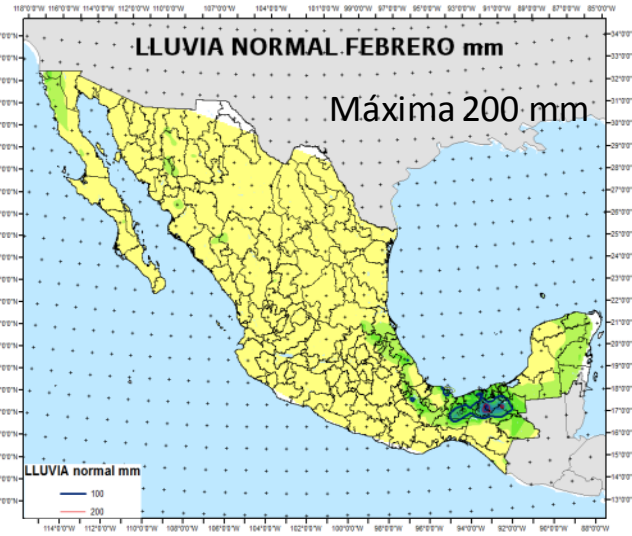
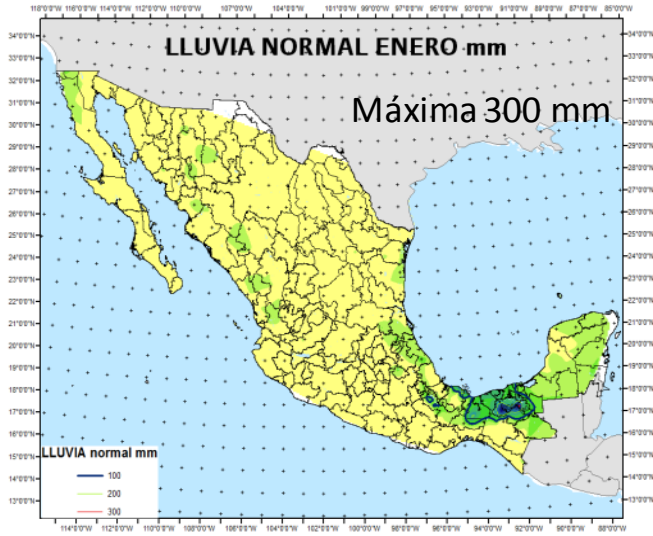
La severidad de una tormenta está determinada por su periodo de retorno y su duración. El daño potencial de la inundación depende también de la duración y período de retorno de la tormenta así como de las características de la cuenca y la humedad antecedente.

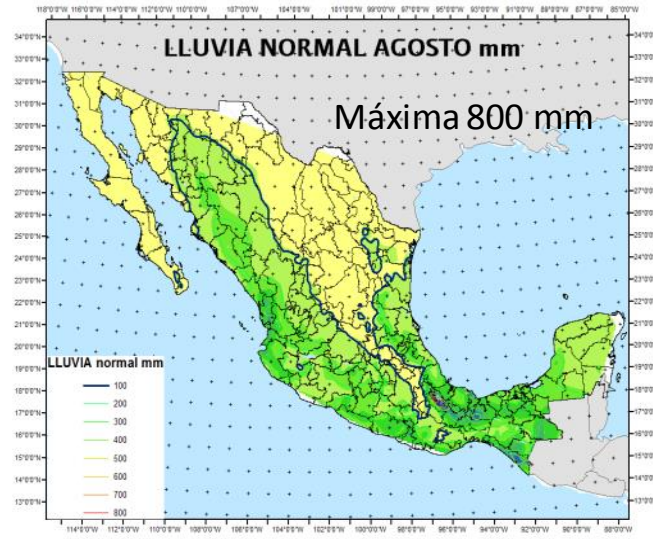
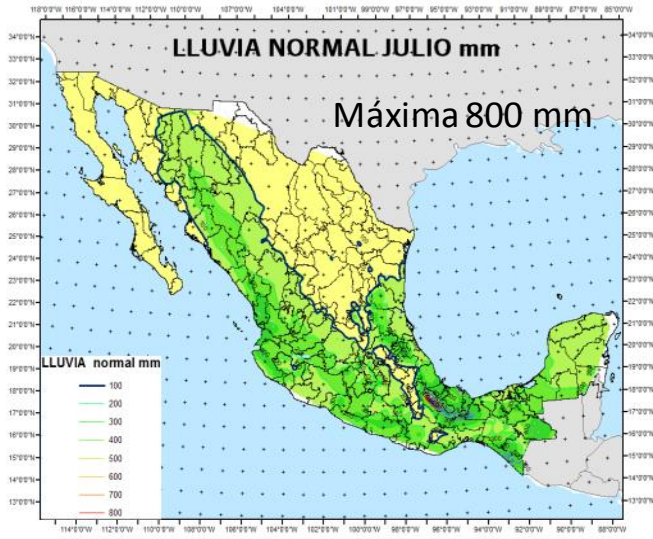
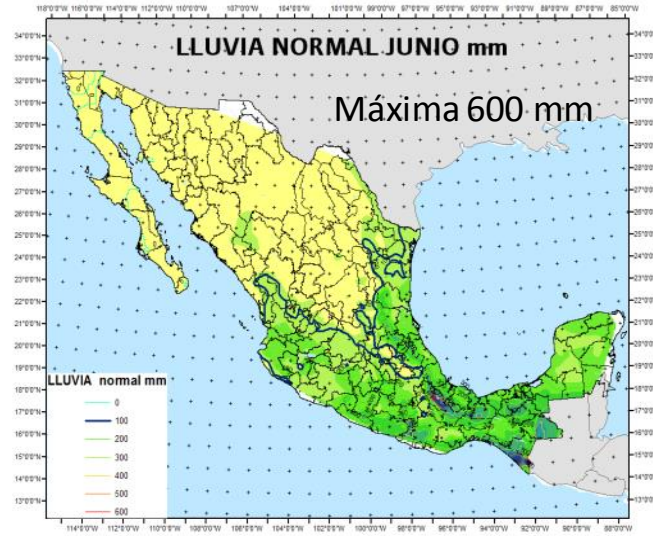
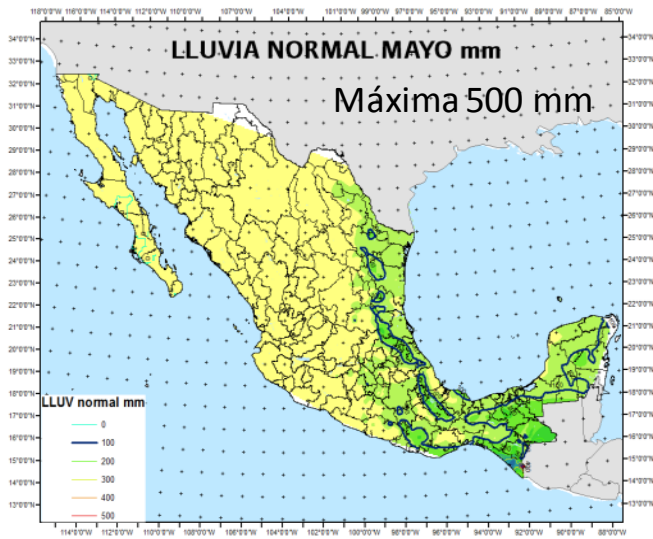
Para el periodo de 1961 a 1990 y con base en las normales climatológicas descritas en apartados anteriores, se calcularon las lluvias mensuales normales en todo el país, los resultados obtenidos se muestran en las si-

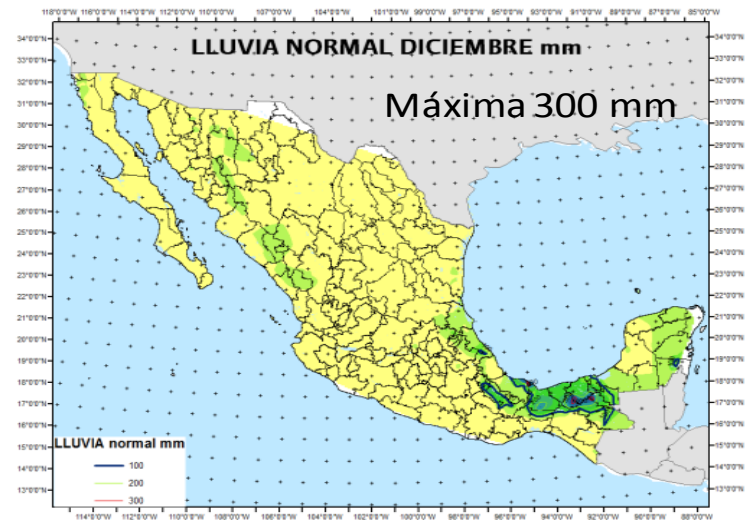
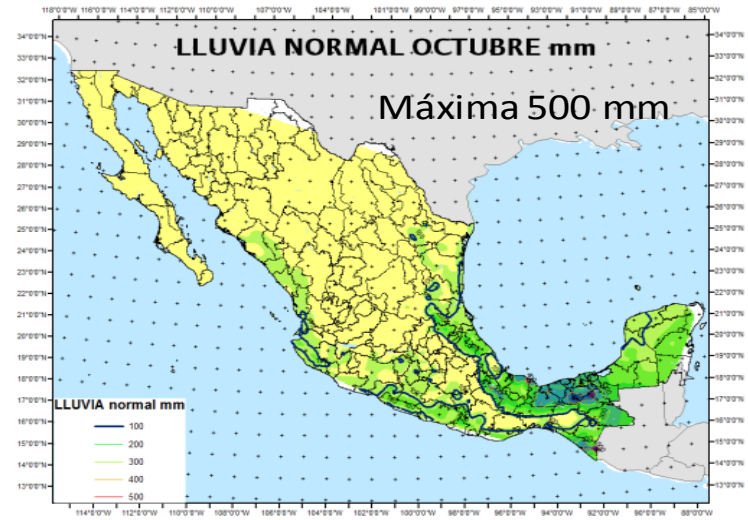
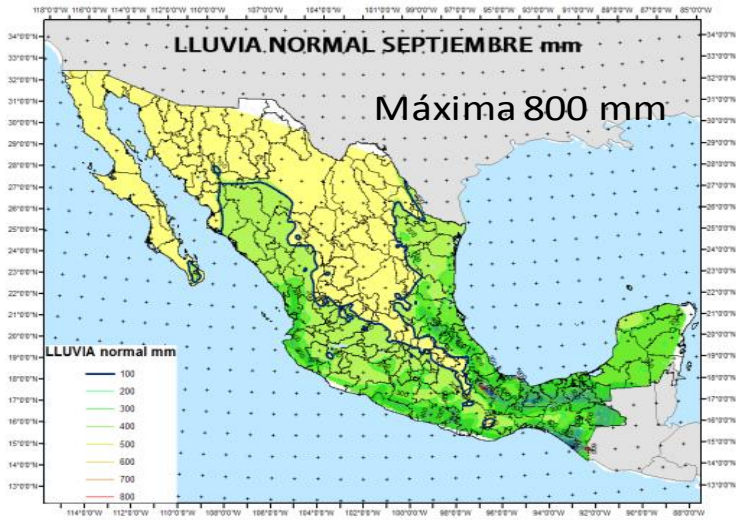
guientes figuras. En la figura 3-26, para los meses de mayo a octubre se muestra la ocurrencia de lluvia en la mayor parte del territorio, así como la cobertura de sur a noroeste conforme avanza la temporada húmeda. En cuanto a los meses más fríos, se percibe la presencia de lluvia principalmente al noroeste y en el litoral del Golfo de México. En el siguiente grupo de láminas se ilustra con mayor detalle las Isoyetas de cada mes y se anota el valor de la Isoyetas máxima. Los valores de lluvia confirman la ocurrencia de la temporada húmeda la cual va de junio a octubre, en la mayor parte del territorio.

Figura 3-26 Normales mensuales de lluvia.







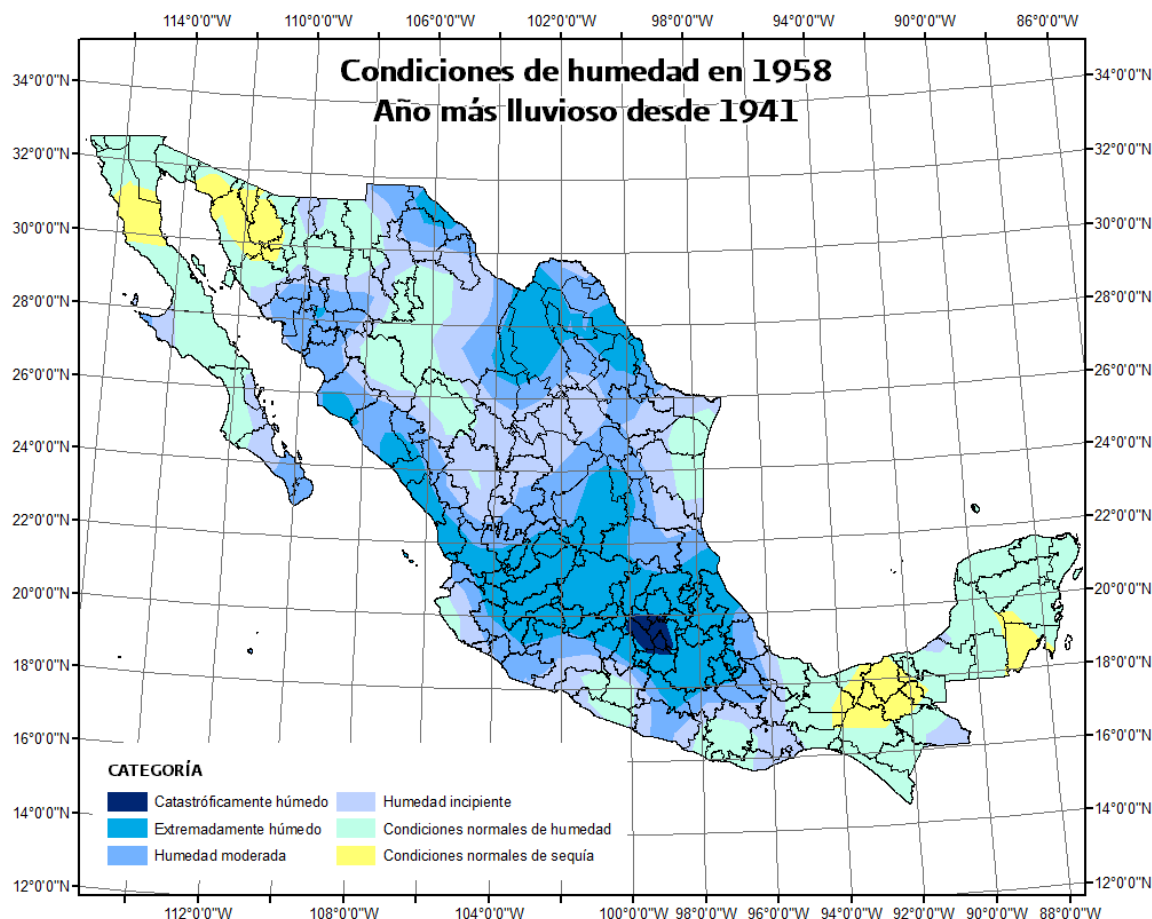


Fuente: Elaborado por el IMTA con información de CONAGUA.

De los registros de la lluvia anual del Servicio Meteorológico Nacional de CONAGUA, se

considera el año de 1958 como el más húmedo desde 1941 (Figura 3-27).

Figura 3-27 Año más húmedo desde 1941.



Fuente: IMTA con datos de Agroasemex, S. A.

Desafortunadamente, los registros horarios de lluvia son muy escasos y sin control de calidad, por lo que generalmente se recurre a la información de lluvias registradas en 24 horas.

Lluvias máximas en 24 h. Se realizó un análisis con base en la información del CLICOM, para calcular las lluvias máximas en un

periodo de 24 h, dentro de la región, mediante los resultados obtenidos se permitió la identificación de la estación climatológica que registró la mayor lluvia en 24 h en la región, siendo esta la estación “Misantla” localizada en el municipio del mismo nombre. Esta registró una lámina de lluvia en 24 h de 834 mm, seguido de la estación Martínez de la Torre y Cosamaloapan (Tabla 3.17).

Tabla 3-17 Valores máximos de lluvia en 24 h.

Lluvia mm		Estación climatológica			
Lámina	Fecha	Clave	Nombre	Long	Lat.
834.0	21/09/1933	30108	Misantla	-96.83	19.93
794.0	03/09/1990	30102	Martínez de La Torre Dge	-97.05	20.07

Lluvia mm		Estación climatológica			
Lámina	Fecha	Clave	Nombre	Long	Lat.
690.0	10/07/1978	30031	Cosamaloapan Carpio(SMN)	-95.82	18.37
680.0	05/07/1977	30259	San José de Abajo	-96.77	18.75
620.0	27/07/1978	30031	Cosamaloapan Carpio(SMN)	-95.82	18.37
612.0	29/07/1933	21032	Cuetzalan del Progreso	-97.52	20.03
586.0	04/08/1997	30033	Coyamé	-95.02	18.43
575.0	14/08/1980	30032	Coscomatepec Bravo (SMN)	-97.03	19.07
515.3	25/08/1981	20029	Sta. María Chilchotla	-96.82	18.25
513.7	24/08/1981	20029	Sta. María Chilchotla	-96.82	18.25
505.1	12/09/1992	30011	Ángel R. Cabada	-95.47	18.63
500.0	29/07/1972	30022	Catemaco	-95.10	18.42
480.0	31/07/1923	30146	San Andrés Tuxtla	-95.22	18.45
480.0	17/06/1974	30048	El Copital	-96.20	18.95
460.0	18/09/1986	30213	Martínez de La Torre	-97.05	20.07
435.0	27/07/1968	30011	Ángel R. Cabada	-95.47	18.63
434.0	21/08/1968	30011	Ángel R. Cabada	-95.47	18.63
433.0	13/05/1954	30163	Soledad Doblado	-96.42	19.05
429.0	09/07/1956	20014	Cantón	-96.28	18.02
426.0	28/09/1955	30146	San Andrés Tuxtla	-95.22	18.45
425.0	12/10/1978	30031	Cosamaloapan Carpio(SMN)	-95.82	18.37
415.8	22/09/1991	30033	Coyame	-95.02	18.43
415.0	11/09/1979	20080	Ocotlán de Morelos	-96.67	17.80
412.0	22/09/1944	21032	Cuetzalan del Progreso	-97.52	20.03
412.0	12/09/1990	30102	Martínez de La Torre Dge	-97.05	20.07
410.0	27/06/1971	30182	Tierra Blanca	-96.35	18.45
410.0	03/10/1999	30358	Hueytepec	-96.98	20.37

Fuente: IMTA con datos del CLICOM.

3.5.3 Inundaciones históricas

La ubicación geográfica y variabilidad topográfica le permite a esta región ser la segunda más importante en todo el país en drenaje natural beneficiando diversos sectores productivos como lo son la agricultura y ganadería. Sin embargo, también la hacen vulnerable al impacto de diversos eventos hidrometeorológicos como frentes fríos, depresiones tropicales, tormentas y por supuesto huracanes, los cuales llegan a propiciar inundaciones y en consecuencia daños a la población. Esta región es una de las regiones con el mayor índice de impacto, un tema

que requiere especial atención, en la región se presentan en promedio 15 eventos ciclónicos al año algunos propiciando severos daños (Semarnat, 2011). Dentro de los Diagnósticos de Vulnerabilidad de los Estados de Veracruz, Oaxaca y Puebla así como el Programa Veracruzano de Protección Civil recopiló la información de los eventos que han afectado la región en los últimos años, se enlistan en la siguiente tabla las zonas y municipios afectados, en el caso del Estado de Veracruz el número dentro del paréntesis indica el número de municipios declarados zona de desastre.

Tabla 3-18 Eventos que han afectado la región.

Huracán	Categoría	Fecha	Zonas y Municipios Afectados		
			Veracruz	Puebla	Oaxaca
Bret	Tormenta Tropical	Junio 29, 2005	Tecolutla	Tetela de Ocampo, Tlatlauquitepec, Teziutlan, Xicotepec de Juárez, Chignahuapan, Venustiano Carranza, Ahuazotepec, Metlatoyuca	
Gert	Tormenta Tropical	Julio 25, 2005	Norte de Tamiahua		
José	Tormenta Tropical	Agosto 23, 2005	Nautla	Tetela de Ocampo, Tlatlauquitepec, Teziutlan, Xicotepec de Juárez, Chignahuapan, Venustiano Carranza, Ahuazotepec, Metlatoyuca	
Stan	1	Octubre 4, 2005	Los Tuxtlas	Tetela de Ocampo, Tlatlauquitepec, Teziutlan, Xicotepec de Juárez, Chignahuapan, Venustiano Carranza, Ahuazotepec, Metlatoyuca	
Dean	1	Agosto 22, 2007	Tecolutla (66)	Región Norte del Estado	
Lorenzo	1	Sep. 28, 2007	Tecolutla (12)		
Marco	Tormenta Tropical	Octubre 7, 2008	Nautla		
Karl	3	Sep. 17, 2010	La Antigua (92)	Sierra Negra	
Mathew, remanentes	Tormenta Tropical	Sep. 24 al 27, 2010	Cuencas del Papaloapan y Coatzacoalcos (48)		80
Arlene	Tormenta Tropical	Junio 30, 2011	Tamiahua (62)	Región Norte y Sureste del estado	
Harvey	Tormenta Tropical	Agosto 22, 2011	Alvarado	Región Norte y Sureste del estado	5
Nate	Tormenta Tropical	Sep. 11, 2011	Tecolutla-Nautla	Región Norte y Sureste del estado	
Ernesto	Tormenta Tropical	Agosto 9, 2012	Coatzacoalcos (143)	Región Sur del Estado	134
Helen	Tormenta Tropical	Agosto 18, 2012	Pueblo Viejo-Tampico Alto		
Barry	Tormenta Tropical	Junio 20, 2013	Actopan (76)		

Fuente: Diagnostico de Vulnerabilidad de Ver., Pué., Oax. y Programa Veracruzano de Protección Civil 2011-2016.

3.5.4 Ciclonés tropicales en tierra

Todos los años México se ve afectado por los ciclones tropicales, tanto en las costas del Pacífico como en las del Golfo de México y el Caribe, comprende un área desde la línea de costa hasta una elevación de 1,000 msnm, que a su vez comprende una franja que va de los 50 a los 250 km (CE-

NAPRED)³. En ocasiones las bandas nubosas de los ciclones también originan tormentas severas en zonas de mayor elevación.

Las áreas afectadas regularmente abarcan más del 60% del territorio nacional. Se reporta que en México, entre mayo y noviem-

³ CENAPRED, Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México. Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana. México, 2001.

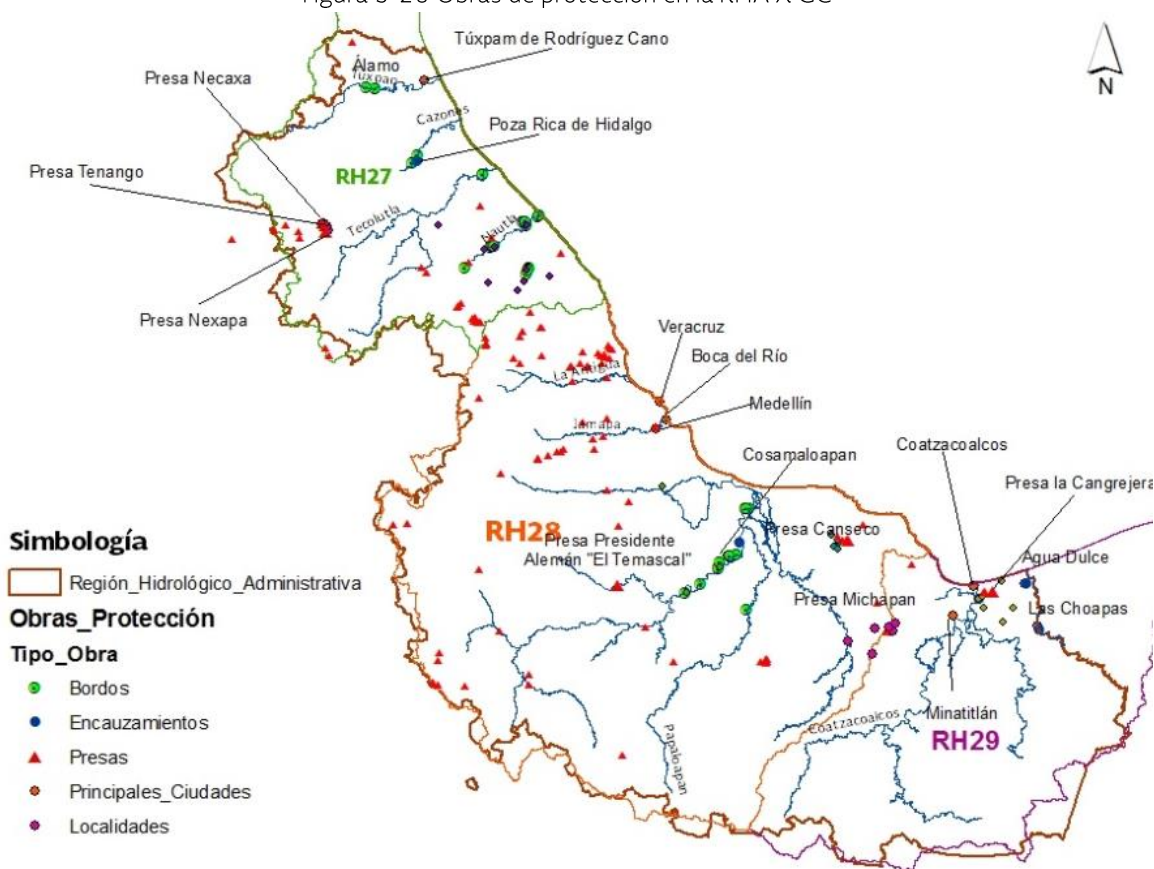
bre, se presentan 25 ciclones en promedio con vientos mayores de 63 km/h, de los cuales aproximadamente 15 ocurren en el océano Pacífico y 10 en el Atlántico. De éstos, anualmente cuatro ciclones (dos del Pacífico y dos del Atlántico) inciden a menos de 100 km del territorio nacional. En la tabla 3.17 del Anexo II, se muestran los ciclones que han impactado la región en el periodo de 1933-2005.

3.6 Obras de protección contra inundaciones y acciones no estructurales existentes

Se cuenta con 139 obras de protección, 44 presas de almacenamiento, 52 presas deri-

vadoras, 1 presa para el control de avenidas, 2 presas fuera de uso y 2 presas de regulación o con cambio de régimen, también dentro de la región se cuentan con 32 bordos de protección y seis encauzamientos (Figura 3-28). El inventario de presas fue proporcionado por el OCGC, en cuanto a las demás obras se obtuvo la información consultando el Inventario Nacional de Obras de Protección Contra Inundaciones en Cauces Naturales (INOPCI) (SEMARNAT, 2008).

Figura 3-28 Obras de protección en la RHA X GC



Fuente: IMTA. Elaborado a partir del OCGC e INOPCI.

En la Sierra Norte, en el municipio de Jopala, se construyó un muro de gaviones con longitud de 0.3km, para protección de las poblaciones de Patla y Chicontla (Diagnostico de Vulnerabilidad del Estado de Puebla. Conagua, 2013). A continuación se describen de manera general los aprovechamientos hidráulicos de las cuencas que drenan al Estado de Veracruz y desembocan al Golfo de México (extraído de Pereyra y Pérez, 2005).

Cuenca del río Tuxpan

En la cuenca del río Tuxpan sólo se ha construido un vaso de almacenamiento, que es la presa La Mesilla, sobre el río Chiflón, afluente del Vinazco.

Cuenca del Río Cazones

En la parte alta de la cuenca del río Cazones sobre el arroyo Chaltecontla, se localiza la presa Los Reyes cuyo almacenamiento se integra a los de la presa Laguna y Planta Texcapa, del Sistema Necaxa, dentro de la cuenca del río Tecolutla. Esta integración se lleva a cabo por medio del túnel Tlalcoyunga y del canal Texcapa a la planta hidroeléctrica Texcapa, cuya capacidad de generación es de 5 650 kW. Sobre el río La Trinidad se localiza la planta hidroeléctrica del mismo nombre, construida en 1908 por la compañía Eléctrica de Hidalgo, para abastecer las minas existentes en la región, así como poblados vecinos. La capacidad de generación de esta planta es de 1 800 kW.

Cuenca del río Tecolutla

En la cuenca del río Tecolutla que es una cuenca controlada en donde están construidos los primeros aprovechamientos hidráulicos de importancia en nuestro país, se encuentra el sistema hidroeléctrico Necaxa sobre el río del que lleva su nombre. Este sistema está integrado por tres divisiones: la primera está formada por los vasos altos, en la parte alta de la cuenca del río Cazones sobre el arroyo Chaltecontla, como son Los Reyes, Laguna y Planta Texcapa. En la segunda división se localiza la presa Acatlán que se ubica al oriente de la población de Huachinango, Puebla. En cuanto a la tercera

división ésta integrada principalmente por las presas Necaxa, Tenango y Nexapa. La integración de las presas de las cuencas Necaxa-Tecolutla se lleva a cabo por medio del túnel Tlalcoyunga y del canal Texcapa a la planta hidroeléctrica Texcapa.

Cuenca del Río Nautla

En la cuenca del río Nautla los escurrimientos son aprovechados por la Comisión Federal de Electricidad para generar energía eléctrica a través de las siguientes plantas hidroeléctricas.

- a) Las Minas, localizada junto al pueblo del mismo nombre, aprovecha las aguas de los arroyos que forman los ríos Trinidad y Minas, tiene una capacidad de 14 400 kW.
- b) El Encanto, localizada a un kilómetro aguas arriba de la confluencia de los ríos Bobo y Tomata, aprovecha las aguas de este último, tiene una capacidad de 10 000 kW.
- c) Altotonga, localizada en el pueblo de Altotonga, utiliza las aguas del río que lleva el mismo nombre, la energía se utiliza para abastecer parcialmente a la población local, su capacidad instalada es de 3 000 kW.

Cuenca del Río Actopan

En la parte alta de la cuenca del río Actopan, específicamente sobre el arroyo Almolonga, se sitúa una captación y presa derivadora en los manantiales conocidos como El Nacimiento, los cuales son aprovechados para regar 350 hectáreas. También, en la parte alta, sobre el arroyo Miradores existe un vaso de almacenamiento conocido como presa Miradores, con capacidad de 1.24 millones de metros cúbicos, cuyas aguas son aprovechadas para regar aproximadamente 150 hectáreas. En la parte baja de la cuenca y por derivación de la corriente, se aprovechan las aguas del río Actopan para regar 10,000 hectáreas que constituyen parte del distrito de riego 035 La Antigua.

En la parte alta de la cuenca, sobre el río Naolinco, se encuentra una planta hidroeléctrica que tiene una capacidad instalada de 30 kW la cual es aprovechada para el consumo doméstico de algunas familias del mismo poblado.

Cuenca del Río La Antigua

En las márgenes del río La Antigua se sitúa el distrito de riego 035 que lleva el mismo nombre, y que tiene una superficie de 14 000 ha distribuidas en los municipios de La Antigua, Úrsulo Galván, Puente Nacional, Manlio Favio Altamirano y Paso de Ovejas; el aprovechamiento se realiza a través de un canal de derivación que transporta 14 m³/s, y un dren que tiene una capacidad de 8 m³/s.

Cuenca del Río Jamapa

En la parte alta de la cuenca, específicamente sobre el río Atoyac, se sitúa la presa derivadora Santa Anita que abastece el sistema de riego El Potrero. Actualmente existe el acueducto Veracruz-El Tejar, que conduce agua desde el lugar denominado El Tejar, sobre el río Jamapa, a la ciudad de Veracruz para uso doméstico (Islas y Pereyra, 1990).

Cuenca del Río Papaloapan

Como parte del programa de desarrollo integral de la cuenca del Papaloapan, la Comisión del Papaloapan (26 de febrero de 1947-4 de noviembre de 1986) realizó distintas obras, entre las que sobresale la presa Miguel Alemán Valdez (inaugurada en 1958). Esta presa está localizada sobre el río Tonto, en el sitio denominado Temascal; tiene una capacidad de almacenamiento de 8,000 millones de metros cúbicos, siendo la segunda más grande del país después de la presa La Angostura, que tiene una capacidad de 18,000 millones de metros cúbicos, localizada en Chiapas sobre el río Grijalva. La presa Miguel Alemán se construyó para controlar las avenidas del río Tonto, generar

energía hidroeléctrica, mejorar la navegación del río Papaloapan y para control de azolves. Entre la década de los años setenta y ochenta se construyó la presa Cerro de Oro, sobre el río Santo Domingo, aguas abajo de su confluencia con el río Usila, también llamada Miguel de la Madrid, la cual sirve para generar energía eléctrica, controlar avenidas y el azolve que arrastra el río Santo Domingo, el cual es el 60% del total que transporta el río Papaloapan. La capacidad de almacenamiento de esta presa es de 5,380 millones de metros cúbicos, la tercera más grande del país.

En la subcuenca del río Salado, uno de los principales afluentes del río Santo Domingo, se construyeron una serie de presas derivadoras y canales que permiten aprovechar para riego, al máximo, los escasos recursos hidráulicos de esa zona, que es la más árida de toda la cuenca del Papaloapan, su precipitación media anual fluctúa entre 220 y 800 mm (Pereyra, 1985).

Para protección de áreas productivas se han realizado obras en los municipios de Cosamaloapan, Chacaltianguis, Otatitlán y Ayotzintepec. Las obras para protección a centros de población fueron realizadas en los municipios de Tres Valles, Cosamaloapan, Carlos A. Carrillo, Acula, Chacaltianguis, José Azueta y Tlacotalpan. Mediante acciones de protección a centros de población y a áreas productivas se logró proteger a 11,417 habitantes de 2007 a 2010, así como 3,373 hectáreas, lo que permitió mejorar la seguridad de la población en riesgo y disminuir la pérdida de vidas humanas y bienes materiales. Sin embargo, ante la presencia recurrente de fenómenos meteorológicos extremos, como fueron el huracán Karl y la tormenta tropical Matthew en 2010, las obras de protección contra inundaciones en la RHA X GC resultaron ser limitadas con respecto a la magnitud de los problemas que se registraron.

Cuenca del Río Coatzacoalcos

A pesar del gran potencial hidráulico de la cuenca, aún no se ha construido ninguna

obra hidráulica que permita aprovechar los recursos. Por ejemplo, aguas abajo de la confluencia del río Jaltepec con el Coatzacoalcos, se presentan las últimas condiciones propicias para instalar un vaso de almacenamiento, que podría ser aprovechado para generar energía eléctrica. Con este motivo, 7 km aguas arriba de la confluencia citada anteriormente, funciona, desde febrero de 1953, la estación hidrométrica Las Perlas, donde además de monitorear el escurrimiento se toman muestras de azolves desde 1955.

Cuenca del Río Tonalá

No obstante la importancia de este río, no ha sido posible instalar una obra hidráulica que permita aprovechar los recursos hídricos

Acueductos: En la RHA X GC se tienen registrados tres acueductos. El acueducto Río Huitzilapan-Xalapa abastece la ciudad de Xalapa, Ver. El acueducto Uxpanapa-La Cangrejera abastece a 22 industrias del sur del estado de Veracruz. El acueducto Yurivia-Coatzacoalcos y Minatitlán abastece a las ciudades del mismo nombre (Tabla 3-19).

Tabla 3-19 Acueductos

Consejo de Cuenca	Acueducto	Longitud (km)	Caudal de diseño (l/s)	Año de Terminación	Abastece	Responsable de la operación
Ríos Tuxpan al Jamapa	Río Huitzilapan-Xalapa	55	1,000	2000	Ciudad de Xalapa de Enríquez, Ver.	Comisión Municipal de Agua y Saneamiento de Xalapa (CMAS)
Río Coatzacoalcos	Uxpanapa-La Cangrejera	40	20,000	1985	22 industrias en la parte sur del estado de Veracruz	CONAGUA
	Yurivia-Coatzacoalcos y Minatitlán	64	2 000	1987	Coatzacoalcos y Minatitlán, Ver. río Ocotál y Tizizapa.	Comisión Municipal de Agua y Saneamiento de Coatzacoalcos.

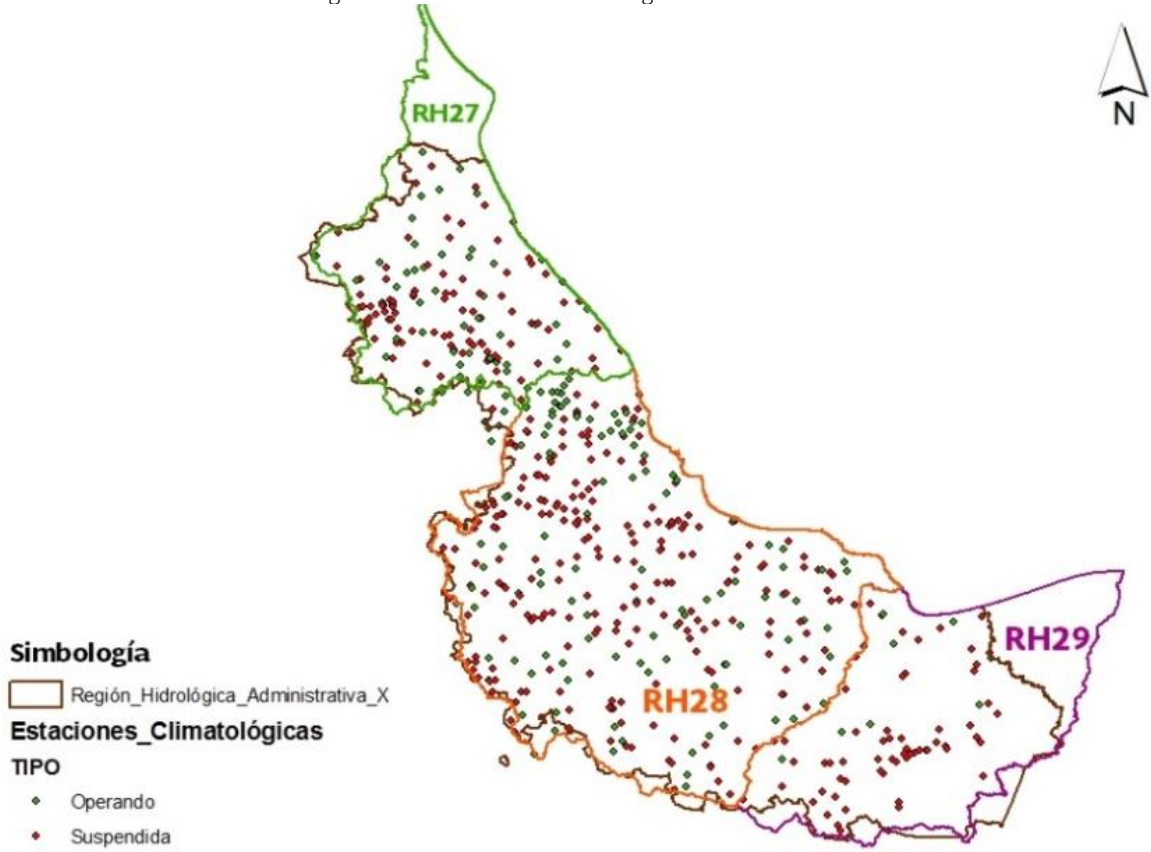
Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: Conagua. Subdirección General de Infraestructura Hidráulica Urbana, 2008.

Acciones no estructurales

Estaciones Climatológicas. El Sistema Meteorológico Nacional (SMN) tenía en 2009 un catálogo de 609 estaciones meteorológicas en la RHA X GC, a 2010 se tenían registros de 612 estaciones meteorológicas activas. Sin embargo, el Organismo de Cuenca

Golfo Centro tiene registradas hasta la fecha un total de 590 estaciones climatológicas, 177 estaciones están activas las restantes han dejado de operar por diversos factores (Fig3-29). Asimismo, se tienen registrados 7 pluviómetros localizados en el Consejo de Cuenca del Río Coatzacoalcos (Fig. 3-30).

Figura 3-29 Estaciones meteorológicas en la RHA X GC



Fuente: IMTA. Elaborado con información del Organismo de Cuenca Golfo Centro.