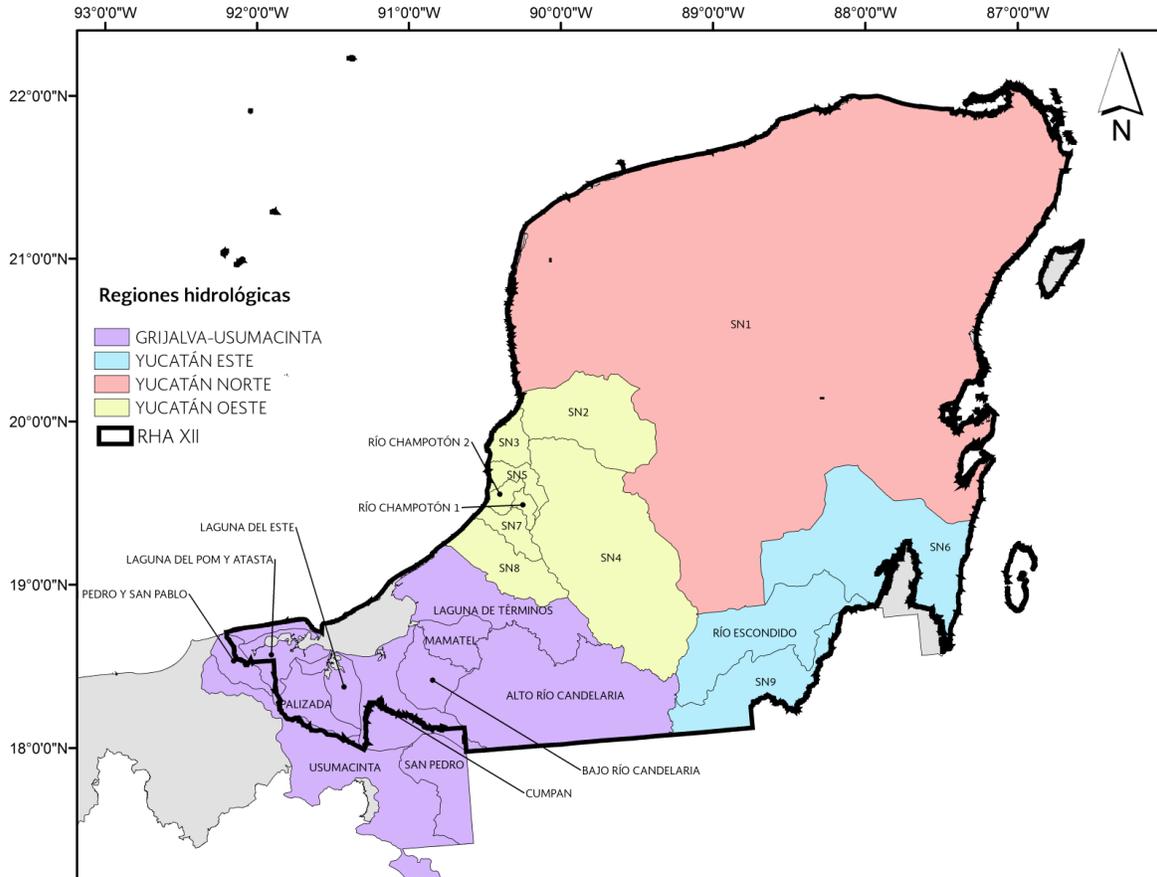


No.	Nombre de la región	Cuenca
31	Yucatán Oeste	SN8
31	Yucatán Oeste	Río Champotón 2
31	Yucatán Oeste	Río Champotón 1
32	Yucatán Norte	SN1
33	Yucatán Este	SN6
33	Yucatán Este	Río Escondido
33	Yucatán Este	SN9
Total		

Fuente: Conagua 2013, Cuencas del Diario Oficial, información proporcionada por GASIR

Figura. 3.21 Cuencas hidrológicas



Fuente: Conagua 2013, Cuencas del Diario Oficial, información proporcionada por GASIR

De acuerdo al diario oficial, las características generales de las cuencas se enuncian a continuación:

Cuenca Hidrológica Laguna de Términos. El volumen disponible a la salida de 449.30 millones de metros cúbicos, pertenece a la región hidrológica No. 30 Río Usumacinta y aporta su caudal al mar, tiene una superficie de aportación de 4,100.962 kilómetros cuadrados y se ubica en el Sureste del país;

se origina en el Estado de Campeche, desemboca en la Laguna de Términos.

Cuenca Hidrológica Mamatel. El volumen disponible a la salida de 132.20 millones de metros cúbicos, pertenece a la región hidrológica No. 30 Río Usumacinta y aporta su caudal al mar, tiene una superficie de aportación de 1,212.466 kilómetros cuadrados, y se ubica en el Sureste del país.

Cuenca hidrológica Alto Río Candelaria. El volumen disponible a la salida de 1,598.03 millones de metros cúbicos, la cual pertenece a la región hidrológica No. 30 Río Usumacinta, comprendida desde los límites del territorio mexicano con el de Guatemala hasta donde se localiza la estación hidrométrica Candelaria. Tiene una superficie de aportación de 9,470 kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada por las siguientes cuencas y regiones hidrológicas: al Norte por la región hidrológica número 31 Yucatán Oeste, al Sur por el país de Guatemala, al Este por la región hidrológica número 33 Yucatán Este y al Oeste por su propia región hidrológica 30 Grijalva-Usumacinta.

Cuenca hidrológica Bajo Río Candelaria. El volumen disponible a la salida de 1,850.59 millones de metros cúbicos, la cual pertenece a la región hidrológica No. 30 Río Usumacinta, comprendida desde la estación hidrométrica Candelaria hasta su desembocadura en la Laguna de Término. Tiene una superficie de aportación de 1,645.3 kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada por las siguientes cuencas y regiones hidrológicas: al Norte por la cuenca hidrológica del Río Mamantel, al Sur por la propia región hidrológica 30 Grijalva-Usumacinta, al Este por la cuenca hidrológica Alto Río Candelaria y al Oeste por la cuenca hidrológica del río Chupán y la Laguna de Término.

Cuenca Hidrológica Cumpan. El volumen disponible a la salida es de 226.19 millones de metros cúbicos, pertenece a la región hidrológica No. 30 Río Usumacinta y aporta su caudal al mar, tiene una superficie de aportación de 1,760.604 kilómetros cuadrados y se ubica en el Sureste del país; se origina en la localidad Escárcega, Estado de Campeche, desemboca en la Laguna de Términos.

Cuenca Hidrológica Laguna del Pom y Atasta: El volumen disponible a la salida es de 153.92 millones de metros cúbicos pertenecen a la región hidrológica No. 30 Río Usumacinta y aporta su caudal al mar, tiene una superficie de aportación de 1,310.966 kilómetros cuadrados y se ubica en el Sures-

te del país se origina cerca de la localidad Palizada, Estado de Campeche, desemboca en la Laguna de Términos

Cuenca Hidrológica San Pedro y San Pablo. El volumen disponible a la salida de 21,850.79 millones de metros cúbicos que se señala en el párrafo anterior, comprende las cuencas hidrológicas de referencia, las cuales pertenecen a la región hidrológica No. 30 Río Usumacinta y aporta su caudal al mar, tiene una superficie de aportación de 783.805 kilómetros cuadrados y se ubica en el Sureste del país; se origina en el Río Usumacinta, su principal afluente es el Río San Pedro y San Pablo, desemboca en el Golfo de México.

Cuenca Hidrológica Laguna del Este. El volumen disponible a la salida de 22,559.15 millones de metros cúbicos, la cual pertenece a la región hidrológica No. 30 Río Usumacinta y aporta su caudal al mar, tiene una superficie de aportación de 1,099.314 kilómetros cuadrados y se ubica en el Sureste del país; se origina en la localidad Huapanapa Estado de Campeche, desemboca en la Laguna del Este.

Cuenca Hidrológica Usumacinta. El volumen disponible a la salida de 64,149.56 millones de metros cúbicos, la cual pertenece a la región hidrológica No. 30 Río Usumacinta y aporta su caudal a las cuencas hidrológicas 74, 75 y 76, tiene una superficie de aportación de 7,045.209 kilómetros cuadrados y se ubica en el Sureste del país; se origina cerca de la localidad Crucero Corozal, Municipio de Ocosingo, su principal afluente es el Río Usumacinta, desemboca a la altura de la localidad Tres Brazos del Estado de Tabasco.

Cuenca Hidrológica Palizada. El volumen disponible a la salida de 22,407.93 millones de metros cúbicos, la cual pertenece a la región hidrológica No. 30 Río Usumacinta y aporta su caudal a la cuenca hidrológica 77, tiene una superficie de aportación de 1,272.683 kilómetros cuadrados y se ubica en el Sureste del país; se origina en el Estado de Campeche, su principal afluente es el Río

Palizada, desemboca en la Laguna Las Cruces.

Cuenca Hidrológica San Pedro. El volumen disponible a la salida de 2,438.34 millones de metros cúbicos la cual pertenece a la región hidrológica No. 30 Río Usumacinta y aporta su caudal a la cuenca hidrológica 73, tiene una superficie de aportación de 2,435.732 kilómetros cuadrados y se ubica en el Sureste del país; se origina en las inmediaciones de la República de Guatemala, su principal afluente es el Río San Pedro, desemboca en el Río Usumacinta.

Cuenca hidrológica Río Champotón 1. El volumen disponible a la salida de 591.90 millones de metros cúbicos, la cual pertenece a la región hidrológica No. 31 Yucatán Oeste, comprendida desde el nacimiento del Río Champotón hasta donde se localiza la estación hidrométrica Canasayab. Tiene una superficie de aportación de 258.7 kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada por las siguientes cuencas y regiones hidrológicas: al Norte por la región hidrológica número 32 Yucatán Norte y la cuenca hidrológica Río Champotón 2, al Sur la región hidrológica número 30 Grijalva-Usumacinta, al Este por la región hidrológica número 33 Yucatán Este y al Oeste por la cuenca hidrológica Río Champotón 2.

Cuenca hidrológica Río Champotón 2. El volumen disponible a la salida de 706.64 millones de metros cúbicos, la cual pertenece a la región hidrológica No. 31 Yucatán Oeste, comprendida desde la estación hidrométrica Canasayab hasta su desembocadura al Golfo de México. Tiene una superficie de aportación de 390.5 kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada por las siguientes cuencas y regiones hidrológicas: al Norte por la región hidrológica número 32 Yucatán Norte, al Sur por la región hidrológica número 30 Grijalva-Usumacinta, al Este por la cuenca hidrológica Río Champotón 1 y al Oeste por el Golfo de México.

Cuenca hidrológica Bajo Río Escondido. El volumen disponible en la cuenca es de 576.10 millones de metros cúbicos, la cual pertenece a la región hidrológica No. 33 Yucatán Este, comprendida desde su origen hasta su desembocadura al Río Hondo. Tiene una superficie de aportación de 4,592.8 kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada por las siguientes cuencas y regiones hidrológicas: al Norte por la propia región hidrológica 33 Yucatán Este, al Sur por la cuenca hidrológica del Río Hondo, al Este por el país de Belice y al Oeste por las regiones hidrológicas números 30 Grijalva-Usumacinta y 31 Yucatán Oeste.

Tabla 3.19 Datos de disponibilidad

Cuenca	Cp	Ar	Uc	R	Ab	Rxy	D
Laguna del Este	151.22	22,407.94	0	0	22,559.151	0	22,559.15
Laguna de Términos.	449.3	0	0	0	449.3	0	449.3
Palizada	1,014.15	21,393.94	0.24	0.08	22,407.936	0	22,407.93
San Pedro y San Pablo	458.35	21,393.94	7.32	5.81	21,850.786	0	21,850.79
Laguna de Términos	449.3	0	0	0	449.3	0	449.3
Cumpan	226.34	0	0.27	0.13	226.194	0	226.19
Laguna del Pom y Atasta	153.93	0	0.03	0.02	1,53.919	0	153.92
Río Champotón 1	592	0	0.04	0	591.96	0.06	591.90
Río Champotón 2	114.76	591.96	0.07	0	706.64	0.00	706.64
Alto Río Candelaria.	1,346.40	260.59	2.06	0	0	1,604.93	1,598.03
Bajo Río Candelaria	253.65	1,604.93	7.99	0	0	1,850.59	1850.59
Río Escondido	576.14	0	0.04	0			576.10

Fuente: Diario Oficial de la Federación 18-junio-2010; 17-junio-2010; 09-agosto-2010

3.3.3 Precipitación

El clima se determina por su nivel latitudinal más que por su orografía. Los factores o

fenómenos característicos de la circulación atmosférica que configuran su clima son los vientos alisios; la sequía intraestival; las on-

das del Este y los ciclones; los vientos polares y nortes; la influencia de las altas presiones y las corrientes marinas. De éstos, los vientos alisios son los que más favorecen las lluvias porque penetran con fuerza a la Península de Yucatán durante el verano.

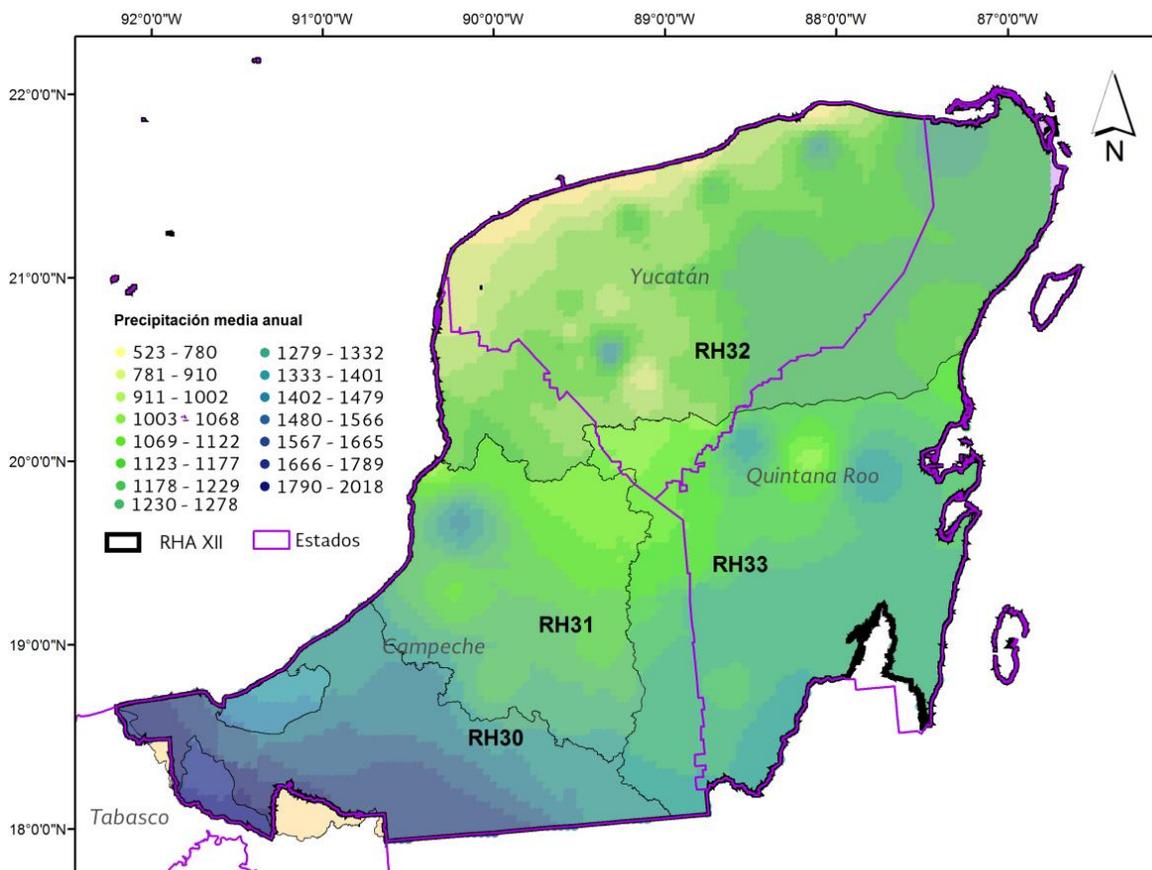
La presencia y contribución al clima de estos factores depende de la época del año, por lo que se observan dos épocas muy marcadas: la de lluvias (entre mayo y noviembre), en la que se incluyen los fenómenos extremos como huracanes y tormentas tropicales, y la de nortes (de noviembre al de abril).

En el período de lluvias se precipita el 83% de la lluvia, siendo los meses de junio y septiembre los de mayor precipitación, los cuales acumulan el 32% de la precipitación

normal anual, en tanto que el período de secas está comprendido del mes de diciembre a abril, siendo los meses de febrero y marzo los de menor precipitación, los cuales representan tan solo el 5% de la precipitación normal anual.

Por las condiciones topográficas de la región, en las superficies planas o de baja altitud, la precipitación alcanza los 500 mm en la franja costera norte, por el contrario en la zona sur la precipitación es mayor a los 2000 mm al suroeste en los límites con el estado de Tabasco y los 1,300 mm al sureste, en los límites con Belice. Como puede observarse, las precipitaciones máximas se presentan en las zonas suroeste y sureste y las mínimas en la costa norte.

Figura. 3.22 Precipitación media anual



Fuente: Elaborado a partir de la base de datos CLICOM actualizado a 2009.

3.3.4 Estaciones meteorológicas

La Región Hidrológica Administrativa XII cuenta con nueve estaciones hidrométricas y 186 estaciones climatológicas operadas por la Conagua y 104 operadas por otras instituciones, universidad, Protección Civil, Estado, etc.

Tabla 3.20 Estaciones hidrométricas

Estado	Operada por Conagua
Yucatán	0
Campeche	4
Quintana Roo	5
Total	9

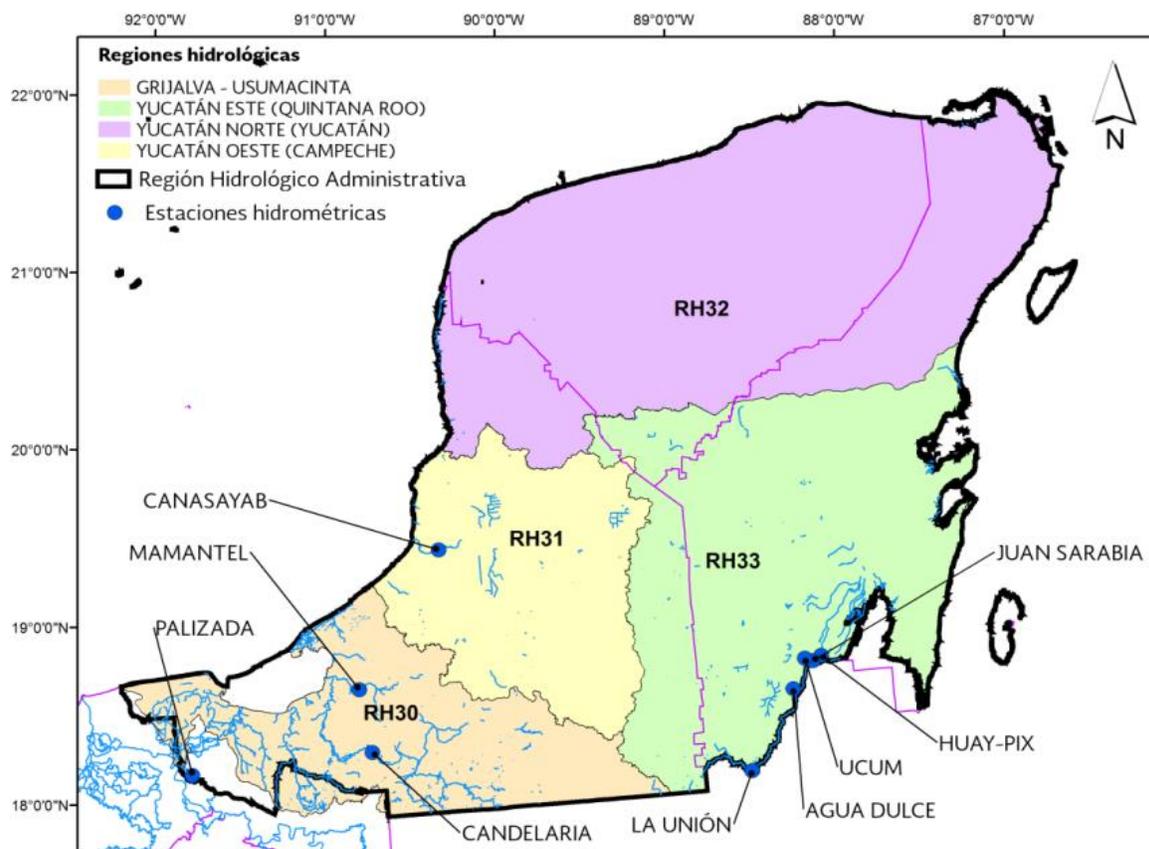
Fuente: OC Península de Yucatán de la Conagua actualizada a 2013.

En el estado de Yucatán existe una red meteorológica que se compone de tres observatorios meteorológicos de superficie localizados en Mérida, Progreso y Valladolid cada uno con su respectiva estación sinóptica meteorológica (ESIME); además, en la ciudad de Mérida está una estación de radiosondeo – viento y un receptor de imágenes de satélite GOES. Por otro lado, hay seis estaciones meteorológicas automáticas (EMAS) en las localidades de Celestún, Oxkutzcab, Dzilam de Bravo, Río Lagartos, Tizimín, Tantakim así como una red de 66 estaciones climatológicas convencionales distribuidas en todo el estado.

El estado de Campeche existe una red meteorológica a cargo de varias organizaciones gubernamentales, de las cuales la Conagua, a través de la Dirección Local de Campeche, opera 56 estaciones climatológicas y cuatro estaciones hidrométricas con aforos convencionales en los ríos de Champotón en Canasayab, Candelaria, Palizada y Mamante. Además en las estaciones de Palizada y Canasayab se cuenta con un limnógrafo digital. También se operan a través del SMN, cinco EMAS localizadas una en Ciudad del Carmen, una en Escárcega, una en Monclova, una en Yohaltun y una en la reserva de la biósfera de Calakmul y a través de la CONANP dos EMAS ubicadas en Calakmul y Campeche. Se cuenta además con una ESIM ubicada en la Ciudad de Campeche. El estado cuenta ade-

más con un observatorio meteorológico localizado en la ciudad de Campeche. Existen tres estaciones con mediciones de niveles que son “Las Golondrinas” en el río Candelaria, “Pablo Torres Burgos” en el río Caribe y “Chumpán” en el río del mismo nombre, y un radar meteorológico localizado en la localidad de Sabancuy.

Figura. 3.23 estaciones hidrométricas



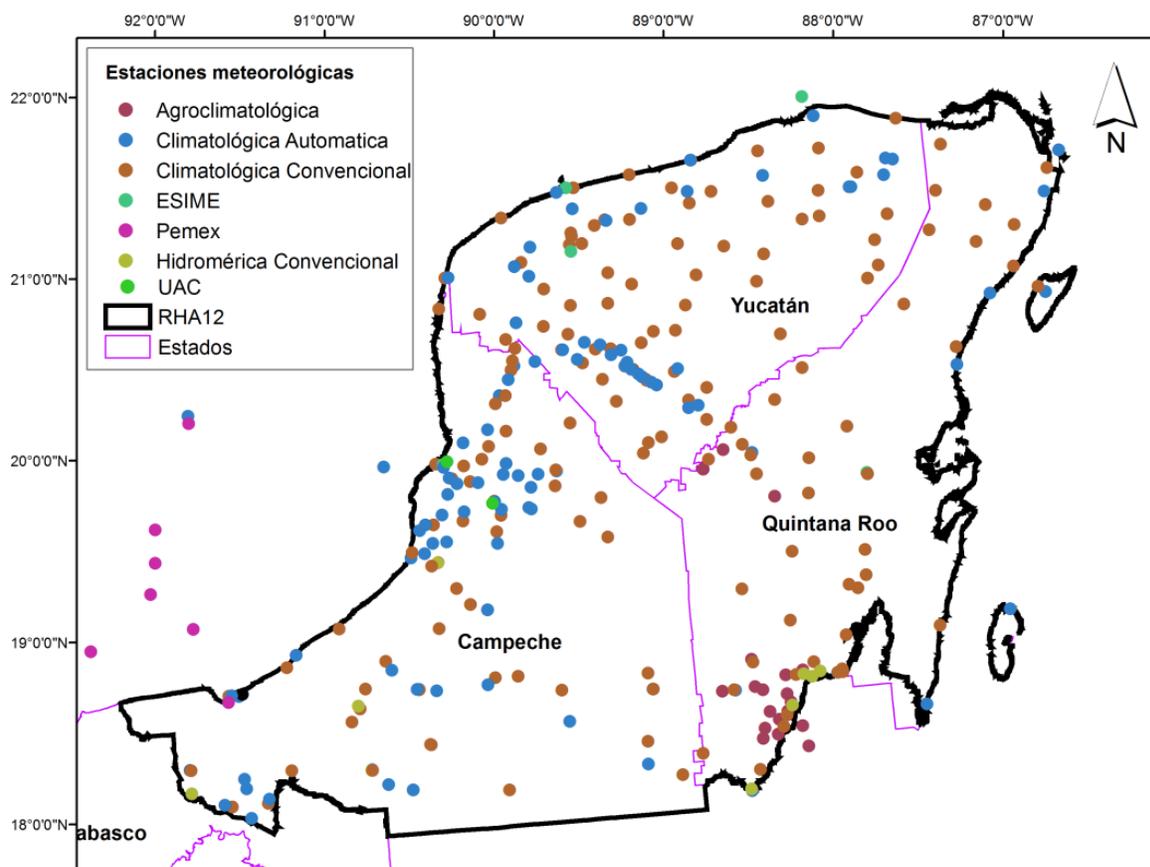
Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua 2012 e INEGI 2010

Tabla 3.2.1 Red meteorológica del estado de Campeche

Operador de la estación	Tipo	Cantidad
CENECAM	Climatológica Automática	11
CONAGUA /DLCAMP	Climatológica Convencional	57
	Hidrométrica Convencional	4
CONAGUA/ SMN	Climatológica Automática	5
	ESIME	1
CONANP	Climatológica Automática	2
INIFAP-FUPROCAM	Agrometeorológicas	32
SCT/SENEAM	Climatológica Automática	1
SECRETARÍA DE MARINA (SEMAR)	Climatológica Automática	2
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CAMPECHE		3
GERENCIA DE LOGÍSTICA MARINA. PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN		6
Total		124

Fuente: Dirección Local Campeche, 2013

Figura. 3.24 Estaciones meteorológicas existentes en la región

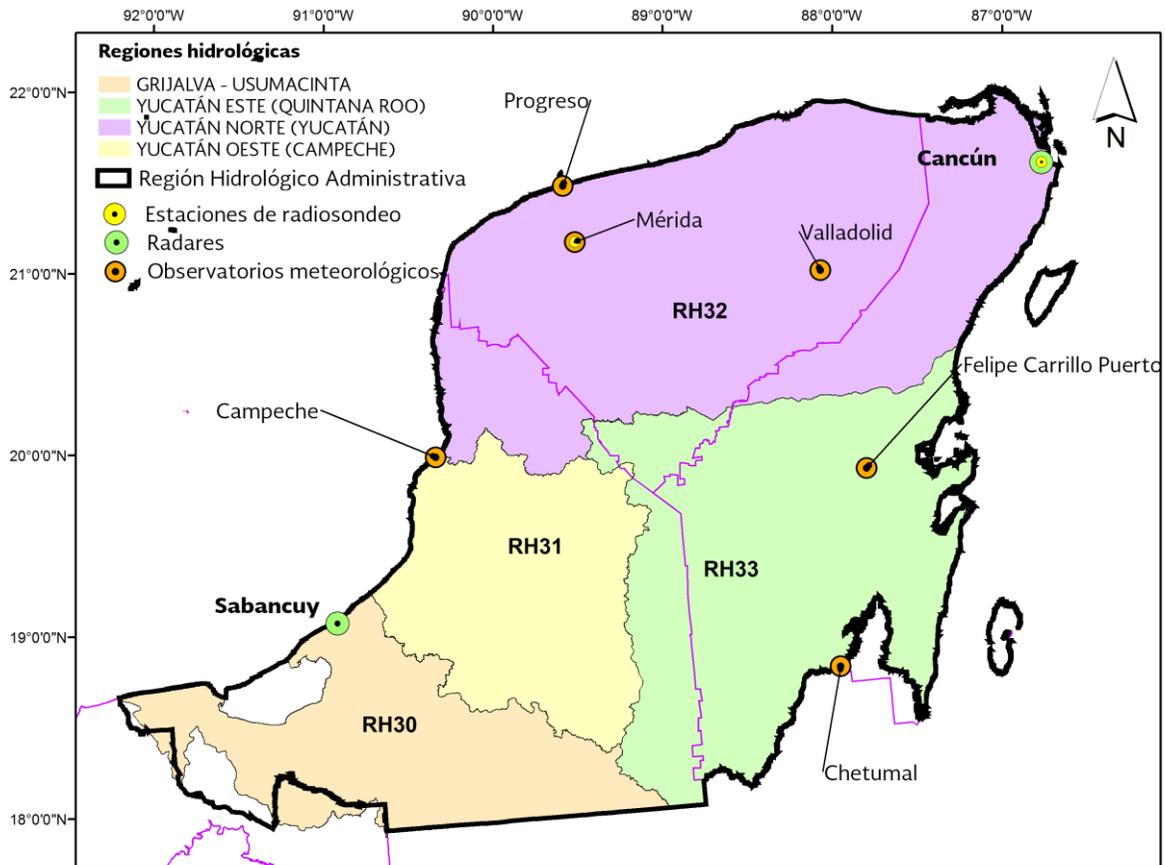


Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua 2012 e INEGI 2010

En el estado de Quintana Roo hay 42 estaciones climatológicas convencionales distribuidas en todo el estado, ocho estaciones meteorológicas automáticas (EMA'S) en Chetumal, Cancún, Cozumel, Sian ka'an, José María Morelos, Nicolás Bravo, La Unión, y Xcalak, dos estaciones sinópticas meteorológicas (ESIME'S) en Felipe Carrillo Puerto Y

Chetumal. Dos observatorios meteorológicos de superficie en las localidades de Chetumal y Felipe Carrillo Puerto; un radar meteorológico y una estación de radiosondeo en la ciudad de Cancún; así como, cinco estaciones hidrométricas (equipadas con limnímetros) en Huay-Pix, Ucum, Juan Sarabia, Agua Dulce y la Unión.

Figura. 3.25 Observatorios, radares y estaciones de radiosondeo



Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca de la Península de Yucatán, 2013

3.3.5 Uso del suelo

En la Región Hidrológica XII Península de Yucatán, las clases de la cobertura vegetal que tiene la mayor presencia en cuanto a extensión son la selva subcaducifolia, selva caducifolia, selva espinosa, selva perennifolia y los pastizales.

Por otro lado se encuentran diversos tipos de vegetación, todos relacionados con sistemas tropicales de baja altitud y con escasos elementos de bosque boreal. La mayor parte de la península está cubierta por vegetación tropical estacional como la selva baja caducifolia, mediana subcaducifolia y mediana subperennifolia.

Los bosques húmedos como las selvas altas subperennifolia y altas perennifolias sólo ocupan áreas reducidas al sur de la península.

Tabla 3.22 Distribución de usos de suelo

Uso de suelo	Área (km ²)
Selva Perennifolia	49,447.11
Selva Subcaducifolia	29,530.85
Pecuario	15,482.58
Selva Espinosa	11,064.40
Selva Caducifolia	10,889.71
vegetación Hidrófila	9,064.98
Agrícola	6,906.49
No Aplicable	2,011.20
Pastizal	960.86
Sin vegetación Aparente	417.61
Vegetación Inducida	386.17
Bosque de Encino	278.40
Especial (Otros Tipos)	165.75
Forestal	40.44
Acuícola	3.06
Total	136,649.62

Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua 2012 e INEGI 2010

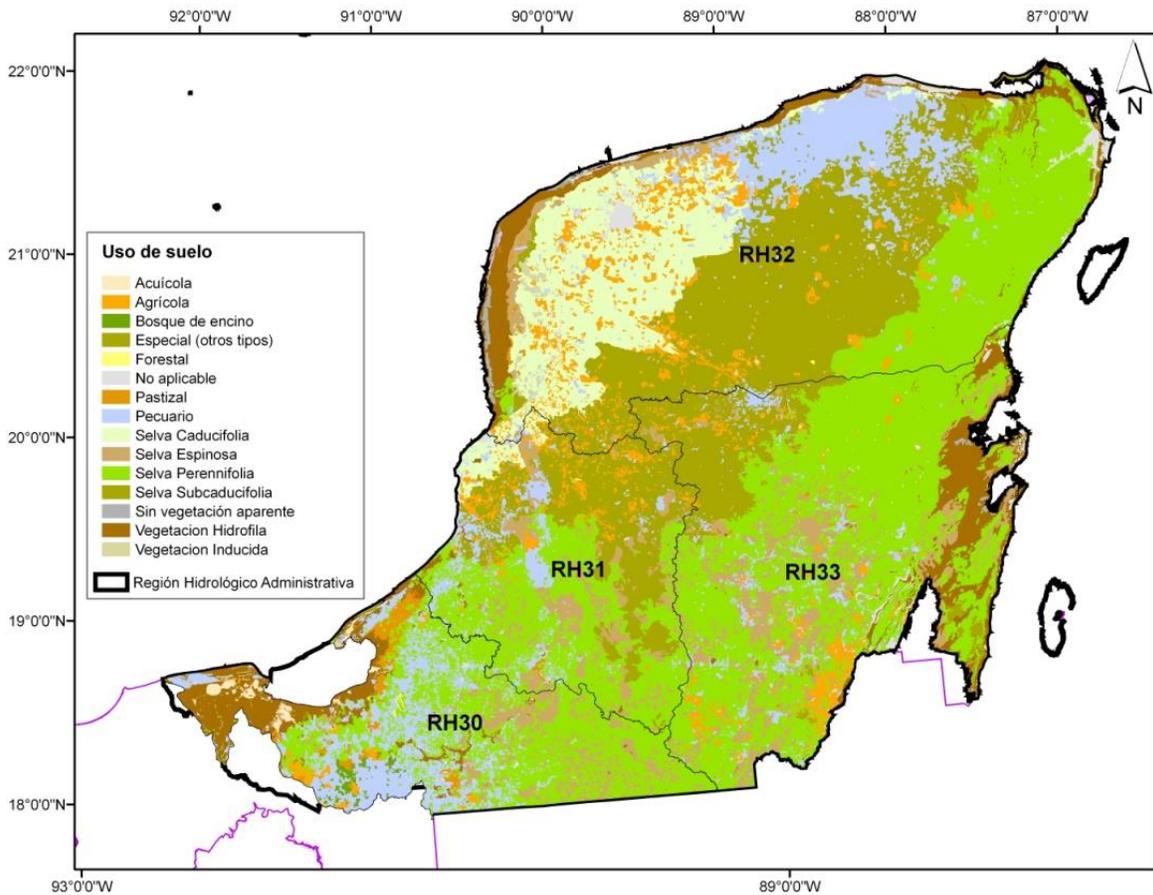
Tabla 3.23 Distribución de usos de suelo por Región Hidrológica

Región hidrológica	Cuenca hidrológica	Uso de suelo	Área (km ²)	
30 Grijalva - Usumacinta	Laguna de Términos	Agrícola	364.94	
		Bosque de Encino	278.4	
		Forestal	26.08	
		No Aplicable	192.1	
		Pastizal	739.82	
		Pecuario	5,061.55	
		Selva Espinosa	2,099.24	
		Selva Perennifolia	9,009.20	
		Selva Subcaducifolia	7.75	
		Sin vegetación Aparente	43.34	
		Vegetación Hidrófila	2,796.73	
		Total	20,619.14	
Total Grijalva - Usumacinta			20,619.14	
31 Yucatán Oeste (Campeche)	Cuencas Cerradas	Agrícola	77.87	
		No Aplicable	34.26	
		Pastizal	36.8	
		Pecuario	680	
		Selva Espinosa	2,012.07	
		Selva Perennifolia	5,647.34	
		Selva Subcaducifolia	2,206.50	
		Vegetación Hidrófila	14.46	
			Total	10,709.30
	Río Champotón y Otros	Acuícola	1.31	
		Agrícola	1,149.72	
		Forestal	9.65	
		No Aplicable	81.26	
		Pastizal	11.17	
		Pecuario	1,225.03	
		Selva Caducifolia	724.16	
		Selva Espinosa	745.17	
		Selva Perennifolia	2,276.99	
		Selva Subcaducifolia	4,255.78	
		Sin vegetación Aparente	1.63	
Vegetación Hidrófila		114.31		
Vegetación Inducida	18.11			
		Total	10,614.29	
Total Yucatán Oeste (Campeche)			21,323.59	
32 Yucatán Norte (Yucatán)	Quintana Roo	Agrícola	214.95	
		Especial (Otros Tipos)	40.54	
		Forestal	4.43	
		No Aplicable	335.53	
		Pastizal	1.83	
		Pecuario	264.88	
		Selva Caducifolia	42.82	
		Selva Espinosa	2.04	
		Selva Perennifolia	10,522.47	
		Selva Subcaducifolia	2,035.77	
		Sin vegetación Aparente	7.26	
Vegetación Hidrófila	627.87			

Región hidrológica	Cuenca hidrológica	Uso de suelo	Área (km²)
		Total	14,100.37
	Yucatán	Acuícola	1.75
		Agrícola	3,426.86
		Especial (Otros Tipos)	51.81
		Forestal	0.29
		No Aplicable	922.79
		Pastizal	118.32
		Pecuario	6,564.67
		Selva Caducifolia	10,122.74
		Selva Espinosa	875.52
		Selva Perennifolia	524.66
		Selva Subcaducifolia	16,295.82
		Sin vegetación Aparente	308.64
		Vegetación Hidrófila	2,217.63
		Vegetación Inducida	366.92
	Total	41,798.43	
Total Yucatán Norte (Yucatán)			55,898.80
33 Yucatán Este (Quintana Roo)	Cuencas Cerradas	Agrícola	480.37
		Especial (Otros Tipos)	7.26
		No Aplicable	112.1
		Pastizal	30.6
		Pecuario	653.78
		Selva Espinosa	1,816.31
		Selva Perennifolia	10,309.37
		Selva Subcaducifolia	4,406.30
		Sin Vegetación Aparente	1.62
		Vegetación Hidrófila	305.53
		Vegetación Inducida	1.14
		Total	18,124.38
	Bahía de Chetumal y Otras	Agrícola	1,191.79
		Especial (Otros Tipos)	66.14
		No Aplicable	333.16
		Pastizal	22.31
		Pecuario	1,032.67
		Selva Espinosa	3,514.05
		Selva Perennifolia	11,157.08
		Selva Subcaducifolia	322.92
		Sin Vegetación Aparente	55.13
Vegetación Hidrófila		2,988.44	
	Total	20,683.70	
Total Yucatán Este (Quintana Roo)			38,808.09
Total			136,649.62

Fuente: Elaborado a partir de: INEGI serie IV. Uso de suelo y vegetación, 2010. Semarnat. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (ed.), Publicado en 2001. <http://infoteca.Semarnat.gob.mx/metadateexplorer/explorer.jsp>

Figura. 3.26 Uso de suelo



Fuente: Elaborado a partir de: INEGI serie IV. Uso de suelo y vegetación, 2010. Semarnat. Procuraduría. Federal de Protección al Ambiente (ed.), Publicado en 2001. <http://infoteca.Semarnat.gob.mx/metadataexplorer/explorer.jsp>

3.3.6 Humedales

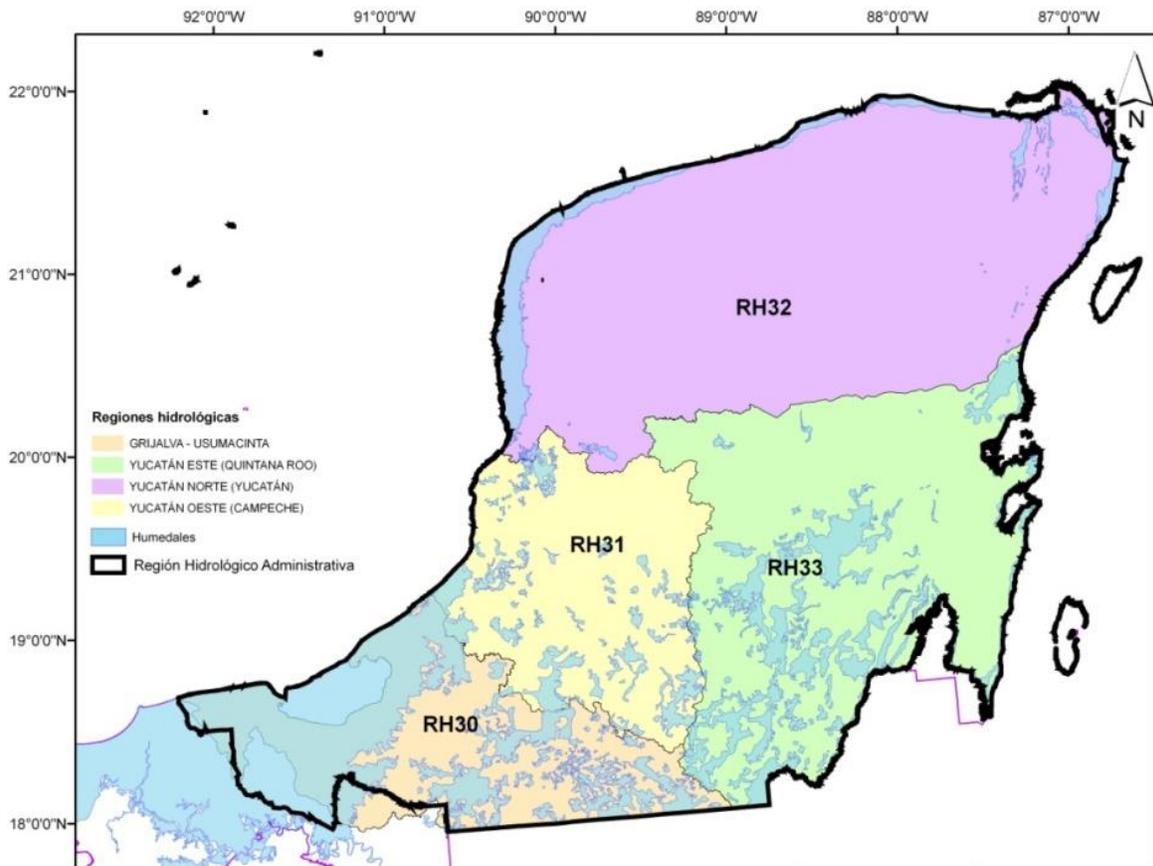
Los humedales son ambientes de transición entre los ecosistemas terrestres y los acuáticos, incluyendo a los ambientes costeros, con una biodiversidad característica y valiosa que debe conservarse (Semarnat, 2013).

Los sistemas de humedales sustentan directamente a millones de seres humanos y aportan bienes y servicios al mundo exterior. Por otro lado, los manglares son un tipo de humedales que se desarrollan alrededor de las lagunas costeras, esteros y desembocaduras de ríos y arroyos, reducen la energía de las olas, protegiendo a las comunidades costeras, reciclan el nitrógeno, mejorando la

calidad del agua corriente abajo. Como dato adicional, el 55% (423,751 ha) de los manglares del país están en esta región y el estado de Campeche posee la mayor superficie de manglar del país con 194,190 ha (Conabio, 2009).

Son algunos ejemplos de humedales en la región son: Ciento Doce, Lago Chac Chooben, Lago Milagros, Lago San José, Laguna Conil, laguna Mensura del Porvenir, Laguna Nichupte, Laguna Nohbec, Río Azul, ZSI Aguas Turbias, ZSI El Clavillazo, ZSI La Mensura, ZSI Lago Macanguas, Lago Noha, ZSI Río Escondido, Lago Milagros, Laguna Punta Laguna.

Figura. 3.27 Humedales



Fuente: IMTA, INEGI. Humedales potenciales, 2007. México, 2010.

3.3.7 Acuíferos

Gran parte de la región presenta rasgos estructurales característicos de formaciones cársticas, se caracteriza por su alta permeabilidad y un gradiente hidráulico casi nulo; parte del agua de origen meteórico se infiltra y acumula en el subsuelo, formando una lente de agua dulce delgada que flota sobre una masa de agua salina, más densa, cuyo origen es la intrusión marina natural. Derivado de esta estructura, el acuífero de la región se ve favorecido por la recarga del agua de lluvia.

En esta región, el acuífero subterráneo es la principal fuente de agua dulce y representa el complemento en la práctica de la agricultura, además de sustentar el desarrollo de los demás sectores. Gracias a la abundante precipitación pluvial de la región y a las peculiares características topográficas y geológi-

cas de la Península, el volumen renovable del acuífero es muy superior a las demandas, inclusive las esperadas al mediano y largo plazos.

Se considera a la Península de Yucatán como una Unidad Regional denominada “Acuífero Península de Yucatán”, conformada por trece Unidades Hidrogeológicas, seis ubicadas en Quintana Roo: Cerros y Valles, Cuencas Escalonadas, Planicie Interior, Costas Bajas, Costera e Isla de Cozumel; tres en Campeche: Cerros y Valles, Costera y Xpujil y las cuatro restantes en Yucatán: Costera, Círculo de Cenotes, Planicie Interior y Cerros y Valles. De acuerdo con la información proporcionada por el REPDA al 31 de diciembre de 2007, la extracción de aguas subterráneas en los estados que conforman esta Región Administrativa asciende a 2,104 hm³/año en los que el estado de Yucatán

utiliza poco más del 50%, seguido del estado de Campeche con el 25.8 % y Quintana Roo con el 21.8% (Conagua, 2012).

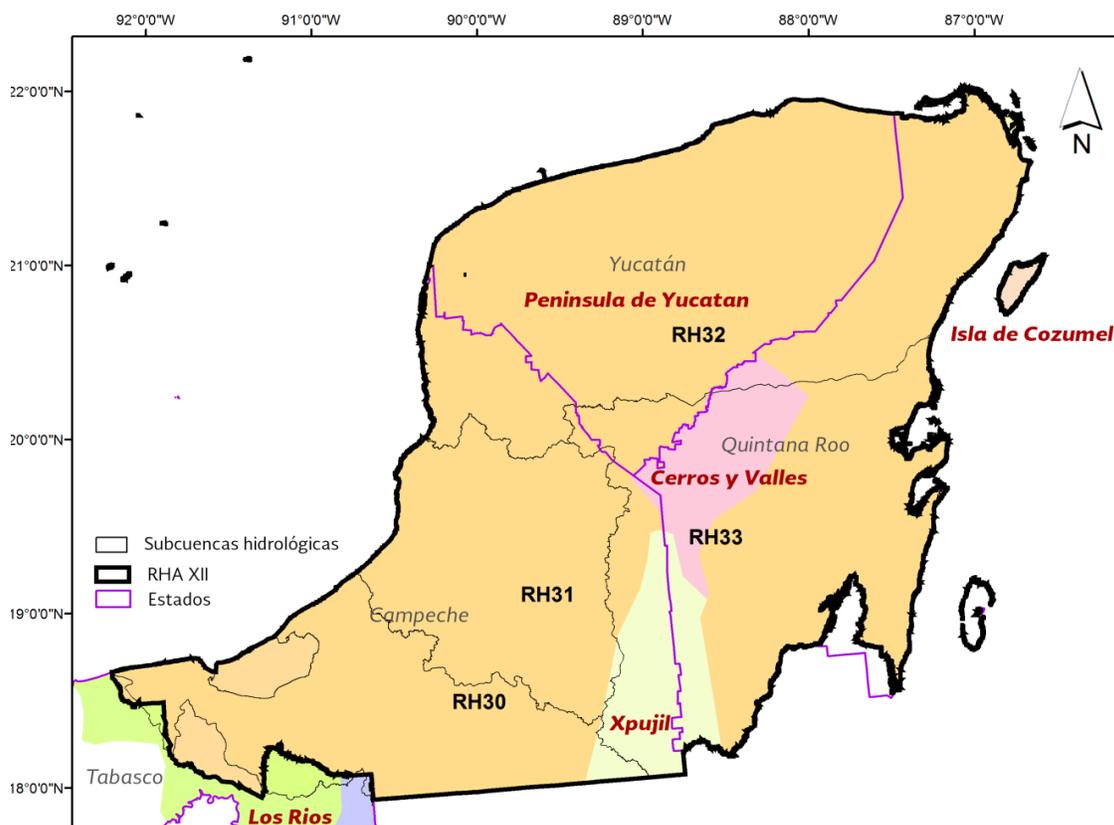
La unidad hidrogeológica *Xpujil* comprende una superficie estimada en 11,061 km², con una profundidad que varía de los 30 hasta los 150 m. De acuerdo al diario oficial de la federación del 28 de agosto de 2009 se publicó que la recarga media anual renovable al acuífero es de 2,099.4 hm³, de los cuales se determina una descarga media anual de 1,784.1 hm³ de descarga natural comprometida, por lo que se tiene un volumen a nivel regional de 315.0 hm³ de aguas subterráneas que pueden ser concesionadas para los distintos usos.

La unidad hidrogeológica *Cerros y Valles* comprende una superficie estimada en 4,410.8 km². De acuerdo al diario oficial de la federación del 28 de agosto de 2009 se publicó que la recarga media anual renovable al acuífero es de 1,194.2 hm³, de los cuales

se determina una descarga media anual de 854.9 hm³ de descarga natural comprometida, por lo que se tiene un volumen a nivel regional de 334.7 hm³ de aguas subterráneas que pueden ser concesionadas para los distintos usos.

La unidad hidrogeológica *Península de Yucatán* (considerando la unidades Cuencas Escalonadas, Planicie Interior, Costas Bajas, Costera , Costera , Costera, Círculo de Cenotes, Planicie Interior) de acuerdo al diario oficial de la federación del 28 de agosto de 2009 se publicó que la recarga media anual renovable al acuífero es de 21,813.4 hm³, de los cuales se determina una descarga media anual de 14,542 hm³ de descarga natural comprometida, por lo que se tiene un volumen a nivel regional de 5,005.6 hm³ de aguas subterráneas que pueden ser concesionadas para los distintos usos.

Figura. 3.28 Acuíferos



Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua 2012 e INEGI 2010

3.3.8 Zonas agrícolas

Existe un área agrícola de 6,786.81 Km² de las cuales 5,430.93 Km² corresponden a

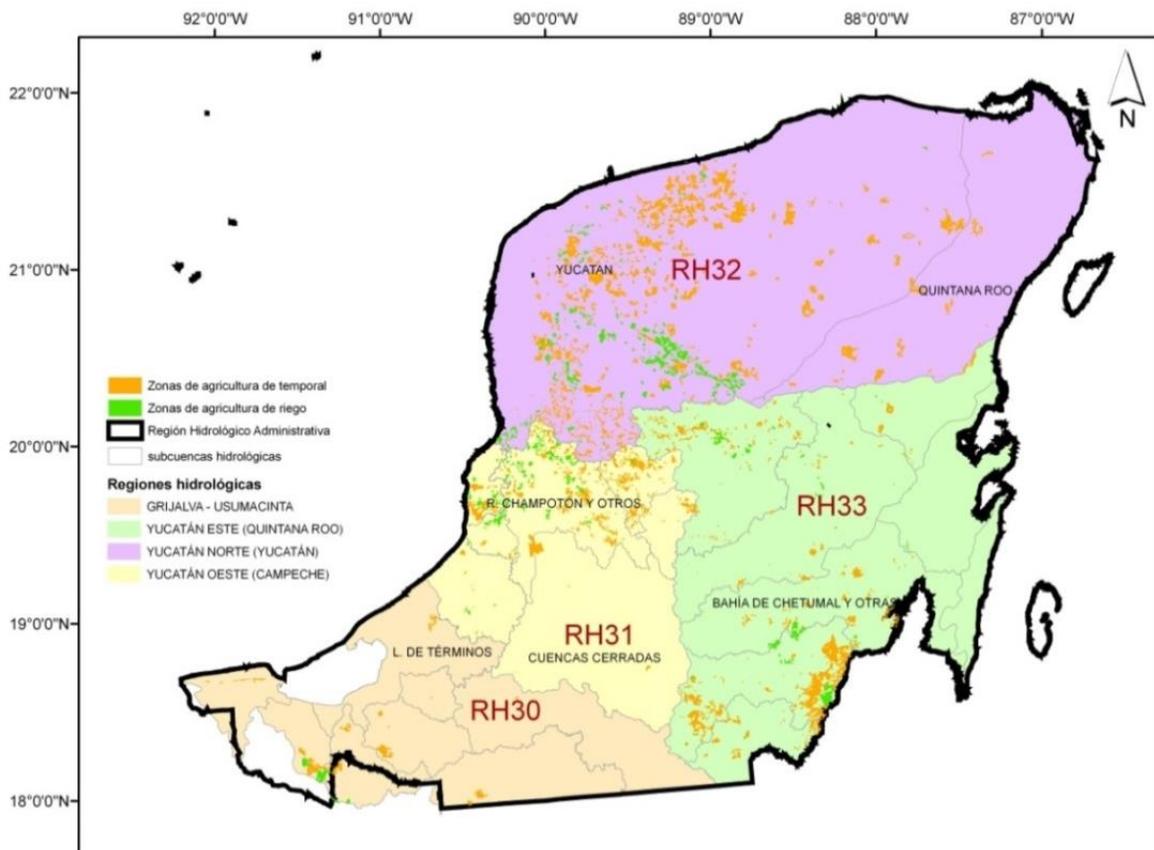
agricultura de temporal y 1,355.88 Km² a agricultura de riego.

Tabla 3.24 Zonas agrícolas de temporal y riego

Región hidrológica	Cuenca	Temporal	Riego
		Área (km ²)	Área (km ²)
Grijalva - Usumacinta	L. de Términos	232.74	69.88
Yucatán Oeste (Campeche)	Cuencas Cerradas	77.87	
	R. Champotón y Otros	796.62	306.46
	Sub-total	874.49	306.46
Yucatán Norte (Yucatán)	Quintana Roo	213.25	1.69
	Yucatán	2,682.70	744.17
	Sub-total	2,895.95	745.86
Yucatán Este (Quintana Roo)	Cuencas Cerradas	401.84	78.53
	Bahía de Chetumal y Otras	1,025.90	155.15
	Sub-total	1,427.74	233.67
Total		5,430.93	1,355.88

Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua, 2012.

Figura. 3.29 Zonas agrícolas



Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua, 2012.

3.3.9 Cultivos en la región

De acuerdo a las estadísticas agrícolas de los distritos de riego, año agrícola 2006-2007,

se identificaron 7 cultivos representativos de la región

Tabla 3.25 Cultivos representativos de la región

RHA	Cultivo	% de superficie sembrada (promedio)	PMR (\$/Ton)	Rendimiento T/ha	Curva Tipo
XII	Caña de Azúcar	24.08	364.22	88.74	C2
XII	Naranja	23.12	982.75	14.98	C1
XII	Cítricos Asociados	16.99	757.67	19.94	C1
XII	Maíz Grano	6.47	2145.5	4.77	CMAIZ
XII	Otros Frutales	4.08	1459.38	21.65	C1
XII	Limón	4.06	1936	15.86	C1
XII	Maíz Elotero	1.67	4215.5	5	CMAIZ

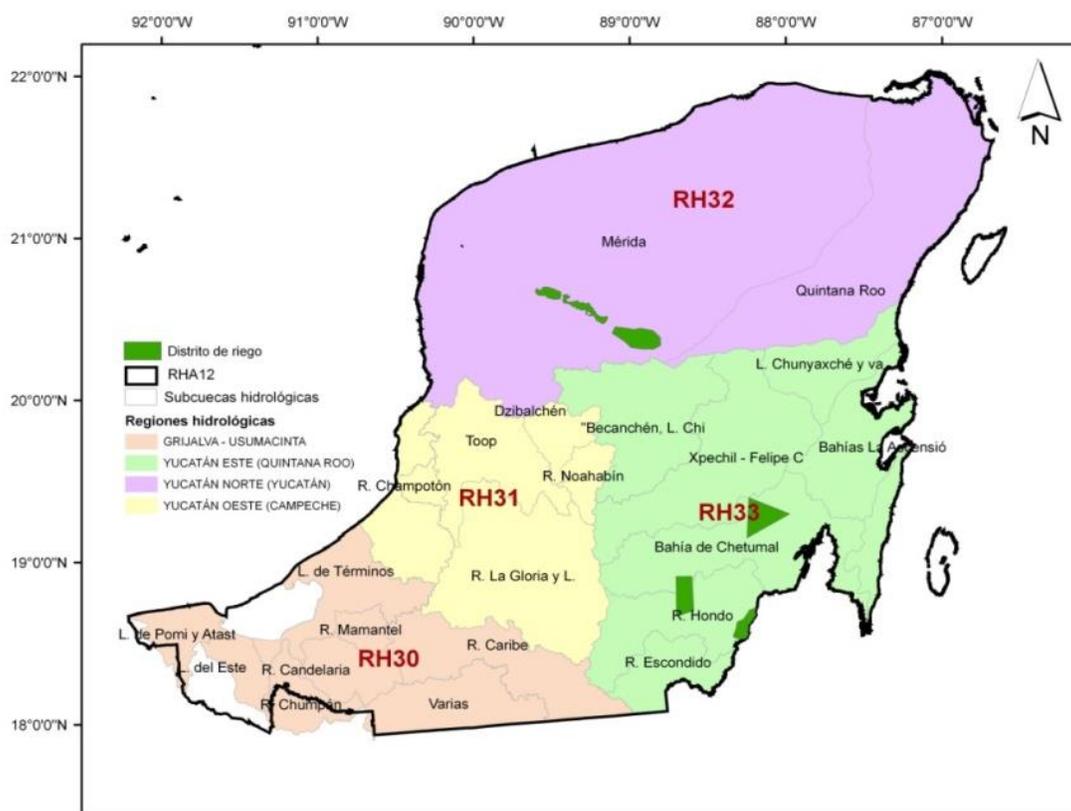
Fuente: Conagua. Estadísticas agrícolas de los distritos de riego, año agrícola 2006-2007, Mayo

3.3.10 Distritos de riego

En la región hidrológica 32 Yucatán Norte (Yucatán) se localiza el distrito de riego: 048 Ticul (Yucatán) con 9,689 hectáreas en de la subcuenca *Ba Mérida*. En la región hidrológica 33 Yucatán Este (Quintana Roo) se

localiza el distrito de riego: 102 Río Hondo con 27,182 hectáreas, dicho distrito se encuentra localizado dentro de la subcuenca *Ac Bahía de Chetumal*.

Figura. 3.30 Distritos de riego



Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua, 2012

3.3.11 Distrito de Temporal Tecnificado

Con la creación de los Distritos de Temporal Tecnificados (DTT) se busca el desarrollo

agropecuario a través del manejo sustentable de los recursos naturales para incrementar la calidad de vida de los usuarios.

Tabla 3.26 Información de los DTT

	DTT 008	DTT 024	DTT 015	DTT 025	DTT 026
	Oriente de Yucatán	Sur de Yucatán	Edzna - Yohaltun	Río Verde	Valle de Ucum
Superficie total, según acuerdo de creación (ha)	667,000	67,332	85,167	134,906	104,781
Superficie potencial de Preservación (37%) (ha)	248,855	31,700	76,650.30	82,296	57,629.55
Superficie con Preservación (1.4%) (ha)	9,565	9,614	10,378	10,275	10,833
Productores	25,021	880	1,120	1,984	1,739
Municipios	Tizimin, Calotmul, Temozón, Chemax y Valladolid	Tekax y Tzucacab	Campeche, Champoton	Campeche, Tenabo y Hopelchen	Othón P. Blanco
Asociaciones Civiles	Temozón y Muuchmeya lakin kaah Chemax	Ma'alob lu umil nohol	Valles unidos de Edzna-Yohaltun	Esperanza del Nuevo Milenio	Cuna del mestizaje y Central flores
Jefe de Distrito	Ing. Jesús Kú Quej	Ing. Jesús Kú Quej	Ing. Marco Moreno García	Ing. Marco Moreno García	Ing. Jesús Cossío Rodríguez

Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca de la Península de Yucatán, 2013

3.4 Características geomorfológicas de los cauces y planicies de inundación

La Península de Yucatán presenta rasgos estructurales característicos de formaciones cársticas, los cuales evolucionan como resultado de la acción erosiva del agua sobre las formaciones calizas que actúan sobre la piedra, disolviéndola, lo cual, tras largos periodos de tiempo, deriva en la formación de cámaras o cavidades subterráneas, conocidas como conductos de disolución. Estas condiciones no permiten la presencia de corrientes superficiales importantes, por lo que gran parte de la precipitación pluvial se evapotranspira y el resto se infiltra al manto subterráneo a través de fracturas, oquedades y conductos cársticos de las calizas.

3.4.1 Relieve

Los datos de relieve son valores de altura con respecto a una superficie de referencia que permiten caracterizar las formas del terreno. Estos valores son necesarios por que hacen posible modelar el conjunto de formas estructurales que constituyen la parte más superficial de la corteza terrestre, tanto en las áreas emergidas como en las que se encuentran por debajo del agua

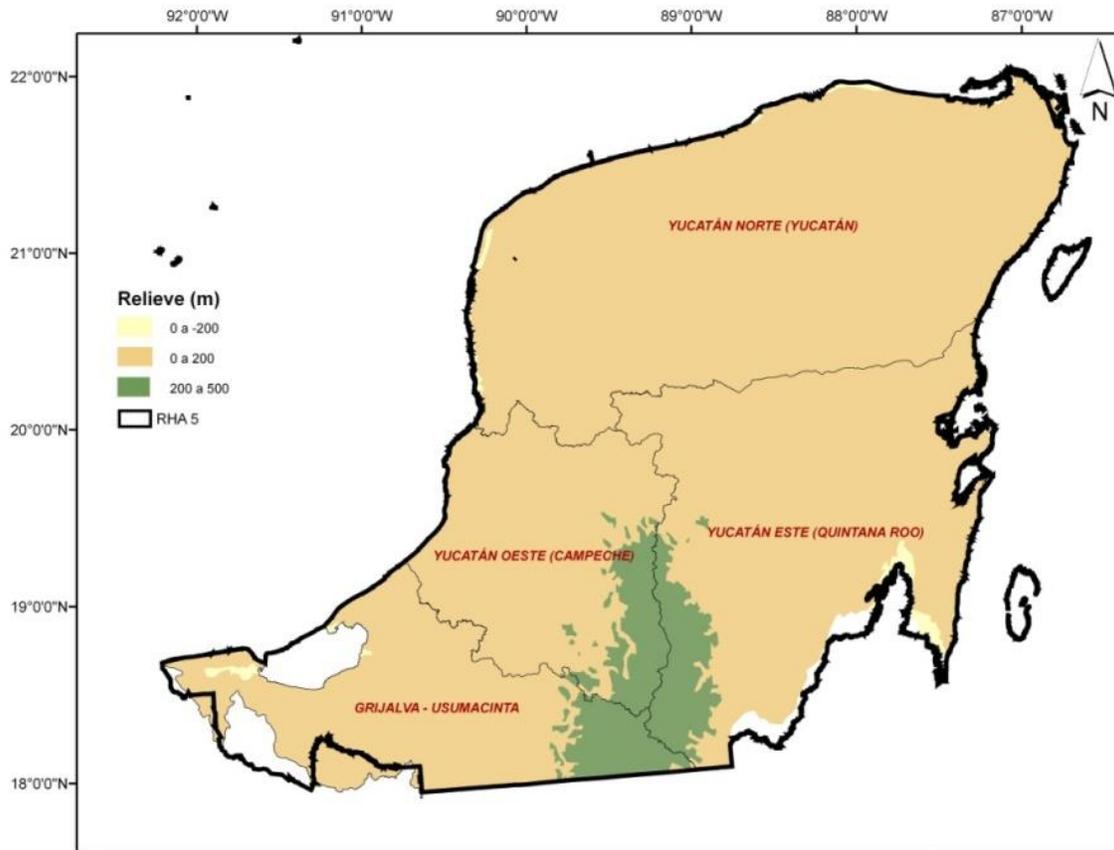
La mayor parte del territorio de la Región Hidrológica Administrativa XII Península de Yucatán lo conforma una llanura que se formó como producto de la aparición de una plataforma marina compuesta por roca calcárea (que contiene cal) y en donde se han formado cenotes. En la zona costera, se han desarrollado playas y cuerpos de agua

como el estero de Celestún, Yucalpetén, El Islote y Ría Lagartos.

Como resultado del movimiento de fragmentos o placas tectónicas de la corteza terrestre se formó una elevación muy estrecha y alargada en dirección noroeste-sureste a la que se conoce como Sierrita de

Ticul, que tiene una extensión de 110 km y elevación hasta de 300 metros sobre el nivel del mar. En la figura se muestra el relieve característico de la Región, mostrando las zonas o rangos de elevación; la información corresponde de la Hipsobatimetría de INEGI escala 1:1,000,000.

Figura. 3.31Relieve



Fuente: INEGI, Información de Relieve (Hipsobatimetría), 2002.

3.4.2 Cauces

En la Región Hidrológica XII Península de Yucatán, la elevada precipitación pluvial, la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica, han propiciado que los escurrimientos superficiales sean escasos o de muy corto recorrido, desarrollándose principalmente en la subregión Candelaria, donde el río del

mismo nombre es el principal escurrimiento de tipo perenne, con un patrón de drenaje dendrítico y la subregión poniente que limita al sur y suroeste con Guatemala y el estado de Tabasco, por donde corre el río Palizada. Además de las corrientes antes mencionadas existen otros ríos importantes como: Caribe, Champotón, Chumpán, Mamantel, Palizada, Escondido y Hondo.

Tabla 3.27 Características de las principales corrientes superficiales de la Región

Río/arroyo	Región hidrológica	Longitud (km)	Área drenada (km ²)
Río Candelaria	30 Grijalva Usumacinta	150	11,115
Río Champotón	31 Yucatán Oeste	47.8	649
Río Palizada	30 Grijalva Usumacinta	85	1,272
Río Chumpán	30 Grijalva Usumacinta	91	S/D
Río mamantel	30 Grijalva Usumacinta	45	1,225
Río Hondo	33 Yucatán Este	115	13,465
Arroyo Azul	33 Yucatán Este	45	S/D
Río Escondido	33 Yucatán Este	173	4,592

Fuente: CONAGUA, 2012. OCPY. Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales S/D (sin dato)

Las características principales de los ríos y arroyos de la región son:

- **Río Palizada.** Se origina en la Boca de Amatitán cerca de Jonuta en el estado de Tabasco; presenta un recorrido sinuoso; corre a través de un terreno aluvial arcillo-arenoso, bajo y pantanoso, cubierto de vegetación, su longitud aproximada es de 85 km, en promedio tiene una profundidad de 7 m y un ancho de 80 m aproximadamente. Los primeros 10 km de su trayectoria desde su origen hasta la comunidad de La Toza, mantiene una dirección noroeste, en los siguientes 15 km mantiene su dirección nor-noreste hasta la comunidad de La Rebeza, en los siguientes 1.5 km hasta la ciudad de Palizada (donde se deriva el río Viejo) se mantiene en dirección este, cambiando al sureste en los siguientes 11.5 km hasta la Ribera Tila; posteriormente cambia hacia el noreste hasta su desembocadura directa en la Laguna del Este, Laguna del Vapor, Boca Chica y Laguna de Términos.
- **Río Candelaria.** Es un río de escurrimiento permanente se origina en la República de Guatemala, en la zona del Petén, su cauce corre hacia el Norte y entra a territorio mexicano; a partir de este punto tiene un recorrido de 150 km a lo largo de su cauce principal hasta su desembocadura directa en la laguna de Términos, a través de la Boca de Pargos en la Laguna de Panlao, drena 11,115 km² y tiene un escurrimiento medio

anual de 1,859 hm³. El río Caribe es uno de sus principales afluentes.

- **Río Champotón.** Nace en la parte central del estado de Campeche a la altura de la comunidad de San Miguel municipio de Champotón, 6 kilómetros río arriba, su recorrido es sinuoso en dirección Noroeste sobre suelo calizo y sin afluentes, desemboca en el Golfo de México, entre la ciudad de Champotón y la localidad conurbada de Paraíso. Su desembocadura es en forma de barra, la cual forma depósitos de material aluvial que se extiende desde el islote El Cuyo y el poblado de Paraíso, en su anchura media alcanza hasta 60 m y en profundidad 4 m.
- **Río Chumpán.** Queda aislado en la llanura, se forma por la unión de varios arroyos como el Salsípuedes, San Joaquín y Piedad. El río Chumpán corre en dirección Sur-Norte y tiene su origen en una zona cercana al río Usumacinta a partir de ahí tiene una longitud aproximada de 60 km, y desemboca en la laguna de términos por la boca de la laguna de Balchacah.
- **Río Mamantel.** Se localiza en el poblado del mismo nombre y tiene como afluente los arroyos del Cheneil, Montaraz y Xothucan, presenta un drenaje deficiente sobre la superficie del terreno; fluye sobre un suelo calizo en los primeros kilómetros cercanos al poblado de Nuevo Pital, su longitud aproximada es de 45 km, corre de Este a Oeste y desemboca en la Laguna de Términos a través de la boca de Pargos, después de

atravesar la Laguna de Panlao con una profundidad promedio de 3.10 m, sus aguas son muy oscuras de flujo lento, el ancho en su parte más amplia es de 250 metros y sus poblados principales son Nuevo Pital y Francisco Villa.

- **Río Hondo.** Nace en Guatemala con el nombre de Azul, continua hacia México con el nombre de X'can. Al llegar a Quintana Roo se convierte en arroyo Azul; continúa su recorrido en dirección noreste para convertirse en límite natural entre México y Belice, conocido como río Hondo, aguas abajo del poblado "La Unión". El ancho del cauce varía de 4 a 16 m y las profundidades máximas varían de los 8.33 a los 8.78 m, el desnivel correspondiente es de 0.25 % y en el fondo es casi horizontal; el gasto medio oscila entre 20 m³/seg en estiaje hasta 180 m³/seg en época de lluvias; tiene un régimen permanente de escurrimiento con fuertes oscilaciones en su caudal y se le estima un escurrimiento medio anual de 1,397.1 hm³, de los cuales 500 hm³ se quedan en territorio Guatemalteco y Belice. El río tiene un cauce principal de cuarto orden, sus principales afluentes son el arroyo Azul, Booth's river (Belice), arroyo Grande, Ucum-Escondido, estero Chac y numerosos tributarios de primer orden a lo largo de su trayectoria.
- **Arroyo Escondido.** Denominado también como arroyo Ucum; nace en una pequeña serranía cerca del estado de Campeche y desemboca a la altura de Santa Rosa en forma deltaíca. no es navegable debido a que la gran caudal se desliza en pequeñas cascadas a lo largo de todo su recorrido en un lecho que además en muchos puntos no alcanzan los 0.30 m de profundidad de profundidad. Se denomina arroyo Escondido en la parte superior de la cuenca, donde se le unen varias corrientes intermitentes con sus propios ramales como "La Doctora" que se origina en la parte suroeste de la cuenca del arroyo Escondido o "el chorro" más al norte. Recoge las aguas de la zona sureste de Campeche y dre-

na los bajos de las localidades de Nicolás Bravo y Morocoy.

- **Arroyo Xnosha.** Es un afluente de tercer orden con un régimen intermitente-permanente a partir de Tomás Garrido, tiene como tributarios tres corrientes intermitentes: el arroyo escondido de segundo orden y dos sin nombre de segundo y primer orden respectivamente.
- **Arroyo Grande.** Es un tributario del río Hondo de primer orden, nace en Belice y tiene un régimen permanente con una longitud de 37.5 km aproximadamente.
- **Arroyo Agua Dulce.** Es un tributario del río Hondo de primer orden, tiene un régimen permanente con una longitud de 16 km aproximadamente.
- **Arroyo Estero Chac.** Es un tributario del río Hondo de primer orden, tiene un régimen permanente con una longitud de 10 km aproximadamente.
- **Arroyo El Chorro.** Es un tributario del arroyo Escondido de tercer orden, drena aguas de Campeche y recorre 27 km aproximadamente.
- **Arroyo La Doctora.** Es un tributario del arroyo escondido de primer orden, drena aguas de Campeche y recorre 44 km aproximadamente.
- **Arroyo La Esperanza.** Es el segundo principal afluente del río Candelaria, su longitud aproximada es de 25 km, drena las aguas de la laguna Los Campeones, tiene un recorrido con rumbo oeste y vierte su caudal al río Candelaria en un punto cercano a la localidad de Monclova, en períodos de estiaje cesa su aportación, en promedio tiene un ancho de cauce de 8 m y profundidad de 3 m.
- **Arroyo Las Golondrinas.** Es un pequeño afluente del río Candelaria, su longitud aproximada es de 10 km, tiene un recorrido con rumbo oeste noroeste, en períodos de estiaje cesa su aportación.

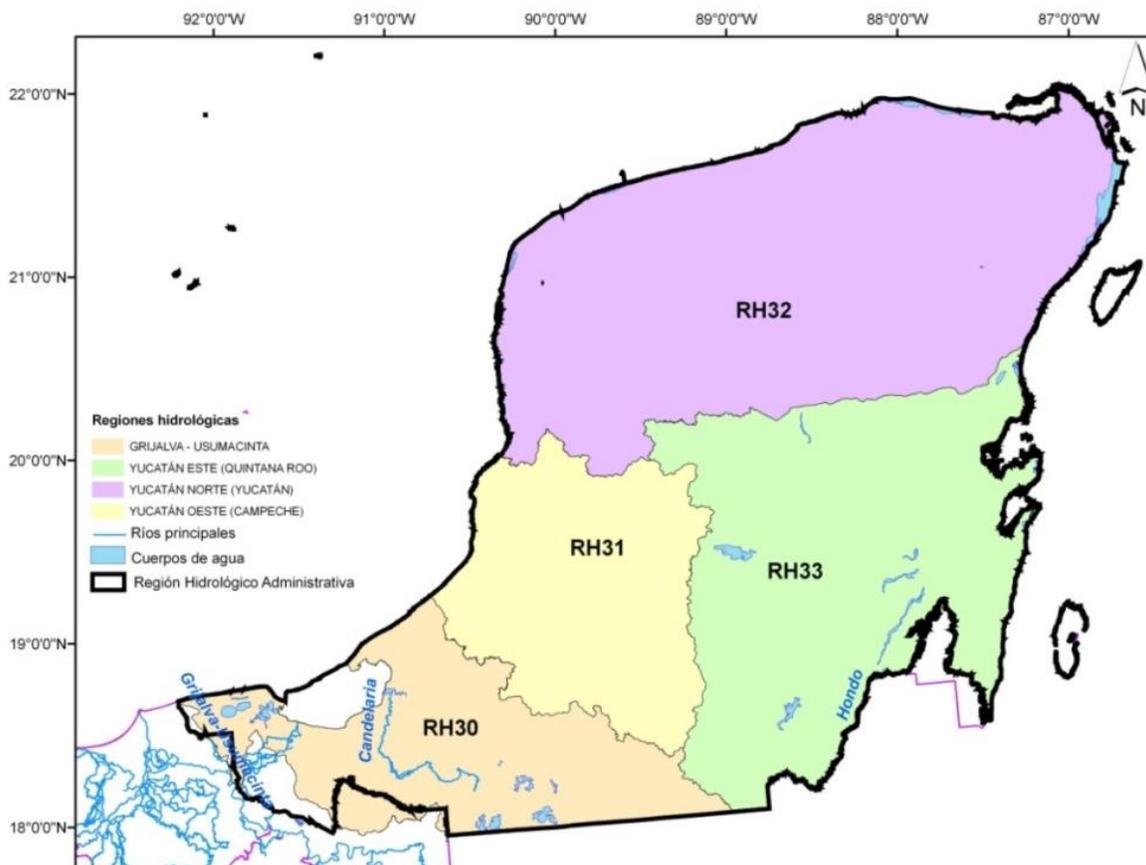
3.4.3 Cuerpos de agua

Lagunas. Están formadas por las corrientes menores que desembocan en depresiones topográficas, su origen es tectónico. En la cuenca hidrológica 33-a están orientadas de

noreste a suroeste y tienen la misma dirección en que están alineados la bahía de Chetumal y el río hondo, a lo largo de esta depresión. El nivel freático se encuentra muy somero y en ocasiones aflora dando origen a una serie de lagunas de menor dimensión como la laguna de los cerros en Álvaro

Obregón. En el interior del área se forman en depresiones y oquedades que son alimentadas principalmente por aguas subterráneas como la laguna de San José Aguilar y las numerosas aguadas que se encuentran distribuidas en toda el área.

Figura. 3.32 Ríos y lagunas principales



Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua 2012

Cenotes

También se cuenta con cenotes que se forman por adelgazamiento del techo de las cavernas y que al colapsarse forman una depresión. En la zona del río Hondo se encuentran los siguientes:

- Calderón.- ubicado muy cerca al río hondo a 4.5 km del poblado de calderón, mide aproximadamente 150 m de diámetro.
- Los Cuates.- se localizan a 7.3 km de la unión. son dos cenotes muy cercanos

entre sí, separados por una pequeña barra de baja altura. no hay comunicación visible pero sí probable filtración a través de la barra. el primer cenote tiene una longitud máxima de 500 m aproximadamente. el otro es más pequeño y posee una longitud máxima de 250-300 m con una forma irregular.

- Dos Bocas.- muy cercano al río hondo, se encuentra aproximadamente a 2 km del poblado de la unión. posee aproximadamente 150 m de longitud máxima.

Manantiales

Existen en la región manantiales que se encuentran repartidos a lo largo del río Hondo, sus aguas brotan o trasminan del subsuelo. Algunos de ellos son: Pucté, Cocoyol, Palmar, Álvaro Obregón, Sac-Xan, Cacao entre otros. El manantial Miguel Hidalgo en el poblado del mismo nombre, forma una pequeña laguna que se comunica mediante un canal de 120 m de longitud con el río Candelaria. Existen otros afluentes de escasa importancia, entre los cuales se mencionan los arroyos intermitentes Monterrey y El Mango, localizados en los últimos 25 km del cauce principal.

Ciénegas

También se cuenta con ciénegas que se distribuyen en ambas márgenes del río Hondo. Localizadas en depresiones o bajos y de suelos impermeables identificados como suelos gleysoles vérticos, son verdaderos vasos de almacenamiento de agua alimentados por escurrimientos menores. Al interior de la cuenca se distribuyen en forma alargada de suroeste a noreste desde Guatemala hasta la región de Morocoy.

La zona conocida como “Cono Sur” de Yucatán comprende los municipios de Tekax y Tzucacab. No existen corrientes superficiales, la superficie del terreno es plana, clasificada como llanura de barrera y los factores geohidrológicos del subsuelo determinan su vulnerabilidad a un mayor

riesgo de inundación que otras partes del estado, ya que poseen características de baja conductividad hidráulica y nivel freático profundo, lo que propicia la tendencia a la inundación por la saturación de las capas de baja permeabilidad, cuenta con la presencia de pequeños depósitos de agua (conocidos localmente como “aguadas”) y la presencia de pequeñas lagunas en el estado de Quintana Roo (al sureste de esta zona) contribuyen también durante una inundación, propiciando el flujo superficial de Oeste a Este, hacia la laguna de Chichancanab, principalmente, ubicada en el estado de Quintana Roo

3.5 Descripción de inundaciones históricas relevantes

Por su ubicación geográfica, la Región Hidrológico-Administrativa XII Península de Yucatán, año con año se ve amenazada por los ciclones tropicales durante la temporada comprendida de junio a noviembre.

La temporada de ciclones tropicales en el Atlántico, Caribe y Golfo de México inicia el 1 de junio y terminan el 30 de noviembre. Del año 1960 a 2011 se han registrado 557 ciclones tropicales, de los cuales 63 afectaron a la Península de Yucatán.

Los Huracanes que se han impactado en la Península de Yucatán con información histórica de 1886 al 2007.

Tabla 3.28 Huracanes que han impactado en la región

Nombre	Categoría	Año	Mes	Presión mínima (rnmm)
Carla	Huracán III	1961	septiembre 3-16	1002.7
Inés	Huracán III	1966	septiembre 21, octubre 11	1008.5
Beulah	Huracán II	1967	septiembre 5-22	1002.4
Edith	Huracán I	1971	septiembre 5-18	
Gilbert	Huracán V	1988	septiembre 8-20	998.4
Opal	Huracán V	1995	septiembre 27, octubre 5	997.8
Roxanne	Huracán III	1995	octubre 10 al 17	998.2
Micht	Huracán V	1998	octubre 21, noviembre 5	998.5
Keith	Huracán IV	2000	septiembre 28, octubre 6	1002.5
Chantal	Huracán I	2001	agosto 15-22	1008.6
Isidore	Huracán III	2002	septiembre 14-27	987.4
Wilma	Huracán V	2005	octubre 15-25	1003.2
Dean	Huracán V	2007	agosto	986.9

Nombre	Categoría	Año	Mes	Presión mínima (rnmm)
Carmen	Huracán IV	1974	agosto 29, septiembre 10	1000.8
Emily	Huracán IV	2005	julio 10-21	1006.9

Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2012. Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales. rnmm=relativo al nivel medio del mar.

Gran parte de estos Ciclones Tropicales tenían la categoría de Huracán antes de entrar en la península de Yucatán pero al momento de estar en tierra disminuyeron su intensidad, por lo que al estado solo lo afectaron como Tormenta Tropical. En algunos casos, estos ciclones llegaron a disiparse antes de salir al Golfo de México.

Muchas de las tormentas tropicales que afectaron a la región causaron daños, no por su intensidad, si no por una larga estancia en

el territorio, provocando gran cantidad de precipitación y consecuentes inundaciones y desbordamientos de ríos y lagunas.

3.5.1 Inundaciones históricas a nivel municipal

En la Región Hidrológica Administrativa se han detectado en los tres estados inundaciones importantes, en la tabla 17 se muestran los municipios más afectados, siendo el de Othon P. Blanco en Quintana Roo con más incidencias registradas.

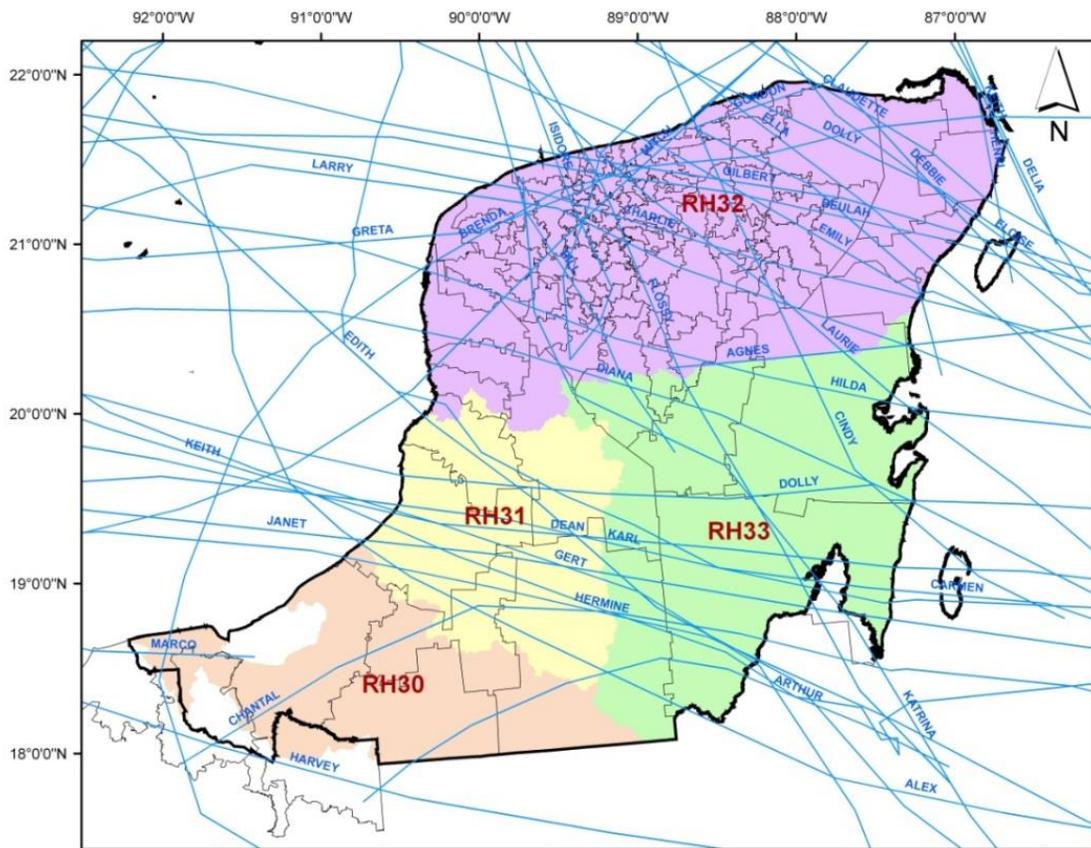
Tabla 3.29 Municipios con eventos registrados

Estado	Fecha de ocurrencia	Observaciones	Municipio
Campeche	12 de octubre, 2011		Palizada
	13 de octubre, 2011		Campeche
	9 de agosto, 2012	Ernesto, Tormenta tropical	Calakmul
		Ernesto, Tormenta tropical	Candelaria
		Ernesto, Tormenta tropical	Carmen
Del 1 al 21 de octubre, 2011	Ernesto, Tormenta tropical	Palizada	
Quintana Roo	11 al 13 de junio, 2004	Lluvia Atípica e Impredecible	Cozumel
	11 y 12 de junio, 2004	Lluvias extremas	Cozumel
	2 de junio, 2008	Lluvias extremas	Othon P. Blanco
	22 al 24 de septiembre, 2002	Lluvia Atípica, Afectaron el Patrimonio	Benito Juárez
	25 al 29 de mayo, 2001	Inundaciones y Lluvias Atípicas	Othon P. Blanco
	27 y 28 de octubre, 2002	Inundaciones Atípicas	Othon P. Blanco
	8 de agosto, 2012	Ernesto, Huracán	Bacalar
		Ernesto, Huracán	Felipe Carrillo Puerto
Ernesto, Huracán		Othon P. Blanco	
Yucatán	30 de septiembre al 3 de octubre, 2005	Lluvias extremas	Tixmehuac
		Lluvias extremas	Akil
		Lluvias extremas	Chacsinkin
		Lluvias extremas	Motul
		Lluvias extremas	Muna
		Lluvias extremas	Opichen
		Lluvias extremas	Oxkutzcab
		Lluvias extremas	Peto
		Lluvias extremas	Santa Elena
		Lluvias extremas	Sinanche
		Lluvias extremas	Tahdziu
		Lluvias extremas	Tekax
		Lluvias extremas	Telchac Pueblo
		Lluvias extremas	Ticul

Estado	Fecha de ocurrencia	Observaciones	Municipio
		Lluvias extremas	Tixmehuac
		Lluvias extremas	Tzucacab
		Lluvias extremas	Yaxcaba
		Lluvias extremas	Yobain

Fuente: Cenapred 2012.

Figura. 3.33 Trayectoria de tormentas tropicales



Fuente: CENAPRED, 2012.

Las trayectorias de las tormentas tropicales viajan de sur a norte y de este a oeste. Se consideran importantes por ser causantes de daños a las personas y a sus bienes.

Los huracanes que mayor daño han ocasionado a la Región XII se muestran en el Anexo A.

De acuerdo a los datos históricos contenidos en la base de datos de CENAPRED, en el estado de Yucatán se han registrado 18

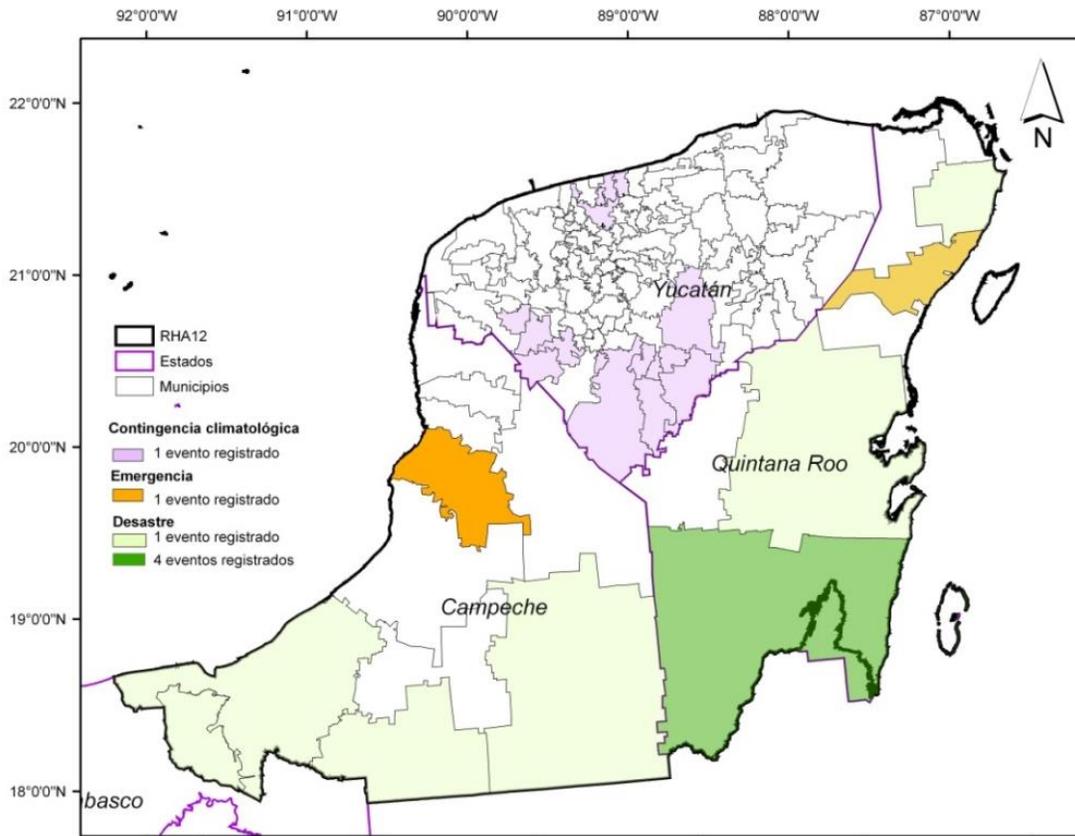
contingencias climatológicas en 17 municipios del estado, de esas dos se han presentado el municipio de Tixmehuac. En el estado de Campeche se han declarado 4 zonas de desastre y 2 situaciones de emergencias en 5 municipios y en el estado de Quintana Roo 8 situaciones de desastre y una de emergencia.

Tabla 3.30 Tipos de eventos registrados en la región

Estado	Fecha de ocurrencia	Observaciones	Contingencia climatológica	Desastre	Emergencia	Total
Campeche	12 de octubre, 2011				1	1
	13 de octubre, 2011				1	1
	9 de agosto, 2012	Ernesto, Tormenta tropical		3		3
	Del 1 al 21 de octubre, 2011			1		1
Quintana Roo	11 al 13 de junio, 2004	Lluvia Atípica e Impredecible		1		1
	11 y 12 de junio, 2004	Lluvias Extremas			1	1
	2 de junio, 2008	Lluvias Extremas		1		1
	22 al 24 de septiembre, 2002	Lluvia Atípica, Afectaron el Patrimonio		1		1
	25 al 29 de mayo, 2001	Inundaciones y Lluvias Atípicas		1		1
	27 y 28 de octubre, 2002	Inundaciones Atípicas		1		1
	8 de agosto, 2012	Ernesto, Huracán		3		3
Yucatán	22 de septiembre, 2004	Lluvias Extremas	1			1
	30 de septiembre al 3 de octubre, 2005	Lluvia Extrema	17			17
Total			18	12	3	33

Fuente: Cenapred 2012

Figura. 3.34 Municipios en donde se han emitido declaratorias por Cenapred



Fuente: Cenapred 2012.

3.6 Obras de protección contra inundaciones y acciones no estructurales existentes

En este apartado se presenta la situación actual de la infraestructura tanto de medición de variables hidrometeorológicas, incluidos en los Sistemas de Alerta Temprana (SAT), las obras para la protección de avenidas, así como del uso de modelos para el pronóstico de avenidas y acciones no estructurales.

3.6.1 Principales obras hidráulicas existentes en la región

En las siguientes tablas se muestran las obras diseñadas para proteger a centros de población de contingencias hidrometeorológicas en los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo. Cabe mencionar que en el 2013 se inició en la Cd. de Campeche la obra del mega drenaje de la ciudad por el Gobierno del Estado.

Tabla 3.31 Infraestructura para el control de avenidas existente en el estado de Yucatán

Municipio	Localidad	Obra de protección o drenaje pluvial
Tzucacab y Tekax	Cono sur	Dren parcelario del Cono Sur (9 Km), Desemboca en dos sumideros naturales
San Felipe	San Felipe	Muro de protección de 2 m y 2,400 m de longitud
San Felipe	San Felipe	Drenaje pluvial de San Felipe
Río Lagartos	Río Lagartos	Muro de protección de 2,100 m de longitud y 2 m

Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca de la Península de Yucatán, 2013

Tabla 3.32 Infraestructura para el control de avenidas existente en el estado de Campeche

Municipio	Localidad	Obra de protección	Objetivo
Palizada	Ciudad de Palizada	Malecón de la ciudad	Protección de zona urbana y vialidades
Palizada	Ribera Gómez	Bordo de tierra	Protección de viviendas y ganado
Palizada	Bodegas	Bordo de tierra	Protección de viviendas y ganado
Palizada	La Corriente	Bordo de tierra	Protección de viviendas y ganado
Palizada	Tila	Bordo de tierra	Protección de viviendas y ganado
Palizada	Mangal	Bordo de tierra	Protección de viviendas y ganado
Palizada	San Isidro	Bordo de tierra	Protección de viviendas y ganado
Palizada	Boca de Amatlán-Amatlán	Bordo de tierra	Protección de viviendas y ganado
Palizada	Santa Lucía-Boca de Amatlán	Bordo de tierra	Protección de viviendas y ganado
Candelaria	Ciudad de Candelaria	Malecón de la ciudad	Protección de zona urbana y vialidades
Champotón	Ciudad de Champotón	Malecón de la ciudad	Protección de zona urbana y vialidades
		Muelle de API	
Campeche	San Francisco de Campeche	Red de drenaje de canales: ría Universidad y Plan Chac	Protección de zona urbana y vialidades
Campeche	San Francisco de Campeche	Red de drenajes centro, Lázaro Cárdenas, sistema Centro, Patricio Trueba	Protección de zona urbana y vialidades
Campeche	San Francisco de Campeche	Red de drenaje Presidentes de México	Protección de zona urbana y vialidades

Municipio	Localidad	Obra de protección	Objetivo
Champotón	Champotón	Red de drenaje costero (tres canales 1 a cielo abierto 2 entubados)	Protección de zona urbana y vialidades
Carmen	Carmen	Red de drenaje de canales: Av. Contadores, Tierra y Libertad	Protección de zona urbana y vialidades
		Cárcamo de rebombeo en zona urbana	Protección de zona urbana y vialidades
		Arroyo la caleta (drenaje natural)	Protección de zona urbana y vialidades
Tenabo, Campeche y Hopelchén	Tenabo, Campeche y Hopelchén	Dren principal DTT Río Verde	Protección de zona urbana y vialidades
Champotón	Champotón	Tajo de Alivio	Protección de zona urbana

Fuente: Conagua. Dirección Local Campeche, 2013

Tabla 3.33 Acueducto existente en el estado de Campeche

Nombre	Longitud (km)	Capacidad (l/s)	Función
Santa Rosa-Chiná Campeche	10	1000	Abastece a un sector de la ciudad de San Francisco Campeche
Chicbul-Ciudad del Carmen	120	380	Abastece las localidades Sanbacuy, Isla Aguada y Ciudad del Carmen
Ulumal-Champotón	20	110	Abastece la ciudad de Champotón
López Mateos-Xpujil	100	60	Abastece la ciudad de X'pujil y algunas localidades del municipio que quedan en su trayectoria
Santa Rosa -Xpujil	88.5	20	Abastece la ciudad de X'pujil y algunas localidades del municipio que quedan en su trayectoria
Paralelo Chicbul-Ciudad del Carmen	120	420	En construcción. Abastecerá a Ciudad del Carmen

Fuente: Conagua. Dirección Local Campeche, 2013

Tabla 3.34 Infraestructura para el control de avenidas existente en el estado de Quintana Roo

Municipio	Localidad	Obra de protección	Objetivo
Othón Pompeyo Blanco	Chetumal	Bahía-Río Hondo	Protección de zona urbana y vialidades
	Unión	Arroyo Azul	
	Sarabia	Río Hondo	
	Sacxan		
	Palmar		
	Ramonal		
	Allende		
	Cacao		
	Cocoyol		
Botes			

Fuente: Conagua. Dirección Local Quintana Roo, 2013

Diversas dependencias como, SCT, PEMEX, SEDESOL, SEGOB, SEDENA, SEMARNAT (CONAGUA), Gobiernos estatales y municipales administran y construyen estructuras

que obstruyen el flujo en corrientes y llanuras de inundación y dificultan el mantenimiento y la operación de ríos y lagunas de inundación.

3.6.2 Principales acciones no estructurales existentes

En la Región Hidrológica XII, “Península de Yucatán”, existe un sólo Consejo de Cuenca que se creó el 14 de diciembre de 1999.

Existen otras instancias organizativas para la gestión del agua, como son las Comisiones y los Comités de Cuenca, dichos espacios fueron creados como auxiliares de los Consejos de Cuenca, para atender problemáticas muy específicas en zonas geográficas más localizadas.

En la actualidad, los únicos mecanismos que existen para informar a la sociedad peninsular, son los comunicados de prensa que emiten las autoridades cada vez que sesiona el Consejo de Cuenca Península Yucatán (una vez al año). En dichas ocasiones las autoridades de la Conagua y los gobernadores de

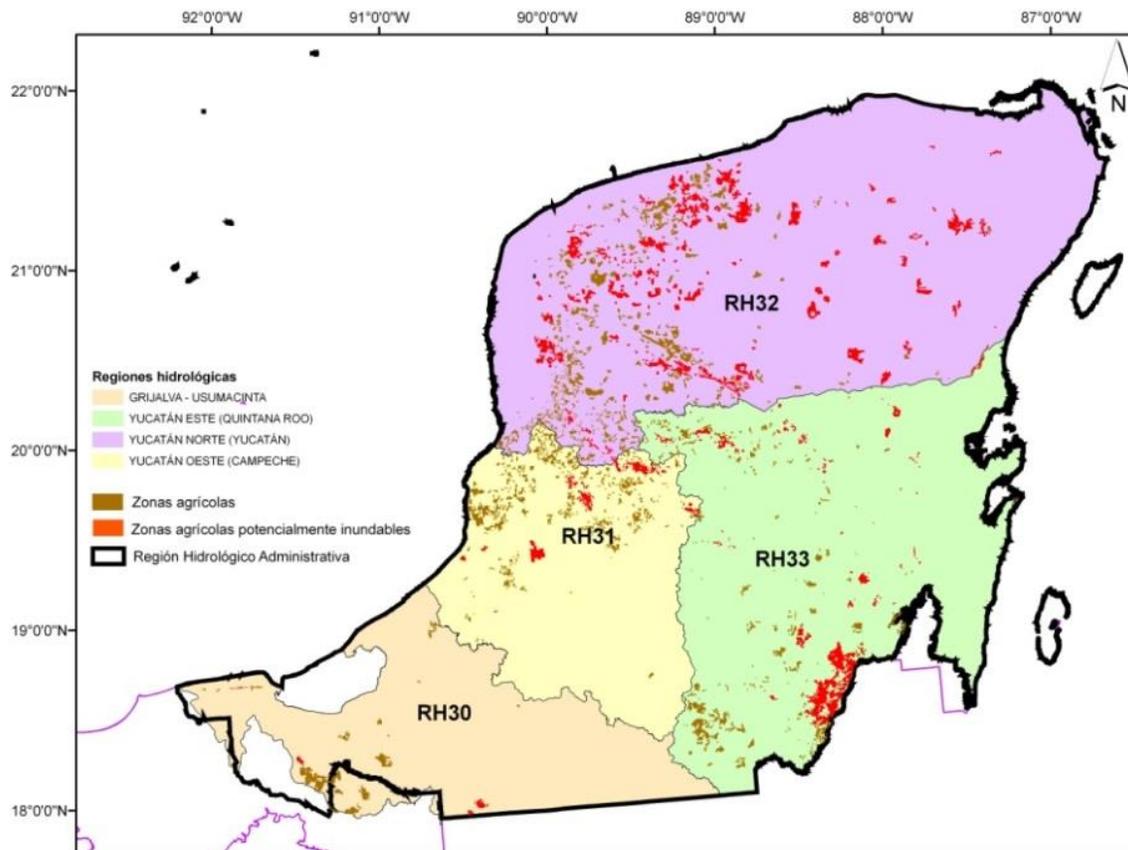
los estados involucrados, dan a conocer los resultados y acuerdos a los que llegaron en la reunión anual. Sin, embargo, no se le da seguimiento informativo al desarrollo y alcances de dichos acuerdos.

3.7 Identificación de actividades productivas actuales en las planicies de inundación

De los 6,906 km² de zonas agrícolas que existen en la región 3,101 Km² se encuentran en zonas con potencial de inundaciones, lo que podría afectar a los principales cultivos de la región como son caña de azúcar, naranja, cítricos asociados, maíz grano y elotero y limón.

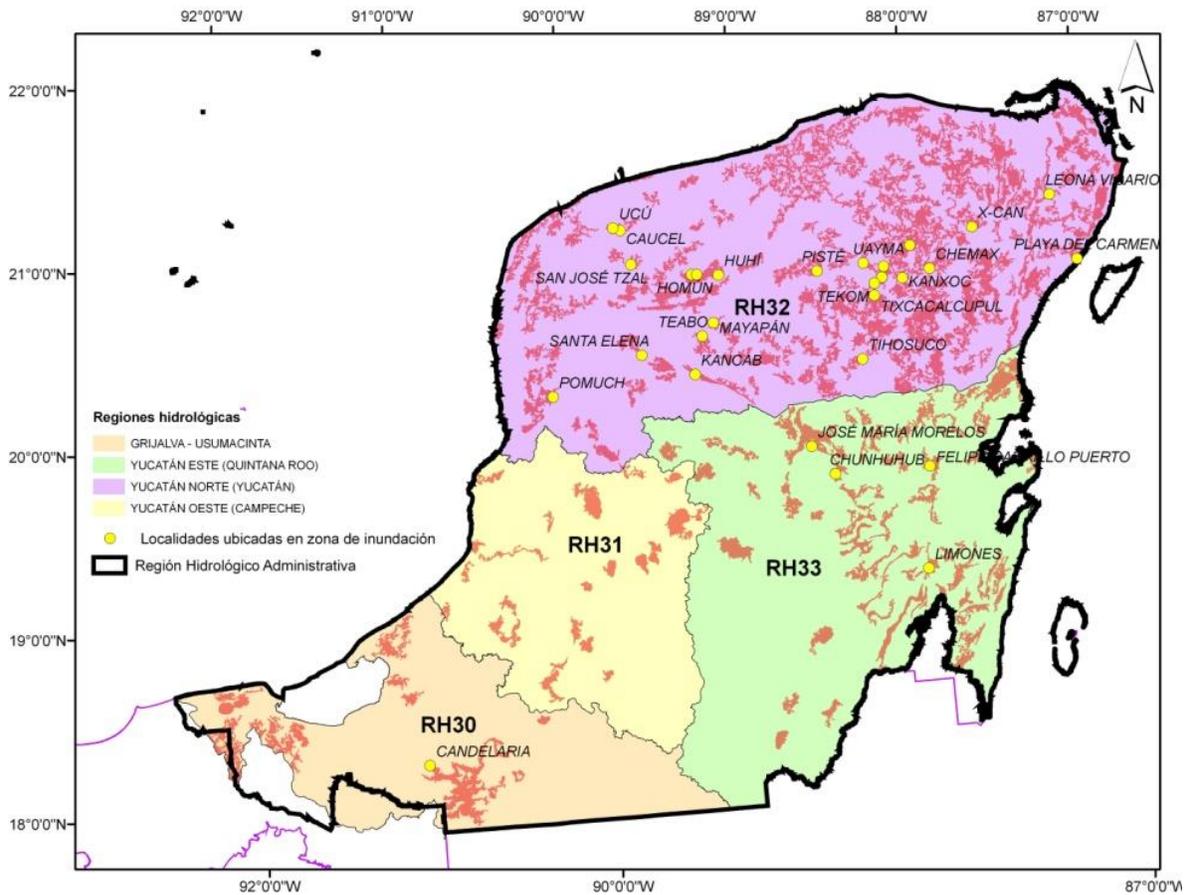
Por otro lado, 1,422 localidades se encuentran en zonas potencialmente inundables, de las cuales 29 son zonas urbanas importantes:

Figura. 3.35 Zonas agrícolas potencialmente inundables



Fuente: Agroasemex S. A. y SINA

Figura. 3.36 Localidades ubicadas en zonas potencialmente inundables



Fuente: Agroasemex S. A. y SINA

Se identifica que en el estado de Campeche, 224 localidades de 10 municipios están ubicadas en zonas potencialmente inundables.

Tabla 3.35 Localidades ubicadas en zonas potenciales de inundación, Campeche

Municipio	Localidades	Población (hab)
Campeche	30	3,176
Candelaria	68	14,669
Carmen	53	445
Champotón	23	1,415
Escárcega	3	12
Hecelchakán	8	10,541
Hopelchén	17	1,468
Palizada	6	47
Tenabo	6	465
Calkiní	10	673
Total	224	32,911

Fuente: Agroasemex S. A. y SINA

Se identifica que en el estado de Quintana Roo 500 localidades de 8 municipios que están ubicadas en zonas potencialmente inundables.

Tabla 3.36 Localidades ubicadas en zonas potenciales de inundación, Quintana Roo

Municipio	Localidades	Población (hab)
Benito Juárez	148	7,201
Felipe Carrillo Puerto	89	51,884
Isla Mujeres	24	305
Lázaro Cárdenas	32	7,588
Othón P. Blanco	54	4,977
Solidaridad	56	150,820
Tulum	57	5,454
José María Morelos	40	20,384
Total	500	248613

Fuente: Agroasemex S. A. y SINA

Para el estado de Yucatán se identifican 697 localidades de 67 municipios que están ubicadas en zonas potencialmente inundables.

Tabla 3.37 Localidades ubicadas en zonas potenciales de inundación, Yucatán

Municipio	Localidades	Población (hab)
Abalá	5	5,314
Acanceh	4	240
Buctzotz	17	294
Cacalchén	1	1
Calotmul	11	1,290
Cansahcab	1	187
Cantamayec	2	413
Cenotillo	7	21
Chankom	2	1,125
Chemax	57	28,541
Chichimilá	14	7,051
Chicxulub Pueblo	4	8
Chikindzonot	4	57
Cuncunul	2	51
Cuzamá	5	4,268
Dzemul	1	69
Dzilam de Bravo	6	8
Dzilam González	4	12
Espita	4	1,228
Halachó	1	738
Hocabá	2	1,923
Hunucmá	4	11
Ixil	2	8
Kaua	2	4
Kopomá	1	421
Mayapán	1	3,263
Mérida	27	15,738
Muna	3	15
Oxkutzcab	10	1,697
Panabá	16	60
Peto	4	35
Sacalum	2	149
San Felipe	7	8
Santa Elena	3	3,461
Seyé	8	858
Sucilá	8	18
Suma	1	4
Tahmek	2	4
Teabo	6	6,134
Tecoh	9	5,933
Tekal de Venegas	1	1
Tekax	19	5,328
Tekit	2	8
Tekom	3	2,553
Telchac Pueblo	2	16
Temax	2	223
Temozón	28	3,674
Tetiz	1	777
Ticul	1	6
Tinum	3	5,532
Tixcacalcupul	10	3,927
Tixmehuac	7	963

Municipio	Localidades	Población (hab)
Tzucacab	3	340
Uayma	1	3,126
Umán	28	797
Valladolid	97	63,754
Yaxcabá	11	3,681
Huhí	3	4,755
Maní	2	953
Río Lagartos	3	5
Tizimín	169	4,886
Celestún	1	1
Dzidzantún	4	7
Homún	7	7,228
Maxcanú	3	1,254
Tahdziú	7	86
Ucú	9	3,466
Total	697	208,007

Fuente: Agroasemex S. A. y SINA



4 Diagnóstico de las zonas inundables

Debido a la ubicación de la región, ésta se ha visto afectada por diversos fenómenos hidrometeorológicos que han generado daños en los tres estados, a continuación se describe a forma en la que se han presentado dichos eventos en cada estado.

Yucatán

Debido a la ubicación geográfica del estado, la mayoría de los eventos hidrometeorológicos se generan en el océano Atlántico, Mar Caribe y Golfo de México y en menor escala en el Pacífico.

En la zona sur y centro de la entidad, existen zonas con presencia de suelos de baja permeabilidad, que propicia el escurrimiento hacia sitios más bajos que drenan al acuífero a través de sumideros, los cuales eventualmente, no tienen la capacidad de desalojar dichos volúmenes rápidamente, propiciando inundaciones.

La zona de mayor vulnerabilidad en la entidad, corresponde a la franja costera del estado (380 km), ya que ahí se presentan los efectos de oleaje, marea de tormenta, viento e inundación. Por otro lado, por el tipo de suelo, el cono sur del estado presenta drenaje deficiente, lo que sumado a la presencia de zonas bajas y la construcción de carreteras con estructura de drenaje insuficiente ocasiona la concentración de la lluvia afectando a los poblados de la zona.

Aunado a esto, las lluvias que se presentan en el estado no tienen una distribución homogénea, lo cual perjudican a los cultivos debido a que existen temporadas con escasa precipitación o existen épocas de lluvias intensas, llegando a registrar arriba de los 200 milímetros en 24 horas lo que provoca problemas en las actividades económicas y afecta la salud de la población. Las lluvias son superiores en la zona sur que en el resto del estado.

Quintana Roo

Por su posición geográfica es uno de los estados con mayor probabilidad de sufrir los embates de los fenómenos meteorológicos dentro de la llamada zona intertropical de convergencia, dentro de esta misma zona se encuentra la zona ciclogénica que es la zona donde se tiene mayor probabilidad de formarse un ciclón tropical considerando las condiciones de temperatura de la superficie del mar (mayor a 26°C), un centro de baja presión inicial (moderado) y una fuerza de Coriolis no nula, aunado a un impulso de giro inicial.

La zona de impacto en Quintana Roo es amplia, por tener alrededor de 960 Km de costa. Esto hace que sus principales poblaciones localizadas en la zona costera como son: Chetumal, Cozumel, Cancún, Isla Mujeres, Playa del Carmen, Tulum, Isla Holbox y Puerto Juárez (juntas concentran al 65 % de la población de todo el estado) sean las de mayor probabilidad de sufrir los embates de los ciclones tropicales entre junio y noviembre de cada año.

En muchas de las ocasiones el paso de los ciclones Tropicales que afectan a Quintana Roo, dado la intensidad de los vientos y las intensas precipitaciones pluviales, provocan inundaciones y daños a la infraestructura, paralizando todas las actividades productivas del estado, por otro lado existe otro fenómeno dado por la incidencia de precipitaciones pluviales extraordinarias, las cuales son un factor de impacto para considerar debido a que el Estado de Quintana Roo es igualmente vulnerable a este tipo de fenómenos meteorológicos, en cualquier periodo de tiempo lluvioso.

Campeche

El estado de Campeche tiene una topografía sensiblemente plana, con el aumento de población en los últimos años se han ido habitando gran cantidad de lomeríos, sin embargo, debido a que el suelo es de origen calizo presenta bastante estabilidad a pesar de las lluvias provocadas por fenómenos meteorológicos extremos, la zona de bajo

riesgo se encuentra en la llamada zona de los ríos que abarca los municipios de Champotón, Carmen, Candelaria y Palizada, donde se ubican las principales corrientes. En estos sitios, la población se ha ubicado en las riberas para tener acceso al agua y utilizarla en labores agrícolas, de ganadería y pesca, lo cual las coloca en situación de riesgo debido a las crecientes que cada año se presentan en mayor o menor grado.

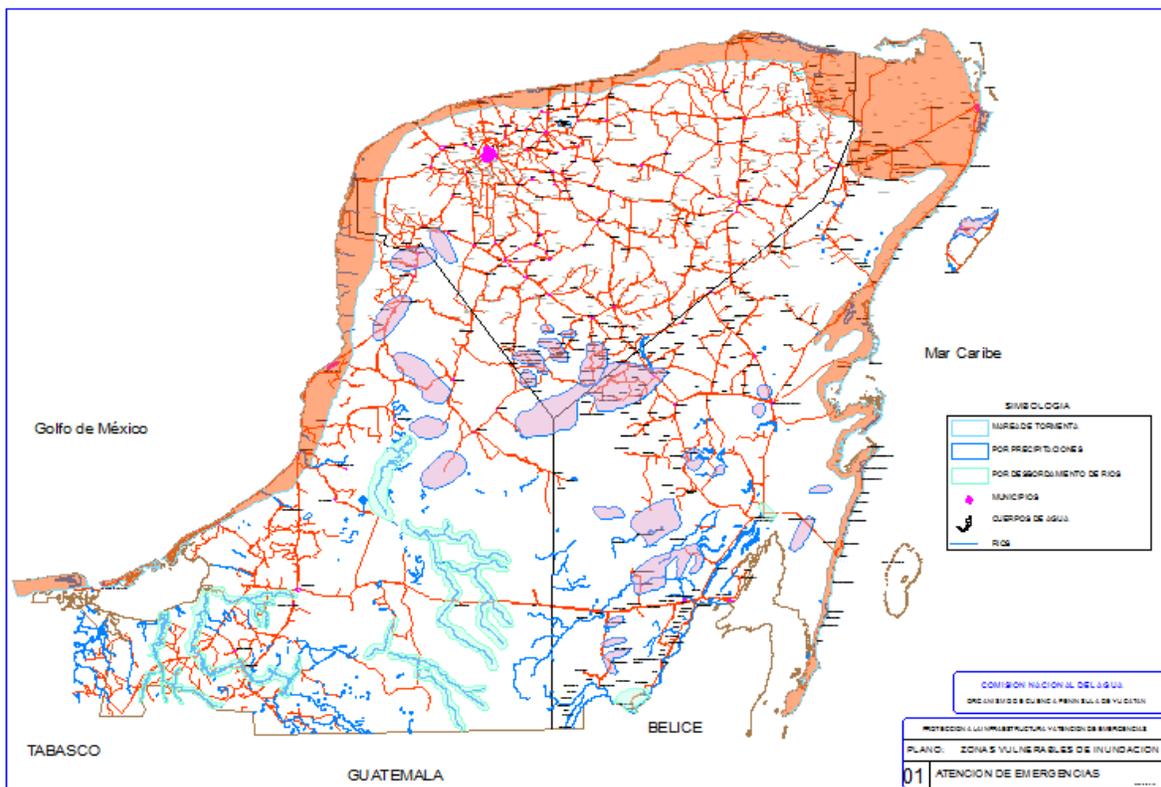
El proceso de urbanización acelerado en las últimas décadas, ha propiciado los daños potenciales que pueden provocar los ciclones en áreas densamente pobladas, las poblaciones que han presentado los problemas más críticos son las ciudades: San Francisco de Campeche, Carmen, Champotón, Escárcega, Palizada y Candelaria; dichos daños son generados por intensas lluvias y dependen de la concentración de los escurrimientos, la capacidad de drenaje de la propia cuenca y sobre todo del libre tránsito del agua a través de las zonas urbanas .

En las ciudades de San Francisco de Campeche, Champotón, Escárcega, Hopolchén y Xpujil existe riesgo de inundación debido a las malas condiciones en las que se encuentra la infraestructura hidráulica o la insuficiencia de la misma.

En las ciudades de Candelaria y Palizada, existe el riesgo de afectación por el desbordamiento de ríos, así también gran cantidad de asentamientos humanos que se ubican en las riberas de sus cauces. Estos ríos, por ser de poca pendiente van depositando los sólidos en suspensión en todo su trayecto hasta llegar a su desembocadura por lo que se puede apreciar una gran cantidad de azolve, ocasionando reducción en la capacidad de drenaje.

En las ciudades de Carmen y San Francisco de Campeche, existe riesgo de afectación por marea de tormenta, tanto por frentes fríos como por huracanes.

Figura. 4.1 Zonas vulnerables a fenómenos meteorológicos



Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2013