



Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía Consejo de Cuenca del Río Pánuco

ORGANISMO DE CUENCA IX GOLFO NORTE

1a VERSIÓN



**Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Portuaria,
Marítima y Costera - CIDIPORT**

Universidad Autónoma de Tamaulipas - UAT

15 de julio de 2015

Presentación

Como consecuencia de las sequías registradas en México en los últimos años 2010-2012, el Gobierno Federal puso en marcha el Programa Nacional Contra la Sequía PRONACOSE. A través de este programa se deben de elaborar los Programas de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS) para cada Consejo de Cuenca.

El PMPMS del Consejo de Cuenca 19 del Río Pánuco (PMPMS CC-19) fue realizado conjuntamente entre el Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Portuaria, Marítima y Costera (CIDIPORT) de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT) y el Organismo de Cuenca IX Golfo Norte de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), con apoyo de los usuarios (acuícola, agrícola, ambiental, distritos de temporal tecnificado, equidad y género, forestal, indígena, industrial, investigación, pecuario, público urbano y servicios) del recurso hídrico e integrantes del Consejo de Cuenca 19 del Río Pánuco de los estados de Tamaulipas, Guanajuato, Hidalgo, Querétaro de Arteaga, San Luis Potosí y Veracruz de Ignacio de la Llave.

El objetivo general del PMPMS CC-19 es instrumentar las acciones emergentes para la prevención y mitigación de los efectos causados por el desabasto de agua para el consumo humano, causado por sequía en la cuenca del río Pánuco.

El PMPMS CC-19 es el resultado de un análisis de vulnerabilidad ante la sequía que puede enfrentar la cuenca. Para el desarrollo de este documento se realizó la recopilación de información para hacer un análisis histórico de la sequía y se identificaron las medidas de mitigación (a corto plazo) y de prevención (a

largo plazo) que se han realizado, así mismo se propusieron nuevas medidas para hacer frente a este fenómeno en el futuro.

El presente documento está dividido en 6 secciones que comprenden los distintos aspectos del PMPMS CC-19. En la sección 1 se dan los antecedentes del PRONACOSE. En la sección 2 se presenta la caracterización del CC-19 en cuanto a su fisiografía, recursos naturales, oferta de agua y situación socioeconómica del mismo. En la sección 3, se presenta la conformación del Grupo Técnico Directivo del PMPMS. En la sección 4 se realiza una evaluación histórica de las sequías por medio del análisis de los eventos de sequía que se han presentado anteriormente en el CC-19 tomando en cuenta, además, los datos de precipitación y temperatura, obtenidos de las estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) ubicadas en la región. En el mismo apartado se analiza el Índice de Precipitación Estandarizada (SPI por sus siglas en inglés) el cual ayuda a identificar los periodos históricos de sequía de acuerdo a los patrones de precipitación. En la sección 5 se aborda la evaluación de la vulnerabilidad ante las sequías. En la sección 6 se muestran las medidas de mitigación tanto para la oferta y demanda del recurso a corto y largo plazo en la cuenca.

Contenido

Presentación.....	2
Índice de Mapas.....	6
Índice de Gráficas.....	8
Índice de Tablas.....	8
Índice de Figuras.....	9
Índice de Anexos.....	10
1. Antecedentes.....	11
1.1. ¿Qué es sequía?.....	11
1.2. Las sequías en México.....	16
1.3. La gestión de las sequías en México.....	18
2. Caracterización de la cuenca del río Pánuco.....	21
2.1. Características generales.....	22
2.1.1. Localización y delimitación.....	22
2.1.2. Fisiografía: provincias y sub-provincias.....	25
2.1.3. Relieve.....	28
2.1.4. Geomorfología.....	29
2.1.5. Geología.....	31
2.1.6. Edafología.....	32
2.1.7. Hidrogeología.....	33
2.1.8. Vegetación.....	34
2.1.9. Clima.....	35
2.2. Recursos Naturales.....	44
2.2.1. Áreas Naturales Protegidas.....	44
2.2.2. Sitios RAMSAR.....	48
2.3. Recursos Hídricos.....	49
2.3.1. Aguas superficiales.....	49
2.3.2. Aguas subterráneas.....	57
2.3.3. Red de monitoreo del recurso hídrico.....	62
2.4. Usos del Agua.....	70
2.4.1. Distribución de los usos de agua superficial en la cuenca.....	72
2.4.2. Uso agrupado agrícola en aguas superficiales.....	74

2.4.3.	Uso agrupado abastecimiento público en aguas superficiales.....	76
2.4.4.	Uso agrupado industria autoabastecida en aguas superficiales.....	77
2.4.5.	Uso energía eléctrica excluyendo hidroelectricidad en aguas superficiales.....	78
2.4.6.	Uso en hidroeléctricas en aguas superficiales.....	79
2.4.7.	Distribución de los usos de agua subterránea	80
2.5.	Infraestructura hidráulica.....	82
2.5.1.	Presas.....	83
2.5.2.	Infraestructura hidroagrícola	87
2.5.3.	Infraestructura de agua potable y alcantarillado	90
2.6.	Desarrollo socio-económico.....	97
2.6.1.	Población.....	98
2.6.2.	Sectores de desarrollo	110
3.	Formación y estructura del Grupo Técnico Directivo y objetivos del PMPMS	121
3.1.	Grupo Técnico Directivo.....	121
3.2.	Objetivos del PMPMS	122
3.2.1.	Objetivo general.....	122
3.2.2.	Objetivos específicos	123
4.	Sequía histórica y evaluación del impacto	124
4.1.	Análisis histórico de las sequías.....	124
4.2.	Sequía histórica meteorológica	125
4.3.	Impactos de la sequía.....	129
5.	Evaluación de la vulnerabilidad a la sequía.....	133
5.1.	Exposición	134
5.2.	Sensibilidad.....	134
5.3.	Capacidad de Adaptación	136
5.4.	Vulnerabilidad ante sequías.....	137
6.	Mitigación de la sequía y estrategias de respuesta.....	142
6.1.	Medidas de mitigación.....	142
6.2.	Estrategias y acciones de respuesta	142
	Anexos.....	145
	Bibliografía.....	205

Índice de Mapas

Mapa 2.1 Localización y delimitación de la cuenca del río Pánuco CC-19.....	23
Mapa 2.2 Circunscripción territorial de la cuenca del río Pánuco CC-19.	24
Mapa 2.3 Fisiografía en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	26
Mapa 2.4 Relieve de la cuenca del río Pánuco, CC-19.....	29
Mapa 2.5 Geomorfología de la cuenca del río Pánuco, CC-19.....	30
Mapa 2.6 Geología en la cuenca del río Pánuco, CC-19.....	31
Mapa 2.7 Edafología en la cuenca del río Pánuco, CC-19.....	33
Mapa 2.8 Hidrogeología en la cuenca del río Pánuco, CC-19.....	34
Mapa 2.9 Uso del suelo y vegetación en la cuenca del río Pánuco, CC-19.....	35
Mapa 2.10 Precipitación media anual en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	38
Mapa 2.11 Temperatura media anual en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	39
Mapa 2.12 Temperatura mínima anual en la cuenca del río Pánuco, CC-19.....	40
Mapa 2.13 Temperatura máxima anual en la cuenca del río Pánuco, CC-19.....	41
Mapa 2.14 Unidades climáticas en la cuenca del río Pánuco, CC-19.....	42
Mapa 2.15 Huracanes que han impactados en la cuenca del río Pánuco, CC-19.....	43
Mapa 2.16 Áreas Naturales Protegidas en la cuenca del río Pánuco, CC-19.....	47
Mapa 2.17 Sitios RAMSAR en la cuenca del río Pánuco, CC-19.....	49
Mapa 2.18 Regiones hidrográficas en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	50
Mapa 2.19 Ríos y cuerpos de agua principales en la cuenca del río Pánuco, CC-19. ...	51
Mapa 2.20 Condición de disponibilidad de las aguas superficiales en la cuenca del río Pánuco, CC-19.....	54
Mapa 2.21 Acuíferos en la cuenca del río Pánuco, CC-19.....	57
Mapa 2.22 Condición de disponibilidad de aguas subterráneas en la cuenca del río Pánuco, CC-19.....	59
Mapa 2.23 Acuíferos en veda en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	61
Mapa 2.24 Red de estaciones climatológicas en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	63
Mapa 2.25 Red de estaciones hidrométricas en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	64
Mapa 2.26 Red de estaciones de monitoreo de calidad del agua en la cuenca del río Pánuco, CC-19.....	67
Mapa 2.27 Demanda Bioquímica del Oxígeno a cinco días (DBO5) del agua en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	68
Mapa 2.28 Demanda Química de Oxígeno (DQO) del agua en la cuenca del río Pánuco, CC-19.....	69
Mapa 2.29 Sólidos Suspendidos Totales (SST) en el agua de la cuenca del río Pánuco, CC-19.	70
Mapa 2.30 Intensidad de usos consuntivos de agua superficial por municipio en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	73

Mapa 2.31 Uso agrupado consuntivo predominante por municipio en la cuenca del río Pánuco, CC-19	74
Mapa 2.32 Uso agrupado consuntivo agrícola por municipio en la cuenca del río Pánuco, CC-19	75
Mapa 2.33 Uso agrupado consuntivo abastecimiento público por municipio en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	76
Mapa 2.34 Intensidad de uso de agua subterránea por municipio en la cuenca del río Pánuco, CC-19.....	81
Mapa 2.35 Principales presas en la cuenca del río Panuco, CC-19.....	84
Mapa 2.36 Distritos de riego en la cuenca del río Pánuco, CC-19.....	88
Mapa 2.37 Cobertura de agua potable por municipio y plantas potabilizadoras 2010, en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	93
Mapa 2.38 Cobertura de alcantarillado por municipio y plantas de tratamiento en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	97
Mapa 2.39 Población total por municipio y población masculina y femenina en los municipios con mayor población en el CC-19, río Pánuco.....	99
Mapa 2.40 Densidad de población por municipio y población urbana y rural en los municipios con mayor densidad poblacional en el CC-19, río Pánuco.....	100
Mapa 2.41 Población indígena en la cuenca del río Pánuco, CC-19.....	102
Mapa 2.42 Zonas Metropolitanas localizadas en la cuenca del río Pánuco, CC-19..	103
Mapa 2.43 Grado de rezago social en la cuenca del río Pánuco, CC-19.....	106
Mapa 2.44 Grado de marginación social en la cuenca del río Pánuco, CC-19.....	107
Mapa 2.45 Índice de Desarrollo Humano en la cuenca del río Pánuco, CC-19.....	109
Mapa 2.46 Distribución por municipio del PIB 2011, en la cuenca del río Pánuco, CC-19.....	111
Mapa 2.47 Distribución por municipio de la Población Económicamente Activa 2010, en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	112
Mapa 2.48 Distribución por municipio del subsector predominante 2014, en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	114
Mapa 2.49 Distribución del valor de la producción agrícola 2011 por municipio en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	117
Mapa 2.50 Distribución del valor de la producción ganadera 2011 por municipio en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	119
Mapa 4.1 Regiones con clima seco y semiseco, estaciones climatológicas e hidrométricas en la cuenca del río Pánuco, CC-19.....	124
Mapa 4.2 Frecuencia de ocurrencias de sequías por municipio, periodo 2008-2014, en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	129
Mapa 4.3 Municipios con superficie agrícola siniestrada sequía 2011-2012, en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	132
Mapa 5.1 Vulnerabilidad ambiental en la cuenca del río Pánuco, CC-19.....	139
Mapa 5.2 Vulnerabilidad social en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	140

Mapa 5.3 Vulnerabilidad social en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	141
--	-----

Índice de Gráficas

Gráfica 2.1 Régimen pluviométrico en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	36
Gráfica 2.2 Distribución de volúmenes concesionados por usos agrupados consuntivos, en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	72
Gráfica 2.3 Porcentaje de cobertura de agua potable para municipios con más de 50,000 habitantes, en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	92
Gráfica 2.4 Participación de la producción por tipo de cultivo 2011, en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	118
Gráfica 2.5 Participación de la producción ganadera 2011, en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	120
Gráfica 3.1 Organigrama Institucional del Grupo Técnico Directivo del PMPMS.	122
Gráfica 4.1 Número de sequías registradas por estación climatológica, según tipo de sequía, periodo 1951-2014.	127
Gráfica 4.2 Frecuencia mensual según tipo de sequía, periodo 1951-2014.	128

Índice de Tablas

Tabla 2.1 Entidades federativas y sus municipios que participan en el CC-19.	25
Tabla 2.2 Ciclones tropicales 1970-2010, que han impactado en el CC-19.	44
Tabla 2.3 Áreas Naturales Protegidas federales en la cuenca del río Pánuco, CC-19 (CONANP, 2014).	45
Tabla 2.4 Áreas Naturales Protegidas estatales en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	46
Tabla 2.5 Áreas Naturales Protegidas municipales en la cuenca del río Pánuco, CC- 19.	47
Tabla 2.6 Sitios RAMSAR en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	48
Tabla 2.7 Características hidrográficas de la cuenca del río Pánuco.	51
Tabla 2.8 Disponibilidad media anual de aguas superficiales en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	54
Tabla 2.9 Vedas de aguas superficiales en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	57
Tabla 2.10 Acuíferos en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	58
Tabla 2.11 Disponibilidad media anual de aguas subterráneas en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	60
Tabla 2.12 Acuíferos en veda en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	62
Tabla 2.13 Estaciones hidrométricas en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	65
Tabla 2.14 Sitios de monitoreo de calidad del agua, en la cuenca del río Pánuco, CC- 19.	66
Tabla 2.15 Agrupación de usos de la clasificación del REPGA (CONAGUA, 2014b). ..	71

Tabla 2.16 Usos agrupados consuntivos superficiales (CONAGUA, 2014b).	71
Tabla 2.17 Municipios con el mayor volumen de agua para la industria autoabastecida en la cuenca del río Pánuco, CC-19.....	78
Tabla 2.18 Municipios con mayor volumen de agua para energía eléctrica excluyendo hidroelectricidad en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	79
Tabla 2.19 Municipios con volumen de agua para uso hidroeléctrico en la cuenca del río Pánuco, CC-19.....	80
Tabla 2.20 Acuíferos con mayor extracción de agua para usos consuntivos en la cuenca del río Pánuco, CC-19. Fuente: REPDA.....	82
Tabla 2.21 Principales presas en la cuenca del río Pánuco, CC-19 (SISP, 2014).....	83
Tabla 2.22 Distritos de riego en la cuenca del río Pánuco, CC-19 (CONAGUA, 2014a).	89
Tabla 2.23 Superficie cosechada en las unidades de riego, año agrícola 2011-2012, en la cuenca del río Pánuco, CC-19 (CONAGUA, 2013b).	89
Tabla 2.24 Plantas potabilizadoras dentro del CC-19 (SEMARNAT, 2013).	94
Tabla 2.25 Plantas de tratamiento de aguas residuales, según proceso de tratamiento, dentro del CC-19 (SEMARNAT, 2013).....	96
Tabla 2.26 Crecimiento poblacional en el CC-19, Río Pánuco.	98
Tabla 2.27 Crecimiento de la población urbana y rural en el CC-19, río Pánuco.....	101
Tabla 2.28 Zonas Metropolitanas en el CC-19, río Pánuco (SEDESOL, 2010).	104
Tabla 2.29 Municipios con mayor índice y grado de rezago social en el CC-19, río Pánuco (CONEVAL, 2010).....	105
Tabla 2.30 Municipios con mayor índice y grado de marginación social en el CC-19, río Pánuco (CONAPO, 2010).....	108
Tabla 2.31 Municipios por entidad federativa, según IDH 2000, en el CC-19, río Pánuco (CONAPO, 2000).....	109
Tabla 2.32 Porcentaje de participación económica, según actividad y sector, en la cuenca del río Pánuco, CC-19.	113
Tabla 2.33 Distritos de Desarrollo Rural en el CC-19 (SIAP, 2011).	115
Tabla 2.34 Producción agrícola 2011 por DDR en el CC-19 (SIAP, 2011).	116
Tabla 2.35 Producción ganadera 2011 por DDR en el CC-19 (SIAP, 2001).	118
Tabla 4.1 Rangos de SPI para cada tipo de sequía.	126
Tabla 5.1 Sub-factores de vulnerabilidad.....	137
Tabla 5.2 Intervalos de Vulnerabilidad.	138
Tabla 6.1 Estrategias y acciones de respuesta a corto plazo.....	143
Tabla 6.2 Estrategias y acciones de respuesta a largo plazo.	144

Índice de Figuras

Figura 1.1 El ciclo hidrológico (NDMC, 1998).....	16
Figura 1.2 Elementos del PRONACOSE (PRONACOSE, 2014).....	19

Figura 4.1 Secuencia cronológica de la sequía 2011-2012 en la cuenca del río Pánuco, CC-19.....	131
Figura 5.1 Modelo jerárquico de estimación de la vulnerabilidad por sequías.....	133

Índice de Anexos

Anexo 1 Normales pluviométricas en la cuenca del río Pánuco.....	146
Anexo 2 Características de la red hidrográfica de la cuenca del río Pánuco.....	150
Anexo 3 Características en aguas subterráneas en la cuenca del río Pánuco.....	152
Anexo 4 Volúmenes de agua subterránea concesionada de agua para los municipios circunscritos al consejo de cuenca del río Pánuco.....	163
Anexo 5 Listado de 460 presas en la cuenca del río Pánuco.....	167
Anexo 6 Cobertura de agua potable en la cuenca del río Pánuco.....	180
Anexo 7 Cobertura de alcantarillado en el consejo de cuenca del río Pánuco.....	184
Anexo 8 Plantas de tratamiento de aguas residuales en la cuenca del río Pánuco...	188
Anexo 9 Población rural y urbana en la cuenca del río Pánuco.....	191
Anexo 10 Población rural indígena en el CC-19.....	196
Anexo 11 Índice de Desarrollo, Rezago y Marginación Social en la cuenca del río Pánuco.....	200

1. Antecedentes

La sequía es común a todos los climas en todo el mundo. En los países desarrollados afecta a más personas que cualquier otro riesgo natural y es uno de los peligros naturales más complejos y difíciles de evaluar y planear. La sequía puede aparecer rápida o lentamente, durar una temporada o muchos años, y puede ocurrir a nivel local, regional, nacional y continental.

1.1. ¿Qué es sequía?

"La sequía es un proceso natural errático, que se origina como resultado de una deficiencia de precipitación durante un período de tiempo extenso, generalmente de una estación o más, provocando en consecuencia un desbalance hídrico, afectando con ello las actividades humanas y ambientales; se trata de un situación deficiente de precipitación en relación a un comportamiento promedio considerado como normal" (Wilhite, 2005).

El estudio de las sequías no es un asunto que requiera sólo explicaciones de tipo cuantitativo como los que se realizan desde la perspectiva de las ingenierías aplicadas a la agricultura, la hidrología o bien desde las matemáticas o la física. También se encuentran desde la visión histórica, de la ciencia política, la geográfica y la cultural (García Hernández, 1997).

El análisis de las sequías nos lleva a evaluar de manera integral e interdisciplinaria un sistema complejo que se muestra ante este siglo como una situación crítica que requiere de serias interpretaciones, nuevas relaciones,

actitudes y comportamientos que tenemos los humanos en relación con los diversos elementos de los ecosistemas y en especial el agua.

No obstante, las sequías no es un fenómeno natural que tenga que estudiarse desde la única perspectiva de carencia, escasez o contrariamente, desde la abundancia de agua, tiene que evaluarse desde un sentido de complejidad, en tanto que su presencia y ausencia son monitoreados desde varias perspectivas de condición humana, incluso vinculadas a las de sobrevivencia. Si se atenta con la existencia humana, es decir, con sus intereses tanto económicos y culturales como políticos y, en relación con otros recursos naturales, entonces las sequías tienden a ser evaluadas como desastre, catástrofe o cataclismo, dicho de otra forma, la dimensión humana de la sequía llega ser, en ciertos momentos, manipulada y subjetiva, hecho que si no es precisado se arrastran malas interpretaciones y con ello un "imaginario social, político, económico y cultural" poco favorable para el diseño de estrategias de mitigación social de sequías.

Por ello, al analizar las sequías se han desarrollado diversas conceptualizaciones, que surgidas desde su ámbito científico desarrollan, al tiempo, diferentes metodologías e instrumentos para estudiarlas, medirlas y hasta posibilitar modelos de predicción. De esta manera, existe una diversidad de ideas y conceptos de sequía tanto en los métodos de investigación cuantitativa como las de origen e interpretación cualitativa¹.

¹ Se agregan algunas interpretaciones: "Sequía: Tiempo seco de larga duración" (Real Academia: 1992); "La sequía es un fenómeno meteorológico que ocurre cuando la precipitación en un periodo es menor que el promedio, y cuando esta deficiencia es lo suficientemente grande y prolongada para dañar las actividades humanas" (Thomas, H. E.:1965); "Dos niveles de aridez definen también el nivel de sequía; precipitación pluvial anual y número de meses secos. Así que los valores menores de 400 mm de precipitación al año y de 8 a 12 meses secos nos indica algún nivel de sequía. Por su parte la definición de una zona árida está definida por la cantidad de precipitación pluvial anual, por el número de meses secos, por los indicadores de evapotranspiración potencial de las plantas y por la distribución geográfica de la vegetación." (Juárez G.M. et. al.: 1997); "La sequía meteorológica se define en función del déficit de precipitación respecto a la pluviosidad media anual o estacional de largo periodo y de su duración en una región dada,

Se considera que, para un análisis integral y desde una perspectiva de complejidad, las sequías deben de evaluarse por sus diferentes impactos que provocan en diversos ámbitos ambientales y socioculturales.

El Centro Nacional de Mitigación a las Sequías de los EE.UU. (NDMC por sus siglas en inglés), considera que son seis variantes, ámbitos o disciplinas en que se requiere analizar a los eventos e impactos de las sequías, a saber (NDMC, 1998):

1. Las sequías de orden meteorológico: aquellas vinculadas a los aspectos del grado de aridez y la duración de esta. Utilizando conocimientos de los cambios atmosféricos y los resultados que traen consigo en la deficiencia o abundancia de precipitación de alguna región, de esta manera aridez y sequía son procesos ambientales distintos, ya que la primera puede definirse como un índice, de muchos existentes², de evaluación de sequías.

mediante un índice de severidad..., calculada anualmente a partir de datos de precipitación, comparados con sus respectivas medias mensuales." (Oropeza O. O., et. al.:1997); ``La aridez domina el paisaje de Chihuahua..., de acuerdo con Emmanuel De'Martonne, un valor menor de cinco en el índice de aridez, por o general caracteriza a los verdaderos desiertos; los índices de aproximadamente 10 corresponden a las estepas secas; los valores de alrededor de 20 son para las praderas y los que se encuentran por arriba de los 30 pertenecen a los lugares donde dominan los bosques. El valor del índice promedio para el estado de (Chihuahua) es de alrededor de 13; toda la agricultura de riego se efectúa esencialmente en la zona que tiene índices de aridez menores de 20. Los métodos agrícolas de desierto por lo común pueden ser usados en las áreas con drenaje endorréico, donde los índices son entre 10 y 20" (Schmidt. R.: 1992).²La literatura especializada hace referencia a diversos índices (Lang, De Martone, Thornthwait, Prescott, Capot-Rey, Bailey, Moral, Palmer, UNESCO, Mckee.), los cuales son usados de acuerdo a la disponibilidad de datos necesarios para elaborarlos. Por ejemplo, el índice de aridez de la UNESCO (1979), requiere datos de precipitación media anual y evapotranspiración potencial anual. Por otra parte, el índice de sequía de Palmer requiere de datos de precipitación anual y actual, humedad de suelo que incluyen datos de suministro, evaporación, evapotranspiración, recarga del suelo y de escurrimiento. Finalmente, Mckee desarrolla el índice ponderado de precipitación, es un índice de sequía que se calcula únicamente utilizando datos de precipitación. Su cálculo se basa en largos periodos de tiempo. Este no funciona adecuadamente para bases de datos de corto periodo. La problemática de aplicación de los procedimientos estadísticos-matemáticos tienen varios inconvenientes, entre ellos: se cuenta con datos en periodos prolongados, no todas las estaciones meteorológicas registran tales variables, los registros no siempre se realizan por personal calificado estableciendo desconfianza en los registros, etc.

2. Las sequías de impacto agrícola: área en que las sequías son analizadas utilizando los datos y las interpretaciones que aportan la meteorología y la hidrología (agro-climatología), específicamente aplicados al impacto de las sequías, y otros fenómenos, a la agricultura utilizando variables de evapotranspiración, déficit de humedad en el suelo, así como condiciones incluir variables físicas y biológicas del suelo que puedan contribuir o impedir el desarrollo de las plantas.

3. Las sequías de impacto hidrológico: son sequías que están asociadas a los periodos de precipitación, en sus diferentes manifestaciones: nieve, heladas, aguanieve, granizo, etcétera. Los cuales tienen que ver, asimismo, con su distribución espacial como también en la evaluación de las cantidades y calidades del agua necesarias para su uso y manejo en distintos ámbitos de las actividades primarias.

4. Las sequías en relación a cambios de usos de suelo e hidrología: que por consecuencia de los diversos usos de suelo y tipo de manejo, posibilitan mayor vulnerabilidad a la sequía de regiones, recursos naturales y asentamientos humanos, los cuales pueden ser, deforestación, desertificación, extracción de materiales para la construcción de las riveras de los ríos, asentamientos humanos urbanos en áreas ribereñas, pavimentación de áreas de recarga de mantos acuíferos, mecanización del campo y uso excesivo de agroquímicos, revestimiento de canales para riego, etcétera. Asimismo, esto provocar contaminación de recursos hídricos, rompimiento en el ciclo hidrológico, cambios climáticos locales (aumento de temperatura), cambios en los cursos naturales de las red hidrográfica regional y local, inundaciones

urbanas, y desbordamiento de los ríos de sus márgenes naturales, etcétera.

5. La secuencia de sequías y sus impactos: cuando a las sequías se asocian con las antes citadas: meteorológicas, hidrológicas, los impactos agrícolas y los diversos tipos de usos y manejo irracional de los recursos naturales, traen como consecuencia eventos de desastres.

6. Las sequías de impactos socioeconómicos: estas son sin duda las más apremiantes para el análisis de su mitigación. Pues como en el anterior se asocian varias procesos de las sequías y que dependiendo de la duración y el espacio en que se desarrollan se definen los diferente niveles de sequía (extrema, moderada, generalizada, etc.), las cuales provocan un conjunto de efectos como, desbaste de agua tanto en zonas urbanas como rurales, desbaste de alimentos, pérdida de cosechas, migración, aumento de precios de productos básicos, etc.

Una sequía no siempre suele tener un comienzo o final claramente definido, además, puede ser difícil de predecir. Tradicionalmente, muchos usuarios de agua han reaccionado a la sequía en la manera representada por el ciclo hidrológico (Figura 1.1). Durante los años normales y húmedos, los usuarios del agua son a menudo apáticos a la sequía y no toman medidas para prepararse para afrontar este fenómeno. Cuando la sequía se produce, los usuarios del agua no están suficientemente preparados y a menudo es demasiado tarde para responder a ella. Como resultado, sus efectos potenciales son mucho más severos que si los usuarios del agua hubieran desarrollado por adelantado un programa de prevención y mitigación de la sequía que active una respuesta más oportuna.

Los desastres por sequías han pasado de ser un fenómeno natural, a ser un fenómeno en el que intervienen complejos procesos sociales (según lo explicado anteriormente), y su ocurrencia e impacto están condicionados por la capacidad de las sociedades de *adaptarse* y *contrarrestar* los factores y procesos que generan este tipo de problemática.

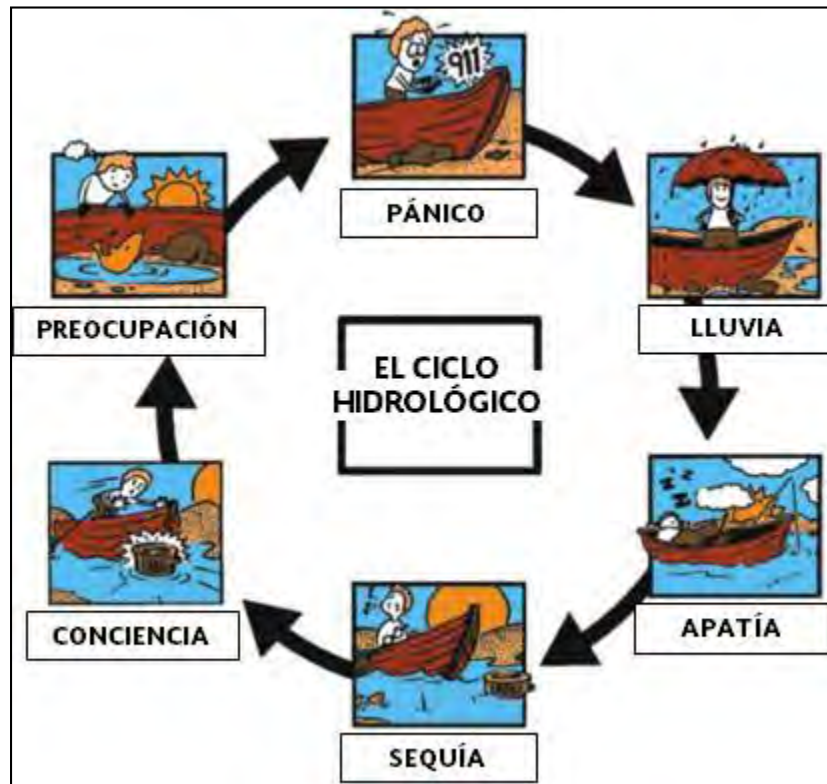


Figura 1.1 El ciclo hidrológico (NDMC, 1998).

1.2. Las sequías en México

México, al igual que muchos otros países alrededor del mundo, sufre de impactos negativos de la sequía prácticamente desde tiempos prehistóricos. Además, por su localización geográfica, es sumamente vulnerable a la sequía, y debe ahora confrontar la amenaza de una intensificación y proliferación de los episodios de sequía atribuibles al cambio climático global.

La sequía en México es uno de los fenómenos que representa la mayor amenaza para el sector agropecuario; períodos de estiaje dan como resultado cosechas pobres y en ocasiones hambruna en las regiones que las padecen (CONAGUA, 2011).

Se conoce que los estados más vulnerables a la sequía son Chihuahua, Coahuila, Durango, San Luis Potosí y Zacatecas, otras zonas, como la Península de Yucatán, aunque no se presentan sequías tan extremas ni tan recurrentes, también son vulnerables debido a la variabilidad climática que presentan (Orellana, Espadas, Conde, & Gay, 2009).

Por ejemplo, en el año 2007 (CENAPRED, 2007), los efectos de las sequías se dejaron sentir en seis estados de la República Mexicana, causando afectaciones a más de 124 mil hectáreas de diferentes cultivos, principalmente maíz. El estado más afectado fue Oaxaca, que acumuló el 52.0% del total de daños cuantificados, seguido de Campeche y Tabasco con el 19.6% y el 13.8% respectivamente. Los daños económicos se estimaron en 100.64 millones de pesos.

En 2008, la sequía se presentó en seis estados de la República Mexicana y cuyas pérdidas en cultivos sumaron en más de 100 mil hectáreas, siendo el maíz el más afectado. El total del daño económico fue de 142.53 millones de pesos. El estado mayormente afectado fue Puebla con 50.55 millones de pesos en pérdidas (CENAPRED, 2008).

El año 2011 quedó marcado en la historia del país por la magnitud de la sequía que afectó el norte y centro-occidente del país, en total 16 estados, y ocasionó pérdidas en 805.04 mil hectáreas de diferentes cultivos, 1.3 millones

de cabezas de ganado y pérdidas económicas por 7,750.4 millones de pesos (CENAPRED, 2011).

1.3. La gestión de las sequías en México

Las sequías observadas durante los años 2010-2012 en el norte de México tuvieron consecuencias graves en diversos sectores socioeconómicos, poniendo de manifiesto la gran vulnerabilidad del territorio mexicano a este fenómeno climático. La limitada gestión realizada ante el fenómeno llevo a reconocer que los problemas del agua no sólo son consecuencias de un clima adverso, sino de la alta vulnerabilidad de México que modula la magnitud de los impactos, debiendo trabajar en esquemas de gestión del riesgo de manera preventiva que permitan enfrentar las sequías.

El análisis de la vulnerabilidad, es por tanto la parte más importante del análisis de riesgo ante la sequía, y el primer paso es el reconocimiento y entendimiento del problema de la sequía y el agua en México. Así mismo, es necesario distinguir entre los diversos tipos de sequía (Ver Sección 1.1.), y analizar el nivel de intervención humana que se tiene en cada una de ellas.

En el tema de vulnerabilidad y para garantizar la participación informada, la CONAGUA publica el 22 de noviembre de 2012 (DOF, 22nov2012) los *“Lineamientos que establecen los criterios y mecanismos para emitir acuerdos de carácter general en situaciones de emergencia por la ocurrencia de sequía, así como las medidas preventivas y de mitigación, que podrán implementar los usuarios de las aguas nacionales para lograr un uso eficiente del agua durante sequía”*.

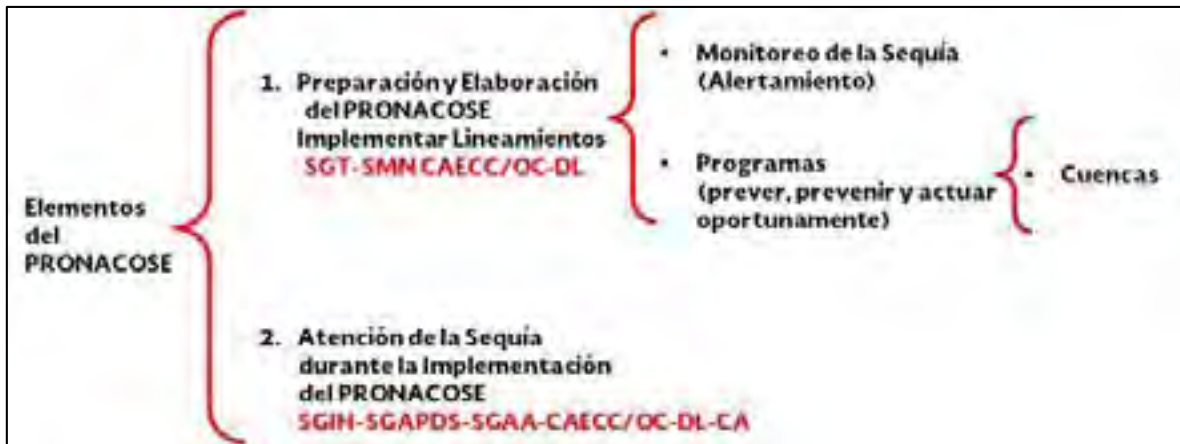


Figura 1.2 Elementos del PRONACOSE (PRONACOSE, 2014).

El 10 de enero del 2013 en Fresnillo, Zacatecas, el presidente de la República, ordena la formulación del Programa Nacional Contra la Sequía PRONACOSE, como acción de gestión de riesgo que reduzca la vulnerabilidad de México ante la sequía, reconociendo que los costos de la acción preventiva puede disminuir la magnitud de los impactos negativos y pérdidas en los sectores y regiones más vulnerables.

El PRONACOSE consiste en dos componentes, Figura 1.2 (PRONACOSE, 2014):

- 1) Elaborar los programas de medidas para prevenir y enfrentar la sequía a nivel cuenca o grupos de cuenca, y
- 2) Ejecución de acciones para mitigar sequías existentes.

Con relación al primer componente el PRONACOSE plantea la preparación del Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS) como elemento del monitoreo de la sequía para prever, prevenir y actuar frente a la sequía cuando esta se presente. El PMPMS se elabora para cada uno de los veintiséis consejos de cuenca en México. Cada PMPMS se basa en el

reconocimiento de la forma en que se manifiesta e impacta los diferentes tipos de sequías, definiendo las medidas preventivas basadas en las capacidades de respuesta de cada región y sector.

Con respecto al segundo componente, se crean dos comités (PRONACOSE, 2014):

- 1) Comité Interinstitucional para la Atención a la Sequía (DOF, 05abr2013), conformado por la Presidencia de la República Mexicana, CONAGUA, CONAFOR, SE, SEP, SENER, SAGARPA, SALUD, SEDENA, SEDESOL, SEGOB, SECTUR; y
- 2) Comité de Expertos.

El primer Comité dará seguimiento a las acciones que realicen todas las dependencias del Gobierno Federal ante la eventual ocurrencia de una sequía, buscando la convergencia de programas institucionales federales existentes para la atención de sequías en dependencias mencionadas. El segundo Comité tiene la función de evaluar el avance del PRONACOSE y emitir recomendaciones.

2. Caracterización de la cuenca del río Pánuco

Para fines de administración y preservación de las aguas nacionales, y dado que las cuencas hidrográficas son unidades básicas de gestión del recurso hídrico (CNA, 1997), a partir de 1997 el país ha organizado las 1,471 cuencas hidrográficas identificadas en el territorio nacional, en 37 Regiones Hidrológicas (RH), y estas a su vez las ha agrupado en 13 Organismos de Cuenca (OC), antes Gerencias Regionales, cuyo ámbito de competencia son las Regiones Hidrológicas Administrativas (RHA), las cuáles se apoyarán en Consejos de Cuenca (CC) (Ley de Aguas Nacionales de 2013 Art 12 BIS) (DOF, 07jun2013).

Los OC fueron definidos conforme a la delimitación de las cuencas del país y respetando los límites municipales completos para facilitar la integración de la información socioeconómica. Los municipios que conforman cada uno de los Organismos de Cuenca se indican en el Reglamento Interior de la Comisión Nacional del Agua. Asimismo, los CC constituyen el medio por el cual se realiza la gestión integrada de los recursos hídricos en la cuenca o cuencas hidrológicas. Su misión es contribuir a restablecer o mantener el equilibrio entre disponibilidad y aprovechamiento de los recursos hídricos, considerando los diversos usos y usuarios, y favorecer el desarrollo sustentable en relación con el agua y su gestión (Ley de Aguas Nacionales de 2013 Art 13 BIS) (DOF, 07jun2013).

El Organismo de Cuenca IX Golfo Norte tiene una extensión territorial de 125,778 km² (CONAGUA, 2012). De acuerdo al Diario Oficial de la Federación del 1 de abril de 2010, comprende territorialmente parte de las entidades federativas de: Hidalgo, Querétaro de Arteaga, San Luis Potosí, Tamaulipas y

pequeñas porciones de los estados de Veracruz de Ignacio de la Llave y Guanajuato, con un total de 148 municipios.

Para coordinar el proceso de planeación hídrica, el Organismo de Cuenca IX Golfo Norte se apoya en sus dos Consejos de Cuenca (CC): CC-19 río Pánuco y CC-18 río San Fernando- Soto La Marina.

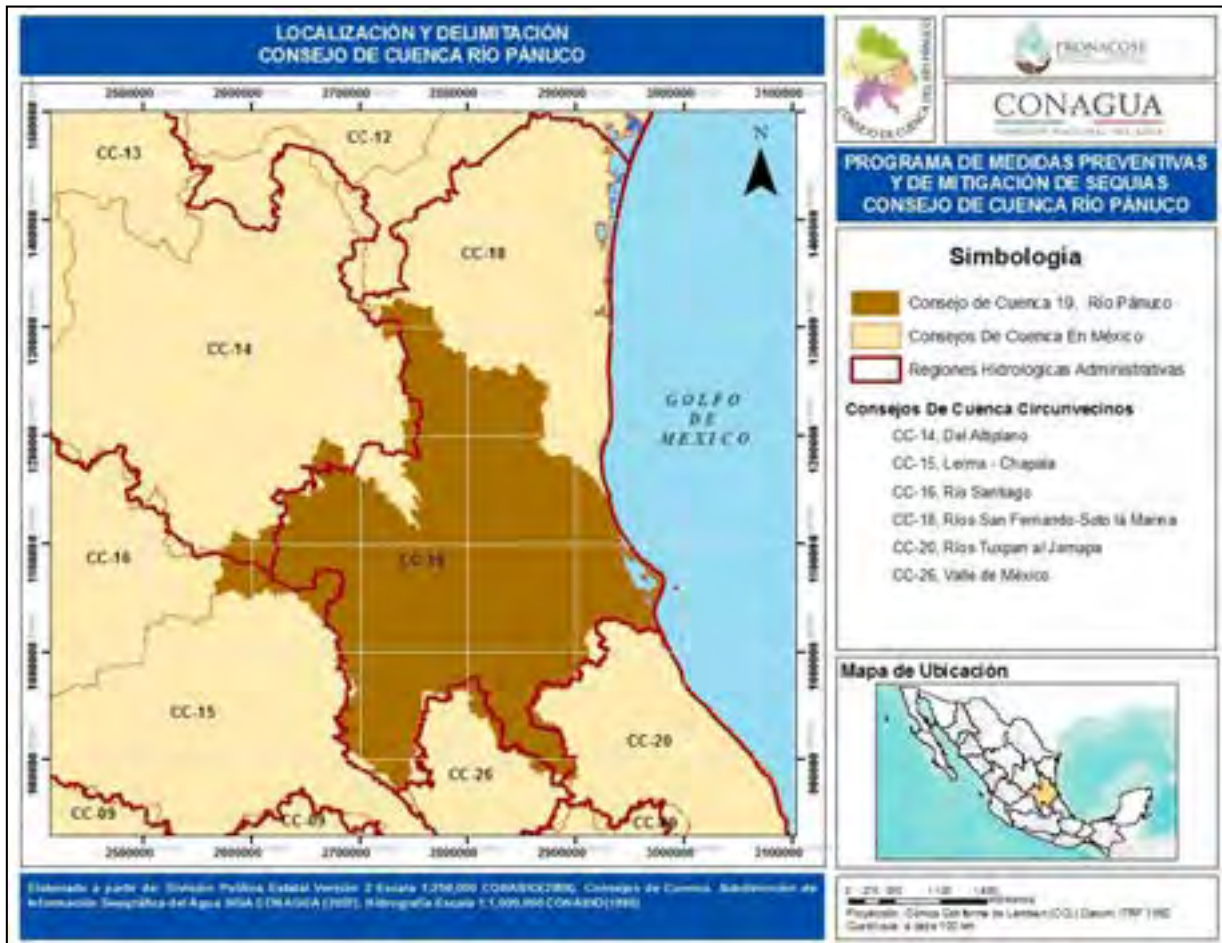
La unidad básica de análisis en el presente Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS) es el CC-19 río Pánuco.

2.1. Características generales

2.1.1. Localización y delimitación

La cuenca del río Pánuco (Mapa 2.1) se localiza al noreste de la República Mexicana y desemboca al Golfo de México, tiene una superficie continental de 84,956 km² (CONAGUA, 2014a), que representa el 4.3% del territorio nacional. Forma parte de la Región Hidrológica Administrativa u Organismo de Cuenca IX Golfo Norte. Integra el 88.6% de la Región Hidrológica 26 (96,989 km²), limitando al norte con la Región Hidrológica 25 San Fernando-Soto La Marina, al oriente con el Golfo de México y al poniente con las Regiones Hidrológicas 12 y 37, Lerma-Santiago y El Salado, respectivamente.

En lo que respecta a su Consejo de Cuenca 19 río Pánuco (instalado el 26 de agosto de 1999), y de acuerdo al Art. 13 BIS 1 de la Ley de Aguas Nacionales de 2013 (DOF, 07jun2013), este tiene la delimitación territorial que comprende el área geográfica de la cuenca y respetando los límites municipales completos, de acuerdo al Art. 11 del Reglamento Interior de la Comisión Nacional del Agua (DOF, 12oct2012).

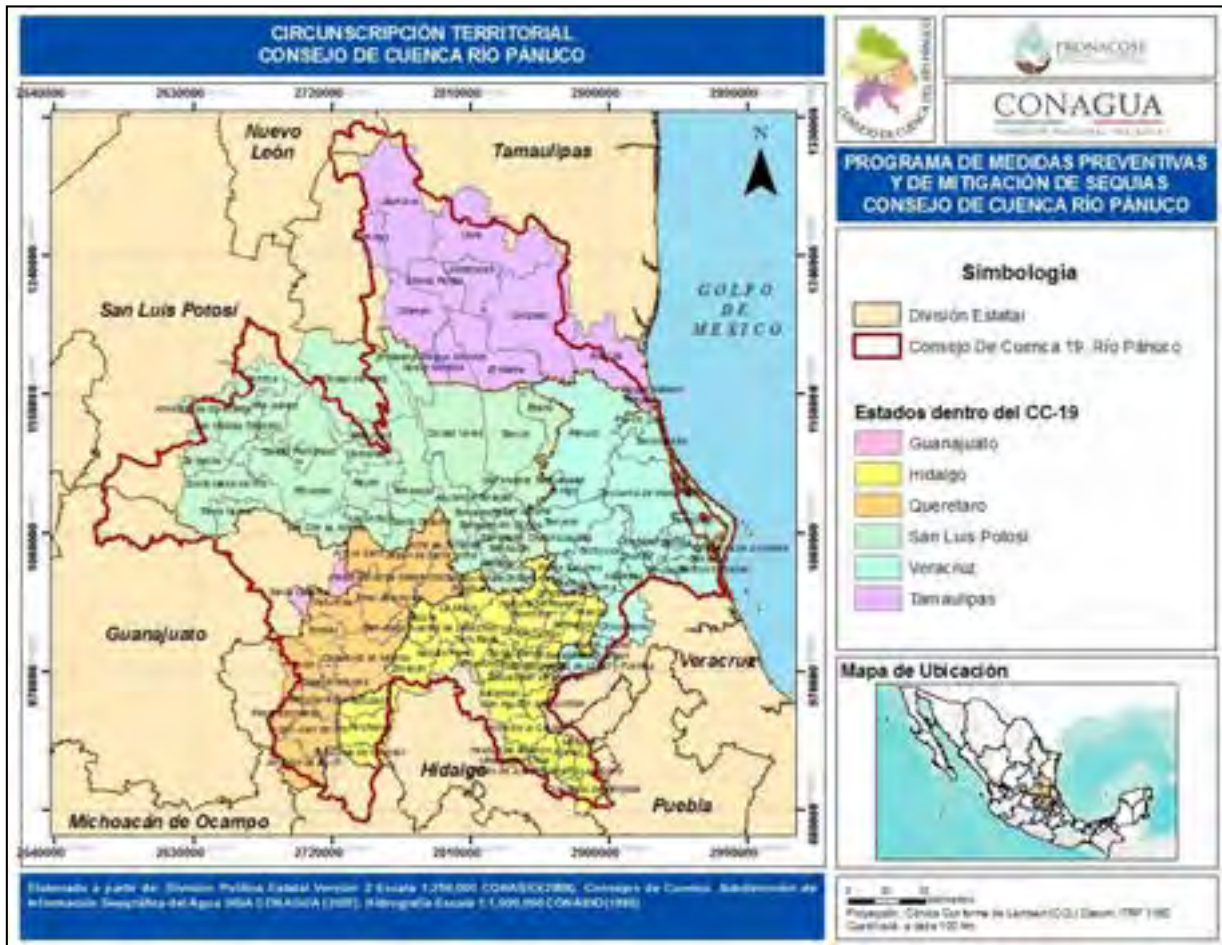


Mapa 2.1 Localización y delimitación de la cuenca del río Pánuco CC-19.

El CC-19 limita al norte con el CC-18 río San Fernando-Soto La Marina, al sur con los CC-20 y CC-26, río Tuxpan al Jamapa y Valle de México, respectivamente. Al poniente con los CC-14, CC-15 y CC-16; Del Altiplano, Lerma-Chapala y río Santiago, respectivamente.

Conforme al “Acuerdo por el que se determina la circunscripción territorial de los Organismos de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua”, publicado el 1 de abril de 2010 en el Diario Oficial de la Federación (DOF, 01abr2010), el CC-19 comprende territorialmente parte de las entidades federativas de

Tamaulipas, Guanajuato, Hidalgo, Querétaro de Arteaga, San Luis Potosí y Veracruz de Ignacio de la Llave (DOF, 01abr2010). Un total de 181 municipios tienen territorio en la cuenca del río Pánuco, sin embargo, sólo 128 municipios participan en el Consejo de Cuenca (Mapa 2.2 y Tabla 2.1).



Mapa 2.2 Circunscripción territorial de la cuenca del río Pánuco CC-19.

Tabla 2.1 Entidades federativas y sus municipios que participan en el CC-19.

Entidad Federativa	Superficie (km ²)	Porcentaje	Municipios	
Guanajuato	516.64	0.65%	2	Atarjea, Santa Catarina.
Hidalgo	11,792.27	14.72%	40	Acatlán, Atlapexco, Atotonilco el Grande, Calnali, Cuauhtepic de Hinojosa, Chapulhuacán, Eloxochitlán, Huasca de Ocampo, Huautla, Huazalingo, Huejutla de Reyes, Huichapan, Jacala de Ledezma, Jaltocán, Juárez Hidalgo, Lolotla, Metepec, San Agustín Metzquititlán, Metzquititlán, Mineral del Chico, La Misión, Molango de Escamilla, Nicolás Flores, Nopala de Villagrán, Omitlán de Juárez, San Felipe Orizatlán, Pacula, Pisaflores, Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, Tecozautla, Tepehuacán de Guerrero, Tianguistengo, Tlahuiltepa, Tlachinol, Tulancingo de Bravo, Xochiatipán, Xochicoatlán, Yahualica, Zacualtipán de Ángeles, Zimapán.
Querétaro de Arteaga	9,632.63	12.03%	14	Amealco de Bonfil, Pinal de Amoles, Arroyo Seco, Cadereyta de Montes, Colón, Ezequiel Montes, Jalpan de Serra, Landa de Matamoros, Pedro Escobedo, Peñamiller, San Joaquín, San Juan del Río, Tequisquiapan, Tolimán.
San Luis Potosí	27,297.96	34.09%	36	Alaquines, Aquismón, Armadillo de los Infantes, Cárdenas, Cerritos, Ciudad del Maíz, Ciudad Fernández, Tancanhuitz, Ciudad Valles, Coxcatlán, Ébano, Huehuetlán, Lagunillas, Rayón, Rioverde, San Antonio, San Cirilo de Acosta, San Martín Chalchicuátla, San Nicolás Tolentino, Santa Catarina, Santa María del Río, San Vicente Tancuayalab, Tamasopo, Tamazunchale, Tampacán, Tampamolón Corona, Tamuín, Tanlajás, Tanquián de Escobedo, Tierra Nueva, Villa Juárez, Xtla de Terrazas, Xilitla, Zaragoza, Matlapa, El Naranjo.
Tamaulipas	16,383.42	20.46%	13	Altamira, Antiguo Morelos, Ciudad Madero, Gómez Farías, González, Jaumave, Llera, El Mante, Nuevo Morelos, Ocampo, Palmillas, Tampico, Xicoténcatl
Veracruz de Ignacio de la Llave	14,462.59	18.06%	23	Naranjos Amatlán, Benito Juárez, Citlaltépetl, Chalma, Chiconamel, Chicontepec, Chinampa de Gorostiza, Chontla, Ilimatlán, Ixcatepec, Ozoluama de Mascareñas, Pánuco, Platón Sánchez, Pueblo Viejo, Tamalín, Tamiahua, Tampico Alto, Tancoco, Tantima, Tantoyuca, Tempoal, Zontecomatlán de López y Fuentes, El Higo.
Total	80,085.51		128	

Fuente: Diario Oficial de la Federación (DOF, 01abr2010).

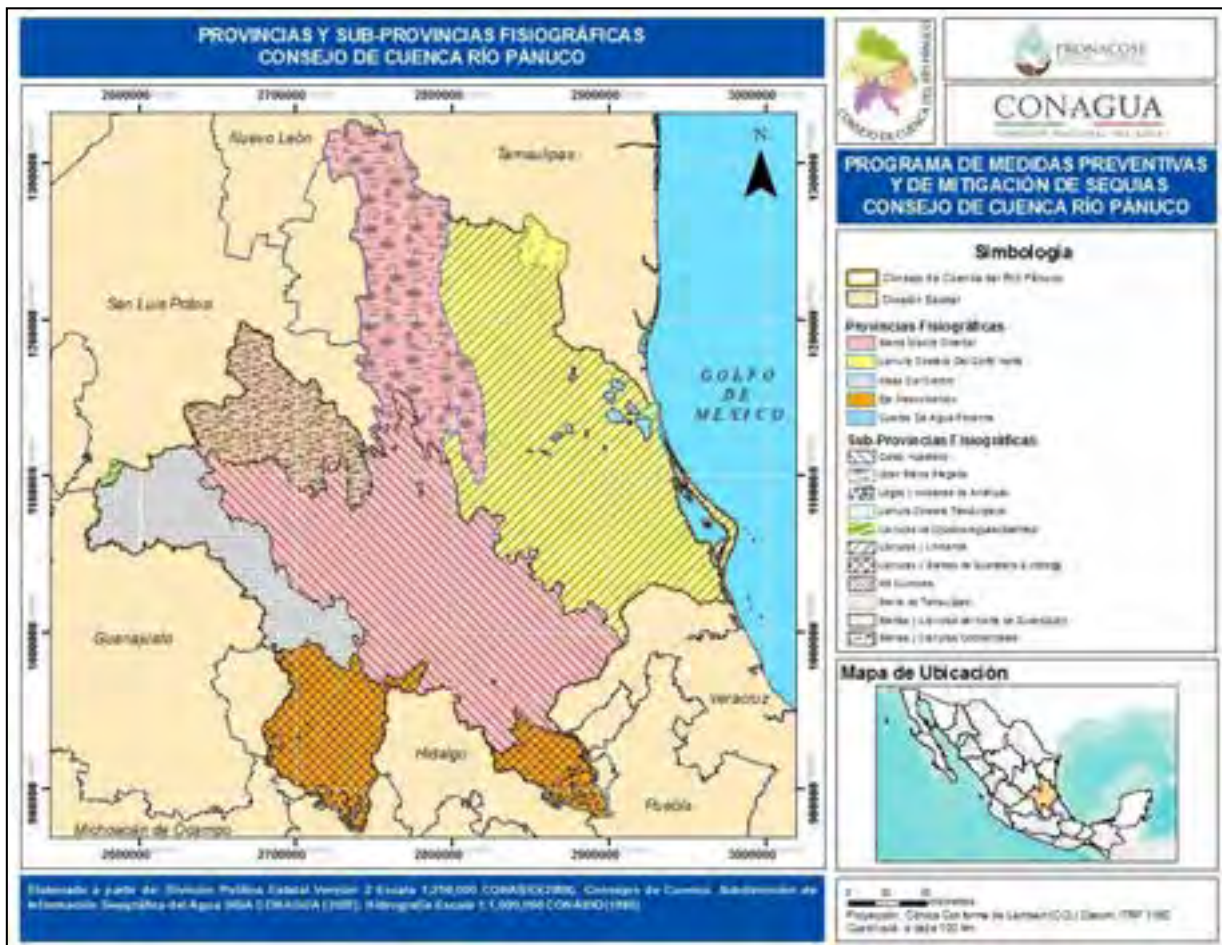
2.1.2. Fisiografía: provincias y sub-provincias

La fisiografía de un territorio está basada en la interrelación del relieve, la geología, el origen y la edad de los materiales rocosos, la hidrología, el clima, e indirectamente los aspectos bióticos en la extensión que estos inciden en el origen de los suelos y/o en su aptitud de uso y manejo del suelo, y tiene como objetivo fundamental reconocer y delimitar las diferentes formas de la tierra. A continuación se describen algunos de estos componentes para la cuenca del río Pánuco³.

³ La caracterización física de la cuenca del río Pánuco, se hace considerando el límite hidrográfico de la cuenca y no el límite territorial.

La fisiografía de un territorio corresponde a agrupaciones o regiones en el que el relieve corresponde al resultado de la acción de un mismo conjunto de agentes modeladores del terreno, un mismo origen geológico, y a un mismo o semejante tipo de suelo y de vegetación que sustenta.

Con base a los datos vectoriales de provincias y sub-provincias fisiográficas del INEGI; el territorio de la cuenca del río Pánuco se compone de cuatro de las quince provincias que se extienden en el territorio nacional (Mapa 2.3).



Mapa 2.3 Fisiografía en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

De acuerdo al porcentaje de superficie ocupada en el territorio de la cuenca, a continuación se describen cada una de ellas.

1. La provincia de la Sierra Madre Oriental ocupa el 51.2% del territorio del CC-19, con las sub-provincias: Carso Huasteco (56.1%), la Gran Sierra Plegada (28.0%) y las Sierras y Llanuras Occidentales (15.9%). Los estratos de esta provincia fueron levantados y plegados, siguiendo un eje con dirección sur-norte, formando una sucesión de crestas alternadas con bajos (González, 2004:22). Esta provincia se extiende, en una dirección noroeste-sureste, desde el norte de la cuenca (sur del estado de Tamaulipas), hasta el norte del estado de Hidalgo, donde hace contacto con el Eje Neo-Volcánico. Ocupa parte del centro y sur del estado de San Luis Potosí y el sureste de Guanajuato y Querétaro de Arteaga.
2. La provincia Llanura Costera del Golfo Norte ocupa el 28.2% del territorio, con las sub-provincias: Llanuras y Lomeríos (83.3%), Lomeríos de la Costa Golfo Norte (14.8%) y la Sierra de Tamaulipas (1.8%). Esta provincia presenta las características de una costa emergida e interrumpida por algunas sierras aisladas. Dentro de la cuenca, se presenta principalmente en el sur del estado de Tamaulipas, en el sureste de San Luis Potosí y el norte de Veracruz, en dirección en dirección noroeste–sureste.
3. La provincia de la Sierra Volcánica Transversal o Eje Neo-Volcánico ocupa un 10.5%, con las sub-provincias: Llanuras y Sierra de Querétaro e Hidalgo (92.1%), Lagos y Volcanes del Anáhuac (6.5%) y Mil Cumbres (1.3%). Esta cordillera es la más alta del país y algunas de sus cimas se

encuentran coronadas de nieve permanentemente. En el territorio de Consejo de Cuenca, se extiende desde el centro de estado de Querétaro de Arteaga hasta el noroeste y norte del estado de Hidalgo, en dirección noroeste-sureste.

4. Finalmente, la provincia de la Mesa del Centro ocupa el 10% del territorio de CC, representada por las sub-provincias: Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato (98.1%) y Llanuras y Ojuelos-Aguascalientes (1.9%). Está constituida por amplias llanuras interrumpidas por sierras dispersas, la mayoría de naturaleza volcánica (González, 2004). La zona con mayor presencia de sierras se localiza en el sureste de Guanajuato (Altos de Guanajuato) y noroeste de Hidalgo.

2.1.3. Relieve

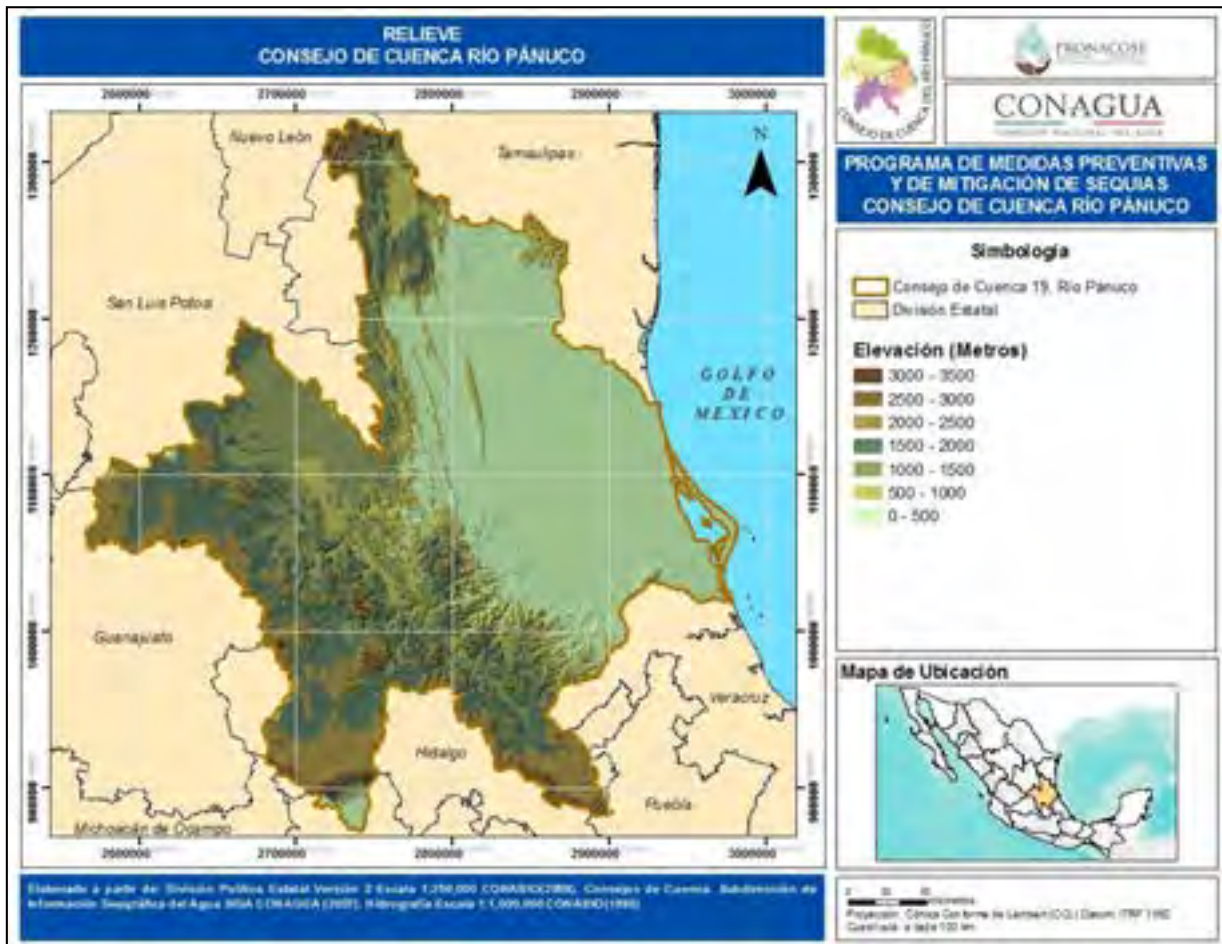
El relieve es la forma en que se presenta la superficie de la Tierra. En la cuenca del río Pánuco el relieve es muy variado, de acuerdo a su fisiografía se tienen desde cadenas montañosas hasta grandes planicies costeras pasando por valles, cañones, altiplanicies y depresiones entre otras formaciones. Con base al modelo digital de elevaciones del INEGI, las elevaciones que se tienen en la cuenca llegan a superar los 2,000 msnm (Mapa 2.4).

La región de la provincia de la Mesa del Centro, se observan elevaciones que superan los 2,000 msnm, principalmente sobre las Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato, Los Altos de Guanajuato, y las Sierras y Llanuras de Querétaro e Hidalgo.

Las cadenas montañosas desarrolladas en la provincia de la Sierra Madre Oriental como las Sierras y Llanuras Occidentales y el Carso Huasteco,

alcanzan elevaciones que varían entre 500 y 2,000 msnm. La sub-provincia de la Sierra Plegada posee algunos afloramientos que superan los 2,000 msnm.

La región de la Llanura Costera del Golfo de México observa elevaciones que alcanzan los 100 msnm, con algunos cuerpos de agua importantes.

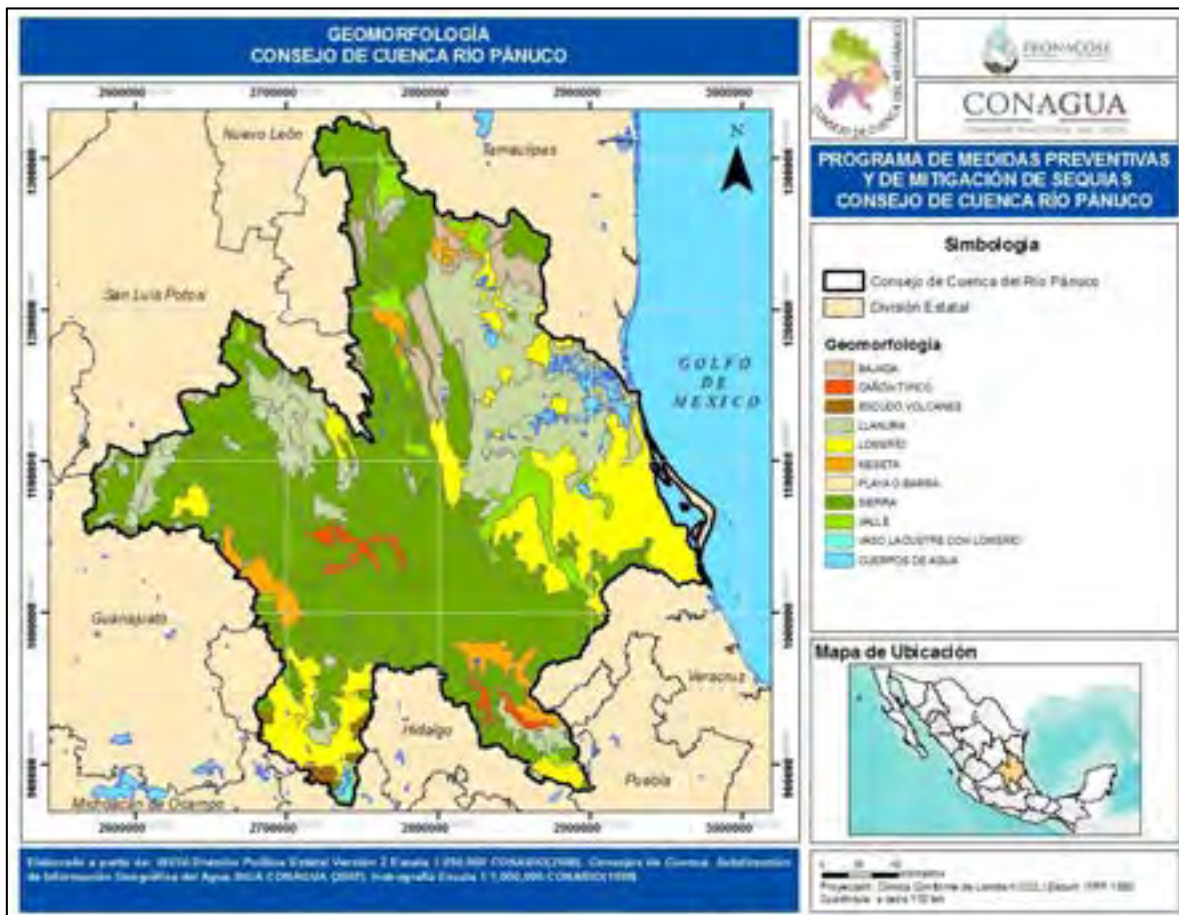


Mapa 2.4 Relieve de la cuenca del río Pánuco, CC-19.

2.1.4. Geomorfología

Dentro de la geomorfología se presenta un sistema de topofomas que abarca un 99.27% del territorio de la cuenca del río Pánuco, es decir 83,271.15 km², mientras que el 0.73% corresponde a cuerpos de agua (613.05 km²).

Dentro del 99.27% se presenta predominando la sierra con un 51.53%, seguida de llanuras con un 19.27% y lomeríos con un 15.99%, mientras que el restante, 13.19%, representa bajadas, cañones, mesetas, playas o barras y valles (Mapa 2.5).

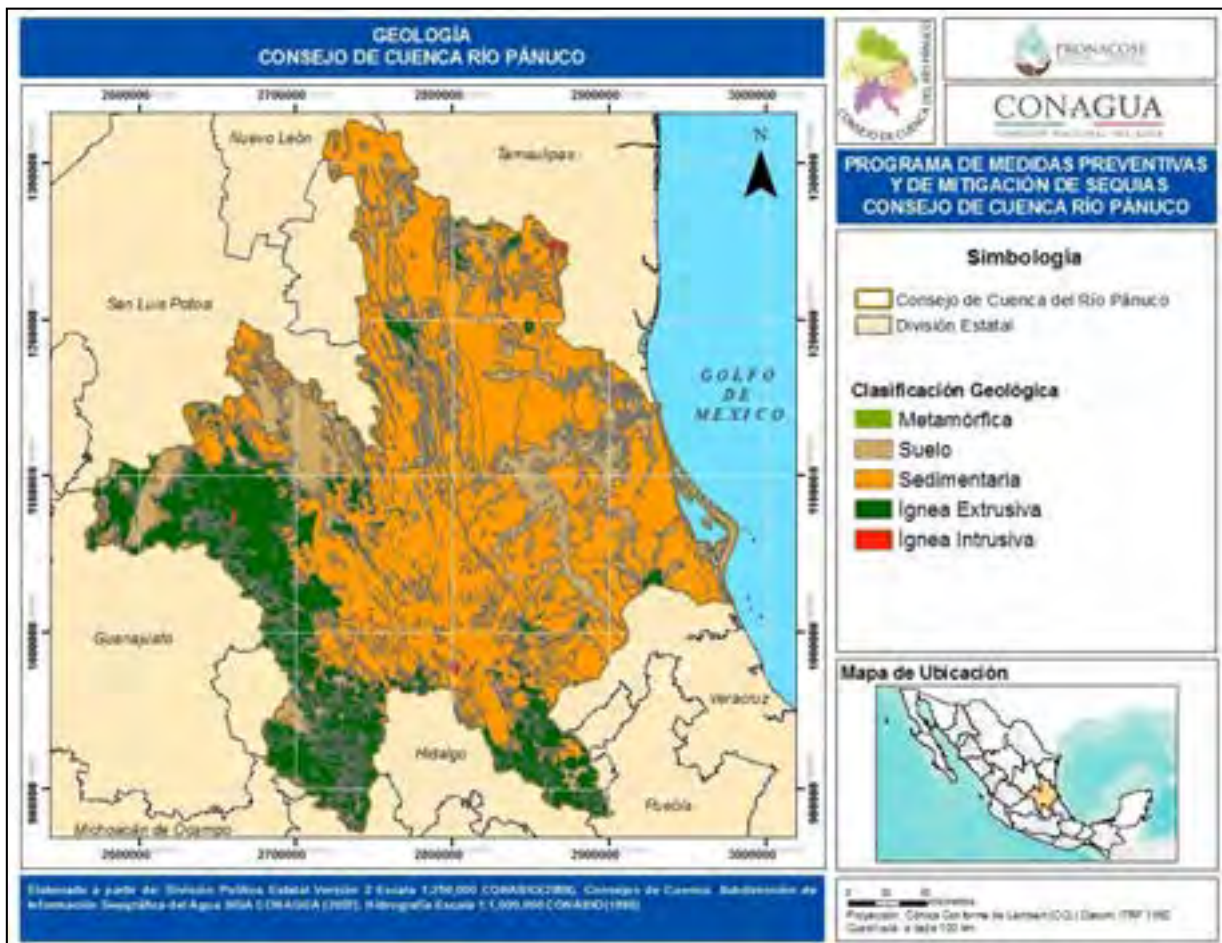


Mapa 2.5 Geomorfología de la cuenca del río Pánuco, CC-19.

Dentro de la fisiografía predomina la Sierra Madre Oriental abarcando un 50% (41,633.11 km²), seguida de la Llanura Costera del Golfo Norte con un 30.07%, mientras que el 19.94% pertenece al Eje Neovolcánico y a la Mesa del Centro con 10.34% y 9.59%, respectivamente.

2.1.5. Geología

La descripción de la geología de territorio del CC-19 (Mapa 2.6) nos sirve para agrupar regiones con un mismo origen geológico, con paisajes y tipos de rocas semejantes en la mayor parte de su extensión y con geoformas similares.



Mapa 2.6 Geología en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

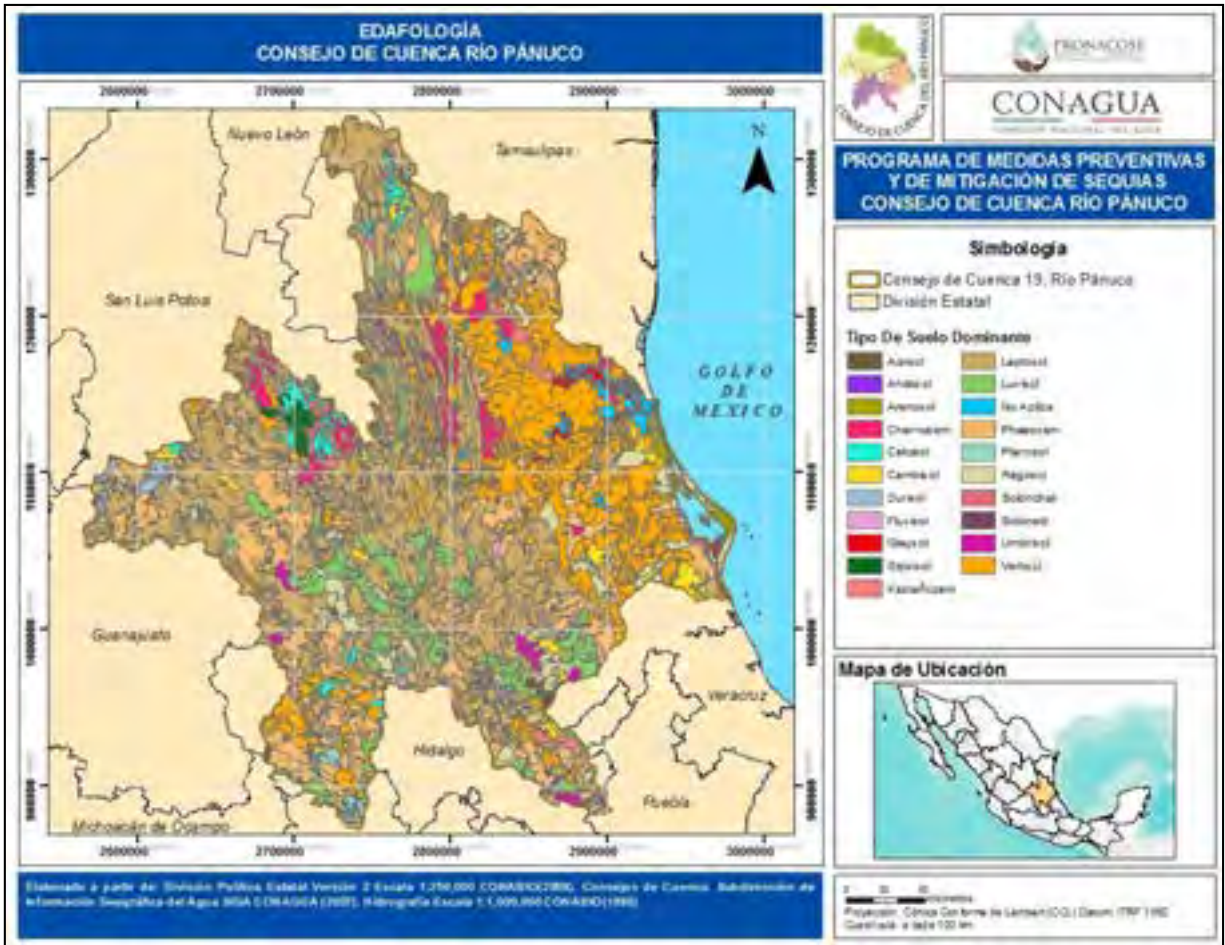
De esta forma, se observa que las rocas ígneas (21.24%) del consejo de cuenca corresponden a la provincia del eje neo-volcánico y mesa del centro en donde las rocas son de naturaleza volcánica. Estas regiones corresponden a la parte alta de nuestra área de estudio y están cerca de las ciudades de San Luis Potosí y Querétaro.

El territorio del CC-19 es ocupado en su gran mayoría por rocas sedimentarias (62.23%) de origen marino, calizas y lutitas, principalmente de la era mesozoica en las montañas de la Sierra Madre Oriental como en las llanuras costeras del Golfo Norte. El suelo (15.02%) que se encuentra dentro del área del consejo de cuenca está asociado con la trayectoria del Río Pánuco y con la sub-provincia de Sierras y Llanuras Occidentales.

2.1.6. Edafología

La distribución de los suelos a lo largo del CC-19 se presenta de la siguiente manera: La zona de Llanuras Costeras presenta suelos vertisoles 22.38% (suelo que se resuelve por la expansión y contracción de las arcillas), los cuales son característicos de climas templados y cálidos, especialmente de zonas con una marcada estación seca y otra lluviosa.

Los litosoles 30.06% (suelo de piedra) se ubican en la Sierra Madre Oriental y tienen la característica de presentarse en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación, en todas las sierras de México, barrancas, lomeríos y en algunos terrenos planos. En la porción central de la cuenca se tienen los suelos rendzina 11.47% (suelos someros que producen ruido con el arado por su pedregosidad), estos se presentan en climas semiáridos, tropicales o templados y se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica muy fértil que descansa sobre roca calcárea o materiales ricos en cal. La parte alta de la cuenca no está tan definida como las anteriores, ya que presenta diversos tipos de suelos (feozem, litosol y regosol) (Mapa 2.7).

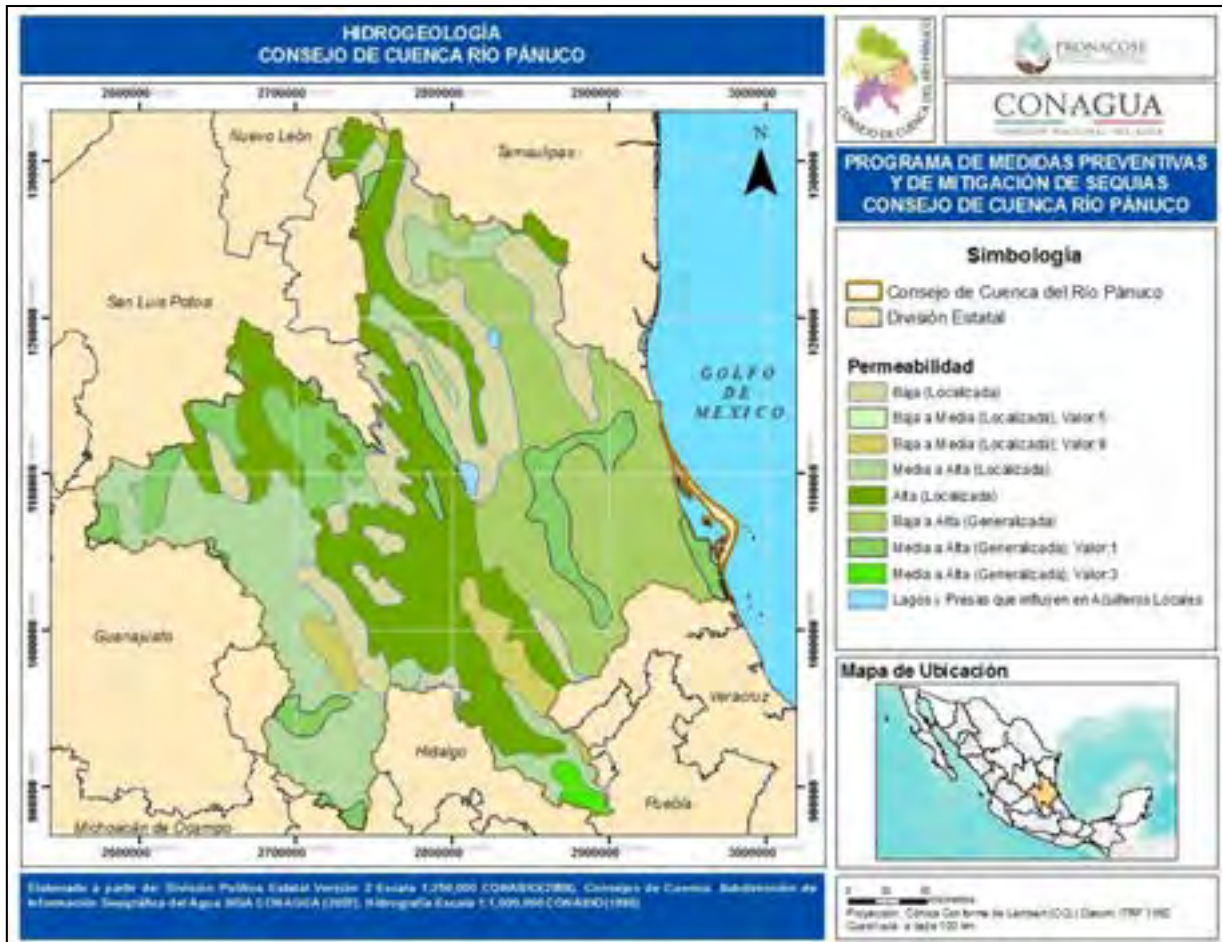


Mapa 2.7 Edafología en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

2.1.7. Hidrogeología

El CC-19 cuenta con permeabilidades altas a lo largo de la Sierra Madre Oriental, las cuales están asociadas con rocas sedimentarias marinas predominantemente calcáreas del cretácico medio e inferior (Mapa. 2.8). Las permeabilidades medias a altas se encuentran en la parte oeste en las subprovincias de Sierras y Llanuras del norte de Guanajuato, Querétaro e Hidalgo, asociadas con rocas volcánicas (lavas, brechas y tobas) del cenozoico superior. Otras permeabilidades de media a altas se encuentran en depósitos aluviales y lacustres a lo largo del área de estudio. Las permeabilidades bajas se presentan en rocas sedimentarias marinas predominantemente arcillosas

(lutitas, limolitas y calizas arcillosas) distribuidas principalmente en las zonas de las llanuras costeras del Golfo norte y en algunas partes de la Sierra Madre Oriental.

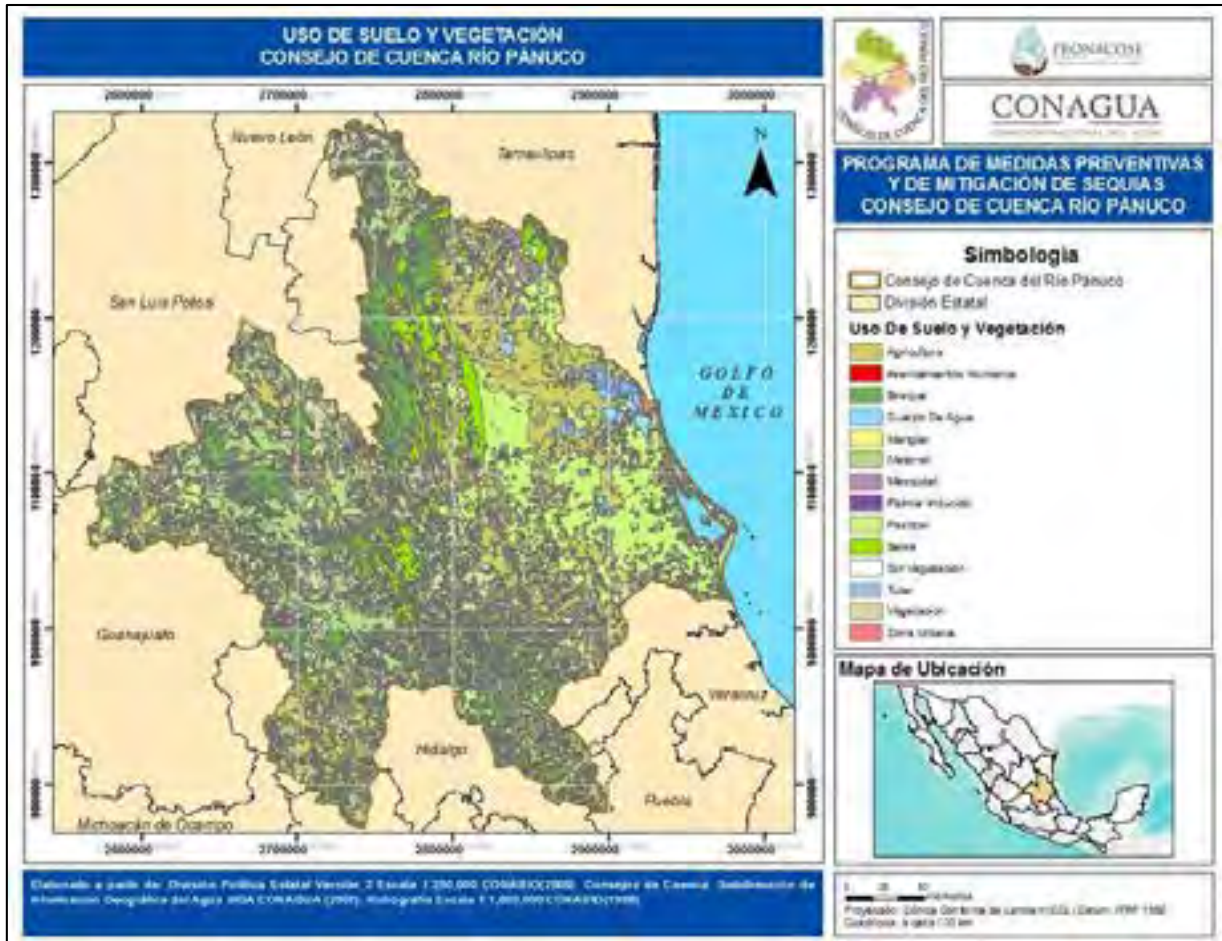


Mapa 2.8 Hidrogeología en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

2.1.8. Vegetación

En la cobertura vegetal del CC-19 se observa que prevalece la agricultura de temporal y de riego (26.70%) y el pastizal (20.29%) que se encuentran en las llanuras costeras del Golfo de México. El bosque (21.37%) y la selva (13.07%) se encuentran principalmente en la Sierra Madre Oriental. La zona de matorral

(14.48%) se encuentra en una franja localizada en la zona del eje Neo-Volcánico (Mapa. 2.9).



Mapa 2.9 Uso del suelo y vegetación en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

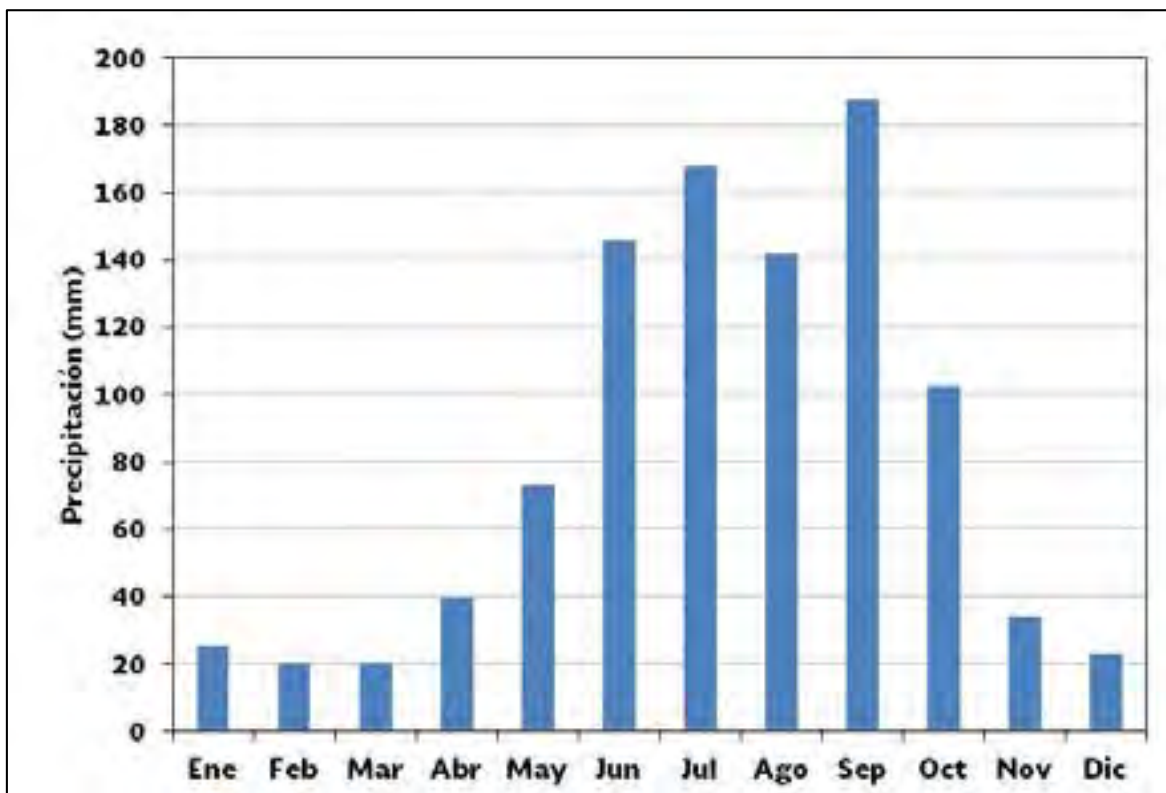
2.1.9. Clima

Precipitación

La precipitación media anual⁴ en la cuenca es de 982.28 mm. Las lluvias se presentan principalmente durante el verano en los meses de mayo a octubre y durante el invierno ante la ocurrencia de frentes fríos del norte que provocan

⁴ La precipitación media anual y mensual, se obtuvo a partir de la precipitación normal 1981-2010 de 116 estaciones pluviométricas, localizadas dentro y fuera de la cuenca, y utilizando polígonos de Thiessen para su estimación.

precipitaciones al chocar con masas de aire marítimo tropical provenientes del Golfo de México. El mes más lluvioso corresponde al mes de septiembre con una precipitación promedio de 187.8 mm. El mes menos lluvioso es el mes de febrero con una precipitación media de 20.3 mm. La Gráfica 2.1, muestra el régimen pluviométrico que se registra en la cuenca.

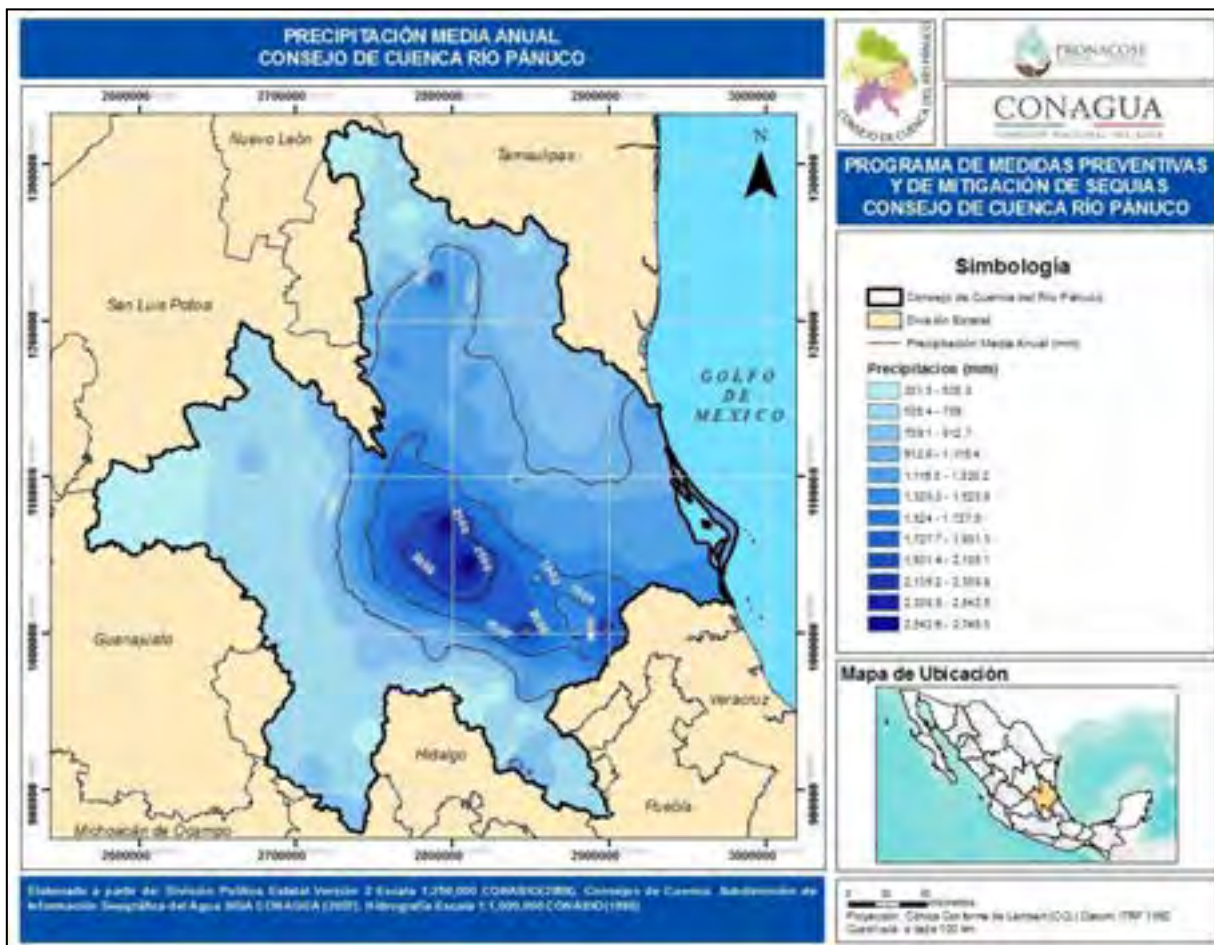


Gráfica 2.1 Régimen pluviométrico en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

En el CC-19 las mayores precipitaciones se presentan en el centro del consejo de cuenca donde se localiza la Sierra Madre Oriental, que corresponde a los municipios del sureste del estado de San Luis Potosí, con valores entre 2,135.2 mm y 2,746.3 mm. Por otro lado, las menores precipitaciones se presentan en el norte del consejo que corresponde principalmente a los municipios de Jaumave y Palmillas, además el oeste y suroeste del consejo, con valores entre

301.5 mm y 912.7 mm anuales. El Mapa 2.10, muestra la distribución espacial de la precipitación media en la cuenca. El

Anexo 1, muestra las normales pluviométricas para cada estación climatológica.



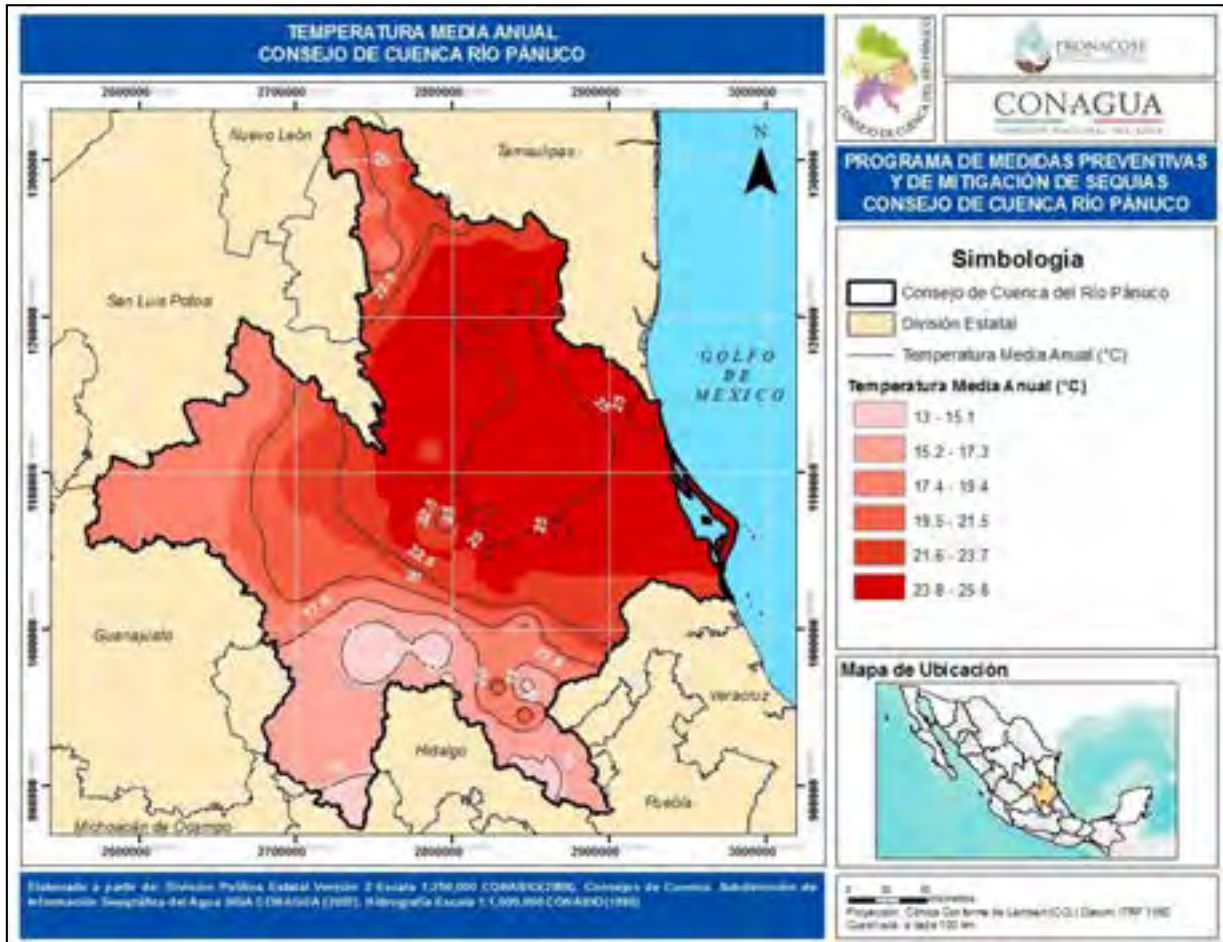
Mapa 2.10 Precipitación media anual en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

Temperatura

La temperatura⁵ media en el CC-19 varía entre 13°C y 25.8°C. Los meses más cálidos son mayo y junio, con una temperatura media de 24.5°C. Los valores más altos de temperatura media se presentan en el este y noreste de la cuenca, correspondiente en su mayoría a los municipios del estado de Tamaulipas, a los municipios del norte de Veracruz y a los municipios del

⁵ La temperatura mínima, media y máxima se estimó empleando las normales climatológicas 1981-2010 de 109 estaciones localizadas en la cuenca de río Pánuco.

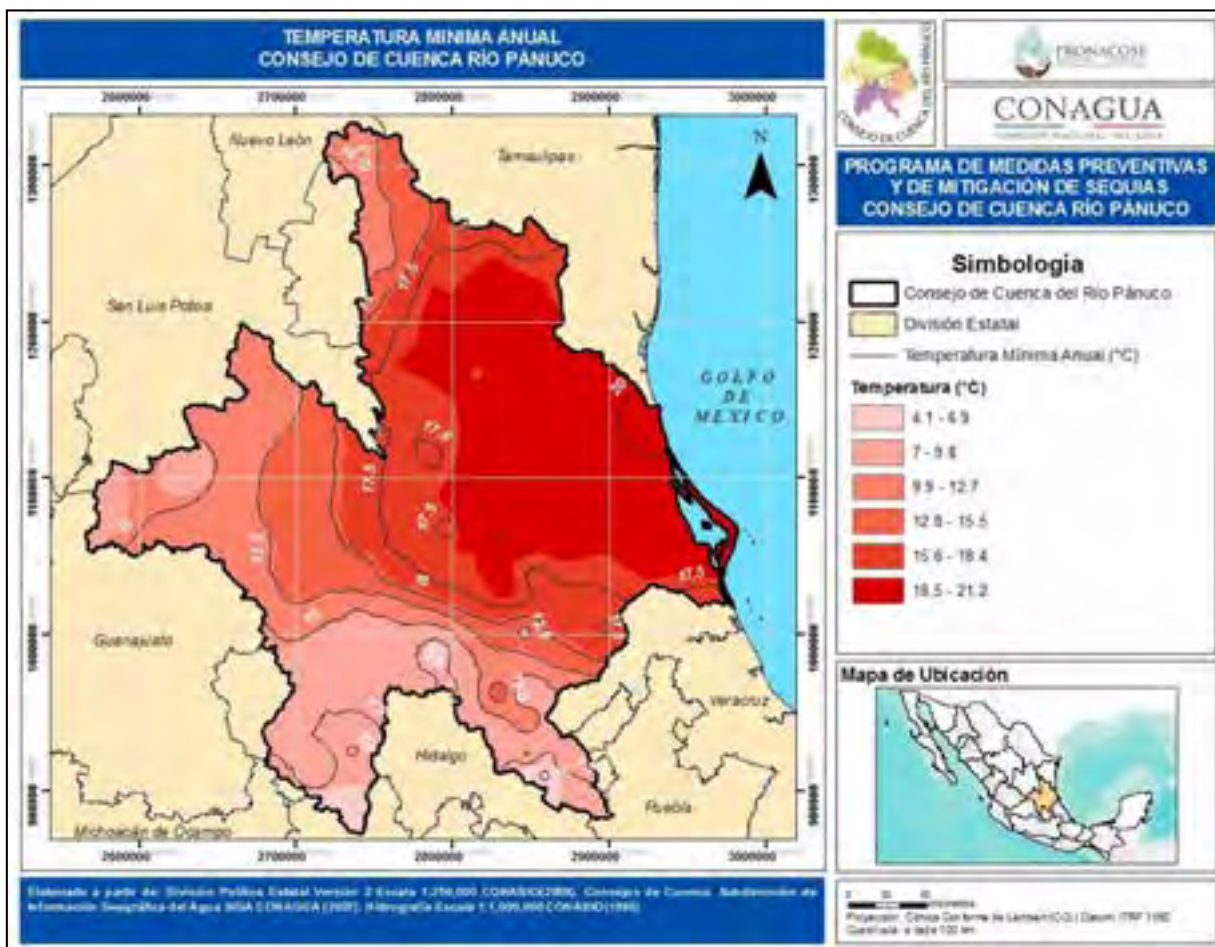
noreste del estado de San Luis Potosí. Los valores más bajos de temperatura media se presentan al sur del Consejo de Cuenca, en la mayoría de los municipios del estado de Querétaro y en algunos municipios del estado de Hidalgo. La Mapa 2.11, muestra la distribución espacial de la temperatura media en la cuenca.



Mapa 2.11 Temperatura media anual en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

Las temperaturas mínimas promedio van desde los 4.1°C hasta los 21.2°C y se presentan principalmente en el mes de enero. Las variaciones de temperatura mínima durante los meses invernales hacen que se presenten heladas en las partes altas del CC-19. Un 44.28% de la cuenca presenta temperaturas

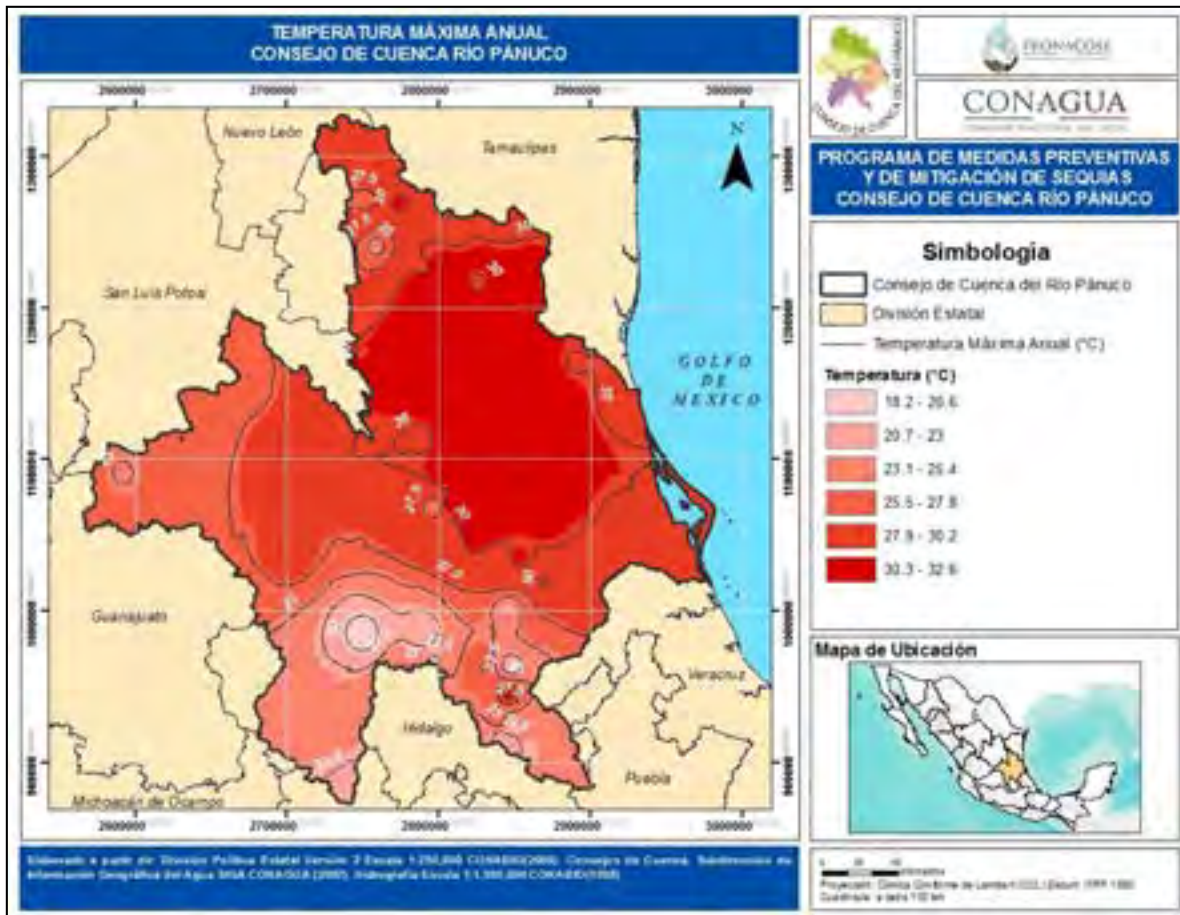
mínimas de 15°C a 20 °C, principalmente en la región próxima al Golfo de México. Las temperaturas mínimas extremas varían de 5°C a 10°C en el 16.90% del territorio, principalmente en la parte sur del CC-19. El Mapa 2.12, muestra la distribución espacial de la temperatura mínima en la cuenca.



Mapa 2.12 Temperatura mínima anual en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

Las temperaturas máximas oscilan entre los 18.2°C y 32.6 °C. El mes con las máximas temperaturas registradas es el mes de junio. Las temperaturas de 25°C a 30 °C se presentan en un 66.02% de la cuenca. Mientras que en un 17.83% de la superficie de la cuenca tiene temperaturas máximas de 30°C a 35°C en una franja que forma para de la provincia de Llanuras Costeras del

Golfo Norte. El porcentaje restante son temperaturas de 20°C a 25°C en la parte sur y oeste de la cuenca. La Mapa 2.13, muestra la distribución espacial de la temperatura máxima en la cuenca.

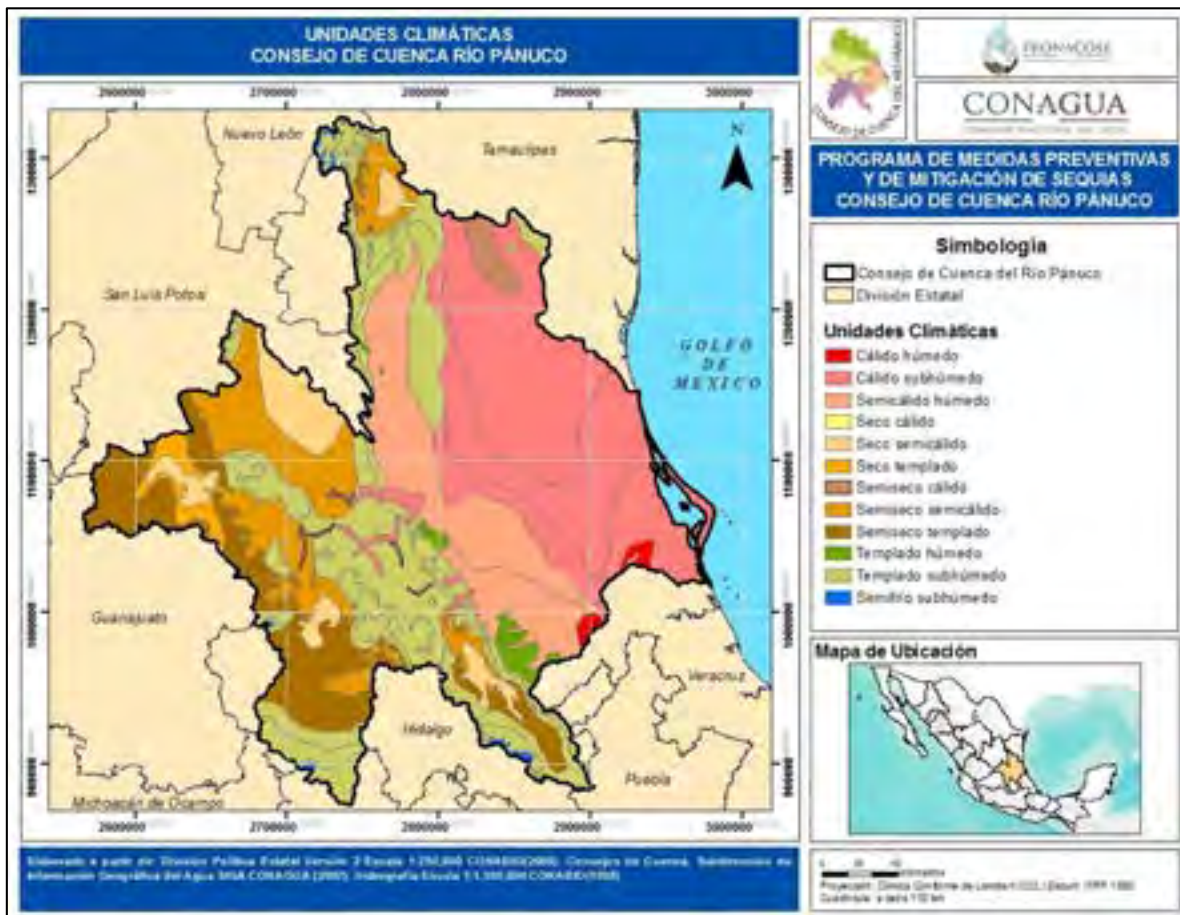


Mapa 2.13 Temperatura máxima anual en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

Unidades climáticas

El CC-19 presenta (Mapa 2.14) una gran variedad de climas con referencia a la clasificación de climas de Köppen modificados por la investigadora Enriqueta García, que va desde seco y semiseco en las sierras y llanuras del norte de Guanajuato, hasta templado en el carso huasteco con precipitaciones que llegan a sobrepasar los 2,000 mm al año.

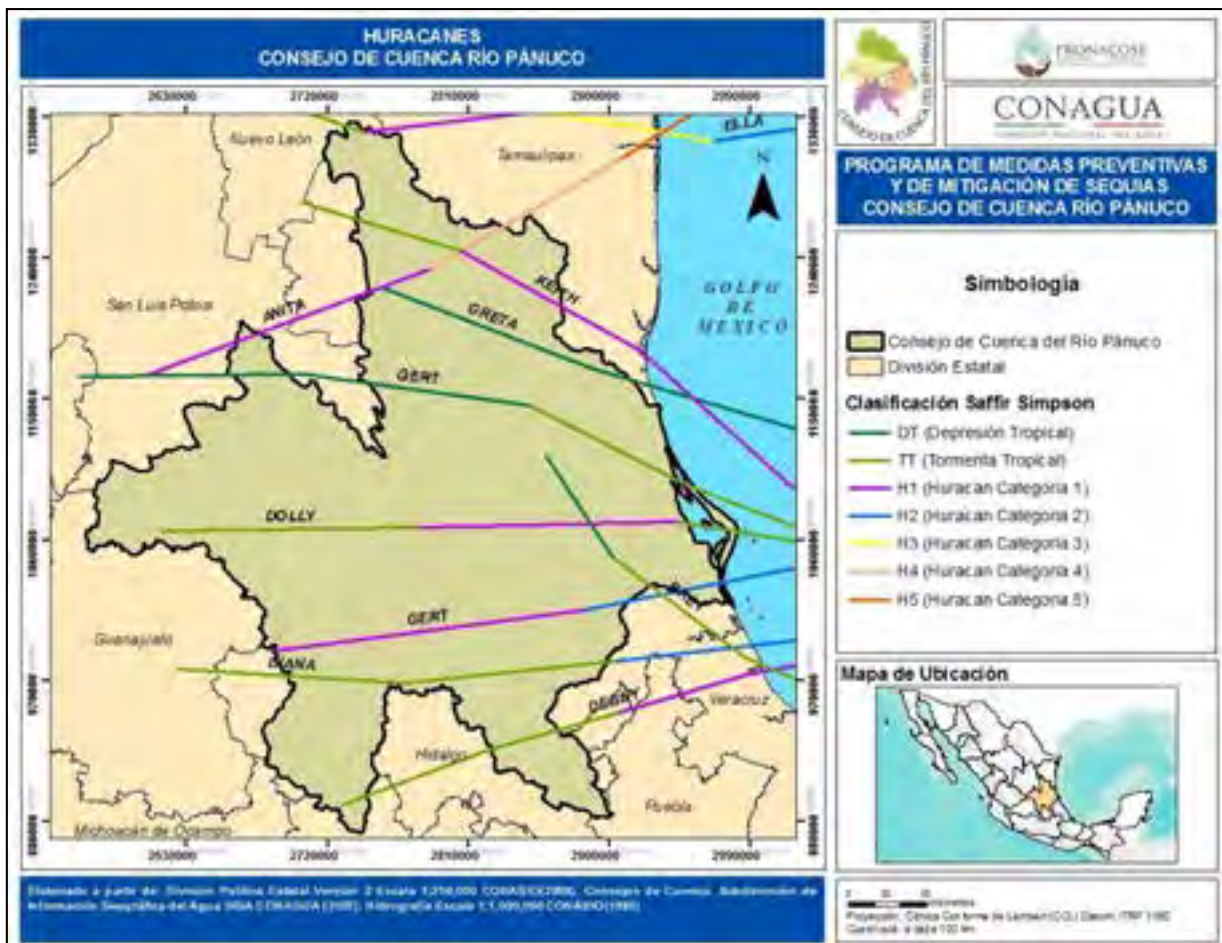
De acuerdo con el INEGI, en el territorio del CC-río Pánuco predomina el clima cálido con 29.40% en las Llanuras y Lomeríos del Golfo Norte, el clima templado con 25.71% en el carso huasteco, el clima semiseco con 24.27% en las sierras y llanuras de Guanajuato, Querétaro e Hidalgo y el clima semicálido con 13.30% en la parte central del Consejo de Cuenca. Al suroeste de localidades como San Juan del Río y cerca de San Luis Potosí se registra un clima de semiseco a seco y en la parte de la Sierra Madre Oriental es donde existen climas templados y semi secos.



Mapa 2.14 Unidades climáticas en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

Ciclones Tropicales

Los ciclones tropicales son la principal fuente generadora de lluvias en el país y resultan ser muy benéficos para las zonas áridas y semiáridas al norte y noroeste de México. En el periodo de 1970 al 2011 se registraron 194 ciclones naturales que impactaron a México, de los cuales 10 tuvieron impacto en la cuenca del río Pánuco, Tabla 2.2 y Mapa 2.15 (NOAA, 2014).



Mapa 2.15 Huracanes que han impactados en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

Tabla 2.2 Ciclones tropicales 1970-2010, que han impactado en el CC-19.

No.	Nombre	Categoría	Fecha	Velocidad (km/h)
1.	Ella	H3	12-sep-1970	110
2.	Greta	DT	04-oct-1970	25
3.	Anita	H5	02-sep-1977	:150
4.	Debby	H1	03-sep-1988	65
5.	Diana	H2	07-ago-1990	85
6.	Gert	H2	20-sep-1993	85
7.	Dolly	H1	23-ago-1996	60
8.	Keith	H1	05-oct-2000	80
9.	Bret	TT	29-ago-2005	35
10.	Gert	TT	25-jul-2005	40

2.2. Recursos Naturales

2.2.1. Áreas Naturales Protegidas

Entiéndase por Áreas Naturales Protegidas (ANP) a las porciones terrestres o acuáticas representativas de los diversos ecosistemas, las cuales no han sido alteradas antropogénicamente y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados, por lo cual están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo (CONAGUA, 2014a). La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas ha dividido al país en nueve regiones y dentro del CC-19 se encuentran cuatro de ellas (CONANP, 2014): Región Centro y Eje Neo-volcánico, Región Planicie Costera y Golfo de México y Región Norte y Sierra Madre, y Región Occidente y Pacífico Centro; pero sólo tres regiones tienen ANP.

El CC-19 cuenta con 10 ANP federales que son administradas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Tabla 2.3), en total suman una superficie de 8, 383.16 km², que representan el 9.87 % de su superficie. La

Sierra de Álvarez y el Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan son áreas de protección de flora y fauna; El Chico, El Potosí, Gogorrón y Los Mármoles son Parques Nacionales; y la Barranca de Metztitlán, la Sierra del Abra Tanchipa, la Sierra Gorda de Guanajuato y la Sierra Gorda se consideran Reservas de la Biosfera.

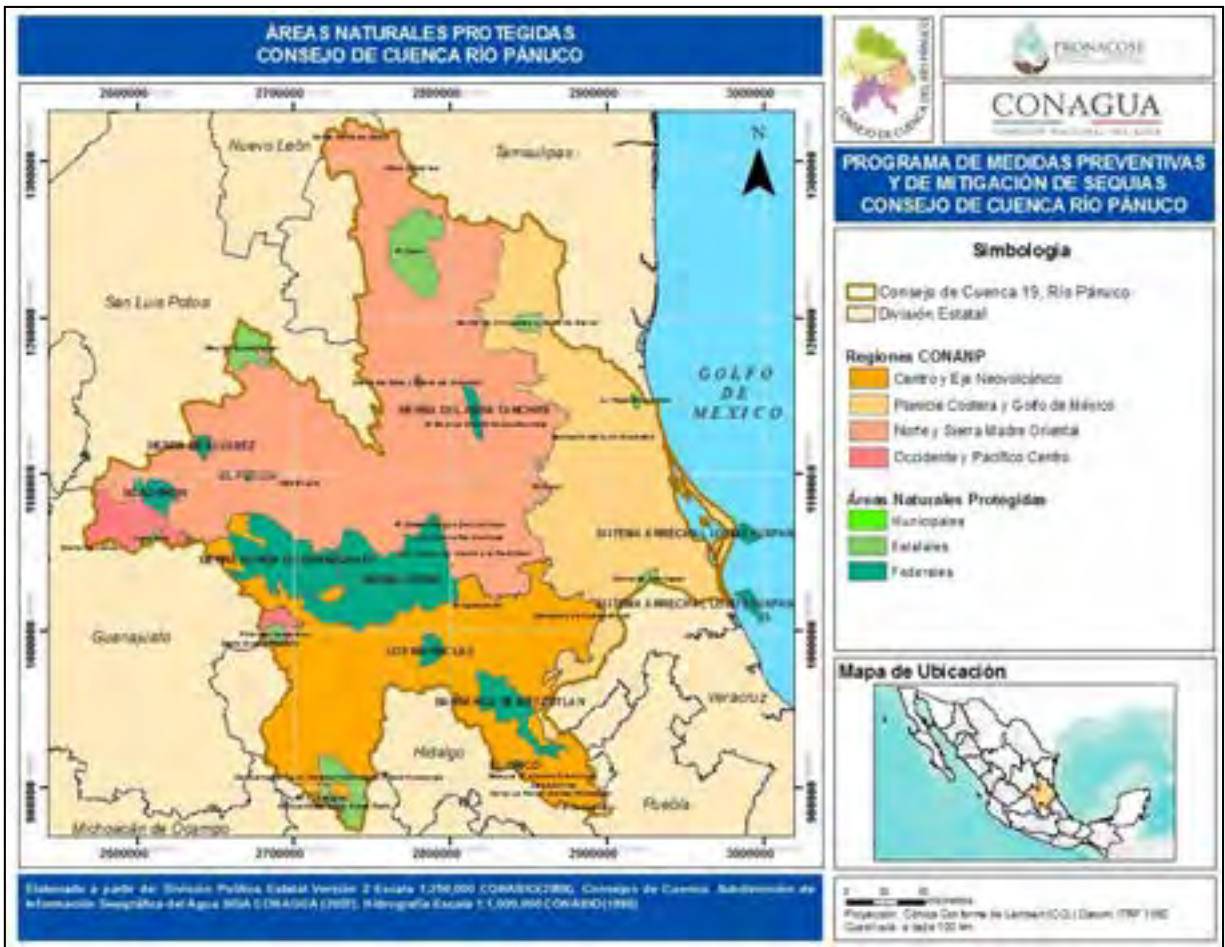
Tabla 2.3 Áreas Naturales Protegidas federales en la cuenca del río Pánuco, CC-19 (CONANP, 2014).

	Nombre	Categoría de manejo	Estado	Decreto	Superficie (km ²)
Región Centro y Eje Neo-volcánico					
1.	Los Mármoles	Parque Nacional	Hidalgo	08sep1936	23.15
2.	El Chico	Parque Nacional	Hidalgo	06jul1982	27.39
3.	Sierra Gorda	Reserva de la biosfera	Querétaro	19may1997	3,835.67
4.	Barranca de Metztitlán	Reserva de la biosfera	Hidalgo	27nov2000	960.43
5.	Sierra Gorda de Guanajuato	Reserva de la biosfera	Guanajuato	02feb2007	2,368.82
Región Planicie Costera y Golfo de México					
6.	Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan	Área de Protección de Flora y Fauna	Veracruz	05jun2009	3,057.11
Región Norte y Sierra Madre					
7.	El Potosí	Parque Nacional	S.L.P.	15sep1936	20.00
8.	Gogorrón	Parque Nacional	S.L.P.	22sep1936	250.00
9.	Sierra de Álvarez	Área de Protección de Flora y Fauna	S.L.P.	07abr1981	169.00
10.	Sierra de Abra Tanchipa	Reserva de la biosfera	S.L.P.	06jun1994	214.64
Total:					8,383.16

A nivel estatal, el CC-19 tiene 23 ANP decretadas (Mapa 2.16) y (Tabla 2.4); mientras que sólo existen 5 ANP a nivel municipal (CONABIO, 2010) (Tabla 2.5).

Tabla 2.4 Áreas Naturales Protegidas estatales en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

Nombre		Categoría de manejo	Estado	Decreto	Superficie (km ²)
1.	El Oso Bueno	Parque Estatal	Edo. de México	07jun1977	132.70
2.	El Cielo	Área Ecológica Protegida Reserva de la Biosfera	Tamaulipas	13jul1985	1445.31
3.	Bernal de Horcasitas o Cerro de Bernal	Monumento Natural	Tamaulipas	30ago1997	4.09
4.	Real de Guadalcázar	Reserva Estatal con Características de Reserva de la Biosfera	S.L.P.	20sep1997	2.85
5.	Palma Larga	Parque Estatal	S.L.P.	05jun1998	182.05
6.	Santuario del Loro Huasteco	Zona Sujeta Conservación Ecológica y de Valor Esc*	Veracruz	17nov1999	1.00
7.	Peña Alta	Área de Uso Sustentable	Guanajuato	06jun2000	2.85
8.	Pinal del Zamorano	Reserva de Conservación	Guanajuato	06jun2000	0.31
9.	Santa Marta de Abajo	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	Nuevo León	24nov2000	0.25
10.	La Hoya de las Huahuas	Monumento Natural	S.L.P.	15mar2001	710.24
11.	El Sótano de Las Golondrinas	Monumento Natural	S.L.P.	15mar2001	152.88
12.	El Bosque Adolfo Roque Bautista	Parque Estatal	S.L.P.	15mar2001	138.62
13.	Las Cuevas del Viento y la Fertilidad	Sitio Sagrado Natural	S.L.P.	15mar2001	151.52
14.	Mario Molina Pasquel	Reserva Estatal	Querétaro	07feb2003	15.93
15.	Media Luna	Parque Estatal	S.L.P.	07jun2003	17.96
16.	Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango	Parque Estatal	Edo. de México	08ago2004	0.96
17.	Bosque El Hiloche	Parque Estatal	Hidalgo	06sep2004	2570.00
18.	Cascadas de Cuatenáhuatl	Zona Preserv Ecol de los Centros de Población	Hidalgo	06dic2004	0.08
19.	Cerro La Paila-El Susto	Zona Preserv Ecol de los Centros de Población	Hidalgo	31ene2005	0.12
20.	Sierra de Otontepec	Reserva Ecológica	Veracruz	02mar2005	0.18
21.	Cerro La Paila - Matías Rodríguez	Zona Preserv Ecol de los Centros de Población	Hidalgo	17mar2005	0.24
22.	Sierra del Este y Sierra de Enmedio	Reserva Estatal	S.L.P.	16may2006	0.27
23.	Tancojól	Reserva Estatal	S.L.P.	04abr2008	0.69
Total					5,531.09



Mapa 2.16 Áreas Naturales Protegidas en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

Tabla 2.5 Áreas Naturales Protegidas municipales en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

Nombre		Categoría de manejo	Municipio	Decreto	Superficie (km²)
1.	Tulancingo	Reserva Ecológica	Tulancingo de Bravo, Hgo.	19jul1990	0.01
2.	La Vega Escondida	Zona Especial Sujeta a Conservación Ecológica	Tampico, Tamps.	12nov2003	0.28
3.	La Lagunilla	Zona de preservación ecológica de los centros de población	Tulancingo de Bravo, Hgo.	12abr2004	0.42
4.	El Campanario	Zona de preservación ecológica de los centros de población	Cuautepec de Hinojosa, Hgo.	26abr2004	0.45
5.	El Aguacatillo	Zona de preservación ecológica de los centros de población	Chapulhuacán, Hgo.	13dic2004	22.17
Total:					23.32

2.2.2. Sitios RAMSAR

En el ámbito internacional, se firmó un tratado de carácter intergubernamental en la Ciudad de Ramsar, Irán, en 1971, conocida como la Convención RAMSAR. La Convención tiene tres pilares: el uso racional de los humedales, la lista de humedales de importancia internacional y la cooperación internacional (CONAGUA, 2014a). Su principal objetivo es la conservación y uso racional de los humedales mediante acciones locales, regionales y nacionales con la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo.

Tabla 2.6 Sitios RAMSAR en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

No.	Clave RAMSAR	Nombre	Estado	Municipio	Decreto	Superficie (km ²)
1.	1337	Laguna de Metztlán	Hidalgo	Eloxochitlán, Metztlán	02/02/2004	29.37
2.	1352	Presa Jalpan	Querétaro	Jalpan de Serra	02/02/2004	0.68
3.	1596	Laguna de Tamiahua	Veracruz	Ozuluama de Mascareñas, Tamalín, Tamiahua, Tampico Alto, Tuxpan	27/11/2005	880.00
4.	1766	Arroyos y Manantiales de Tanchachín	S. L. P.	Ciudad Valles y Aquismon	02/02/2008	11.74
5.	1814	Ciénegas de Tamasopo	S. L. P.	Tamasopo	02/02/2008	13.64
Total:						935.43

Dentro del CC-19 existen 5 declaratorias de sitios RAMSAR (RSIS, 2015), estas son: Manantiales de Tanchachín y Ciénegas de Tamasopo y Arroyos en el estado de San Luis Potosí; la presa de Jalpan en Querétaro; la Laguna de Metztlán en Hidalgo y la Laguna de Tamiahua en Veracruz, sitio RAMSAR con mayor superficie territorial, 88 km², en el CC-19 que comprende los municipios de Ozuluama de Masacareñas, Tamalín, Tamiahua, Tampico Alto y Tuxpan (Tabla 2.6). En la Mapa 2.17, se muestra la ubicación espacial de los sitios RAMSAR dentro de la cuenca del río Pánuco.



Mapa 2.17 Sitios RAMSAR en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

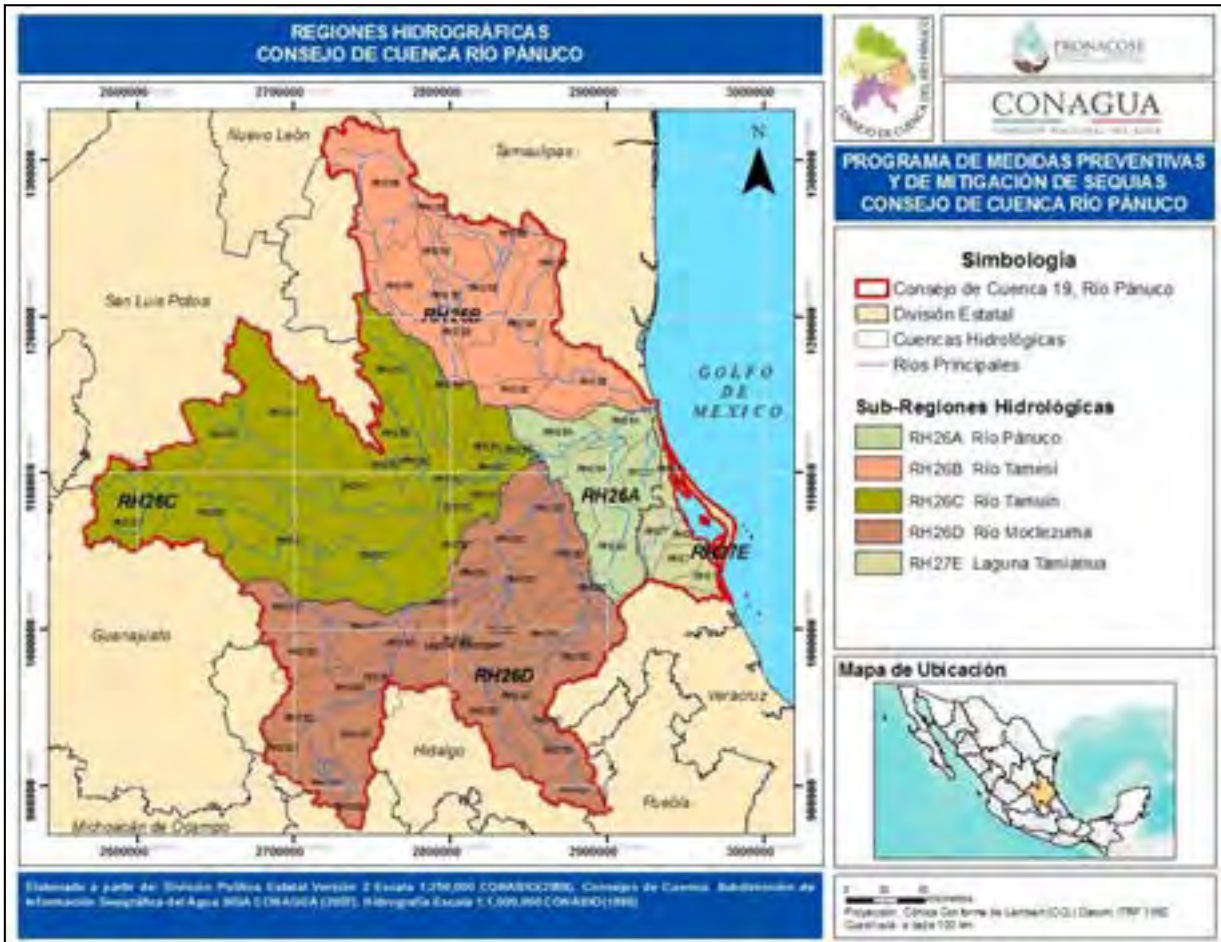
2.3. Recursos Hídricos

2.3.1. Aguas superficiales

Cuencas hidrográficas

La cuenca del río Pánuco la conforman la Región Hidrográfica 26 y parte de la Región Hidrográfica 27 correspondiente a la cuenca del río Pánuco y Tuxpan-Nautla, respectivamente (Mapa 2.18). Con base en la información mostrada en el SIATL del INEGI (INEGI, 2014) la cuenca se divide en cinco subregiones o cuencas hidrográficas que comprenden las aportaciones de las siguientes corrientes naturales:

- Cuenca del río Pánuco RH26A
- Cuenca del río Tamesí RH26B
- Cuenca del río Tamuín RH26C
- Cuenca del río Moctezuma RH26D
- Cuenca de la Laguna Tamiahua RH27E



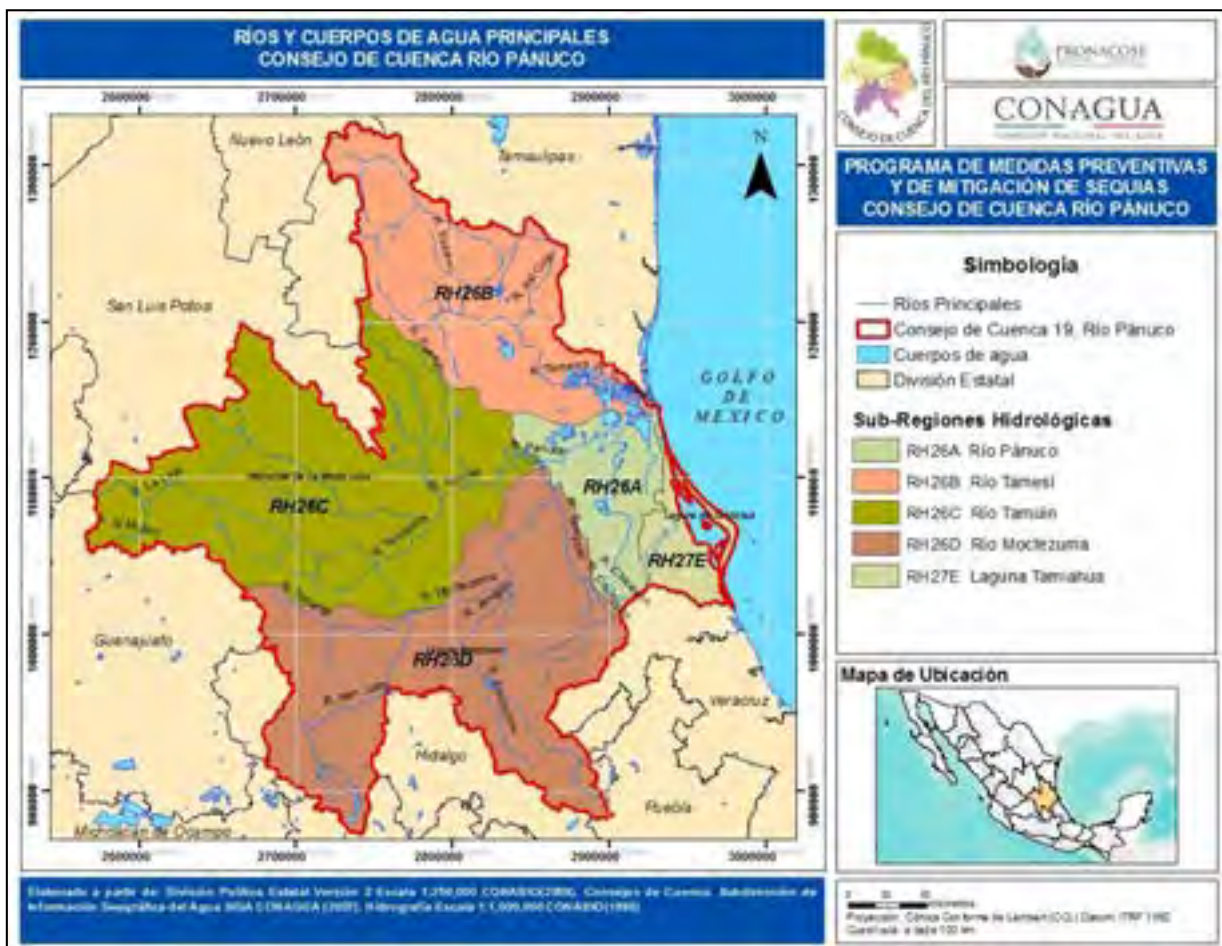
Mapa 2.18 Regiones hidrográficas en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

Las características hidrográficas principales de estas cuencas, se resumen en la Tabla 2.7 y en el **Anexo 2**, se muestran las características hidrográficas de todas sus subcuencas.

Tabla 2.7 Características hidrográficas de la cuenca del río Pánuco.

Cuenca	Área de la cuenca, km ²	Pendiente media de la cuenca, %	Longitud del cauce principal, km	Elevación máxima de la corriente principal, msnm	Elevación mínima de la corriente principal, msnm	Pendiente del cauce principal, %	Coefficiente de escurrimiento, %
Río Pánuco RH26A	7,011.6	3.28	546.87	708.00	5.00	0.1473	10 a 30
Río Tamesí RH26B	16,966.9	23.92	787.05	3,039.00	10.00	4.3248	10 a 20
Río Tamuín RH26C	30,450.3	22.85	1,320.17	2,754.00	1,327.00	1.2215	0 a 30
Río Moctezuma RH26D	27,421.6	24.93	2,083.14	3,171.00	10.00	1.2694	0 a 30
Laguna Tamiahua RH27E	4,189.9	9.17	332.34	1,090.00	1.00	0.9893	10 a 30

Fuente: Simulador de Flujos de Agua de Cuencas hidrográficas, INEGI. Página web: Antares.inegi.org.mx/análisis/red_hidro/SIATL/#
Fecha de consulta: 11/Junio/2014.



Mapa 2.19 Ríos y cuerpos de agua principales en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

El cauce principal está representado por río Pánuco, con vertiente al Golfo de México y Mar Caribe, y tiene una longitud total de 5,069.57 km. De acuerdo

al Atlas del Agua 2013 (CONAGUA, 2013a), los principales cuerpos de agua que se encuentran en la cuenca del río Pánuco son: la Laguna de Tamiahua o La Ciénaga, la Laguna de Metztlán y el Manantial de la Media Luna. La Laguna de Tamiahua mide de norte a sur 110 km y tiene de este a oeste 25 km de anchura máxima. La Laguna de Metztlán es la represa natural más grande de México, en sus 2,937.20 hectáreas habitan más de 93 especies de aves, 16 de mamíferos, y varios tipos de peces. El Manantial de la Media Luna es el de mayor importancia en San Luis Potosí desde el punto de vista científico, turístico histórico y ecológico. Está distribuido en una zona de 2.5 hectáreas y comprende una serie de canales y seis manantiales. El **Mapa 2.19**, muestra el cauce principal y los principales cuerpos de agua.

Disponibilidad media

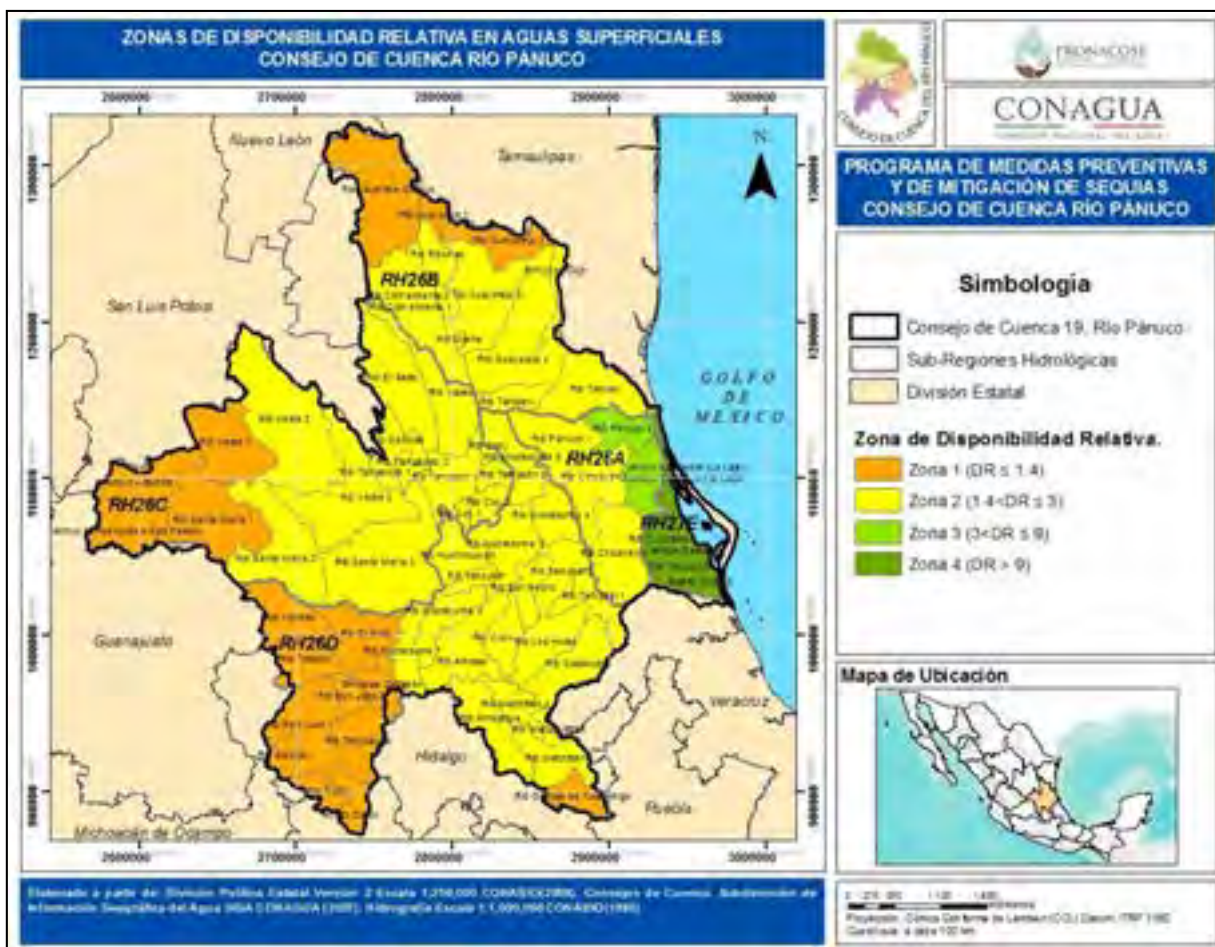
La Ley de Aguas Nacionales establece que para otorgar los títulos de concesión o asignación se tomará en cuenta la disponibilidad media anual de agua de la cuenca hidrológica o acuífero en el que se vaya a realizar el aprovechamiento. Para tal fin la SEMARNAT a través de la CONAGUA estima y publica las disponibilidades de las aguas nacionales a través del Diario Oficial de la Federación, para lo cual generó la norma **NOM-011-CNA-2000** “*Conservación del recurso agua, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales*” (DOF, 17abr2002). A continuación se resumen las disponibilidades y condiciones de veda en las aguas superficiales de la cuenca del río Pánuco.

La CONAGUA ha identificado y nombrado 69 subcuencas hidrológicas, en la cuenca del río Pánuco. Según la última publicación de disponibilidad de aguas superficiales de la SEMARNAT en el Diario Oficial de la Federación existe una

disponibilidad media anual en la cuenca del río Pánuco de 55,895.09 Mm³. De las 69 subcuencas, 18 observan déficit: 3 cuencas de la RH26B río Tamesí, 4 cuencas de la RH26C río Tamuín y 11 de la RH26D. Por otra parte, la última reforma a la Ley Federal de Derechos en materia de agua, en su Art. 223 establece que por la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, se pagará el derecho sobre agua, de conformidad con la zona de disponibilidad de agua y la cuenca o acuífero en que se efectúe su extracción (DOF, 11dic2013).

Por tal motivo, la SEMARNAT publica en el Diario Oficial de la Federación del 27 de marzo de 2014 el *"ACUERDO por el que se dan a conocer las zonas de disponibilidad que corresponden a las cuencas y acuíferos del país para el ejercicio fiscal 2014, en términos del último párrafo del artículo 231 de la Ley Federal de Derechos vigente"* (DOF, 27mar2014). *"Que el artículo 231, fracción I, de la Ley Federal de Derechos establece que la zona de disponibilidad de las cuencas del país..., se determinará ubicando dentro de los siguientes rangos el resultado derivado de la fórmula prevista en dicha fracción"*.

La Tabla 2.8, muestra la disponibilidad media anual, la disponibilidad relativa y la zona de disponibilidad de cada una de las subcuencas identificadas en la cuenca del río Pánuco. El Mapa 2.20, muestra la distribución espacial de las zonas de disponibilidad para cada subcuenca.



Mapa 2.20 Condición de disponibilidad de las aguas superficiales en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

Tabla 2.8 Disponibilidad media anual de aguas superficiales en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

No.	Nombre de la Subcuenca	Volumen medio anual natural (Mm ³) ¹	Disponibilidad (Mm ³) ¹	Disponibilidad Relativa (DR) ²	Zona de Disponibilidad de Aguas Superficiales ²
Región Hidrológica RH26A Río Pánuco					
1.	Río Chicayán 1	309.89	136.32	1.78	2
2.	Río Chicayán 2	256.60	328.83	2.61	2
3.	Río Pánuco 1	184.69	8,480.96	3.00	2
4.	Arroyo Tamacuil o La Llave	176.10	121.25	3.19	3
5.	Río Pánuco 2	172.46	10,233.67	3.29	3
Región Hidrológica RH26B Río Tamesí					
6.	Río Jaumave-Chihue	130.64	27.39	1.24	1
7.	Río Guayalejo 1	249.92	87.61	1.32	1
8.	Río Guayalejo 2	125.41	128.65	1.33	1

No.	Nombre de la Subcuenca	Volumen medio anual natural (Mm ³) ¹	Disponibilidad (Mm ³) ¹	Disponibilidad Relativa (DR) ²	Zona de Disponibilidad de Aguas Superficiales ²
9.	Río Sabinas	517.11	161.49	1.45	2
10.	Río Comandante 1	243.36	74.90	1.43	2
11.	Río Comandante 2	711.62	283.84	1.43	2
12.	Río Mante	132.02	39.10	1.42	2
13.	Río Guayalejo 3	267.66	713.78	1.45	2
14.	Arroyo el Cojo	39.18	13.86	1.49	2
15.	Río Tantoán	83.42	47.29	2.27	2
16.	Río Guayalejo 4	400.06	941.56	1.64	2
17.	Río Tamesí	251.46	1,165.49	2.06	2
Región Hidrológica RH26C Río Tamuín					
18.	Río Verde 1	31.59	8.10	1.31	1
19.	Río Verde 2	134.37	57.01	1.42	2
20.	Río Verde 3	77.97	97.94	1.98	2
21.	Arroyo el Puerquito o San Bartolo	36.43	0.00	1.00	1
22.	Arroyo Altamira	44.20	0.00	1.00	1
23.	Río Santa María 1	86.72	0.00	0.97	1
24.	Río Santa María 2	115.30	58.66	1.75	2
25.	Río Santa María 3	653.08	409.93	2.04	2
26.	Río Tamasopo 1	312.60	161.00	2.05	2
27.	Río Tamasopo 2	352.79	354.53	2.12	2
28.	Río Gallinas	393.98	204.86	2.06	2
29.	Río El Salto	788.25	424.35	1.55	2
30.	Río Valles	286.01	132.77	1.62	2
31.	Río Tampaón 1	1,586.65	2,531.24	2.18	2
32.	Río Choy	237.41	130.11	2.11	2
33.	Río Coy 1	914.34	498.71	2.19	2
34.	Río Coy 2	135.17	580.84	2.22	2
35.	Río Tampaón 2	81.47	3,170.44	2.24	2
Región Hidrológica RH26D Río Moctezuma					
36	Arroyo Zarco	48.83	0.00	0.95	1
37	Río Ñado	28.26	0.00	0.65	1
38	Río Galindo	38.02	0.00	0.81	1
39	Río San Juan 1	95.27	0.00	1.00	1
40	Río Tecozautla	66.79	0.29	1.00	1
41	Río San Juan 2	12.03	0.13	1.00	1
42	Río Grande de Tulancingo	46.67	8.88	1.14	1
43	Río Metztlán 1	133.36	61.02	1.51	2
44	Río Metzquitlán	32.34	14.49	1.81	2
45	Río Metztlán 2	55.25	112.41	1.80	2
46	Río Amajaque	85.51	51.55	2.29	2
47	Río Claro	454.95	289.5	2.73	2
48	Río Amajac	863.96	682.15	2.53	2
49	Río Calabozo	1196.82	584.56	1.95	2
50	Río Los Hules	990.25	481.68	1.94	2
51	Río Tempoal 1	253.95	1,197.06	1.96	2
52	Río San Pedro	376.43	214.67	2.30	2

No.	Nombre de la Subcuenca	Volumen medio anual natural (Mm ³) ¹	Disponibilidad (Mm ³) ¹	Disponibilidad Relativa (DR) ²	Zona de Disponibilidad de Aguas Superficiales ²
53	Río Tempoal 2	278.41	1,589.05	2.41	2
54	Río Victoria	40.74	7.31	1.21	1
55	Río Tolimán	31.33	4.65	1.15	1
56	Río Extoraz	66.6	20.14	1.18	1
57	Embalse Zimapán	70.88	0.00	0.79	1
58	Río Moctezuma 1	50.61	627.43	2.31	2
59	Río Moctezuma 2	699.33	1,062.67	2.75	2
60	Río Tancuilín	394.49	242.91	2.58	2
61	Río Huchihuayan	799.96	496.01	2.61	2
62	Río Moctezuma 3	509.99	2,966.36	2.49	2
63	Río Moctezuma 4	167.32	4,674.05	2.57	2
64	Río Moctezuma 5	153.08	8,115.28	2.56	2
Región Hidrológica RH27E Laguna Tamiahua					
65	Río Cucharas	207.06	205.44	127.81	4
66	Río Tancochín	149.40	145.35	36.80	4
67	Arroyo La Piedra (La Laja)	71.09	70.95	507.71	4
68	Arroyo Carbajal	45.68	44.94	61.71	4
69	Estero Galindo	117.84	117.68	736.50	4

¹ RH26 (DOF, 18jul2011), RH27 (DOF, 29may2013)² (DOF, 27mar2014)

Veda en aguas superficiales

La Ley de Aguas Nacionales, en su Art. 3 fracción LXV, define "zona de veda" como "aquellas áreas específicas de las regiones hidrológicas, cuencas hidrológicas o acuíferos, en las cuales no se autorizan aprovechamientos de agua adicionales a los establecidos legalmente y éstos se controlan mediante reglamentos específicos, en virtud del deterioro del agua en cantidad o calidad, por la afectación a la sustentabilidad hidrológica, o por el daño a cuerpos de agua superficiales o subterráneos".

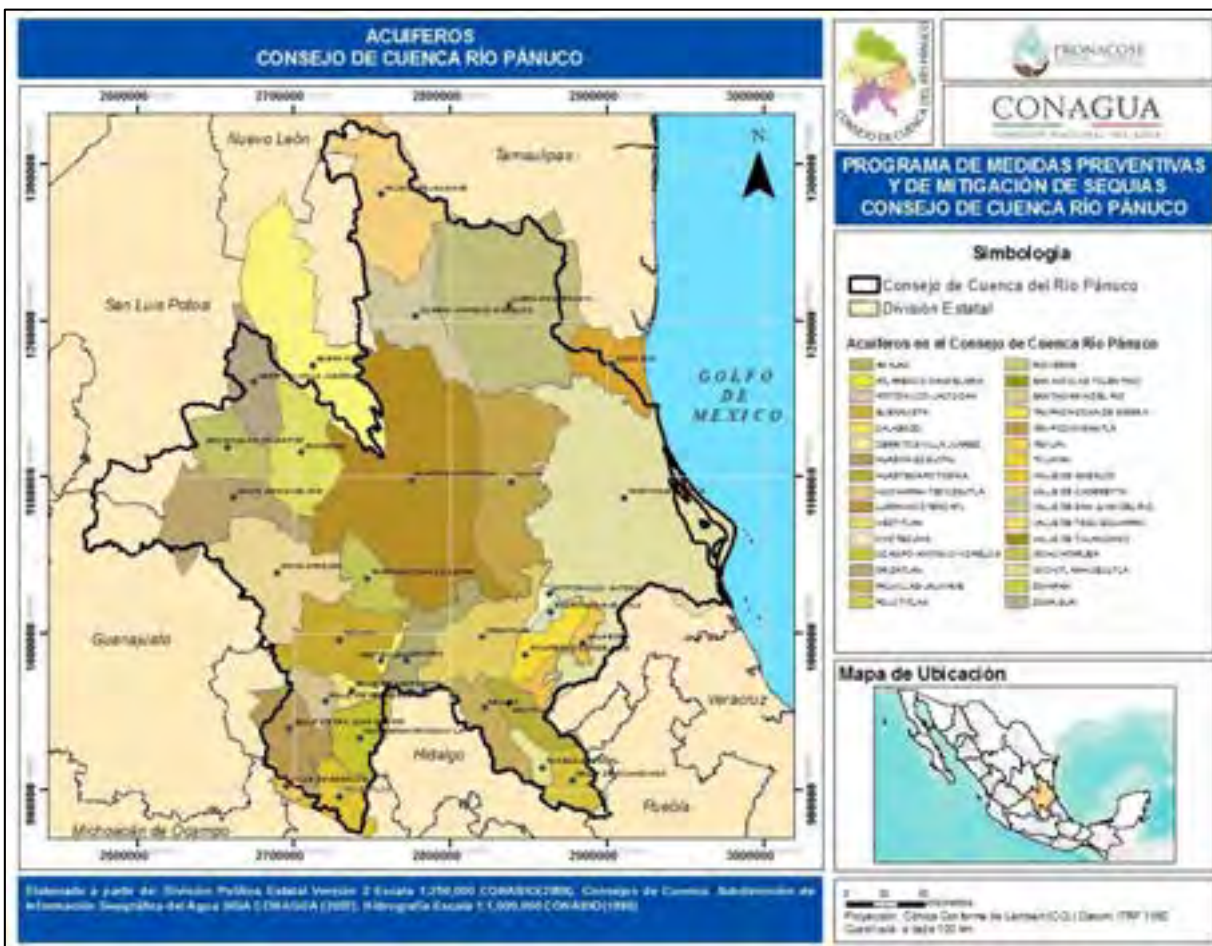
Sólo existe veda en dos subcuencas: río San Juan y río Tulancingo, y datan desde 1936 y 1942, respectivamente. En la Tabla 2.9, se anotan los Acuerdos que establecen veda sobre la concesión y asignación para los aprovechamientos de las aguas superficiales comprendidas dentro de los límites que forman la cuenca del río Pánuco, publicadas en el Diario Oficial de la Federación.

Tabla 2.9 Vedas de aguas superficiales en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

No.	Subcuenca	Región Hidrológica	Acuerdo
1.	Río Grande de Tulancingo	RH26D Río Moctezuma	o ACUERDO que veda el otorgamiento de concesiones de aguas en la cuenca del río Chico de Tulancingo y su afluente Huixtongo, Hgo. (DOF 29abr1942).
2.	Río San Juan	RH26D Río Moctezuma	o ACUERDO que veda la concesión de aguas del río San Juan del Río, Qro. (DOF 27abr1936).

2.3.2. Aguas subterráneas

Los acuíferos



Mapa 2.21 Acuíferos en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

Los acuíferos comprendidos dentro del espacio geográfico de la cuenca hidrográfica del río Pánuco son 32, según el "ACUERDO por el que se da a

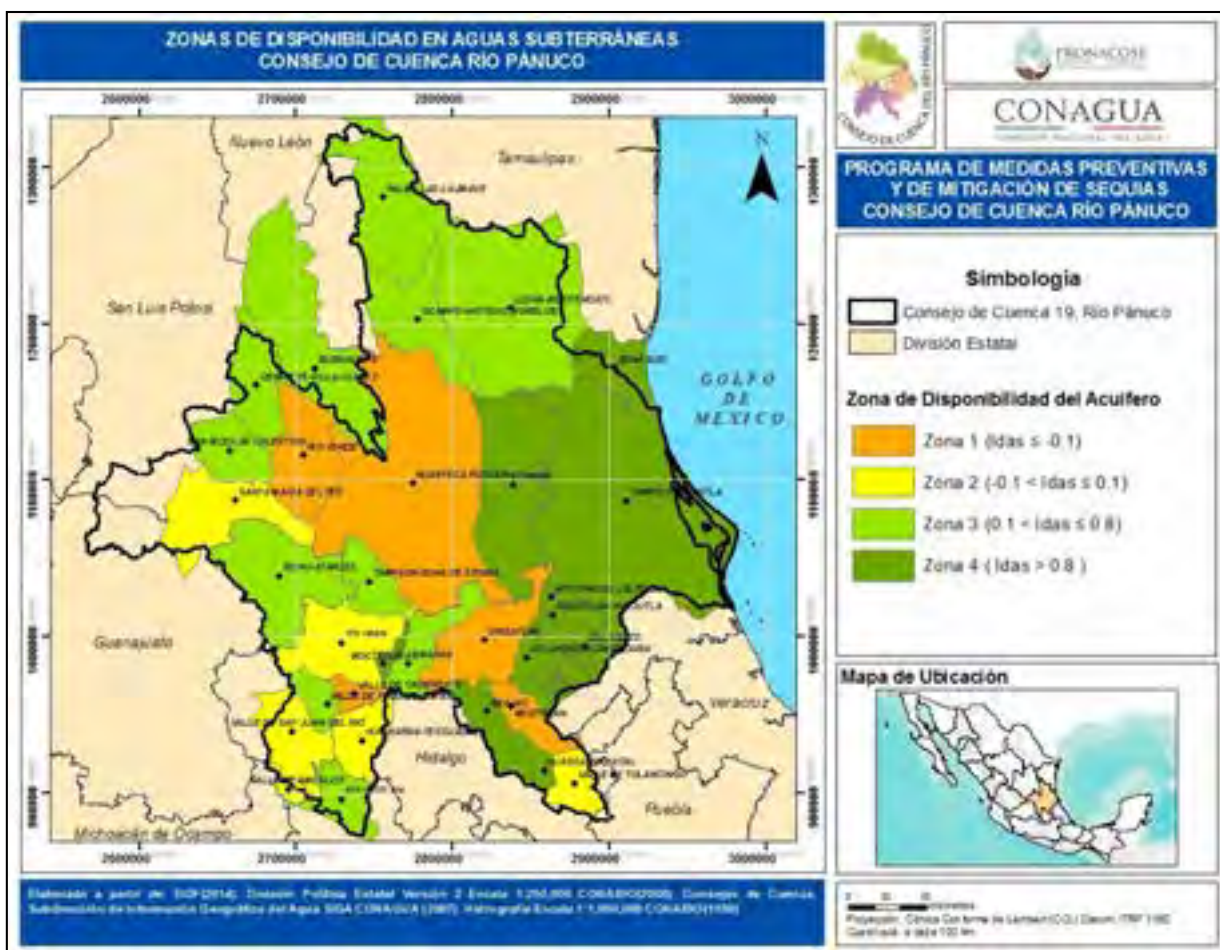
conocer al público en general la denominación única de los acuíferos reconocidos en el territorio de los Estados Unidos Mexicanos, por la Comisión Nacional del Agua,..." (DOF, 05dic2001). El Mapa. 2.21 muestra su localización y la Tabla 2.10, la superficie de cada uno.

Tabla 2.10 Acuíferos en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

No.	Clave	Nombre	Estado	Superficie km ²
1.	1101	Xichú – Atarjea	Hidalgo	3,815.00
2.	1301	Zimapán	Hidalgo	1,612.00
3.	1302	Orizatlán	Hidalgo	2,900.00
4.	1303	Atotonilco-Jaltocan	Hidalgo	217.00
5.	1304	Xochitlán--Huejutla	Hidalgo	258.00
6.	1305	Atlapexco--Candelaria	Hidalgo	1,104.00
7.	1306	Calabozo	Hidalgo	852.00
8.	1307	Huichapan--Tecoautla	Hidalgo	1,448.00
9.	1314	Metztitlán	Hidalgo	1,100.00
10.	1315	Huasca-Zoquital	Hidalgo	467.00
11.	1317	Valle de Tulancingo	Hidalgo	1,021.00
12.	1321	Amajac	Hidalgo	1,411.00
13.	1503	Polotitlán	Querétaro	1,523.00
14.	2203	Valle de San Juan del Río	Querétaro	2,264.48
15.	2205	Valle de Tequisquiapan	Querétaro	640.63
16.	2206	Valle de Cadereyta	Querétaro	462.00
17.	2207	Tolimán	Querétaro	89.00
18.	2209	Valle de Amealco	Querétaro	304.00
19.	2210	Moctezuma	Querétaro	239.60
20.	2211	Tampaon--Zona de Sierra	San Luis Potosí	1,299.10
21.	2410	Buenavista	San Luis Potosí	2,039.00
22.	2414	Cerritos--Villa Juárez	San Luis Potosí	2,039.00
23.	2415	Río Verde	San Luis Potosí	2,770.00
24.	2416	San Nicolás Tolentino	San Luis Potosí	1,969.00
25.	2417	Santa María del Río	San Luis Potosí	2,122.00
26.	2418	Huasteca--Potosina	Tamaulipas	12,265.60
27.	2419	Tamuín	Tamaulipas	5,080.50
28.	2810	Palmillas -- Jaumave	Tamaulipas	4,471.00
29.	2811	Llera -- Xicoténcatl	Tamaulipas	8,778.00
30.	2812	Ocampo--Antiguo Morelos	Tamaulipas	2,798.00
31.	2813	Zona Sur	Tamaulipas	1,834.00
32.	3017	Tampico-Misantla	Tamaulipas	13,188.80
Superficie Total:				82,381.71

Disponibilidad media

En la cuenca del río Pánuco existen 32 unidades hidrogeológicas o acuíferos nombrados, los cuáles funcionan como acuíferos regionales cada uno con características hidráulicas muy diferentes. De acuerdo a la última publicación de la disponibilidad de aguas subterráneas, de la SEMARNAT en el Diario Oficial de Federación (DOF, 27mar2014), existe una disponibilidad media anual de 659.15 Mm³. Cinco acuíferos observan déficit: acuífero 1307 Huichapán-Tecoautla, acuífero 1317 Valle de Tulancingo, acuífero 2203 Valle de San Juan del Río, acuífero 2207 Tolimán y acuífero 2417 Santa María del Río (Mapa 2.22).



Mapa 2.22 Condición de disponibilidad de aguas subterráneas en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

La Tabla 2.11, muestra la disponibilidad media anual, el índice de disponibilidad y la zona de disponibilidad para cada acuífero, la RH27E es la región con mayor disponibilidad de agua. El **Anexo 3**, resume los acuíferos y sus principales características.

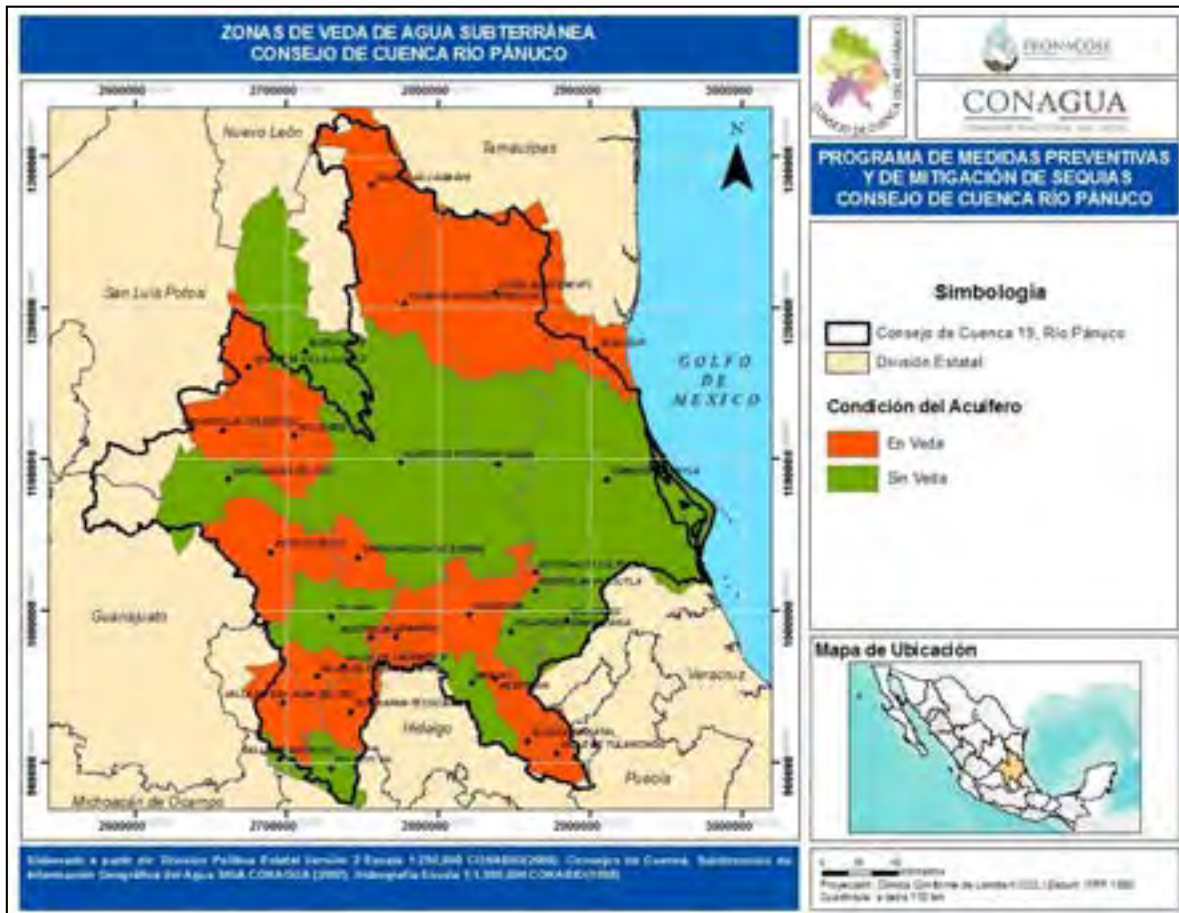
Tabla 2.11 Disponibilidad media anual de aguas subterráneas en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

No.	Clave	Nombre del Acuífero	Disponibilidad (Mm ³) ¹	Índice de Disponibilidad de Aguas Subterráneas ²	Zona de Disponibilidad de Aguas Subterráneas ²
1.	1101	Xichu-Atarjea	4.12	0.45	3
2.	1301	Zimapan	1.86	0.42	3
3.	1302	Orizatlan	6.40	1.00	4
4.	1303	Atotonilco-Jaltocán	4.11	0.98	4
5.	1304	Xochitlán-Huejutla	7.15	0.88	4
6.	1305	Atlapexco-Candelaria	8.94	0.99	4
7.	1306	Calabozo	9.50	1.00	4
8.	1307	Huichapan-Tecoautla	0.00	-0.40	1
9.	1314	Metztitlán	16.22	0.70	3
10.	1315	Huasca-Zoquital	12.79	0.84	4
11.	1317	Valle de Tulancingo	0.00	-0.10	1
12.	1321	Amajac	1.38	0.33	3
13.	1503	Polotitlán	0.53	0.04	2
14.	2203	Valle de San Juan Del Río	0.00	-0.70	1
15.	2205	Valle de Tequisquiapan	5.17	0.00	2
16.	2206	Valle de Cadereyta	0.69	0.20	3
17.	2207	Tolimán	0.00	-0.10	1
18.	2209	Valle de Amealco	3.080	0.14	3
19.	2210	Moctezuma	43.420	1.00	4
20.	2211	Tampaón-Zona De Sierra	34.210	0.97	4
21.	2410	Buenavista	8.56	0.32	3
22.	2414	Cerritos Villa-Juárez	6.42	0.29	3
23.	2415	Río Verde	78.35	0.48	3
24.	2416	Sán Nicolás Tolentino	9.26	0.65	3
25.	2417	Santa María Del Río	0.00	-3.50	1
26.	2418	Huasteca-Potosina	102.51	0.81	4
27.	2419	Tamuín	73.67	0.92	4
28.	2810	Palmillas Jaumave	8.01	0.71	3
29.	2811	Llera-Xicoténcatl	17.16	0.33	3
30.	2812	Ocampo-Antiguo Morelos	18.91	0.61	3
31.	2813	Zona Sur	8.41	0.75	3
32.	3017	Tampico-Misantla	164.28	0.86	4

¹ (DOF, 27mar2014).² (DOF, 27mar2014)

Veda en aguas subterráneas

La Ley de Aguas Nacionales, en su artículo 7, fracciones II y IV, establece que son causas de utilidad pública la protección, mejoramiento, conservación y restauración de los acuíferos, así como el restablecimiento del equilibrio hidrológico de las aguas nacionales del subsuelo.



Mapa 2.23 Acuíferos en veda en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

Asimismo, el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 establece que para un desarrollo sustentable del país, resulta necesario proteger el recurso hídrico y prevenir su sobrexplotación, motivo, el Gobierno Federal ha emitido vedas que restringen la extracción de agua subterránea, por lo cual se publica el "ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre

alumbramiento de las aguas nacionales del subsuelo en el acuífero que se indica" (DOF, 05abr2013).

A diciembre de 2014 de un total de 32 acuíferos nombrados bajo el subsuelo de la cuenca del río Pánuco, se tenían 20 zonas de veda, decretadas o acordadas total o parcialmente en veda. El Mapa 2.23 muestra los acuíferos en veda y la Tabla 2.12, muestra la fecha del Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación.

Tabla 2.12 Acuíferos en veda en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

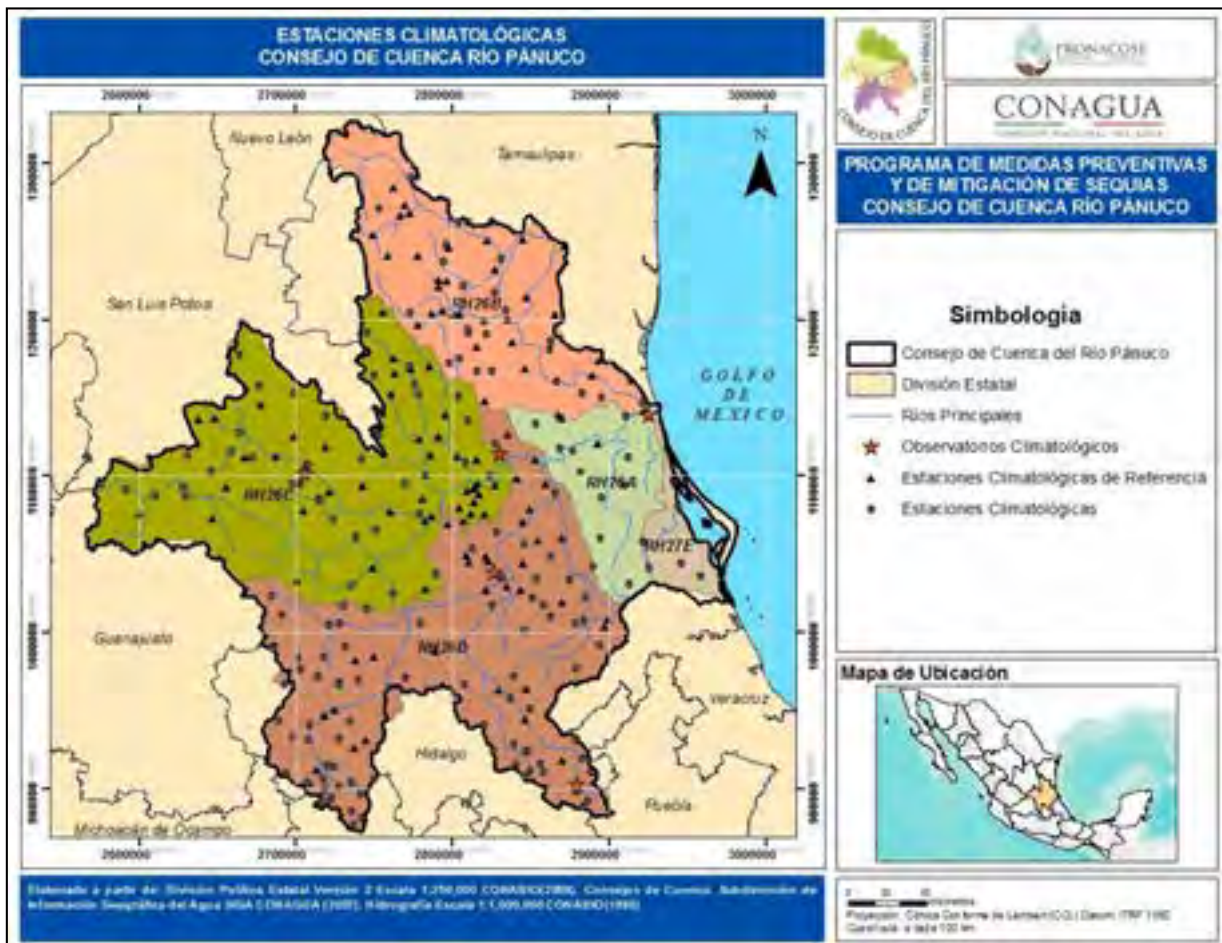
No.	Clave	Nombre del Acuífero	Entidad Federativa	Fecha de Publicación DOF
1.	1101	Xichu-Atarjea	Guanajuato	14-nov-83
2.	1301	Zimapan	Hidalgo	05-abr-13
3.	1302	Orizatlan	Hidalgo	05-abr-13
4.	1303	Atotonilco-Jaltocan	Hidalgo	05-abr-13
5.	1307	Huichapan-Tecoautla	Hidalgo	11-feb-56
6.	1314	Metztitlán	Hidalgo	23-sep-65
7.	1315	Huasca-Zoquital	Hidalgo	23-sep-65
8.	1317	Valle de Tulancingo	Hidalgo	23-sep-65
9.	2203	Valle de San Juan Del Río	Querétaro	06-feb-76
10.	2205	Valle de Tequisquiapan	Querétaro	06-feb-76
11.	2206	Valle de Cadereyta	Querétaro	03-oct-51
12.	2210	Moctezuma	Querétaro	06-feb-76
13.	2211	Tampaón-Zona De Sierra	Querétaro	05-abr-13
14.	2414	Cerritos Villa-Juárez	San Luis Potosí	09-jul-66
15.	2415	Río Verde	San Luis Potosí	09-jul-66
16.	2416	Sán Nicolas Tolentino	San Luis Potosí	09-jul-66
17.	2810	Pamillas Jaumave	Tamaulipas	21-feb-55
18.	2811	Llera-Xicotencatl	Tamaulipas	21-feb-55
19.	2812	Ocampo-Antiguo Morelos	Tamaulipas	21-feb-55
20.	2813	Zona Sur	Tamaulipas	21-feb-55

2.3.3. Red de monitoreo del recurso hídrico

Con el objeto de dar seguimiento a la situación del recurso hídrico en México, la CONAGUA cuenta con una red de monitoreo climatológico, hidrométrico y de calidad de agua. La red de estaciones climatológicas mide la temperatura,

precipitación pluvial, evaporación, velocidad y dirección de viento. La red de estaciones hidrométricas mide la cantidad de agua que fluye en ríos, canales, tuberías y a la salida de las presas, por lo que sirven para conocer la cantidad disponible del recurso y su distribución entre usuarios. Y la red de monitoreo de la calidad de agua se lleva a cabo utilizando tres indicadores, la demanda bioquímica de oxígeno a cinco días (DBO5), la demanda química de oxígeno (DQO) y los sólidos suspendidos totales (SST).

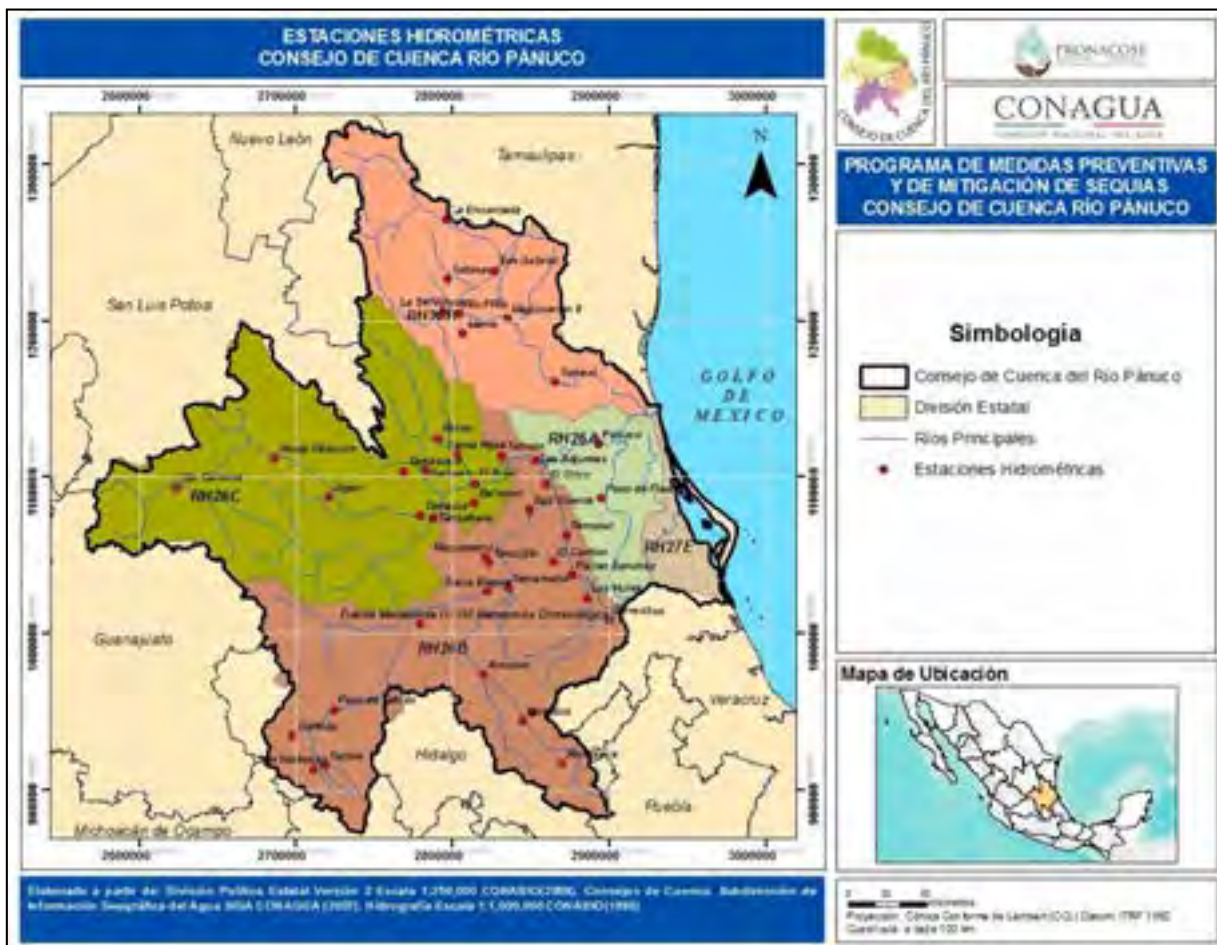
Estaciones Climatológicas



Mapa 2.24 Red de estaciones climatológicas en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

De acuerdo a la última publicación del Atlas del Agua de la CONAGUA (CONAGUA, 2014a), la cuenca cuenta con un total de 275 estaciones climatológicas oficiales operando (Mapa 2.24), 154 son Estaciones de Referencia de donde se obtienen datos que determinan el comportamiento normal del clima nacional, y 5 de ellas, son Observatorios de donde se obtienen datos que determinan el comportamiento normal del clima mundial. Actualmente, se tiene una carencia de estaciones climatológicas en las regiones RH26A y RH27E, correspondiente al Norte de Veracruz.

Estaciones Hidrométricas



Mapa 2.25 Red de estaciones hidrométricas en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

De acuerdo a la publicación de la disponibilidad de agua en la cuenca del río Pánuco [RH26 (DOF, 18jul2011), RH27 (DOF, 11nov2011)], se tienen 43 estaciones hidrométricas localizadas dentro de la cuenca para determinar la disponibilidad del recurso. Actualmente, la cuenca observa una carencia de estaciones hidrométricas en las regiones RH26A, RH27E, y en la cuenca media de la RH26D. El Mapa 2.25 y Tabla 2.13 muestra las estaciones hidrométricas, que se encuentran dentro del CC-19, y su caudal medio anual.

Tabla 2.13 Estaciones hidrométricas en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

No.	Región Hidrológica	Subcuenca	Estación Hidrométrica		Caudal Medio Anual (m ³ /seg)	
			Clave	Nombre		
1.	RH26A Río Pánuco	Río Chicayán 1	26407	Presa Paso de Piedras Chicayán	8.38	
2.		Río Pánuco 1	26424	Pánuco	449.77	
3.	RH26B Río Tamesí	Río Guayalejo 1	26218	La Encantada	12.30	
4.		Río Guayalejo 2	26447	San Gabriel	8.77	
5.		Río Sabinas	26388	Sabinas	16.10	
6.		Río Comandante 1	26280	La Servilleta	7.29	
7.		Río Comandante 2	26296	Río Frío	30.80	
8.		Río Mante	26334	Mante	5.95	
9.		Río Guayalejo 3	26249	Magiscatzin	72.54	
10.		Río Guayalejo 4	26416	Tamesí	58.85	
11.		RH26C Río Tamuín	Río Verde 1	26337	Nogal Oscuro	2.42
12.			Río Verde 2	26389	Vigas	5.64
13.	Río Verde 3		26292	Tanlacut	8.73	
14.	Arroyo Altamira		26341	Ojo Caliente	0.49	
15.	Río Santa María 3		26268	Tansabaca	41.05	
16.	Río Tamasopo 1		26431	Tamasopo	9.44	
17.	Río Gallinas		26267	Gallinas	35.76	
18.	Río El Salto		26285	Micos	27.40	
19.	Río Valles		26263	Santa Rosa	36.61	
20.	Río Tampaón 1		26272	El Pujal	169.69	
21.	Río Coy 1		26241	Ballesmi	29.79	
22.	Río Tampaón 2		26224	Tamuín	183.02	
23.	RH26D Río Moctezuma		Arroyo Zarco	26020	Taxhie	0.53
24.		Río Nado	26170	San Ildefonso	1.18	
25.		Río Galindo	26162	Galindo	0.57	
26.		Río San Juan 1	26022	Paso de Tablas	1.38	
27.		Río Grande de Tulancingo	26252	Alcholoya	0.72	
28.		Río Metztlán 1	26042	Venados	5.53	
29.		Río Metzquitlán	26282	Álamo	0.92	
30.		Río Metztlán 2	26040	Almolón	6.14	
31.		Río Amajac	26293	Temamatla	50.27	
32.		Río Calabozo	26289	Terrerillos	35.09	
33.		Río Los Hules	26277	Los Hules	30.20	
34.		Río Tempoal 1	26446	Platón Sánchez	65.06	
35.		Río San Pedro	26286	El Cardón	12.11	
36.		Río Tempoal 2	26248	Tempoal	92.85	
37.		Río Moctezuma 1	26421	Puente Mazacintla	31.58	
38.		Río Moctezuma 2	26270	Tierra Blanca	68.24	
39.		Río Tancuilín	26291	Tancuilín	13.33	
40.		Río Huchihuayan	26243	Requetemu	41.92	
41.		Río Moctezuma 3	26415	San Vicente	174.46	
42.		Río Moctezuma 4	26387	El Olivo	246.33	
43.	Río Moctezuma 5	26255	Las Adjuntas	404.21		

Estaciones de Monitoreo de la Calidad del Agua

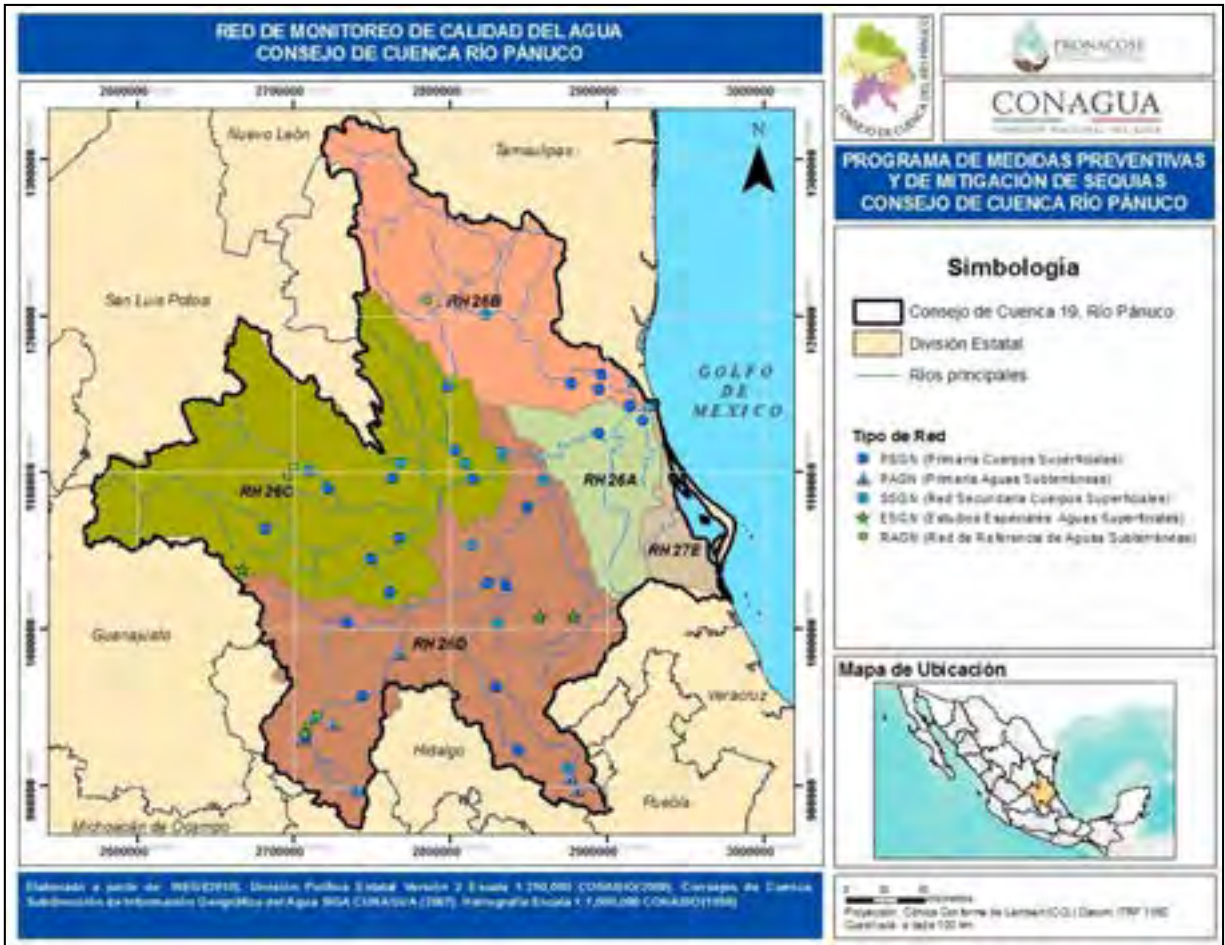
Los sitios de la red de monitoreo de calidad del agua incluyen tres áreas específicas de evaluación de cuerpos de agua divididas en sub-redes. Las áreas específicas son: cuerpos superficiales, zonas costeras y aguas subterráneas. Del mismo modo, la red se divide en cuatro subredes: red primaria, red secundaria, red de referencia de aguas subterráneas y estudios especiales. En 2011 la cuenca del río Pánuco contaba con 71 sitios de la red nacional de monitoreo de la calidad de agua, Tabla 2.14 y Mapa 2.26.

Tabla 2.14 Sitios de monitoreo de calidad del agua, en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

Red	Área	No. de Sitios
Primaria	Cuerpos Superficiales	35
	Aguas Subterráneas	6
Secundaria	Cuerpos Superficiales	15
	Aguas Subterráneas	0
Estudios Especiales	Cuerpos Superficiales	6
	Aguas Subterráneas	0
Referencia de Aguas Subterráneas		9
Total:		71

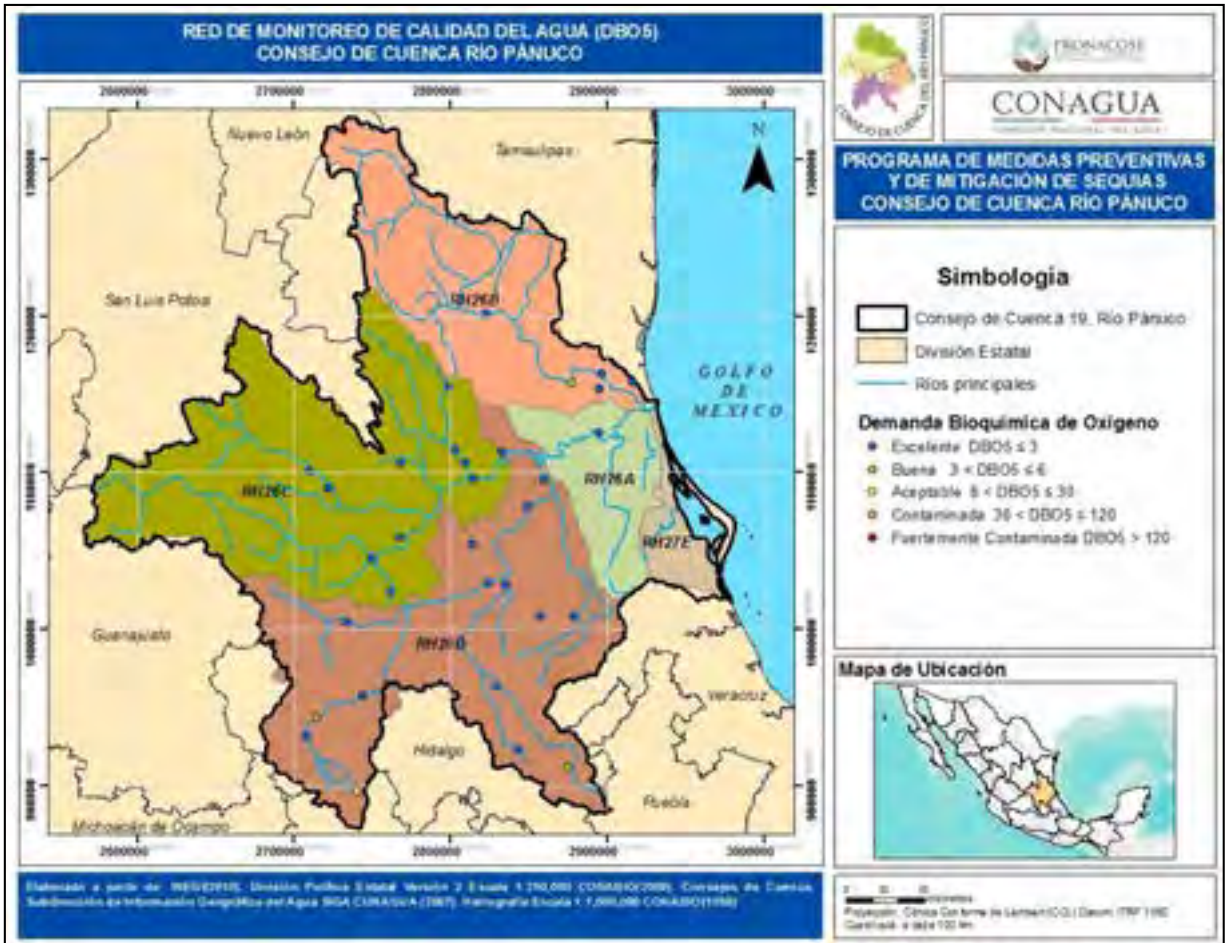
La evaluación de la calidad del agua incluye parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que consisten en tres indicadores principales: La Demanda Bioquímica de Oxígeno a Cinco Días (DBO5), la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Sólidos Suspendidos Totales (SST). La DBO5 y la DQO, se utilizan para la estimación de la materia orgánica en los cuerpos de agua, mientras que los SST miden todos aquellos sólidos que no se disuelven en el agua, y que quedan suspendidos.

El registro de dichos parámetros es muy importante para identificar los niveles de contaminación por aguas residuales tanto domésticas e industriales, así como por desechos agrícolas y procesos en tierras de cultivo y zonas deforestadas.



Mapa 2.26 Red de estaciones de monitoreo de calidad del agua en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

La diferencia principal entre la DBO5 y la DQO, es que la DBO5 mide la materia orgánica que es susceptible a descomponerse por medios biológicos, es decir, que es biodegradable, mientras que la DQO mide la cantidad de materia orgánica que es degradada por medios químicos. En cualquiera de los dos casos, son resultado del vertido de aguas residuales urbanas, y un aumento en la concentración de estos significa una reducción en el contenido de oxígeno disuelto en el agua, afectando considerablemente los ecosistemas acuáticos y a su flora y fauna.

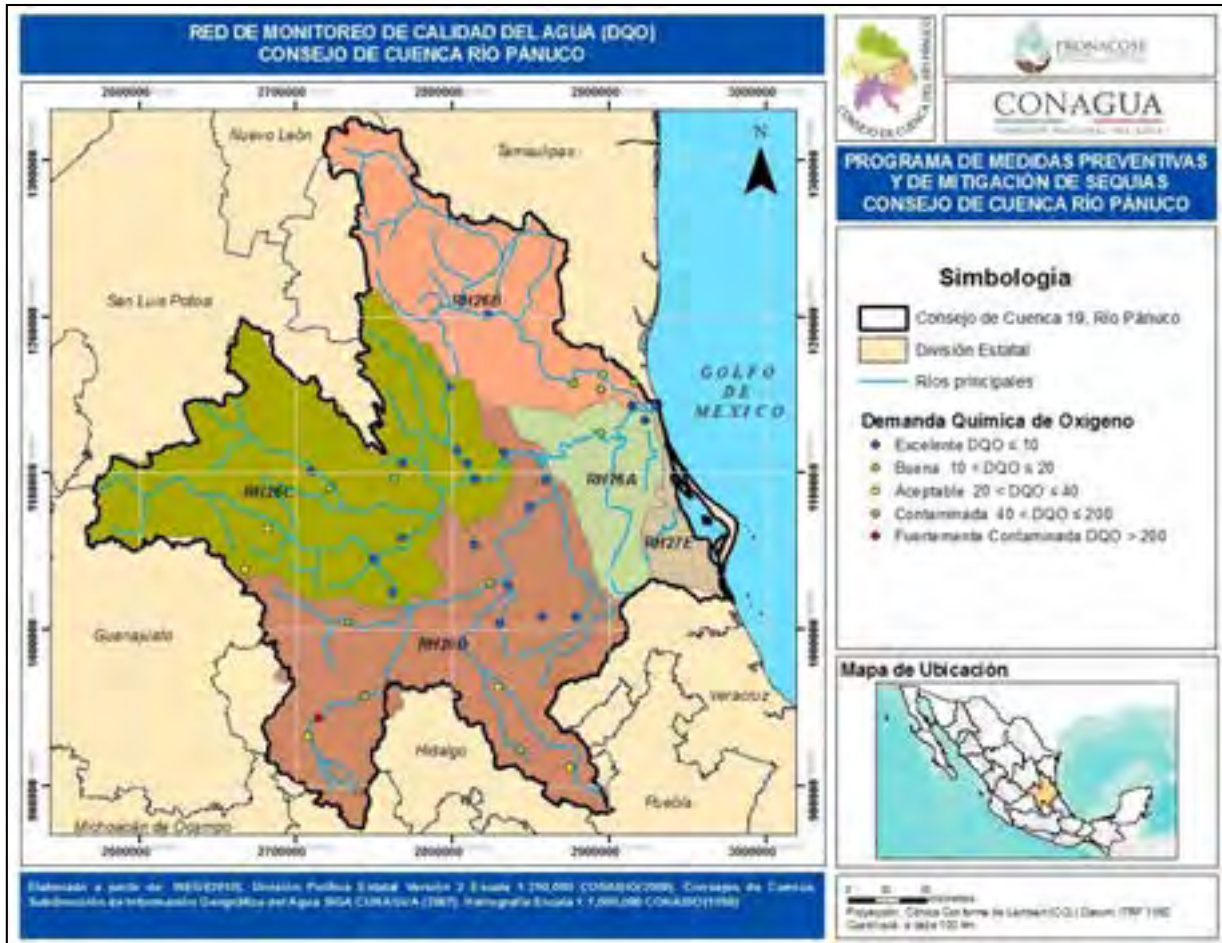


Mapa 2.27 Demanda Bioquímica del Oxígeno a cinco días (DBO5) del agua en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

De acuerdo al último monitoreo realizado en 2011, por el Organismo IX Golfo Norte de la CONAGUA, la calidad del agua en la cuenca del río Pánuco, con respecto a la DBO5, es de aceptable a excelente calidad. No obstante, sólo un sitio presenta contaminación: la presa Centenario, en la subcuenca del río San Juan 1, en la RH26D río Moctezuma (Mapa 2.27).

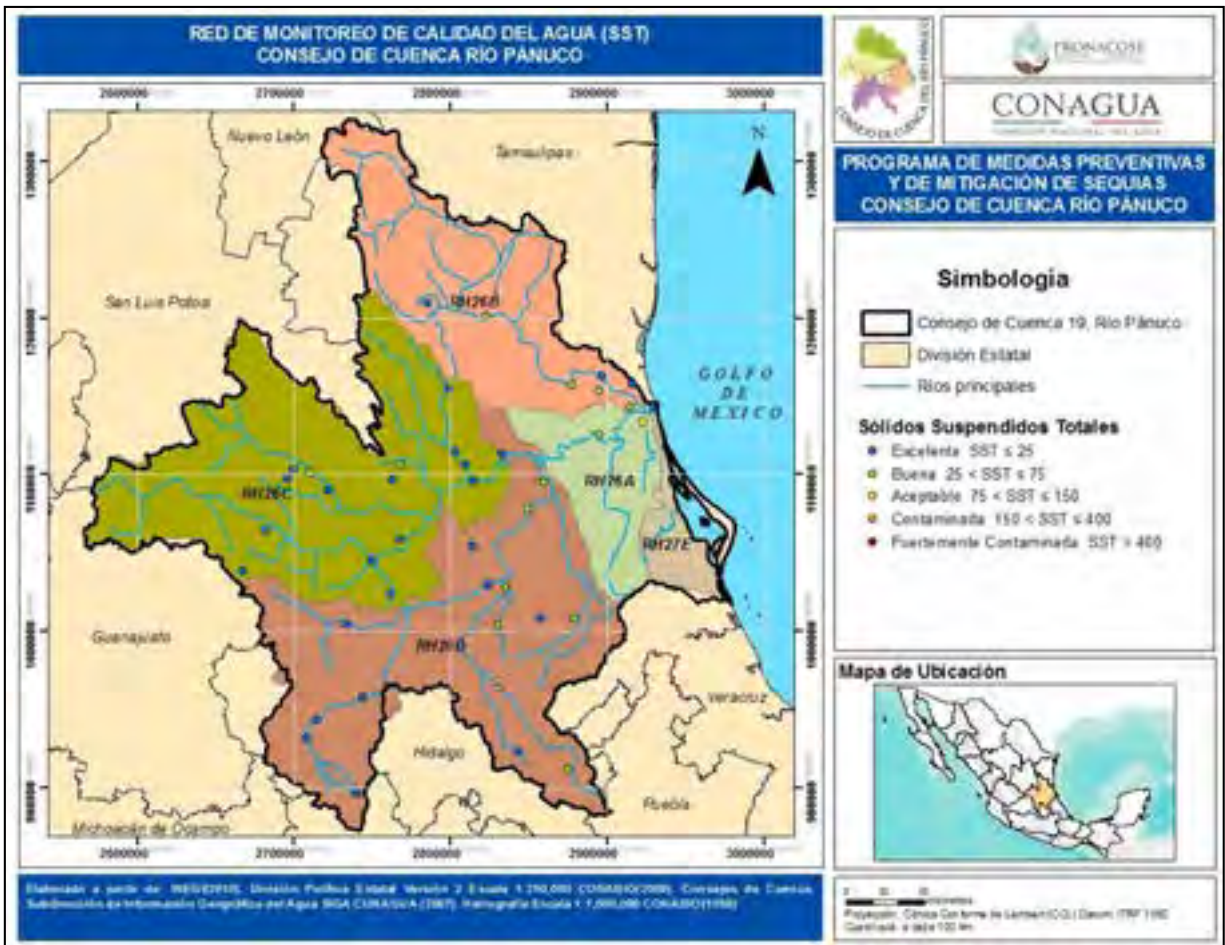
Con respecto a la DQO, la calidad del agua es de aceptable a excelente, y sólo dos sitios presentan contaminación: la presa Centenario en la subcuenca del río San Juan 1 (fuertemente contaminada), y la presa Huapango (contaminada) en la subcuenca de Arroyo Zarco, ambos sitios en la RH26D río

Moctezuma (Mapa 2.28). Estos sitios se encuentran en dos de los núcleos de población urbana más importante de la cuenca San Juan del Río y Tulancingo.



Mapa 2.28 Demanda Química de Oxígeno (DQO) del agua en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

Finalmente, la calidad del agua es de aceptable a excelente para los SST, y sólo un sitio presentan contaminación: Tlacotepec en la subcuenca del río Metztitlán 2 en la RH26D río Moctezuma (Mapa 2.29).



Mapa 2.29 Sólidos Suspendidos Totales (SST) en el agua de la cuenca del río Pánuco, CC-19.

2.4. Usos del Agua

La CONAGUA registra los volúmenes de agua concesionados o asignados a los usuarios del agua en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA). El REPDA clasifica los usos del agua en doce categorías y cinco usos agrupados. La Tabla 2.15 muestra la clasificación de los usos del agua.

Tabla 2.15 Agrupación de usos de la clasificación del REPDA (CONAGUA, 2014b).

Uso Agrupado	Consuntivo/No Consuntivo	Rubros de Clasificación del REPDA
Uso Agrícola	Consuntivo ⁶	Agrícola, Acuicultura, Pecuario, Usos Múltiples, otros usos.
Uso Abastecimiento Público	Consuntivo	Doméstico, Público Urbano.
Uso Industria Autoabastecida	Consuntivo	Agroindustrial, Servicios, Industrial, Comercio.
Uso Energía Eléctrica Excluyendo Hidroelectricidad	Consuntivo	Industrial.
Uso Hidroeléctrico	No Consuntivo	Hidroeléctricas.

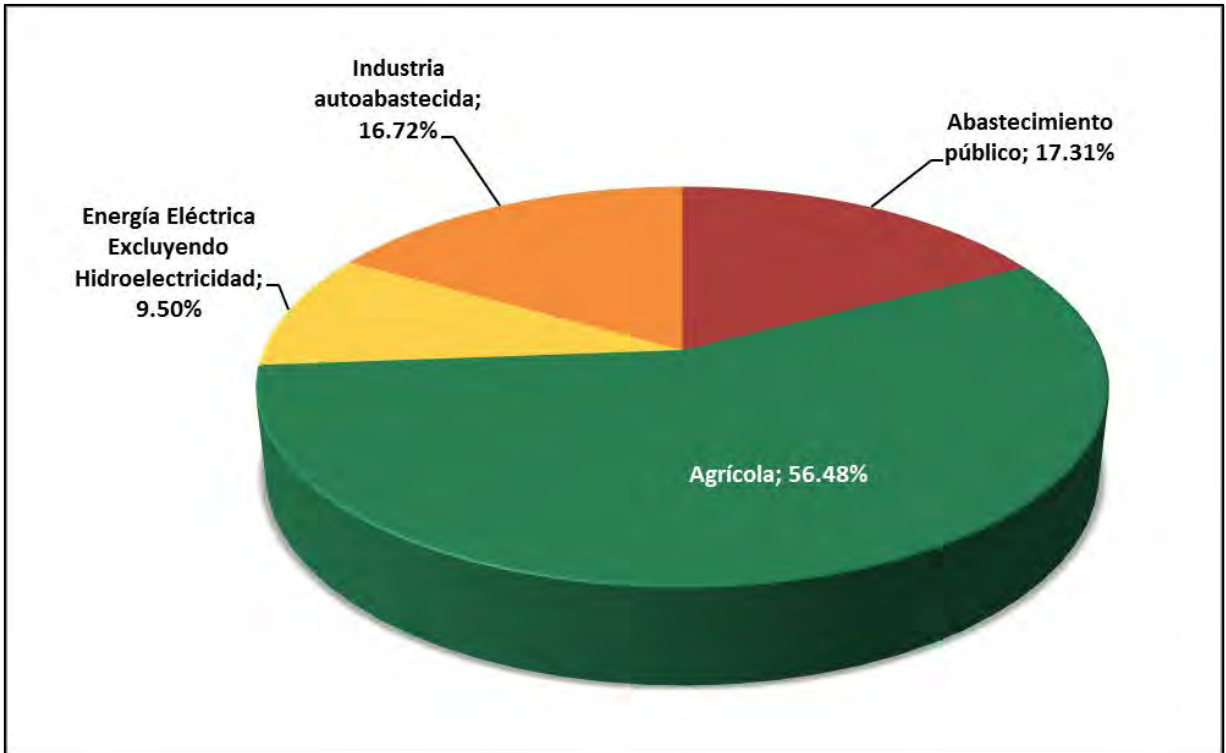
Usos Consuntivos Superficiales

El volumen total de agua para uso consuntivo en la CC-19 es de 1,918.30 Mm³. El 56.48% de este volumen se ocupa para la actividad agrícola, el 17.31% se ocupa para el abastecimiento público, el 16.72% para energía eléctrica excluyendo hidroelectricidad y el 9.50% restante para la industria autoabastecida (Tabla 2.16) y (Gráfica 2.2).

Tabla 2.16 Usos agrupados consuntivos superficiales (CONAGUA, 2014b).

Uso Agrupado	Volumen Total (Mm ³)	Extracción (%)
Uso Agrícola	332.06	17.31%
Uso Abastecimiento Público	1,083.39	56.48%
Uso Industria Autoabastecida	182.17	9.50%
Uso Energía Eléctrica Excluyendo Hidroelectricidad	320.69	16.72%
TOTAL	1,918.30	100.00%

⁶ Uso consuntivo: El volumen de agua de una calidad determinada que se consume al llevar a cabo una actividad específica, el cual se determina como la diferencia del volumen de una calidad determinada que se extrae, menos el volumen de una calidad también determinada que se descarga, y que se señalan en el título respectivo (Ley de Aguas Nacionales).



Gráfica 2.2 Distribución de volúmenes concesionados por usos agrupados consuntivos, en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

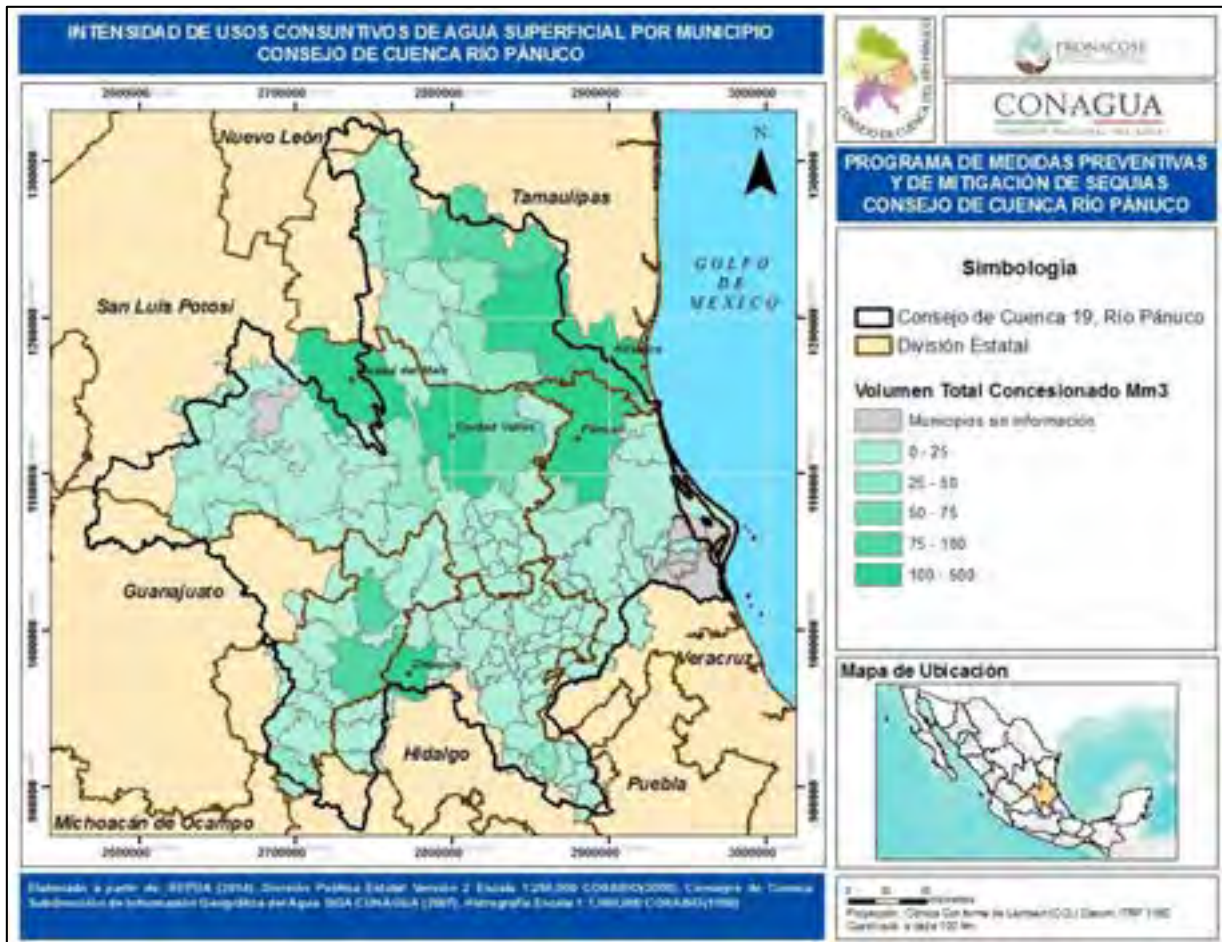
Usos No Consuntivos Superficiales

En lo que se refiere al uso hidroeléctrico, que representa un uso no consuntivo del recurso, se utilizaron en la cuenca 1,488.55 Mm³. Debe aclararse que para este uso la misma agua se turбина y se contabiliza varias veces en las centrales hidroeléctricas. Esto representa el 27.69% del agua total disponible en el CC-19.

2.4.1. Distribución de los usos de agua superficial en la cuenca

El Mapa 2.30 muestra el volumen concesionado para usos consuntivos por municipio, señalando a Pánuco, Ver., como el municipio con mayor volumen concesionado en el CC-19, seguido por Altamira, Tamps, y Ciudad Valles, S.L.P.

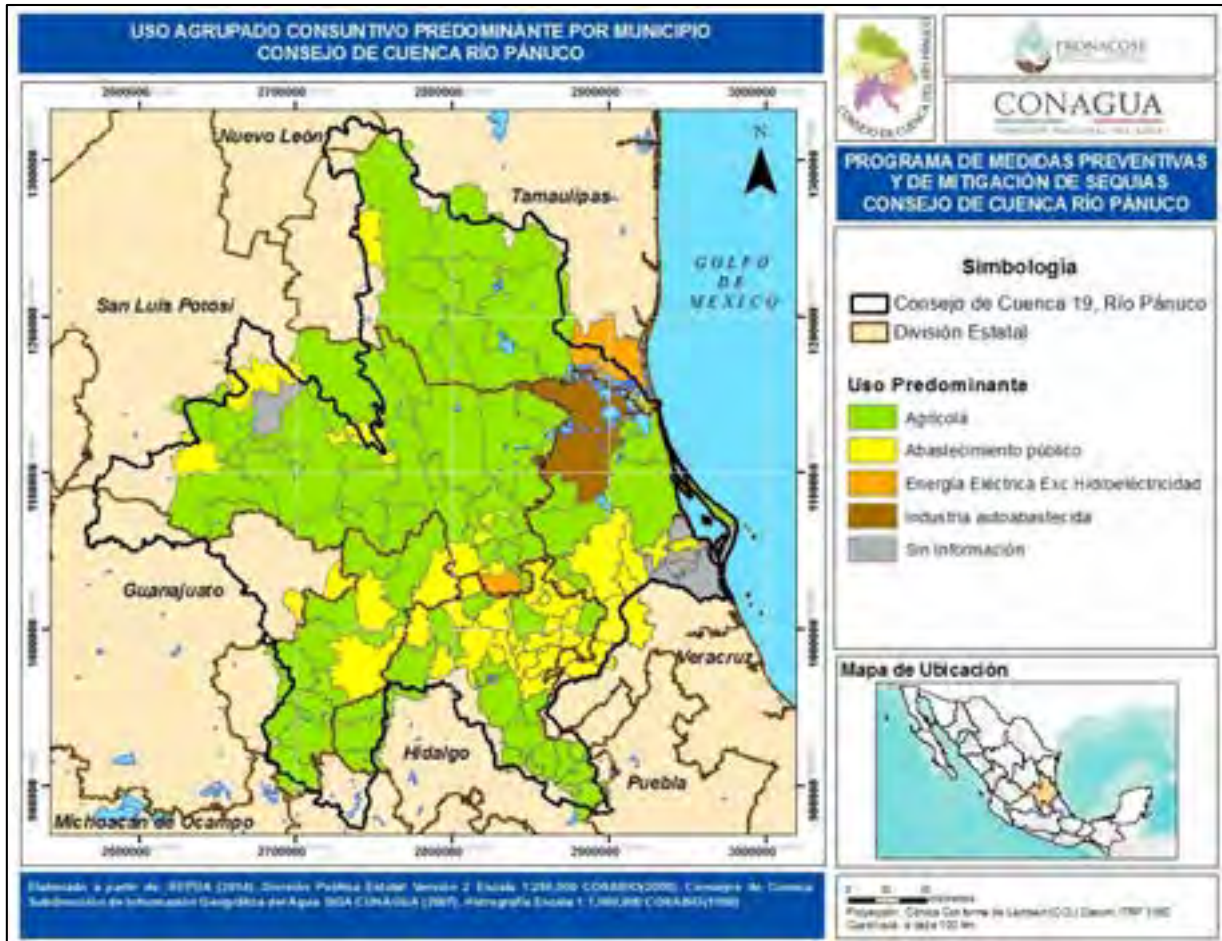
En el norte y noreste del CC-19 (municipios a lo largo de la cuenca del río Guayalejo), se encuentran varios municipios con un volumen mayor a 50 millones de m³.



Mapa 2.30 Intensidad de usos consuntivos de agua superficial por municipio en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

El Mapa 2.31 muestra el uso agrupado predominante por municipio; donde el uso agrícola es el predominante en la mayor parte de los municipios circunscritos al CC-19; seguido del uso para abastecimiento público, con mayor presencia en los municipios del centro-sur del Consejo de Cuenca. Destaca el municipio de Pánuco, Ver., con un uso predominante agrupado para la industria autoabastecida; así como también los municipios de Altamira y

Ciudad Madero, Tamps., y Tamazunchale, S.L.P., por su uso predominante de energía eléctrica excluyendo hidroelectricidad.

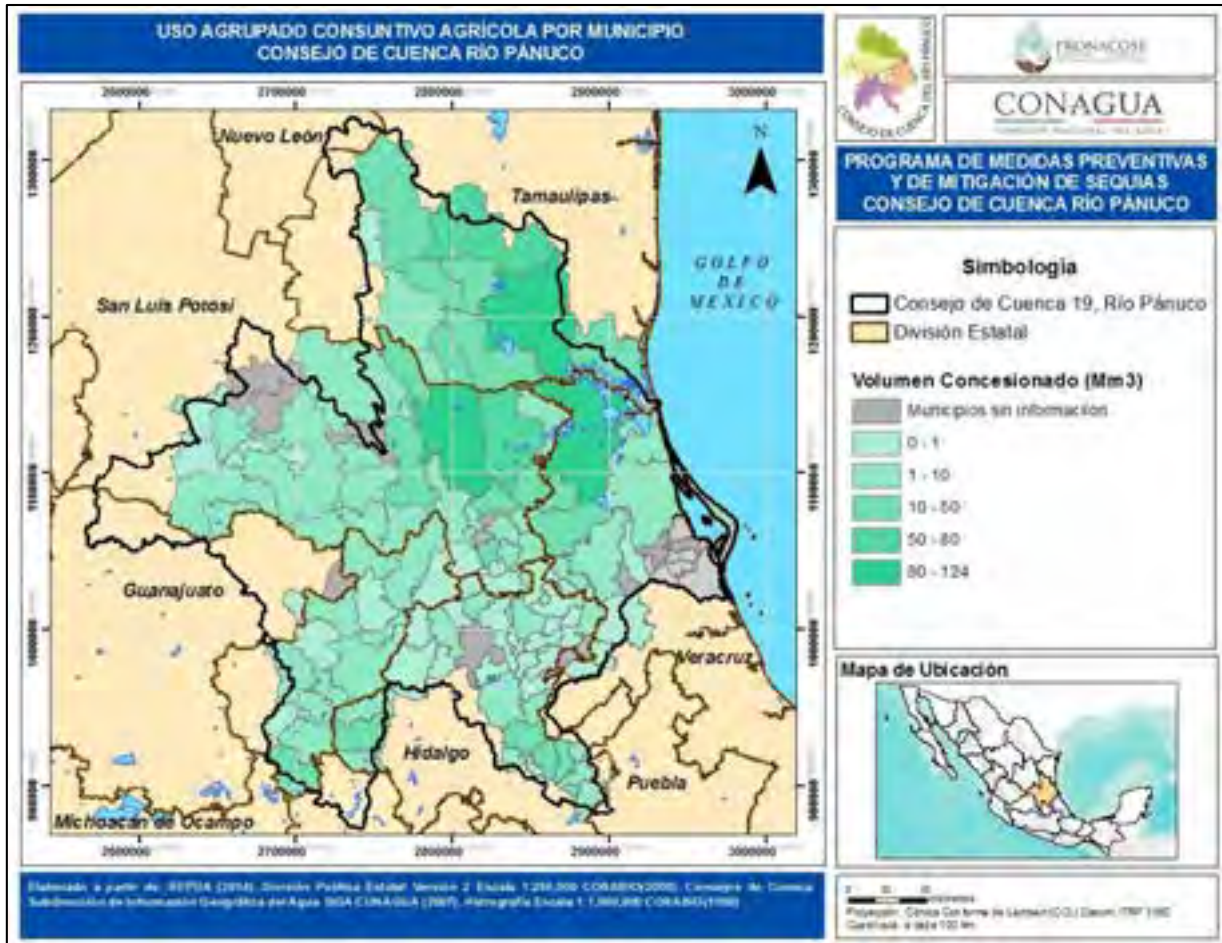


Mapa 2.31 Uso agrupado consuntivo predominante por municipio en la cuenca del río Pánuco, CC-19

2.4.2. Uso agrupado agrícola en aguas superficiales

El mayor uso del agua en México es el agrícola. Con base en el VII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007 (el último disponible a nivel nacional), la superficie en unidades agrícolas de producción fue de 30.2 millones de hectáreas, de las cuales 18% era de riego y el resto tenía régimen de temporal. El uso agrupado agrícola se considera consuntivo, e incluye a los siguientes

rubros (de acuerdo al REPDA): agrícola, acuacultura, pecuario, usos múltiples, otros usos.



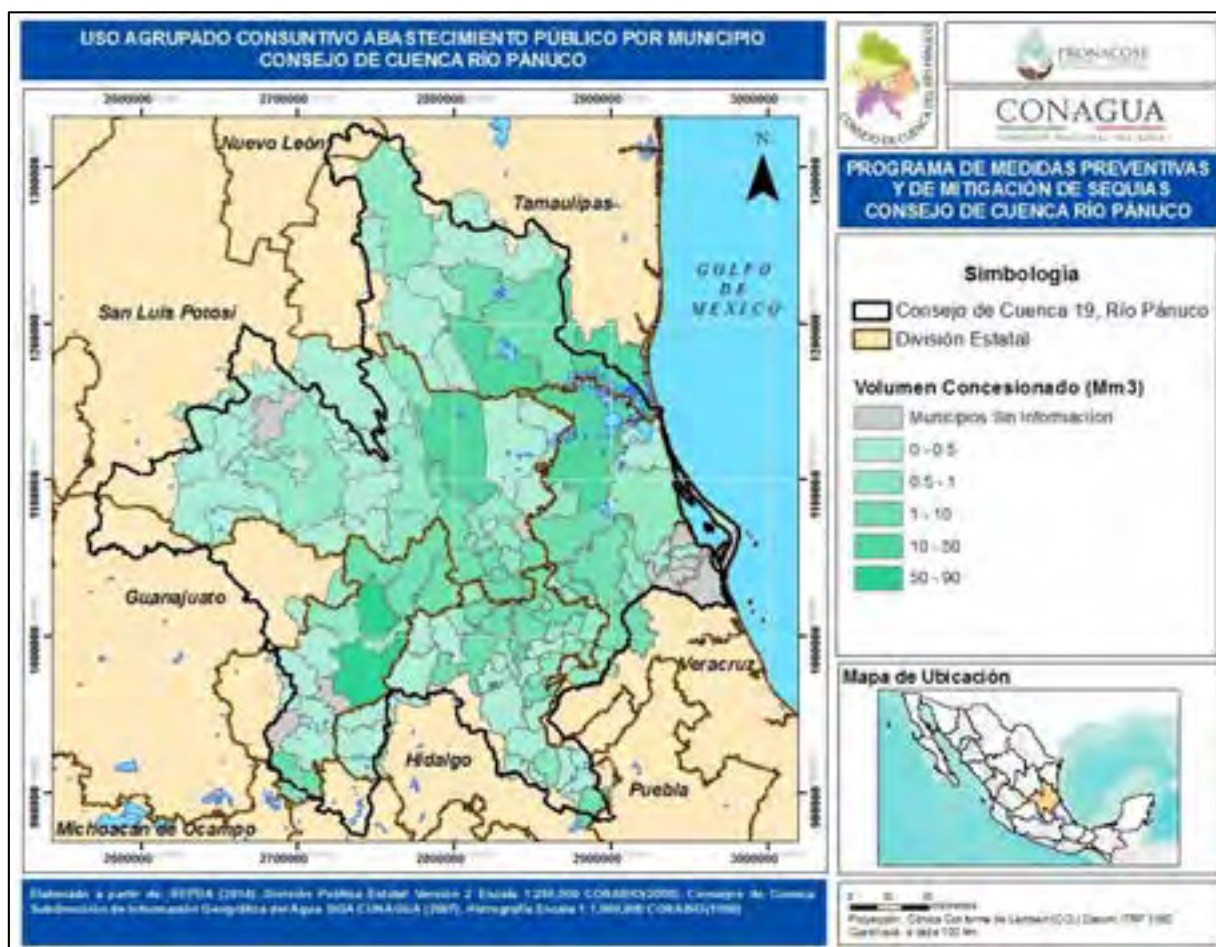
Mapa 2.32 Uso agrupado consuntivo agrícola por municipio en la cuenca del río Pánuco, CC-19

En el CC-19, los municipios con mayor volumen concesionado para uso agrupado agrícola es Pánuco, Ver. (123.48 millones de m³); González, Tamps. (101.68 millones de m³); y Ciudad Valles, S.L.P., (101.67 millones de m³). En el Mapa 2.32 se muestran los volúmenes concesionados de uso agrupado agrícola de los municipios dentro del Consejo de Cuenca río Pánuco.

2.4.3. Uso agrupado abastecimiento público en aguas superficiales

El uso agrupado para abastecimiento público consiste en el agua entregada por las redes de agua potable, las cuales abastecen a los usuarios domésticos (domicilios), así como a diversas industrias y servicios.

Disponer de agua en cantidad y calidad suficiente para el consumo humano es una de las demandas básicas de la población, pues incide directamente en su salud y bienestar en general. Esta característica es reconocida por los instrumentos rectores de planeación nacionales, tales como: el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 y el Programa Nacional Hídrico 2014-2018.



Mapa 2.33 Uso agrupado consuntivo abastecimiento público por municipio en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

El uso agrupado abastecimiento público se considera consuntivo, e incluye a los siguientes rubros, de acuerdo al REPDA: doméstico y público urbano.

El Mapa 2.33 muestra los volúmenes concesionados de uso agrupado para abastecimiento público de los municipios dentro del Consejo de Cuenca río Pánuco. Los municipios con mayor volumen concesionado para abastecimiento público son: Pinal de Amoles, Qro. (87.88 millones de m³), seguido de Cadereyta Qro. (54.66 millones de m³), y Tampico, Tamps. (50.66 millones de m³).

2.4.4. Uso agrupado industria autoabastecida en aguas superficiales

En este rubro se incluye la industria que toma el agua que requiere directamente de los ríos, arroyos, lagos o acuíferos del país. Conforme al Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) las actividades secundarias o de transformación de bienes, conocidas como “la industria”, están conformadas por los sectores de minería, electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final, así como la construcción y las industrias manufactureras. Cabe destacar que la clasificación de usos de agua del REPDA no sigue precisamente esta clasificación, pero se considera que existe un razonable nivel de correlación.

El uso agrupado industria autoabastecida es considerado de uso consuntivo, e incluye a los siguientes rubros, de acuerdo al REPDA: agroindustrial, servicios, industrial y comercio.

En el CC-19, de los 128 municipios, 23 destinan un volumen de agua a la industria autoabastecida. Entre los municipios con mayor volumen se encuentran: Pánuco, Ver., que consigna un volumen de 315.37 Mm³, muy por

encima de cualquier otro municipio dentro del CC-19; seguido por Cuautepec de Hinojosa, Hgo. (2.08 Mm³), y el municipio de Huichapan, Hgo. (0.96 Mm³). La Tabla 2.17 se muestran los municipios con mayor volumen de agua destinado a la industria autoabastecida.

Tabla 2.17 Municipios con el mayor volumen de agua para la industria autoabastecida en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

No.	Clave	Municipio	Estado	Volumen de Agua (Mm ³)
1	30123	Pánuco	Veracruz De Ignacio De La Llave	315.37
2	13016	Cuautepec de Hinojosa	Hidalgo	2.08
3	13029	Huichapan	Hidalgo	0.96
4	24040	Tamuín	San Luis Potosí	0.94
5	13012	Atotonilco el Grande	Hidalgo	0.26
6	13079	Xochicoatlán	Hidalgo	0.19
7	24030	San Nicolás Tolentino	San Luis Potosí	0.18
8	13084	Zimapán	Hidalgo	0.13
9	28003	Altamira	Tamaulipas	0.13
10	24037	Tamazunchale	San Luis Potosí	0.12

2.4.5. Uso energía eléctrica excluyendo hidroelectricidad en aguas superficiales

El agua incluida en este rubro se refiere a la utilizada en centrales de vapor duales, carboeléctricas, de ciclo combinado, de turbogas y de combustión interna.

De acuerdo con lo reportado por la Secretaría de Energía, en el 2013 las centrales de Comisión Federal de Electricidad (CFE) consideradas en este uso, incluyendo Productores Externos de Energía (PEE) para el servicio público,

generaron 230.4 TWh, lo que representó el 89% de la energía eléctrica producida en el país⁷. En las plantas correspondientes existe una capacidad instalada de 41,513 MW o el 78.3% del total del país⁷. El uso agrupado energía eléctrica excluyendo hidroelectricidad es considerado de uso consuntivo.

En el CC-19, 26 municipios utilizan agua para este uso. Entre los municipios con mayor volumen se encuentran: Altamira, Tamps. (93.52 Mm³), Ciudad Madero, Tamps. (27.59 Mm³), y Tamazunchale, S.L.P. (18.92 Mm³) (Tabla 2.18).

Tabla 2.18 Municipios con mayor volumen de agua para energía eléctrica excluyendo hidroelectricidad en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

No.	Clave	Municipio	Estado	Volumen de Agua (m ³)
1	28003	Altamira	Tamaulipas	93.52
2	28009	Ciudad Madero	Tamaulipas	27.58
3	24037	Tamazunchale	San Luis Potosí	18.92
4	24040	Tamuín	San Luis Potosí	16.56
5	24013	Ciudad Valles	San Luis Potosí	5.96
6	28021	El Mante	Tamaulipas	5.50
7	28043	Xicoténcatl	Tamaulipas	5.00
8	30205	El Higo	Veracruz De Ignacio De La Llave	4.00
9	24036	Tamasopo	San Luis Potosí	2.83
10	30123	Pánuco	Veracruz De Ignacio De La Llave	0.84

2.4.6. Uso en hidroeléctricas en aguas superficiales

El volumen utilizado en hidroeléctricas en el CC-19 es de 1,488.55 Mm³. Sólo si 5 municipios utilizan el agua esta actividad (Tabla 2.19). El municipio con el

⁷ Excluyendo la generación por permisionarios, cogeneración y autoabastecimiento (SENER, 2014).

mayor volumen es Zimapán, Hgo., (985.59 Mm³); seguido por Ciudad del Maíz (390.17 Mm³) y Ciudad Valles (86.36 Mm³), SLP.

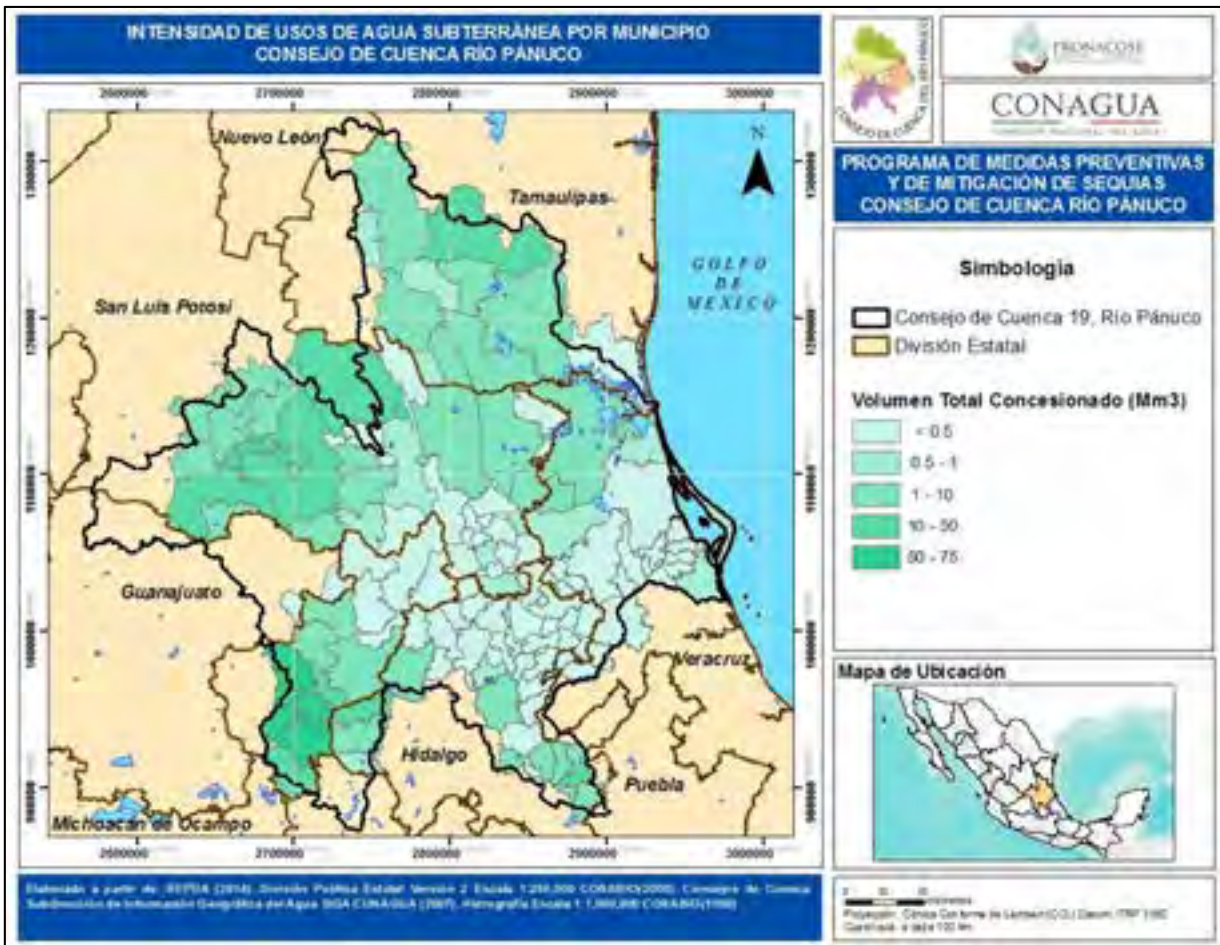
Tabla 2.19 Municipios con volumen de agua para uso hidroeléctrico en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

No.	Clave	Municipio	Estado	Volumen de Agua (m ³)
1	13084	Zimapán	Hidalgo	985.59
2	24010	Ciudad del Maíz	San Luis Potosí	390.17
3	24013	Ciudad Valles	San Luis Potosí	86.36
4	22004	Cadereyta de Montes	Querétaro	18.27
5	13056	Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	Hidalgo	8.17
Total				1,488.55

2.4.7. Distribución de los usos de agua subterránea

Dentro de los registros del REPDA existen también registros de uso de aguas subterráneas. Esta información no cuenta con volúmenes de los tipos de uso para determinar cuál es el volumen destinado a cada tipo de uso consuntivo. No obstante, cuenta con volúmenes concesionados por usuario, de la que se extraen en total 610.65 millones de m³, distribuidos entre los municipios circunscritos al Consejo de Cuenca del Río Pánuco (Mapa 2.34).

Los municipios con mayor volumen de agua concesionado son: San Juan del Río, Qro. (71.84 millones de m³); Pedro Escobedo, Qro. (65.65 millones de m³); Colón, Qro. (60.07 millones de m³); Tequisquiapan, Qro. (50.13 millones de m³) y Ciudad Fernández, S.L.P. (40.80 millones de m³). Se observa que los municipios con mayores volúmenes pertenecen principalmente al estado de Querétaro, con volúmenes por arriba de los 50 millones de m³.



Mapa 2.34 Intensidad de uso de agua subterránea por municipio en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

Dentro de los acuíferos con mayor volumen extraído se encuentran: Valle de San Juan del Río (171.97 millones de m³), Valle de Tequisquiapan (101.58 millones de m³) y Río Verde (79.79 millones de m³). En la Tabla 2.20 se muestran los 10 acuíferos con mayor extracción de agua utilizada por los municipios circunscritos al CC-19 para usos consuntivos.

Tabla 2.20 Acuíferos con mayor extracción de agua para usos consuntivos en la cuenca del río Pánuco, CC-19. Fuente: REPDA.

Clave	Nombre del acuífero	Volumen extraído	Volumen total extraído %
2203	Valle de San Juan del Río	171,966,035.46	28.16%
2205	Valle de Tequisquiapan	101,576,231.70	16.63%
2415	Río Verde	79,786,545.00	13.07%
1317	Valle de Tulancingo	59,507,022.10	9.74%
1307	Huichapan-Tecozautla	31,895,308.00	5.22%
2811	Llera - Xicoténcatl	20,079,498.25	3.29%
2418	Huasteca Potosina	19,753,092.65	3.23%
2209	Valle de Amealco	19,334,057.00	3.17%
2410	Buenavista	16,097,452.00	2.64%
2414	Cerritos-Villa Juárez	14,465,621.00	2.37%

En el **Anexo 4** se muestran los volúmenes de agua subterránea concesionada de los municipios circunscritos al Consejo de Cuenca del Río Pánuco, CC-19.

2.5. Infraestructura hidráulica

Dentro de la infraestructura hidráulica con la que cuenta la cuenca del río Pánuco para proporcionar el agua requerida a los diferentes usuarios, se tienen:

- 460 presas de almacenamiento.
- 113,850 hectáreas con riego.
- 236,000 hectáreas con temporal tecnificado.
- 39 plantas potabilizadoras en operación.
- 73 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en operación.

2.5.1. Presas

De acuerdo al Sistema de Seguridad de Presas de la CONAGUA (SISP, 2014) en la cuenca del río Pánuco existen un total de 460 presas destinadas a usos múltiples. Del total de las presas localizadas en la CC-19, seis se consideran grandes presas, esto debido a su capacidad de almacenamiento o Nivel de Aguas Máximo Ordinario (NAMO). Según el tipo de uso, son las siguientes: seis presas destinadas irrigación, una para abastecimiento público, otra más con doble uso irrigación y abastecimiento público, y por último, una presa para generación eléctrica. Está ultima presa, ubicada en el estado de Hidalgo, denominada Ing. Fernando Hiriart Balderrama, es, además, el cuerpo de agua con mayor almacenamiento. En total en estas 9 presas se tiene un volumen de almacenamiento de 2,528.41 Mm³. El Mapa 2.35 muestra su localización en la cuenca y la Tabla 2.21 muestra su capacidad de almacenamiento, uso y su organismo operador.

Tabla 2.21 Principales presas en la cuenca del río Pánuco, CC-19 (SISP, 2014).

No.	ID	Nombre Oficial	Nombre Común	Entidad	Uso ¹	Organismo Operador	Corriente	Capacidad (NAMO) Mm ³
1.	1679	Ing. Fernando Hiriart Balderrama	Zimapán	Hidalgo	G	CFE	Río Moctezuma	930.00
2.	3557	Estudiante Ramiro Caballero Dorantes	Las Animas	Tamaulipas	I	DR #092	Arroyo Las Ánimas	571.07
3.	3693	Paso de Piedras	Chicayán	Veracruz de Ignacio de la Llave	I	DR #092	Río Chicayán	468.36
4.	3478	Lic. Emilio Portes Gil	San Lorenzo	Tamaulipas	I	DR #029	Arroyo El Sauz	230.78
5.	2011	Huapango	Huapango	Edo. de México	I	DR #096	Río Huapango	119.00
6.	2886	Constitución de 1917	Hidalgo	Querétaro de Arteaga	I	DR #023	Arroyo El Caracol	65.00
7.	2931	San Ildefonso	El Tepozán	Querétaro de Arteaga	I	DR #023	Río Prieto	52.70
8.	1251	El Realito	Realito	Guanajuato	A	---	Río Santa María	50.00
9.	3027	Ponciano Arriaga	Las Lajillas	San Luis Potosí	A, I	DR #005	Arroyo Grande	41.50
Total Volumen Almacenado:								2,528.41

¹ G: Generación Eléctrica, I: Irrigación, A: Uso de Abastecimiento Público

Presa San Ildefonso. La presa “San Ildefonso”, construida en 1942, se ubica en el poblado El Tepozán en el municipio de Amealco de Bonfil, Querétaro; en los límites con el Estado de México. La presa se encuentra a 3.0 km. al suroeste del poblado El Tepozán, y fue construida en un principio para satisfacer las necesidades de riego de municipio de Amealco, y actualmente el cuerpo de agua sigue cumpliendo con su función original. La cortina es de enrocamiento con cara de concreto con una longitud de 184.82 m, una altura de 61.77 m y un ancho de corona de 5.0 m.

Presa Huapango. La presa “Huapango” se localiza en el municipio de Timilpan en el Estado de México, sobre el río Huapango afluente del arroyo Zarco y éste del río Pánuco. Fue construida en 1780, rehabilitada y sobre elevada entre 1936 y 1970 por la Comisión Nacional de Irrigación. La cortina es del tipo gravedad, de mampostería con una altura máxima de 8.8 m y una longitud de 345.0 m.

Presa Lic. Emilio Portes Gil. La presa “Lic. Emilio Portes Gil” se localiza en el municipio de Xicoténcatl, Tamaulipas. Fue terminada en 1983, por la Secretaría de Recursos Hidráulicos con el objetivo de almacenar el agua y utilizarla para riego de 16,692 ha. La presa tiene una cortina tipo flexible de materiales graduados. La cortina tiene una longitud de 3219.23 m y un ancho de corona de 8.0 m, la proporción del talud aguas arriba es de 2:1 y aguas abajo 2:1, y cuenta con una altura máxima de 50.0 m.

Presa Constitución de 1917. La presa “Constitución de 1917” se ubica a aproximadamente 15.4 km. al noroeste de la ciudad de San Juan del Rio, Querétaro. Fue construida en 1969 y es alimentada por el arroyo Caracol, y es la más grande en su tipo en el estado. La presa fue construida en un principio

para satisfacer las necesidades de riego del municipio de San Juan del Río, y actualmente cubre las necesidades de riego, además de ser abrevadero para el ganado. La cortina de la presa es de materiales graduados con una longitud de 2,460.0 m, ancho de corona de 6.0 m y una altura de 18.0 m.

Presa Estudiante Ramiro Caballero Dorantes. La presa “Estudiante Ramiro Caballero Dorantes” localizada en Ciudad Mante, Tamaulipas, fue construida entre los años 1973 a 1976, por la Secretaría de Recursos Hidráulicos, con el objetivo de almacenar el agua, utilizarla para riego de 7000 ha. La presa tiene una cortina tipo flexible de materiales graduados y dos diques. La cortina tiene una longitud de 7760.0 m y un ancho de corona de 8.0 m, la proporción del talud aguas arriba es de 2:1 y aguas abajo 2:1, y cuenta con una altura máxima de 31.2 m.

Presas para abastecimiento público

Presa El Realito. La presa “El Realito” está ubicada en el municipio de San Luis de la Paz, Guanajuato sobre el río Santa María. Esta presa fue terminada en el año 2012 para uso de abastecimiento público. La presa tiene una cortina de tipo gravedad de concreto compactado con rodillo, con una longitud de 270.0 m y un ancho de 6.0 m.

Presa Ponciano Arriaga. La presa “Ponciano Arriaga” se sitúa en el municipio de Cd. Valles, San Luis Potosí. El objetivo inicial de la presa fue con fines de almacenamiento para riego pero a la fecha el ayuntamiento de Cd. Valles la utiliza para riego de 1900.0 ha y abastecimiento doméstico. La presa tiene una cortina tipo flexible de material graduados con enrocamiento, un ancho de corona es de 6.0 m, longitud de 447.0 m, altura máxima 27.5 m y es utilizada como calzada permitiendo el paso de vehículos y camionetas pequeñas, la

elevación de dicha corona es de 213 msnm y sus taludes tiene una proporción de 2:1.

Presas para generación eléctrica

Presas Ing. Hiriart Balderrama. De acuerdo con la política de diversificación de fuentes de energía del Gobierno Federal, la Comisión Federal de Electricidad, diseñó y construyó el proyecto Hidroeléctrico Zimapán, localizado en los límites de los estados de Hidalgo y Querétaro, cuya finalidad principal es la generación de energía eléctrica, aprovechando el potencial del río Moctezuma. Captando el caudal del río y sus afluentes el Tula y el San Juan, en el cañón del Infiernillo, escenario donde su cortina se eleva 203.0 m, la mayor de su tipo en el país. Su embalse ocupa dos mil trescientas hectáreas con aguas mayormente residuales, que pueden regar una amplia superficie agrícola. Su caída de agua, de 603.0 m, es la más pronunciada y de mejor aprovechamiento hidroeléctrico en el país, y su túnel de conducción, con 21.0 km de longitud, es el más largo del mundo.

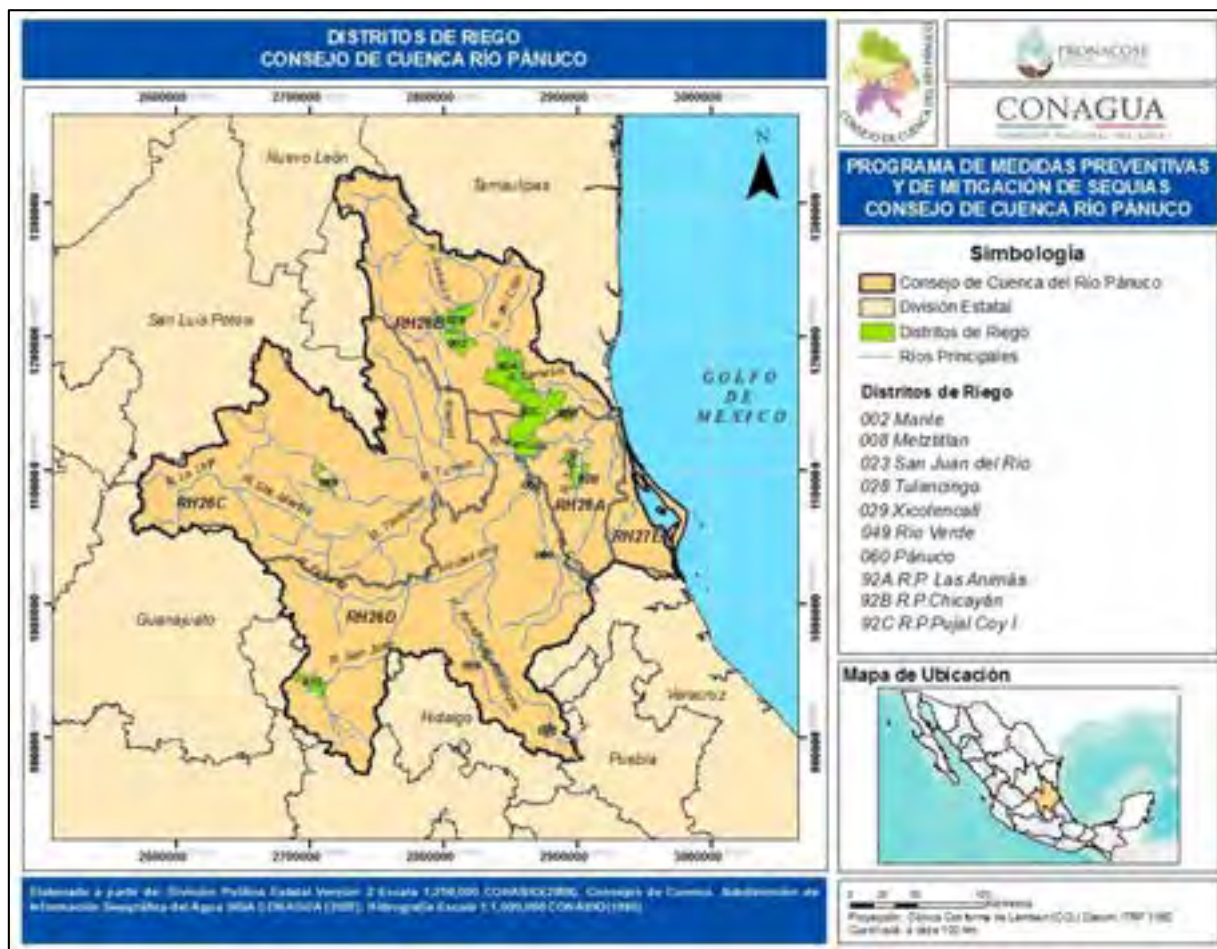
En el **Anexo 5** se encuentra un listado de las 460 presas dentro del CC-19.

2.5.2. Infraestructura hidroagrícola

Distritos de riego

La Ley de Aguas Nacionales, en su Art 3 LAN fracción XXVa, define *distrito de riego* a "una o varias superficies conformada previamente delimitadas y dentro de cuyo perímetro se ubica la zona de riego, el cual cuenta con las obras de infraestructura hidráulica, aguas superficiales y del subsuelo, así como con sus vasos de almacenamiento, su zona federal, de protección y demás bienes y obras conexas, pudiendo establecerse también con una o varias unidades de riego".

De acuerdo, a la última publicación del Atlas del Agua 2014 (CONAGUA, 2014a), en la cuenca del río Pánuco se tienen 11 Distritos de Riego (DR), en un total de 197,663 ha. El mapa 2.36 muestra la localización de los DR y la Tabla 2.22 la superficie y el volumen de agua distribuido a cada uno de ellos.



Mapa 2.36 Distritos de riego en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

Tabla 2.22 Distritos de riego en la cuenca del río Pánuco, CC-19 (CONAGUA, 2014a).

No.	Clave	Nombre	Entidad	Superficie total (ha)	Superficie regada (ha)	Volumen Distribuido (Mm ³)
1.	002	Mante	Tamaulipas	16,729.00	14,885.00	142.60
2.	008	Metzilitlán	Hidalgo	4,930.00	4,371.00	34.30
3.	023	San Juan del Río	Querétaro de Arteaga	9,237.00	6,540.00	54.60
4.	028	Tulancingo	Hidalgo	980.00	786.00	12.10
5.	029	Xicotécatl	Tamaulipas	23,620.00	18,124.00	203.20
6.	049	Río Verde	San Luis Potosí	7,586.00	1,973.00	46.90
7.	060	El Higo	Veracruz de Ignacio de la Llave	2,381.00	1,867.00	5.20
8.	092	Río Panuco, Las Ánimas	Tamaulipas	41,241.00	27,886.00	258.60
9.	092	Río Panuco, Chicayán	Veracruz de Ignacio de la Llave	21,250.00	8,269.00	34.20
10.	092	Río Panuco, Pujal Coy I	San Luis Potosí	69,709.00	26,544.00	204.90
Total				197,663.00	111,245.00	996.60

Unidades de Riego

En México, el riego es de primordial importancia para producir los alimentos y las materias primas que demanda el crecimiento de la población y su desarrollo. Alrededor de 3 millones de hectáreas pertenecen a obras de pequeña irrigación bajo la jurisdicción de las unidades de riego, las cuales se riegan principalmente con aguas subterráneas y pequeñas presas de almacenamiento y derivación.

Las unidades de riego (UR), también llamadas URDERALES, son operadas por ejidatarios y pequeños propietarios, que en algunos casos se encuentran organizados en las unidades. La Tabla 2.23, muestra la superficie cosechada del año agrícola 2011-2012.

Tabla 2.23 Superficie cosechada en las unidades de riego, año agrícola 2011-2012, en la cuenca del río Pánuco, CC-19 (CONAGUA, 2013b).

Estado	Superficie cosechada (ha)			
	Primavera Verano	Otoño Invierno	Perennes	Total
Hidalgo	22,424.00	5,500.00	7,579.00	35,503.00
Querétaro	25,815.00	5,401.00	5,672.00	36,888.00
San Luis Potosí	7,315.00	15,068.00	48,531.00	70,914.00
Tamaulipas	9,598.00	5,021.00	45,160.00	59,779.00
Veracruz	-	-	18,330.00	18,330.00
Total	65,152.00	30,990.00	125,272.00	221,414.00

Distritos de Temporal Tecnificado

En las planicies tropicales y subtropicales del país, en donde existe un exceso de humedad y constantes inundaciones, el gobierno federal constituyó los Distritos de Temporal Tecnificado (DTT), en los que se construyen obras hidráulicas para el desalojo de los excedentes de agua. Al igual que los distritos de riego, los DTT se han transferido a los usuarios organizados. En el CC-19 se encuentra sólo un, DTT, el Pujal Coy II, que abarca parte de los estados de San Luis Potosí y Tamaulipas. Este DDT tiene una superficie total de 236,000 ha y 9,937 usuarios (CONAGUA, 2014c).

2.5.3. Infraestructura de agua potable y alcantarillado

Cobertura de Agua Potable

El bienestar de la población depende, en gran medida, de su acceso a servicios básicos, siendo el agua potable uno de los más importantes. El Programa Conjunto de Monitoreo (PCM) de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el UNICEF define el agua potable de la siguiente manera:

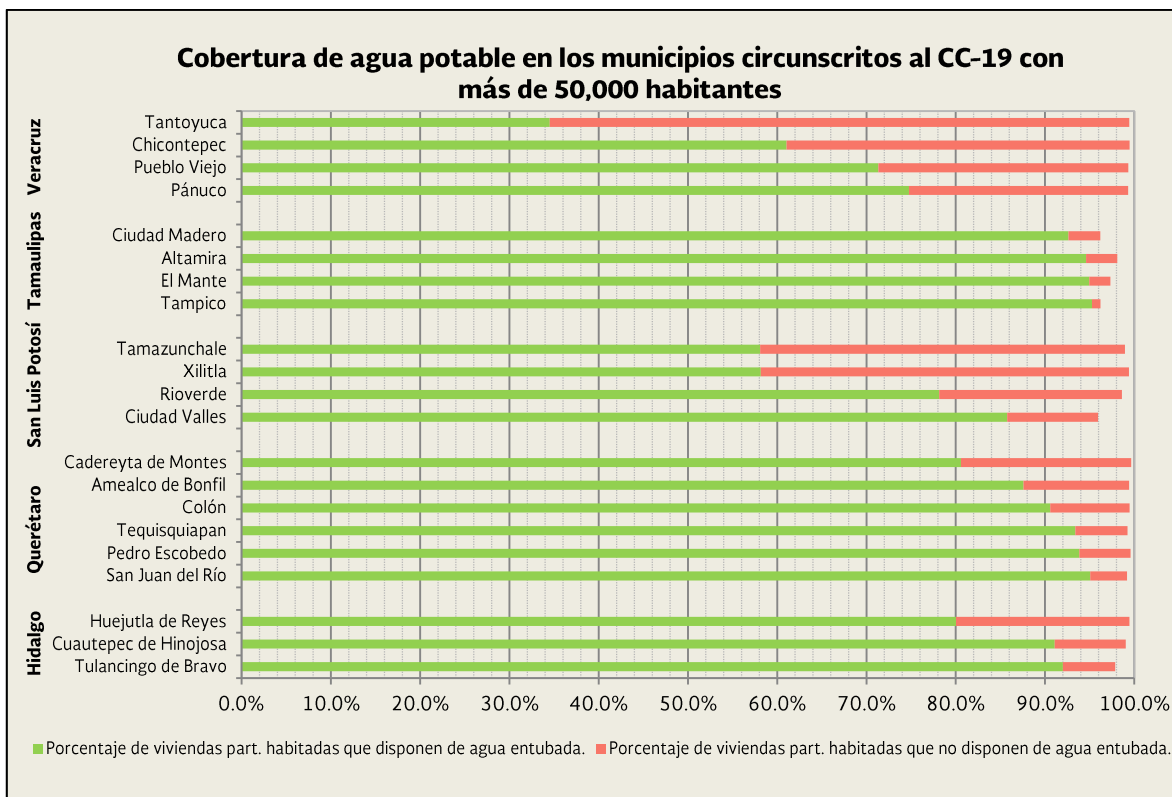
- *Agua potable* es el agua utilizada para los fines domésticos y la higiene personal, así como para beber y cocinar.
- Uno tiene acceso al agua potable si la fuente de la misma se encuentra a menos de 1 kilómetro de distancia del lugar de utilización y si uno puede obtener de manera fiable al menos 20 litros diarios para cada miembro de la familia;
- Agua potable salubre es el agua cuyas características microbianas, químicas y físicas cumplen con las pautas de la OMS o los patrones nacionales sobre la calidad del agua potable;
- Por acceso de la población al agua potable salubre se entiende el porcentaje de personas que utilizan las mejores fuentes de agua

potable, a saber: conexión domiciliaria; fuente pública; pozo de sondeo; pozo excavado protegido; surgente protegida; aguas pluviales.

Evidentemente, ha sido imperativo para los gobiernos el impulso hacia la construcción de infraestructura hidráulica que lleve al incremento en la cobertura de agua potable a la población.

Tomando en cuenta que la cobertura de agua incluye a las personas que tienen agua entubada dentro de su vivienda, dentro del terreno o de la llave pública o hidrante (CONAGUA, 2014d), y los resultados del Censo de Población y Vivienda de 2010, el 80.03% de la población en la cuenca del río Pánuco tenía cobertura de agua potable, un 92.4% de cobertura en zonas urbanas y 65.7% en zonas rurales.

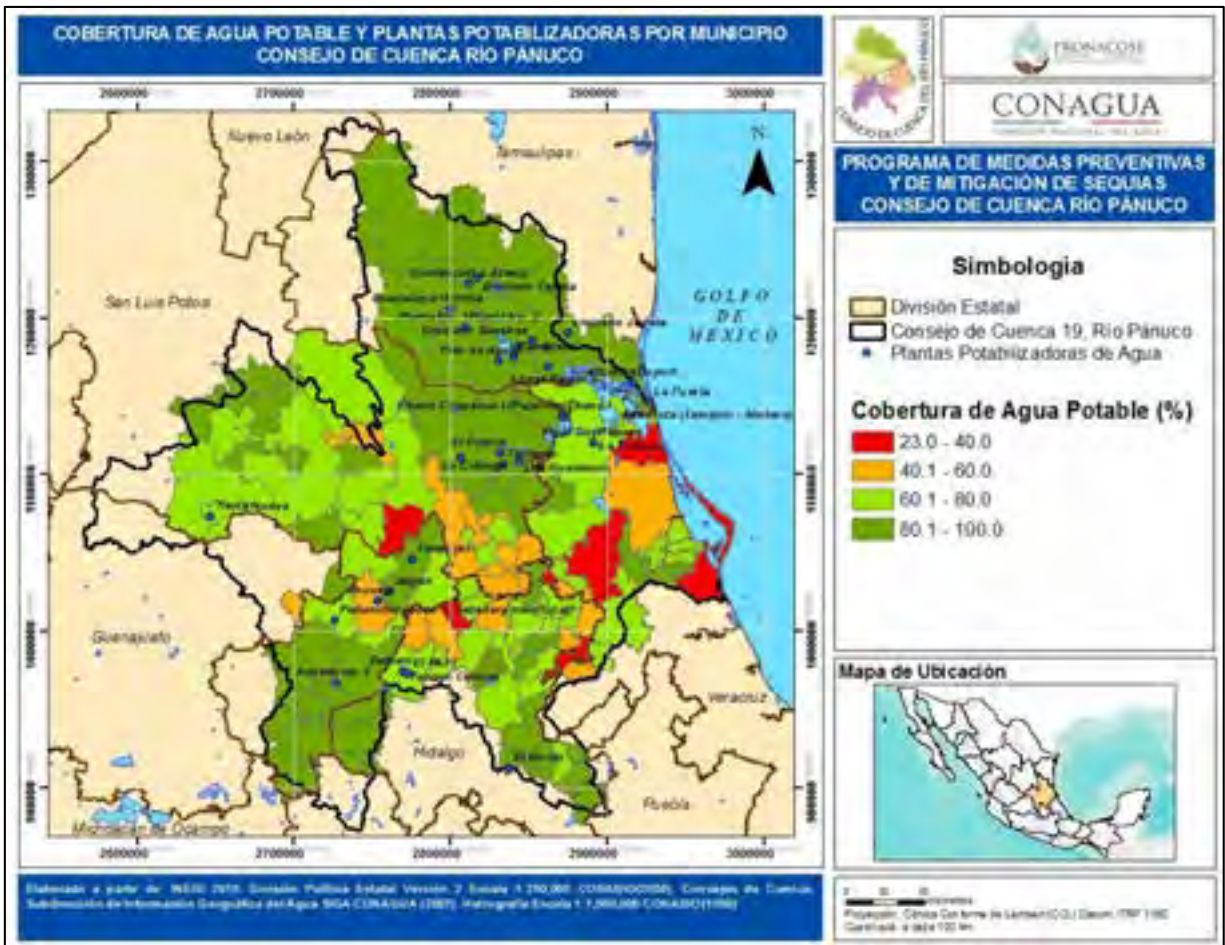
Los municipios con más de 50,000 habitantes, Gráfica 2.3, que tienen una mayor cobertura de agua potable (INEGI, 2010) son: Tampico, Tamps. (95.26%); San Juan del Río, Qro. (95.07%); El Mante, Tamps. (94.95%); Altamira, Tamps. (94.61%) y Ciudad Madero, Tamps. (92.64%). Asimismo, los municipios que tienen la menor cobertura de agua potable son: Tantoyuca, Ver. (34.52% de cobertura); Tamazunchale, S.L.P. (58.09%); Xilitla, S.L.P. (58.15%) y Chicontepec, Ver. (61.04%).



Gráfica 2.3 Porcentaje de cobertura de agua potable para municipios con más de 50,000 habitantes, en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

Plantas potabilizadoras

Las plantas potabilizadoras municipales condicionan la calidad de agua de las fuentes superficiales y/o subterráneas al uso público urbano. Hasta el año 2013 se contaba con 39 plantas potabilizadoras en operación dentro de los municipios circunscritos al CC-19 (Mapa 2.37), con una capacidad instalada de 6,949.5 litros/seg y un caudal potabilizado de 6,037.0 litros/seg. En la Tabla 2.24 se muestra las plantas potabilizadoras por municipio, la capacidad instalada, el caudal potabilizado y el tipo de proceso.



Mapa 2.37 Cobertura de agua potable por municipio y plantas potabilizadoras 2010, en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

La cobertura de agua potable para todos los municipios pertenecientes al CC-19 se puede ver en el **Anexo 6**.

Tabla 2.24 Plantas potabilizadoras dentro del CC-19 (SEMARNAT, 2013).

No.	Nombre	Localidad	Municipio	Entidad	Proceso	Capacidad Instalada (l/s)	Caudal Potabilizado (l/s)
1	El Bordo	La Estanzuela	Mineral del Chico	Hidalgo	Clarificación convencional	50.0	50.0
2	Tanque Central	Zimapán	Zimapán	Hidalgo	Otro	4.0	4.0
3	Detzani	Benito Juárez (Detzani)	Zimapán	Hidalgo	Adsorción	4.0	4.0
4	El Muhi	El Muhi	Zimapán	Hidalgo	Otro	22.0	16.0
5	Chujeje	El Chujeje	Pinal de Amoles	Querétaro	Clarificación de patente	25.0	25.0
6	Acueducto 2	Cadereyta	Cadereyta de Montes	Querétaro	Clarificación convencional	1 500.0	1 350.0
7	Tancoyol	Tancoyol	Jalpan de Serra	Querétaro	Clarificación de patente	24.0	16.0
8	Jalpan	Jalpan	Jalpan de Serra	Querétaro	Clarificación de patente	50.0	50.0
9	Peñamiller (pozo 1, cabecera municipal)	Peñamiller	Peñamiller	Querétaro	Filtración directa	10.0	10.0
10	Ciudad valles	Ciudad valles	Ciudad valles	San Luis Potosí	Clarificación convencional	600.0	400.0
11	Ébano Chapacao I (Pujalcoy)	Ébano	Ébano	San Luis Potosí	Clarificación de patente	10.0	10.0
12	Ébano I	Ébano	Ébano	San Luis Potosí	Clarificación convencional	100.0	95.0
13	Los Huastecos	Ejido Los Huastecos	Tamuín	San Luis Potosí	Clarificación de patente	10.0	10.0
14	Tamante	Tamante	Tamuín	San Luis Potosí	Clarificación convencional	2.0	2.0
15	El Puente	Tamuín	Tamuín	San Luis Potosí	Filtración directa	20.0	20.0
16	La Ciénega	Tamuín	Tamuín	San Luis Potosí	Filtración directa	18.5	18.5
17	Tierra Nueva	Tierra Nueva	Tierra Nueva	San Luis Potosí	Ablandamiento	28.0	28.0
18	Altamira	Altamira	Altamira	Tamaulipas	Clarificación convencional	100.0	90.0
19	Duport	Altamira	Altamira	Tamaulipas	Clarificación convencional	360.0	300.0
20	Estero Cuauhtémoc	Cuauhtémoc	Altamira	Tamaulipas	Clarificación convencional	80.0	40.0
21	Alta Vista (Tampico-Madero)	Ciudad Madero	Ciudad Madero	Tamaulipas	Clarificación convencional	2 000.0	1 800.0
22	La Puerta	Ciudad Madero	Ciudad Madero	Tamaulipas	Clarificación convencional	1 000.0	900.0
23	Planta No. 1	Ciudad Mante	El Mante	Tamaulipas	Clarificación convencional	300.0	250.0
24	Planta No. 2	Ciudad Mante	El Mante	Tamaulipas	Clarificación convencional	250.0	200.0
25	Camotero	El Camotero Dos (Camotero)	El Mante	Tamaulipas	Filtración directa	35.0	30.0
26	Plan de Ayala	Plan de Ayala	El Mante	Tamaulipas	Clarificación de patente	3.0	3.0
27	Guadalupe Victoria	Guadalupe Victoria	Gómez Farías	Tamaulipas	Clarificación de patente	3.0	3.0
28	Adolfo Ruíz Cortines	Adolfo Ruíz Cortines	González	Tamaulipas	Filtración directa	5.0	5.0
29	Emiliano Zapata	Emiliano Zapata	González	Tamaulipas	Filtración directa	5.0	5.0
30	Francisco I. Madero	Francisco I. Madero Dos	González	Tamaulipas	Filtración directa	5.0	5.0
31	Graciano Sánchez	Graciano Sánchez	González	Tamaulipas	Filtración directa	5.0	5.0
32	López Rayón	López Rayón	González	Tamaulipas	Filtración directa	5.0	5.0
33	Emiliano Zapata	Emiliano Zapata	Xicoténcatl	Tamaulipas	Clarificación de patente	2.0	2.0
34	La Azteca	La Azteca	Xicoténcatl	Tamaulipas	Clarificación de patente	2.0	2.0
35	Xicoténcatl	Xicoténcatl	Xicoténcatl	Tamaulipas	Clarificación convencional	40.0	40.0
36	Aquiles Serdán	Pánuco	Pánuco	Veracruz	Filtración directa	10.0	7.5
37	La Tortuga	Pánuco	Pánuco	Veracruz	Filtración directa	10.0	6.0
38	Pánuco	Pánuco	Pánuco	Veracruz	Clarificación convencional	200.0	185.0
39	Pujal Coy	Pánuco	Pánuco	Veracruz	Filtración directa	52.0	45.0
TOTAL						6,949.5	6,037.0

Cobertura de Alcantarillado

La CONAGUA considera que la cobertura de alcantarillado incluye a las personas que tienen conexión a la red de alcantarillado o una fosa séptica, o bien a un desagüe, barranca, grieta, lago o mar.

La cobertura de alcantarillado en el CC-19 es del 73.62%, determinada a nivel municipal, a partir del Censo de Población y Vivienda 2010. Las mayores coberturas de alcantarillado en los municipios con poblaciones mayores a los 50,000 habitantes corresponden a: Tampico, Tamps. (95.23%); Ciudad Madero, Tamps. (93.42%); Tulancingo de Bravo, Hgo. (93.41%); San Juan del Río, Qro. (93.27%) y Altamira, Tamps. (87.39%); como se observa en la Gráfica 2.4.

Los municipios que tienen la menor cobertura de agua potable son: Chicontepec, Ver. (23.09%); Tantoyuca, Ver. (30.20%); Amealco de Bonfil, Qro. (58.94%); Xilitla, S.L.P. (61.55%) y Pánuco, Ver. (67.20%).

La cobertura de alcantarillado en cada uno de los municipios del Consejo de Cuenca, se muestra en el **Anexo 7**.

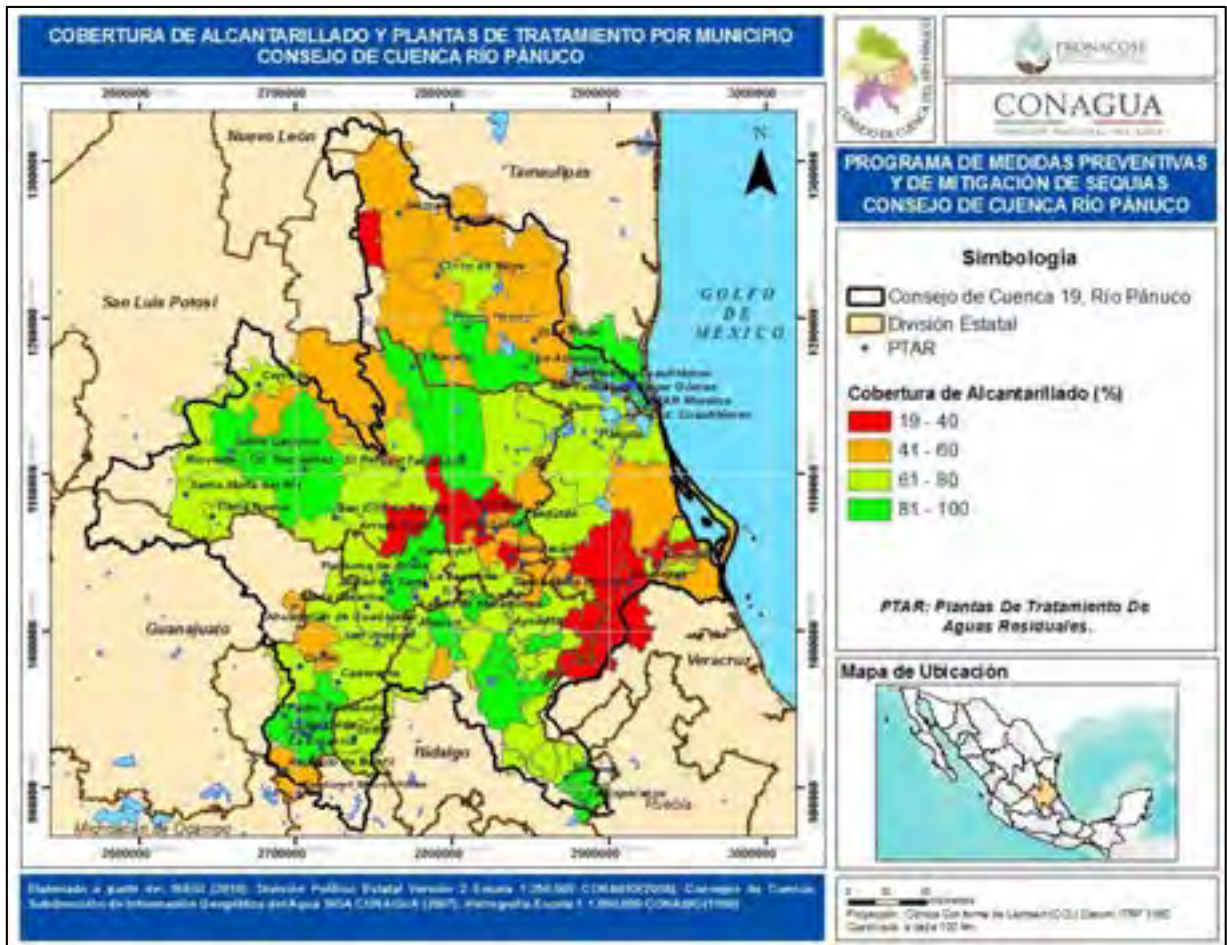
Plantas de tratamiento de aguas residuales

Con el objeto de preservar la calidad de agua, se construyen plantas para tratar las aguas antes de su descarga a los ríos y cuerpos de agua. En el CC-19 existen 99 plantas de tratamiento en operación distribuidas dentro de los municipios circunscritos al CC-19 con una capacidad instalada de 4,285.4 l/s y un caudal tratado de 3,362.65 l/s (Mapa 2.38). En la Tabla 2.25 se muestran

las plantas de tratamiento que se encuentran en los municipios que forman parte del CC-19, agrupadas en los diferentes tipos de proceso.

Tabla 2.25 Plantas de tratamiento de aguas residuales, según proceso de tratamiento, dentro del CC-19 (SEMARNAT, 2013).

Proceso	Cantidad	Capacidad Instalada (l/s)	Caudal Tratado (l/s)
Aerobio	1	8.0	2.1
Anaerobio	4	27.0	22.9
Biológico	1	200.0	20.0
Filtros Biológicos o Rociadores o Percoladores	2	16.0	6.9
Fosa Séptica + Wetland	1	4.0	4.0
Humedales (Wetland)	3	25.6	15.7
Laguna de Estabilización	5	234.5	192.6
Lagunas Aireadas	1	12.0	10.0
Lagunas de Estabilización	16	1,001.2	873.2
Lodos Activados	32	2,626.5	2,110.5
Primario o Sedimentación	1	225.0	30.0
Rafa + Filtro Biológico	1	4.0	4.0
Rafa o Wasb	23	50.1	47.5
Reactor Enzimático	3	6.5	3.6
Tanque Imhoff + Filtro Biológico	1	1.0	1.0
Tanque Imhoff + Wetland	1	10.0	5.0
Tanque Imhoff	1	4.0	3.7
Otro	2	10.0	10.0
TOTAL	99	4,285.4	3,362.65



Mapa 2.38 Cobertura de alcantarillado por municipio y plantas de tratamiento en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales ubicadas dentro del Consejo de Cuenca del río Pánuco, se enlistan en el **Anexo 8** Plantas de tratamiento de aguas residuales en la cuenca del río Pánuco. **Anexo 8**.

2.6. Desarrollo socio-económico

El desarrollo socio-económico de una región se relaciona con el recurso hídrico al menos a través de tres procesos: 1) el consumo directo del recurso hídrico, 2) la generación de desechos sólidos, líquidos y gaseosos, productos de diferentes actividades y que afectan su estado o condiciones y 3) la

transformación directa de los ecosistemas para usos diversos como la creación de zonas urbanas, sistemas agropecuarios e industriales.

Los impactos del hombre sobre el recurso hídrico se asocian con el tamaño de la población y su tasa de crecimiento. Sin embargo, existen otras características relacionadas con la población, como su distribución espacial y densidad de población, rezago social, marginación social, capacidad de consumo y sectores de desarrollo, las cuáles determinan de manera importante, la forma e intensidad del uso del recurso hídrico.

2.6.1. Población

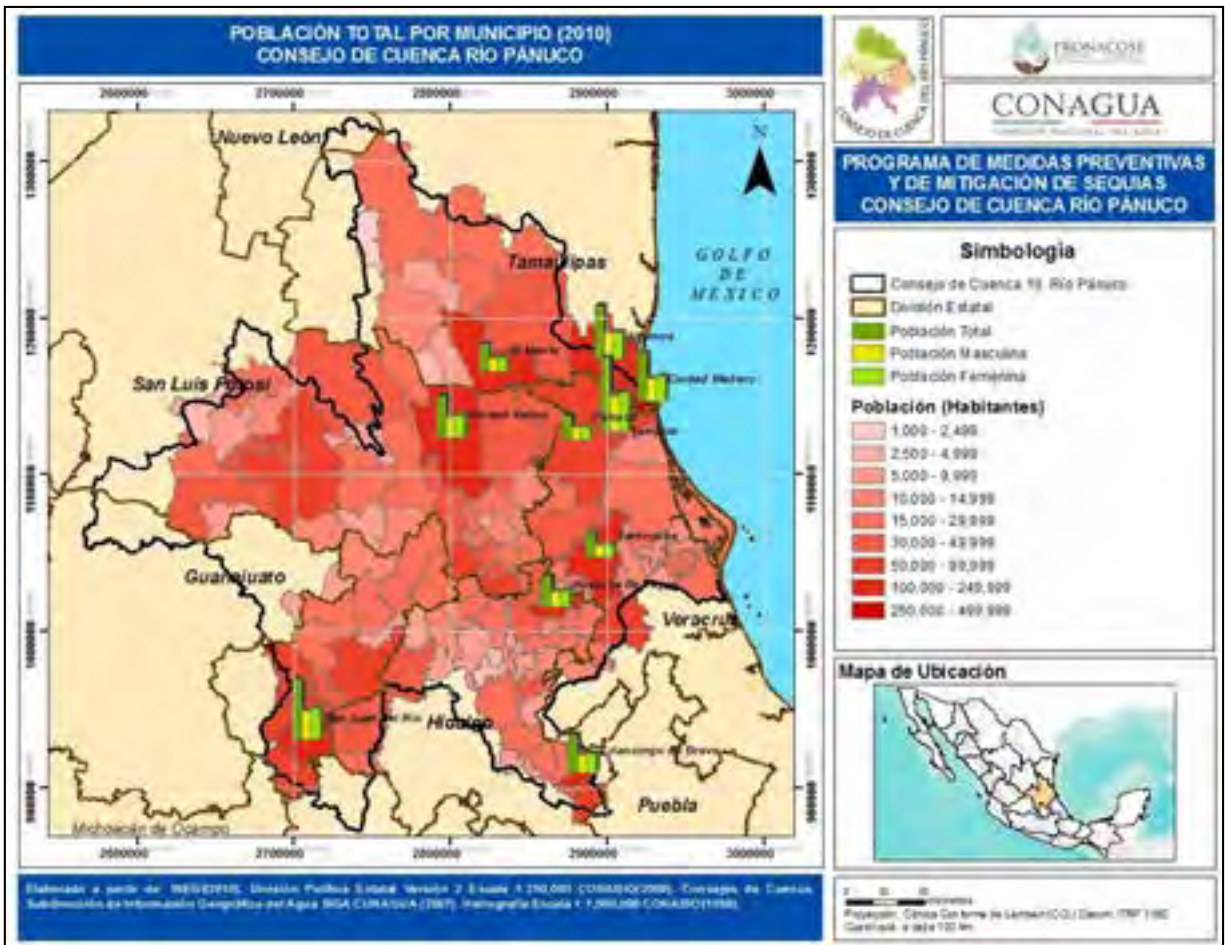
En 2010, la población total en el territorio del Consejo de Cuenca del río Pánuco⁸, CC-19, considerando los 128 municipios circunscritos, se estimó, de acuerdo al INEGI en 4'401,348 habitantes, correspondiente al 3.92% de la población total en México. En el año 2010, la población total tuvo un crecimiento del 7.01% con respecto al 2005; y del 3.09% entre el 2005 y 2000 (Tabla 2.26).

Los municipios con mayor población son: Tampico, Tamps. (297,554 hab.); San Juan del Río, Qro. (241,699 hab.); Altamira, Tamps. (212,001 hab.); Ciudad Madero, Tamps. (197,216 hab.); y Ciudad Valles, S.L.P. (167,713 hab.).

Tabla 2.26 Crecimiento poblacional en el CC-19, Río Pánuco.

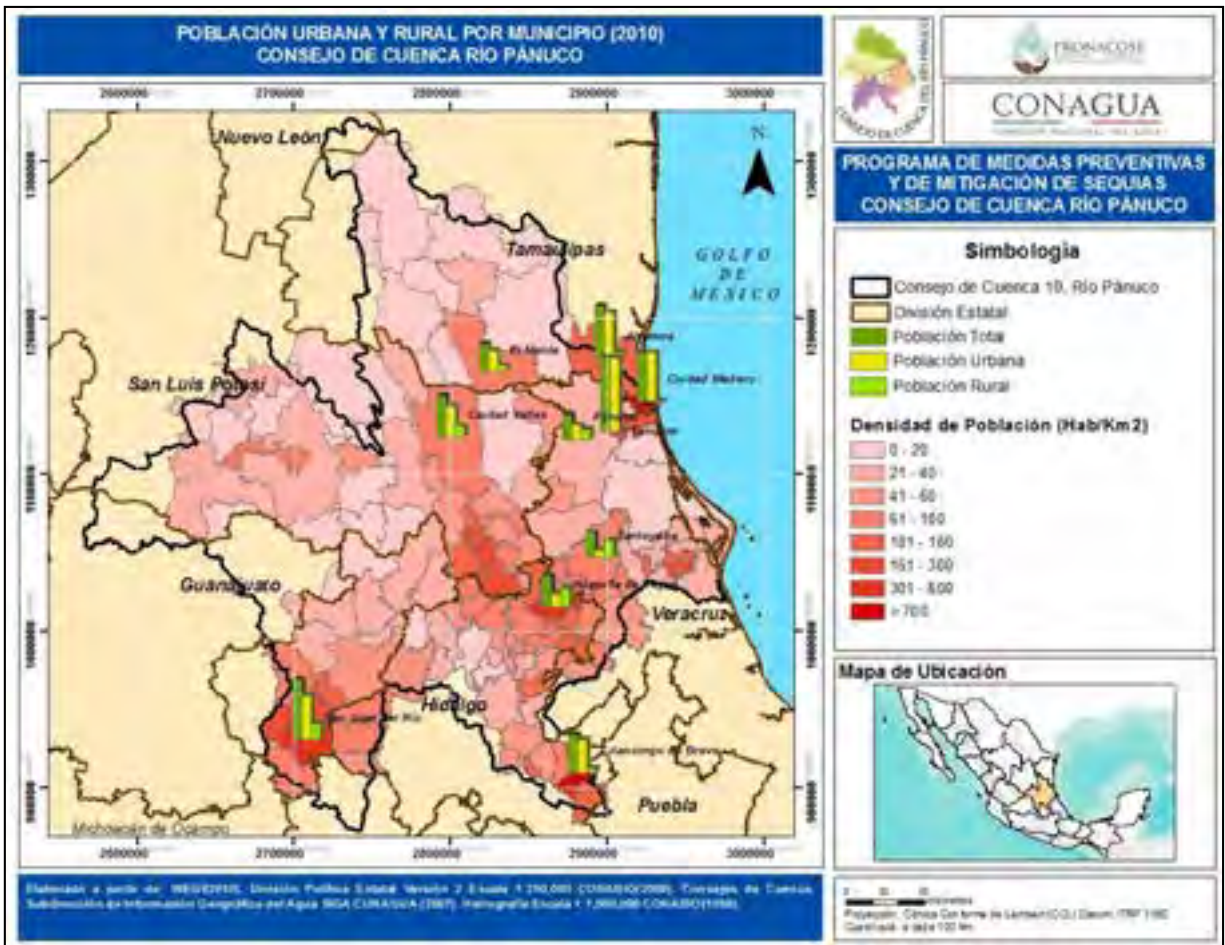
Año	Población Total	Población Masculina	Población Femenina	Tasa de Crecimiento
2010	4'401,348	2'147,070	2'254,278	7.01%
2005	4'092,913	1'987,938	2'104,975	3.09%
2000	3'966,567	1'939,767	2'026,800	-

⁸ La caracterización socio-económica se realiza a partir de los 128 municipios circunscritos al Consejo de Cuenca del río Pánuco.



Mapa 2.39 Población total por municipio y población masculina y femenina en los municipios con mayor población en el CC-19, río Pánuco.

La población femenina en el CC-19 es de 2'254,278 y la población masculina de 2'147,070. En el **Mapa 2.39**, se muestra la población total por municipio y la población masculina y femenina en los 10 municipios con mayor población en el CC-19, río Pánuco.



Mapa 2.40 Densidad de población por municipio y población urbana y rural en los municipios con mayor densidad poblacional en el CC-19, río Pánuco.

La densidad de población en CC-19, Mapa 2.40, es de 54.96 hab/km², sólo 2 unidades por debajo de la densidad nacional, 57 hab/km² (INEGI, 2010). Cuatro de los 128 municipios observa una densidad de población superior a 600 hab/km². Los municipios más densamente poblados son: Ciudad Madero (4,069.7 hab/km²) y Tampico (2,598.3 hab/km²).

Una característica demográfica significativa es el cambio histórico de la proporción entre la población rural y urbana. De acuerdo, al último censo de 2010, de la población total en el CC-19, el 50.66% era urbana y el 49.34% rural. En total hay 15,694 localidades, 155 localidades son urbanas y 15,539

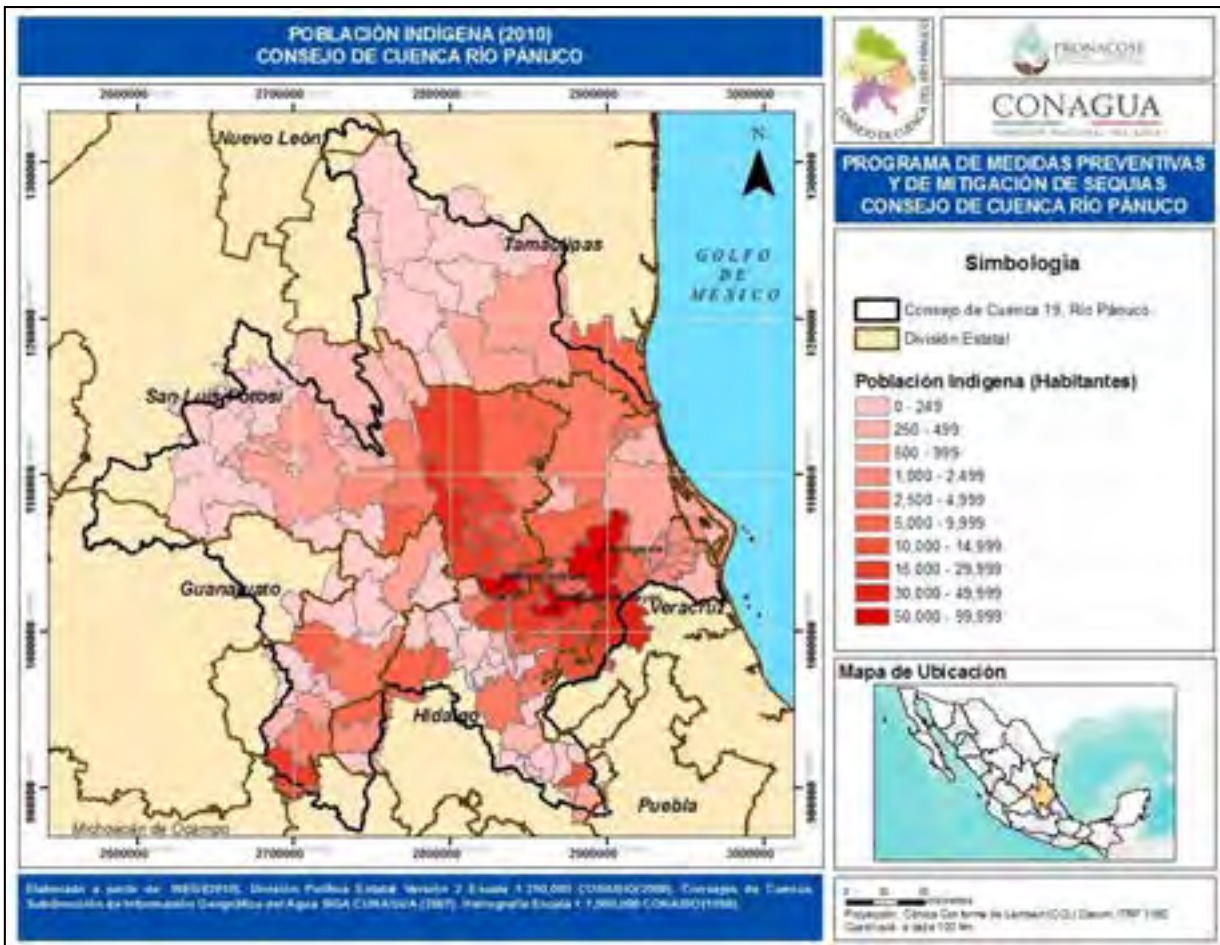
rurales. El crecimiento de la población rural de 2005 a 2010 fue de 4.7%. La Tabla 2.27, muestra el comportamiento del crecimiento que de la población urbana con respecto a la rural en la cuenca.

Tabla 2.27 Crecimiento de la población urbana y rural en el CC-19, río Pánuco.

Año	Población Total	Población Urbana	Tasa de Crecimiento Población Urbana	Población Rural	Tasa de Crecimiento Población Rural
2010	4'401,348	2'229,938	9.2 %	2'171,410	4.7 %
2005	4'092,913	2'024,368	8.1 %	2'068,545	-1.9 %
2000	3'966,567	1'859,774	6.2 %	2'106,793	2.8%
1995	3'792,337	1'744,989	-	2'047,348	-

El **Anexo 9 Anexo 9** muestra la cantidad de población urbana y rural por municipio en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

En lo que respecta a la población indígena, está representa el 21.55% de la población total. El municipio con mayor población indígena es el municipio de Huejutla de Reyes en el estado de Hidalgo, con una población indígena de 92,241 habitantes; seguido de los municipios de Tantoyuca, Ver. (66,101 hab.), y Tamazunchale, S.L.P. (59,696 hab). En el Mapa 2.41 se muestran los municipios dentro del CC-19 con mayor población indígena.



Mapa 2.41 Población indígena en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

En el **Anexo 10** se muestra un listado de la cantidad de habitantes de población indígena contrastando con la población total, por municipio de la cuenca del río Pánuco.

El proceso de concentración de habitantes en el territorio genera núcleos de población o zonas que se caracterizan principalmente por la concentración de población, actividades económicas y por gestiones político-administrativas fragmentadas, las cuáles se denominan "*Zonas Metropolitanas*". De acuerdo a la "*Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2010*", publicada por

Tabla 2.28 Zonas Metropolitanas en el CC-19, río Pánuco (SEDESOL, 2010).

Zona Metropolitana		Población			Tasa de crecimiento medio anual (%)		Superficie (km ²)	DMU ² (hab/ha)
Clave	Municipio	1990	2000	2010	1990-2000	2000-2010		
ZM-19 Tulancingo		147,137	193,638	239,579	2.8	2.1	673.1	63.5
13016	Cuauhtepc de Hinojosa	36,519	45,110	54,500	2.1	1.8	391.4	18.8
13056	Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	18,048	26,254	33,495	3.8	2.4	64.3	39.0
13077	Tulancingo de Bravo	92,570	122,274	151,584	2.8	2.1	217.4	76.7
ZM-39 Ríoverde-Cd. Fernández		121,212	128,935	135,452	0.6	0.5	3582.4	29.2
24011	Ciudad Fernández	34,778	39,944	43,528	1.4	0.8	518.5	22.6
24024	Ríoverde	86,434	88,991	91,924	0.3	0.3	3064.0	33.2
ZM-42 Tampico		648,598	746,417	859,419	1.4	1.4	5281.7	80.5
28003	Altamira	82,585	127,664	212,001	4.5	5.0	1661.9	75.4
28009	Ciudad Madero	160,331	182,325	197,216	1.3	0.8	48.4	82.1
28038	Tampico	272,690	295,442	297,554	0.8	0.1	114.5	95.6
30123	Pánuco	87,708	90,657	97,290	0.3	0.7	3168.1	40.7
Total		916,947	1,068,990	1,234,450			9537.2	

² Densidad Media Urbana

Rezago Social

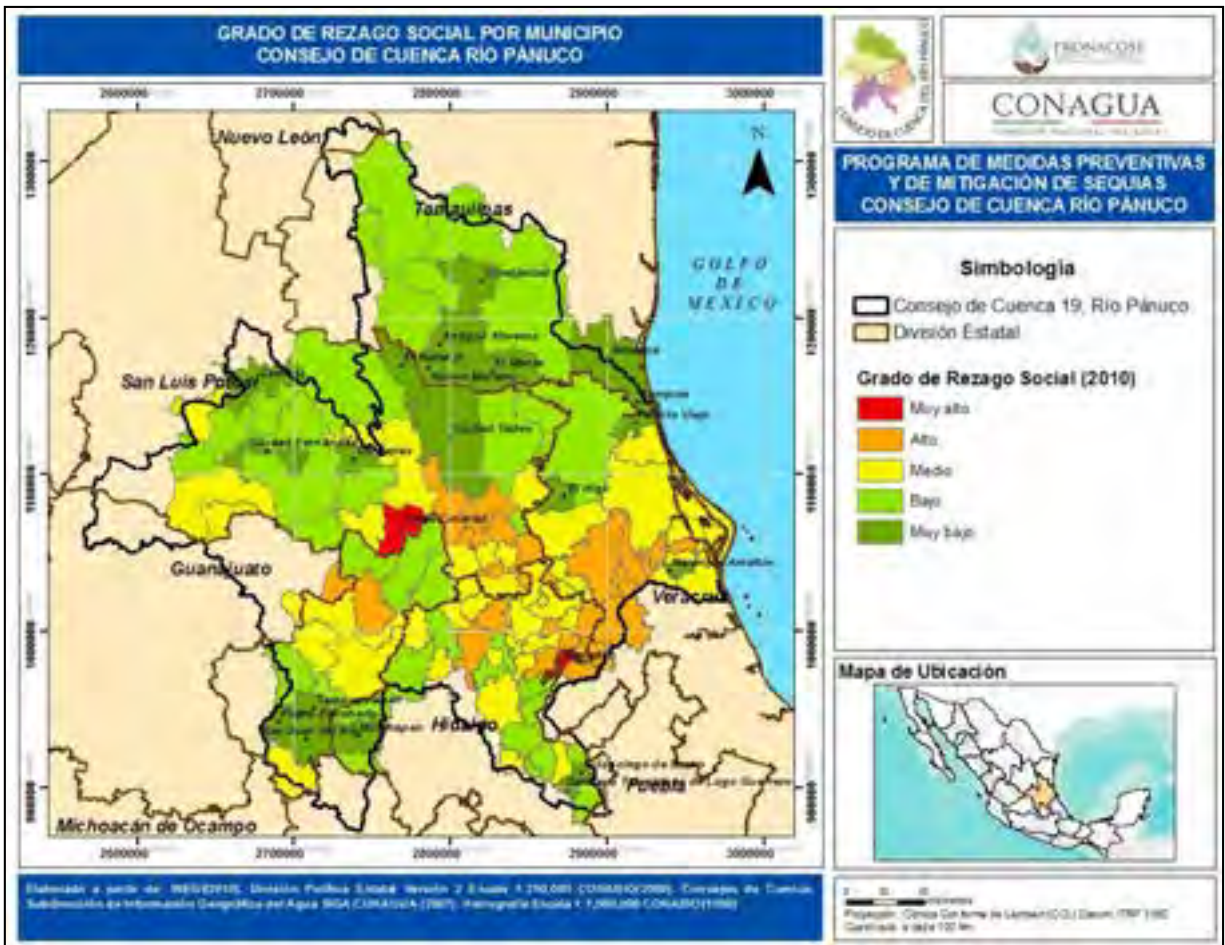
El *rezago social* es un índice de carácter multidimensional de la pobreza que incorpora aspectos de educación, acceso a servicios de salud y servicios básicos, calidad, espacios en la vivienda y activos en el hogar. Este índice es un indicador de carencias estimado en tres niveles geográficos: estatal, municipal y local.

El índice de rezago social es calculado por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) De acuerdo con el valor del índice se determina el grado de rezago: muy bajo, bajo, medio, alto o muy alto. Su conocimiento contribuye a la generación de información para la toma de decisiones en materia de política social en diferentes niveles de operación, facilitando la ubicación de zonas con atención prioritaria.

Tabla 2.29 Municipios con mayor índice y grado de rezago social en el CC-19, río Pánuco (CONEVAL, 2010).

No.	Municipio	Entidad Federativa	Población Total (2010)	Índice de Rezago Social	Grado de Rezago Social
1	Santa Catarina	San Luis Potosí	11,835	2.130635	Muy alto
2	Ilamatlán	Veracruz	13,575	2.021876	Muy alto
3	Zontecomatlán de López y Fuent	Veracruz	13,866	1.808074	Muy alto
4	Aquismón	San Luis Potosí	47,423	1.745916	Alto
5	Xochiatipan	Hidalgo	19,067	1.414055	Alto
6	Benito Juárez	Veracruz	16,692	1.195677	Alto
7	Tepehuacán de Guerrero	Hidalgo	29,125	1.165547	Alto
8	Ixcatepec	Veracruz	12,713	1.099196	Alto
9	Yahualica	Hidalgo	23,607	1.020243	Alto
10	Chicontepepec de Tejada	Veracruz	54,982	0.991228	Alto
11	Tancanhuitz	San Luis Potosí	21,039	0.990938	Alto
12	Chontla	Veracruz	14,688	0.967842	Alto
13	San Antonio	San Luis Potosí	9,390	0.935546	Alto
14	Tantoyuca	Veracruz	101,743	0.915800	Alto
15	Coxcatlán	San Luis Potosí	17,015	0.853028	Alto
16	Chiconamel	Veracruz	6,752	0.838964	Alto
17	Huazalingo	Hidalgo	12,779	0.833681	Alto
18	Tampamolón Corona	San Luis Potosí	14,274	0.800291	Alto
19	Atarjea	Guanajuato	5,610	0.795007	Alto
20	Tanlajás	San Luis Potosí	19,312	0.788957	Alto
21	Huautla	Hidalgo	22,621	0.783785	Alto
22	San Martín Chalchicuautla	San Luis Potosí	21,347	0.763919	Alto
23	Tianguistengo	Hidalgo	14,037	0.724279	Alto
24	Citlaltépec	Veracruz	11,081	0.704976	Alto
25	Tlahuiltepa	Hidalgo	9,753	0.696194	Alto
26	Pinal de Amoles	Querétaro	27,093	0.682356	Alto
27	Huehuetlán	San Luis Potosí	15,311	0.655525	Alto
28	Matlapa	San Luis Potosí	30,299	0.651485	Alto
29	Tantíma	Veracruz	12,814	0.644728	Alto

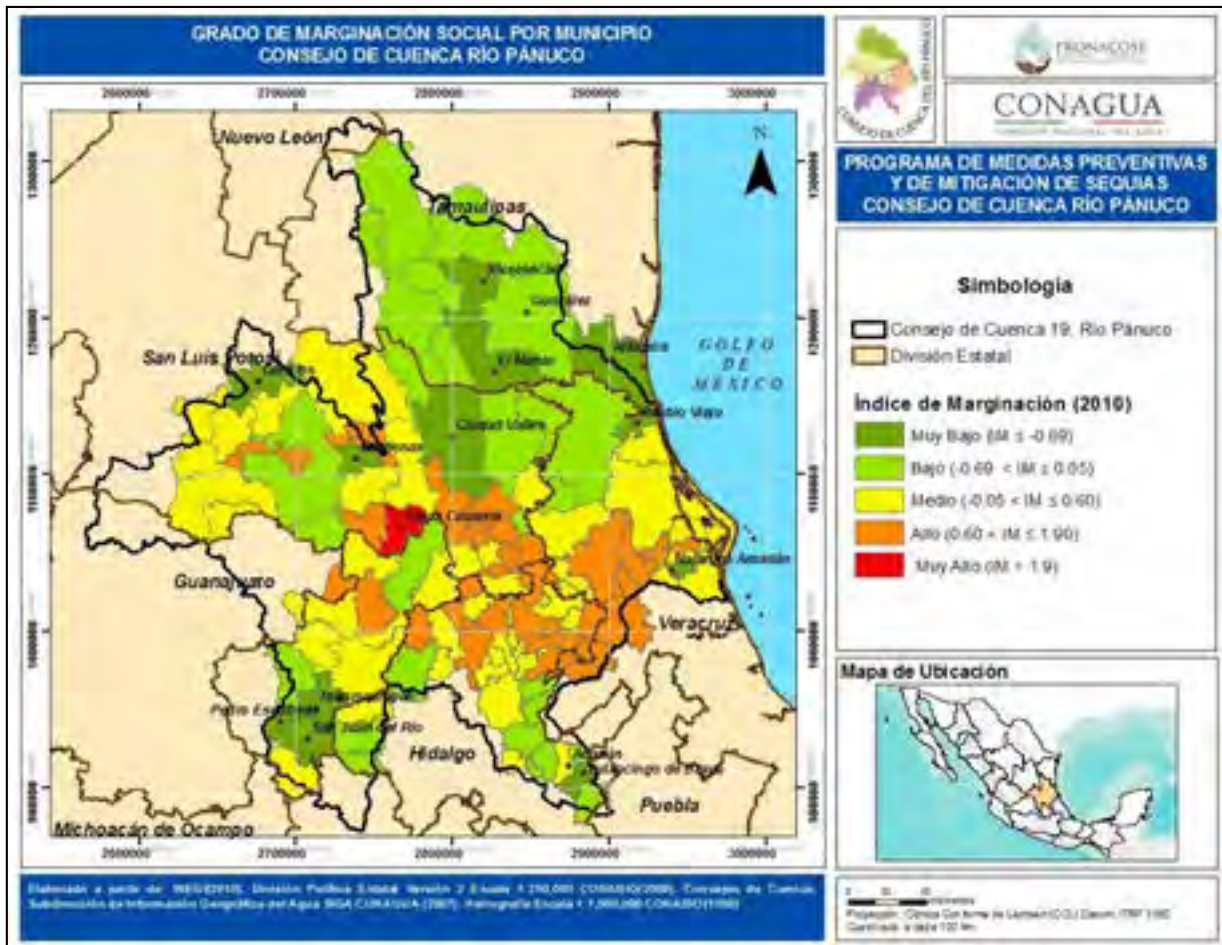
La Tabla 2.29 presenta el índice y grado de rezago de los 29 municipios con mayor rezago social, de acuerdo a la última estimación de la CONEVAL en el año 2010, ubicados principalmente en cinco estados: San Luis Potosí, Veracruz, Hidalgo, Querétaro y Guanajuato. De los 29 municipios: en 3 municipios observan muy alto rezago y en 26 municipios alto grado de rezago social. En éstos residían 629,843 habitantes, el 14.3% de la población total del CC-19. En el Mapa 2.43 se muestra la distribución espacial del rezago social en la cuenca.



Mapa 2.43 Grado de rezago social en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

Marginación social

La *marginación social* es una medida-resumen que permite diferenciar entidades y municipios del país según el impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las con la residencia en localidades pequeñas, (CONAPO, 2010). La marginación social se describe a partir del *índice y grado de marginación*, constituido por nueve indicadores que miden la intensidad de la exclusión en porcentajes.



Mapa 2.44 Grado de marginación social en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

El Mapa 2.44 muestra la distribución espacial del grado de marginación social en la cuenca y la Tabla 2.30 muestra el índice y grado de marginación por municipio en el Consejo de Cuenca del Río Pánuco CC-19, se identifica sólo al municipio de Santa Catarina, S.L.P.; con alto grado de marginación y 38 municipios con alto grado de marginación: 14 municipios del Estado de San Luis Potosí, 13 de Hidalgo, 10 de Veracruz, 1 de Querétaro y 1 de Guanajuato. En éstos residían 829,439 habitantes, el 18.8% de la población total del CC-19.

Tabla 2.30 Municipios con mayor índice y grado de marginación social en el CC-19, río Pánuco (CONAPO, 2010).

No.	Municipio	Entidad Federativa	Población Total (2010)	Índice de Marginación Social	Grado de Marginación Social
1	Santa Catarina	San Luis Potosí	11835	2.235	Muy Alto
2	Aquismón	San Luis Potosí	47,423	1.878	Alto
3	llamatlán	Veracruz	13,575	1.828	Alto
4	Zontecomatlán de López y Fuent	Veracruz	13,866	1.719	Alto
5	Xochiatipan	Hidalgo	19,067	1.549	Alto
6	Tepehuacán de Guerrero	Hidalgo	29,125	1.375	Alto
7	Yahualica	Hidalgo	23,607	1.261	Alto
8	Chiconamel	Veracruz	6,752	1.143	Alto
9	Huazalingo	Hidalgo	12,779	1.081	Alto
10	La Misión	Hidalgo	10,452	1.02	Alto
11	Ixcatepec	Veracruz	12,713	1.002	Alto
12	San Martín Chalchicuaula	San Luis Potosí	21,347	0.965	Alto
13	Tancanhuitz	San Luis Potosí	21,039	0.953	Alto
14	Tampamolón Corona	San Luis Potosí	14,274	0.92	Alto
15	San Antonio	San Luis Potosí	9,390	0.907	Alto
16	Pacula	Hidalgo	5,049	0.89	Alto
17	Atarjea	Guanajuato	5,610	0.886	Alto
18	Matlapa	San Luis Potosí	30,299	0.817	Alto
19	Chontla	Veracruz	14,688	0.817	Alto
20	Pinal de Amoles	Querétaro	27,093	0.808	Alto
21	Pisaflores	Hidalgo	18,244	0.78	Alto
22	Huautla	Hidalgo	22,621	0.756	Alto
23	Orizatlán	Hidalgo	39,181	0.743	Alto
24	Tiangüistengo	Hidalgo	14,037	0.743	Alto
25	Tanlajás	San Luis Potosí	19,312	0.714	Alto
26	Benito Juárez	Veracruz	16,692	0.712	Alto
27	Tantoyuca	Veracruz	101,743	0.691	Alto
28	Lagunillas	San Luis Potosí	5,774	0.685	Alto
29	Calnali	Hidalgo	16,962	0.678	Alto
30	Alaquines	San Luis Potosí	8,186	0.676	Alto
31	Tlahuiltepa	Hidalgo	9,753	0.668	Alto
32	Citlaltépec	Veracruz	11,081	0.654	Alto
33	Coxcatlán	San Luis Potosí	17,015	0.652	Alto
34	Tlanchinol	Hidalgo	36,382	0.646	Alto
35	Ciudad Fernández	San Luis Potosí	43,528	0.639	Alto
36	Huehuetlán	San Luis Potosí	15,311	0.628	Alto
37	Tantima	Veracruz	12,814	0.616	Alto
38	Tampacán	San Luis Potosí	15,838	0.614	Alto
39	Chicontepec de Tejada	Veracruz	54,982	0.61	Alto

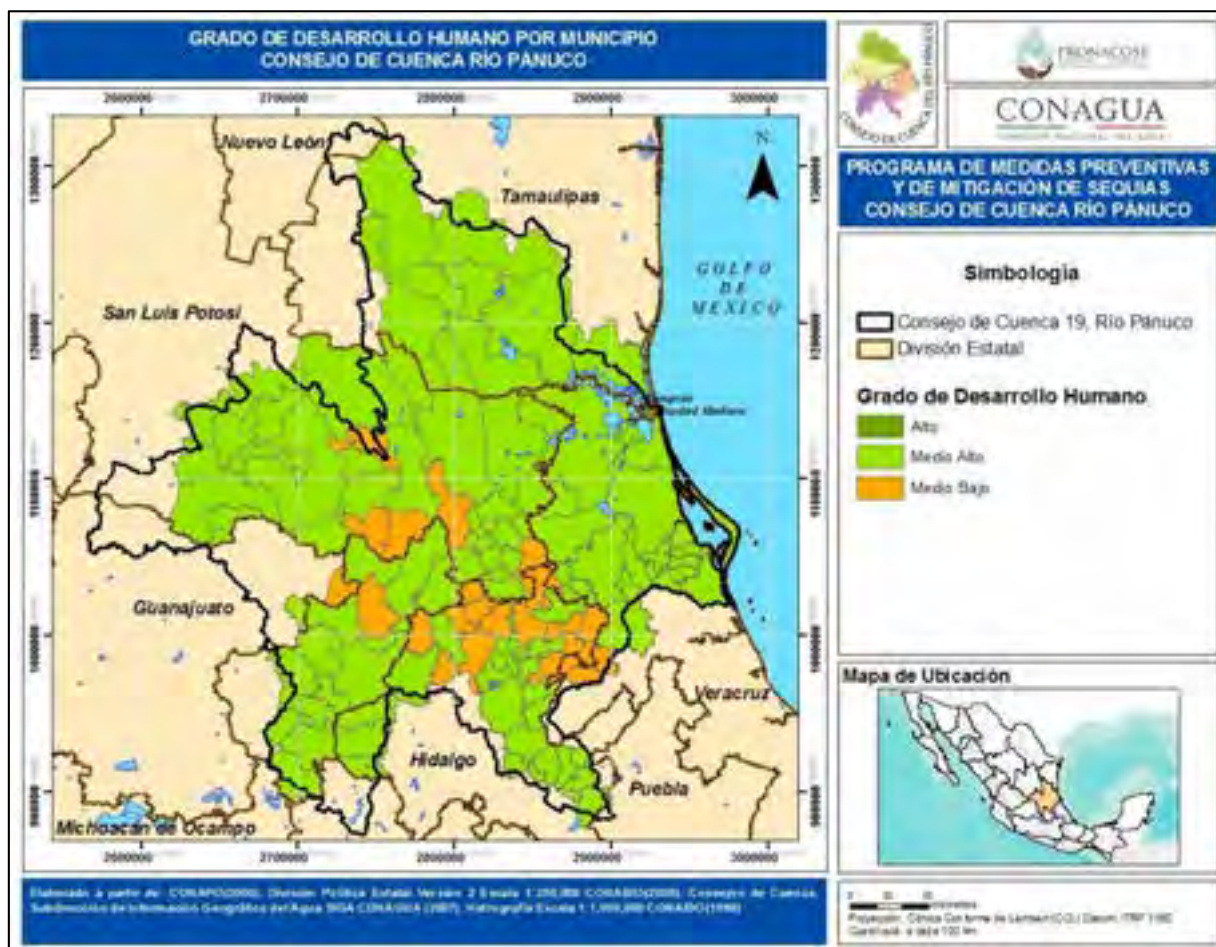
Desarrollo Humano

El *Índice de desarrollo humano (IDH)*, es un índice que permite diferenciar las entidades y municipios del país, de acuerdo a las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a servicios de salud, educación e ingresos percibidos. Cada dimensión del IDH es medida a partir de las variables establecidas por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y su metodología (ONU-PNUD, 2014). Cabe indicar que en

contraposición al rezago social o la marginación social, el desarrollo social tiene una connotación inversa.

Tabla 2.31 Municipios por entidad federativa, según IDH 2000, en el CC-19, río Pánuco (CONAPO, 2000).

No.	Entidad Federativa	IDH			
		Alto	Medio Alto	Medio Bajo	Total
1	Guanajuato		1	1	2
2	Hidalgo		24	16	40
3	Querétaro Arteaga		13	1	14
4	San Luis Potosí		31	5	36
5	Tamaulipas	2	11		13
6	Veracruz de Ignacio de la Llave		19	4	23
Total		2	99	27	128



Mapa 2.45 Índice de Desarrollo Humano en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

La Tabla 2.31 y el Mapa 2.45 muestran la distribución del desarrollo social por municipios en la cuenca del río Pánuco. El desarrollo social es de medio-bajo a alto, sólo dos municipios presentan un desarrollo alto, el municipio de Ciudad Madero y Tampico, ambos del estado de Tamaulipas.

El 68.8% de la población, 3'428,727 habitantes en 99 municipios, tienen un desarrollo social alto, y el 10.9%, 477,851 habitantes en 27 municipios, tienen un desarrollo social medio-bajo.

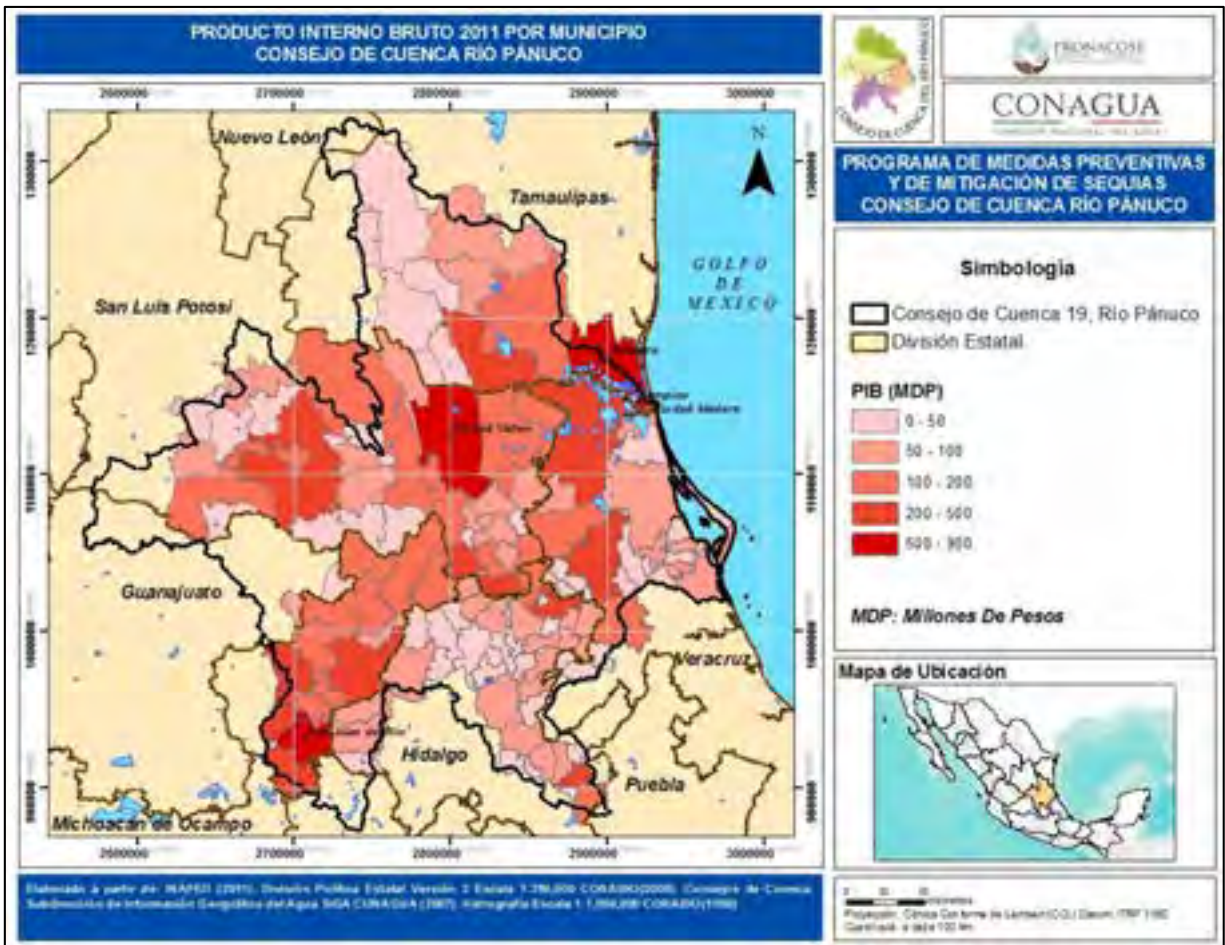
En el **Anexo 11**, se muestra los índices de rezago, marginación y desarrollo social de los municipios que integran el Consejo de Cuenca del río Pánuco.

2.6.2. Sectores de desarrollo

Producto Interno Bruto

El Producto Interno Bruto (PIB), es la medida total del flujo de bienes y servicios durante un determinado periodo, el cual se obtiene valuando la producción de bienes y servicios a precios de mercado (Bannock, Baxter , & Rees, 1999). El PIB es un indicador representativo que ayuda a medir el crecimiento o decrecimiento de la producción de bienes y servicios. De acuerdo al Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal INAFED (INAFED, 2011), el PIB de la cuenca del río Panuco representa el 4.79% del PIB de México⁹. El mapa 2.46 presenta este indicador por municipio, los cinco municipios con mayor aporte al PIB de la cuenca son: Tampico, Tamaulipas (5.35%); San Juan del Río, Querétaro (4.85%); Altamira, Tamaulipas (4.30%); Victoria, Tamaulipas (4.20%) y Ciudad Valles, San Luis Potosí (3.30%).

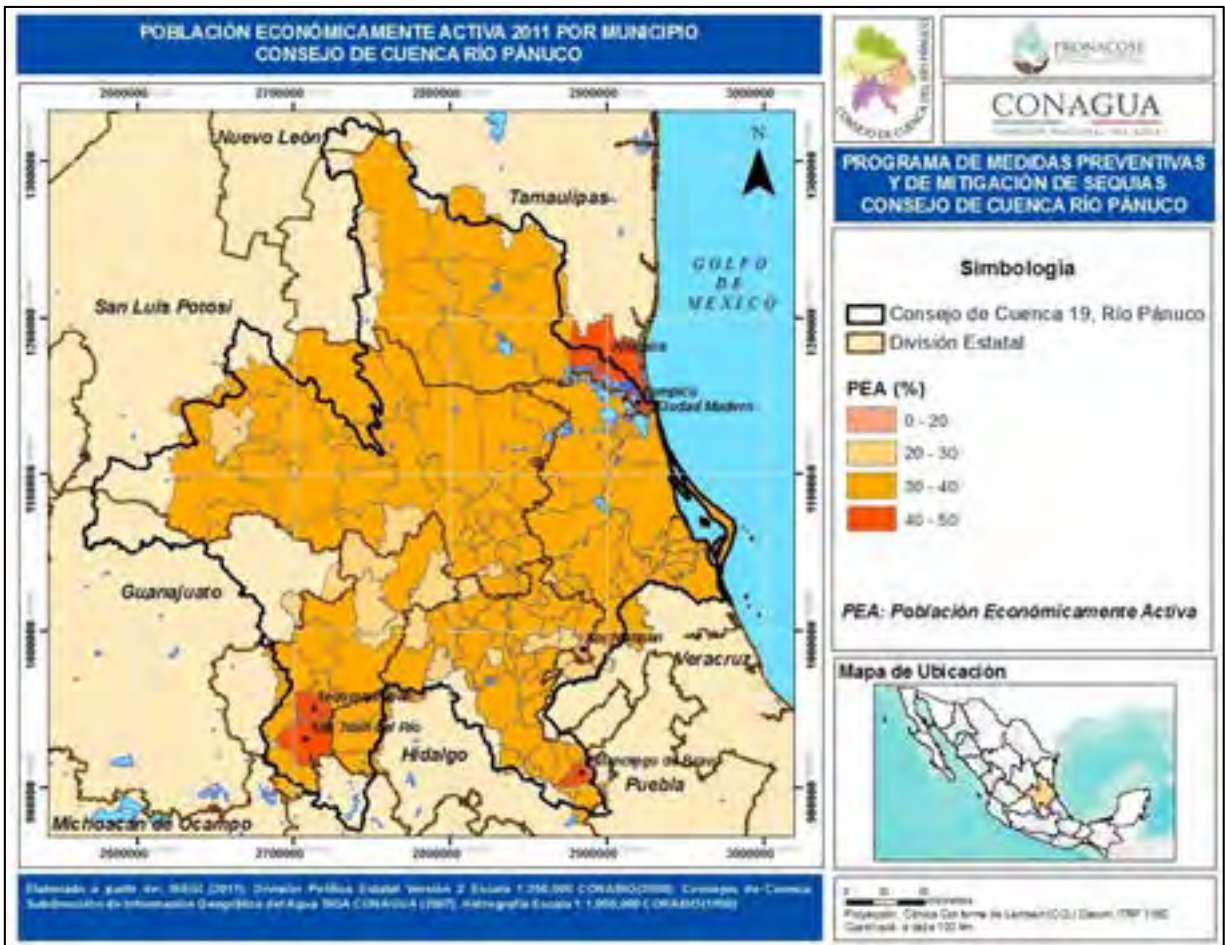
⁹ El PIB de México en 2011 fue de 301,340,918,587.00 Cuenca río Pánuco (14,438,941,859)



Mapa 2.46 Distribución por municipio del PIB 2011, en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

Población Económicamente Activa

De acuerdo al Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM, 2010), la Población Económicamente Activa (PEA), en el CC19 es del 36.28% de la población total, es decir 1'596,933 habitantes (población total 4'401,348 habitantes). El 72.24% son hombres y el 27.76% son mujeres. Los municipios con mayor porcentaje de PEA son: Tampico, Tamaulipas (42.86%); San Juan del Río, Querétaro (41.91%); Altamira, Tamaulipas (40.35%); Ciudad Madero, Tamaulipas (40.75%) y Tulancingo de Bravo, Hidalgo (42.83%). El mapa 2.47, muestra la distribución de la población económicamente activa por municipio en el CC-19.



Mapa 2.47 Distribución por municipio de la Población Económicamente Activa 2010, en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

Actividades Económicas

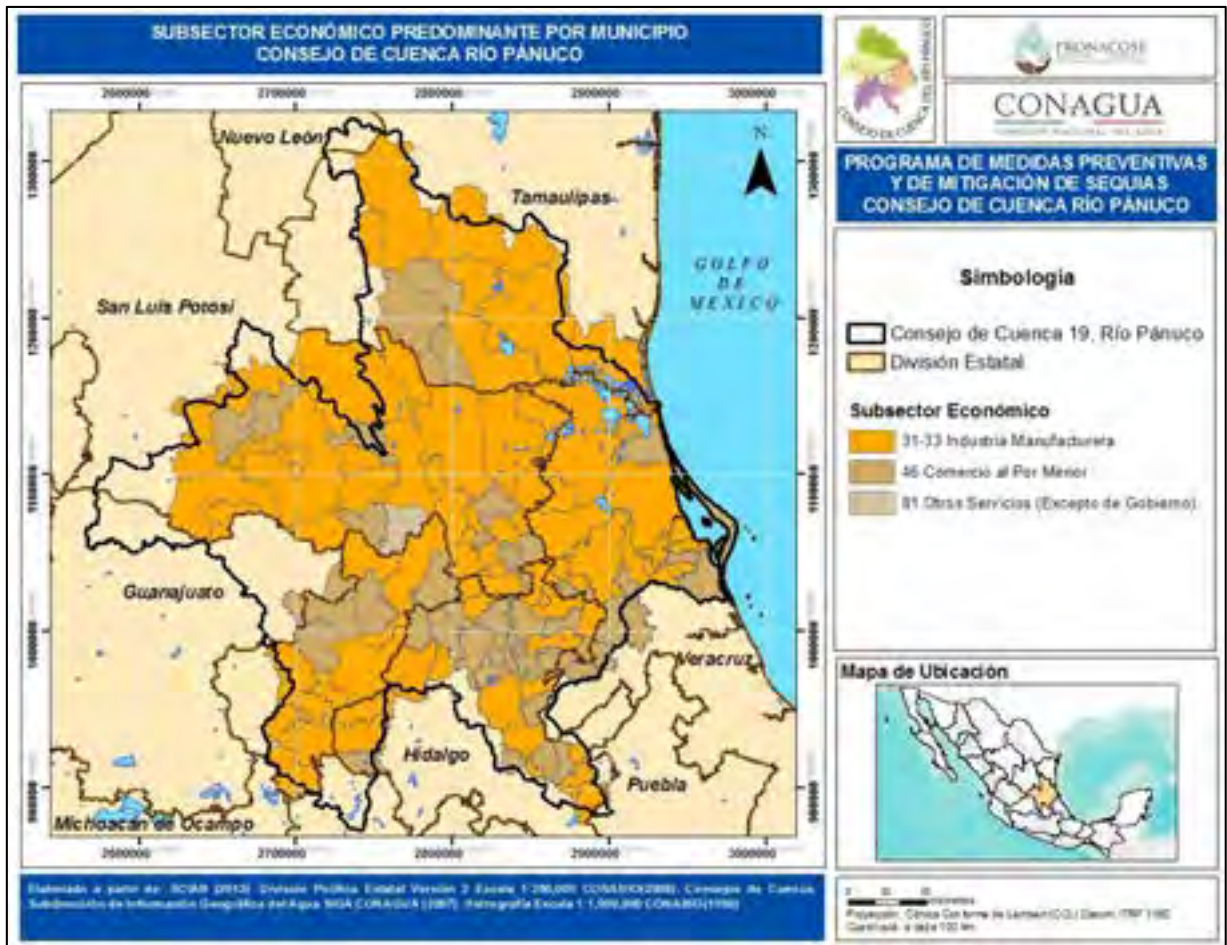
El desarrollo económico de la cuenca del río Pánuco, a través del tiempo, se ha basado principalmente en la actividad primaria, es decir, en la explotación de sus recursos naturales, obtenidos del sector agricultura, ganadero, aprovechamiento forestal, pesca y caza. En la agricultura los principales cultivos son: sorgo, maíz, caña de azúcar, soya y pastos y praderas en verde. En la ganadería se produce ganado bovino, porcino, caprino y ave. Sin embargo, en las últimas décadas la actividad secundaria ha predominado en la cuenca, con el desarrollo del sector de transformación de bienes y en particular

el crecimiento de la industria manufacturera. Se destaca el complejo Industrial del Puerto de Altamira, en Tamaulipas, en la cuenca baja del CC-19.

Tabla 2.32 Porcentaje de participación económica, según actividad y sector, en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

Porcentaje de Participación/Actividad			Porcentaje de Participación/Sector		
2.18% Primaria	2.18%	Explotación de Recursos Naturales	2.18%	11	Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza
	28.84% Secundaria	Transformación de Bienes	1.05%	21	Minería
2.56%			22	Electricidad, agua, y suministro de gas por ductos al consumidor final	
2.06%			23	Construcción	
23.17%			31-33	Industrias manufactureras	
68.98% Terciaria	31.34%	Distribución de Bienes	7.43%	43	Comercio al por mayor
			20.21%	46	Comercio al por menor
			3.69%	48-49	Transportes, correos y almacenamiento
			3.46%	51	Información en medios masivos
	6.68%	Operaciones con Activos	2.92%	52	Servicios financieros y de seguros
			3.76%	53	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles
	11.84%	Servicios cuyo Insumo Principal es el Conocimiento y la Experiencia del Personal	2.06%	54	Servicios profesionales, científicos y técnicos
			0.06%	55	Dirección de corporativos y empresas
			2.75%	56	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación
			1.64%	61	Servicios educativos
			5.33%	62	Servicios de salud y de asistencia social
	8.17%	Servicios Relacionados con la Recreación	3.36%	71	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos
			4.81%	72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas
7.49%	Servicios	7.49%	81	Otros servicios excepto actividades del Gobierno	

De acuerdo, a los resultados preliminares del Censo Económico 2014, la Tabla 2.32 muestra el porcentaje de participación de cada una de las actividades económicas desarrolladas en el CC-19. Se observa que la mayor actividad desarrollada es la actividad terciaria con un 68.98%, seguida de la actividad secundaria con un 28.84%, y finalmente, la actividad primaria con un 2.18%. El sector que mayor participación tiene es la industria manufacturera con el 23.17%, seguido del comercio al por menor. El mapa 2.48 muestra la distribución del subsector predominante por municipio.



Mapa 2.48 Distribución por municipio del subsector predominante 2014, en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

Distritos de Desarrollo Rural

Los Distritos de Desarrollo Rural (DDR) son zonas con características ecológicas y socioeconómicas homogéneas para la actividad agropecuaria, forestal, de las agroindustrias y de acuicultura bajo condiciones de riego, de drenaje y de temporal con el objeto de planear, fomentar y promover el desarrollo rural integral, fueron creados por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (DOF, 08ago1988) y están basados en la Ley de Distritos de Desarrollo Rural (DOF, 28ene1988) establecida por el presidente

Miguel de la Madrid con el fin de atender con mayor eficiencia las demandas de los productores.

Tabla 2.33 Distritos de Desarrollo Rural en el CC-19 (SIAP, 2011).

No.	Distrito de Desarrollo Rural	Entidad Federativa	Municipios que lo integran
1	San Luis de la Paz	Guanajuato	2
2	Huejutla	Hidalgo	8
3	Huichapan	Hidalgo	10
4	Pachuca	Hidalgo	4
5	Tulancingo	Hidalgo	5
6	Zacualtipán	Hidalgo	13
7	Cadereyta	Querétaro de Arteaga	6
8	Jalpan	Querétaro de Arteaga	4
9	San Juan del Río	Querétaro de Arteaga	4
10	Ciudad Fernández	San Luis Potosí	4
11	Ciudad Valles	San Luis Potosí	17
12	Ébano	San Luis Potosí	3
13	Rioverde	San Luis Potosí	9
14	San Luis Potosí	San Luis Potosí	4
15	González	Tamaulipas	2
16	Jaumave	Tamaulipas	2
17	Mante	Tamaulipas	7
18	Victoria	Tamaulipas	1
19	Huayacocotla	Veracruz de Ignacio de la Llave	2
20	Pánuco	Veracruz de Ignacio de la Llave	20
21	Tuxpan	Veracruz de Ignacio de la Llave	1

Los DDR son la base territorial para la implementación de los programas operativos de los sectores de producción rural y sirven como unidades de desarrollo económico y social circunscritas a un espacio territorial determinado para articular y dar coherencia regional a las políticas de desarrollo rural, realizar los programas operativos de los sectores y hacer converger todo lo destinado a fomentar la producción rural.

En el CC-19 se encuentran establecidos 21 DDR: 5 en Hidalgo, 5 en San Luis Potosí, 4 en Tamaulipas, 3 en Veracruz de Ignacio de la Llave, 3 en Querétaro de Arteaga y 1 en Guanajuato, los cuales se listan en la Tabla 2.33.

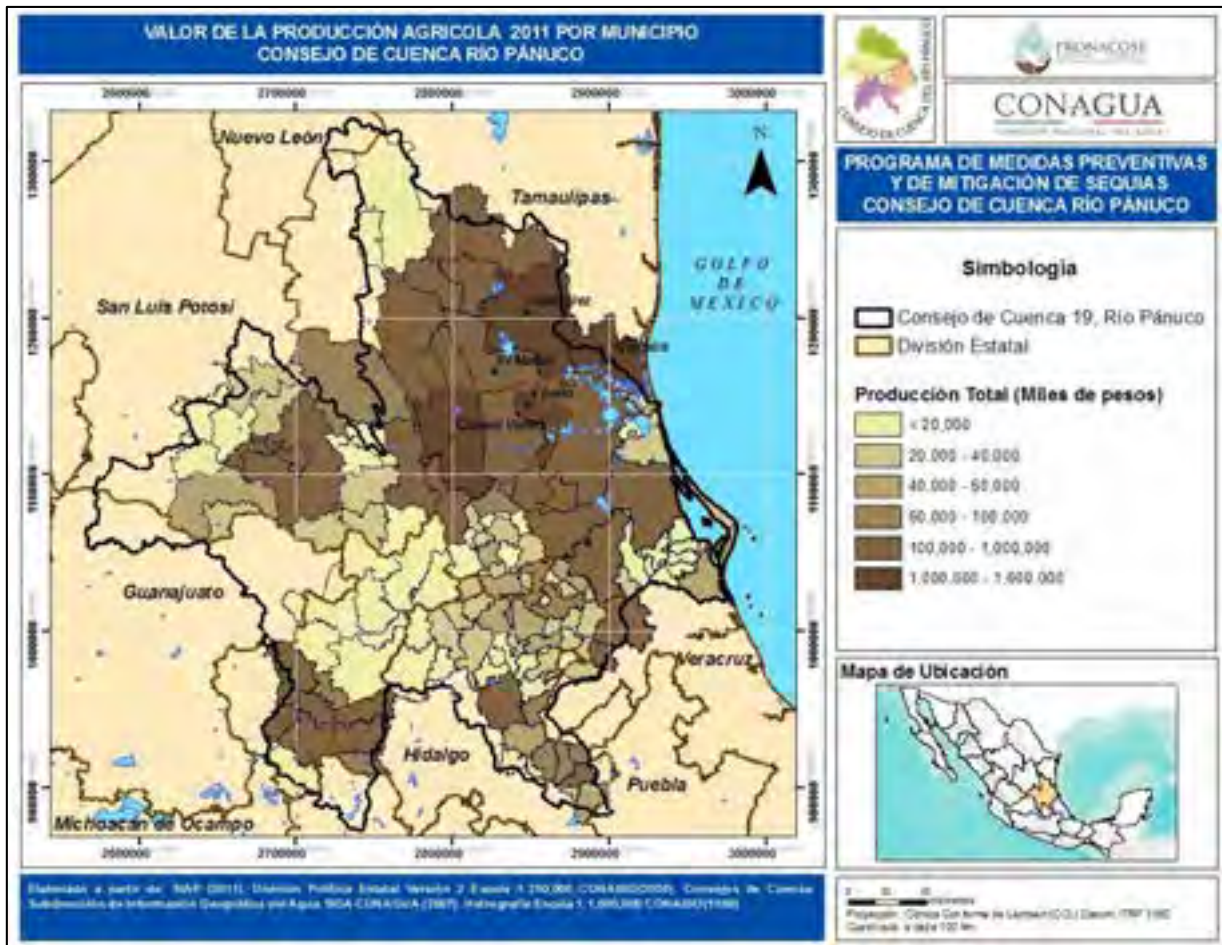
Agricultura

De acuerdo al Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2011), la superficie total sembrada fue de 1'290,195.44 ha, la superficie total cosechada fue 1'108,814.57 ha y el valor de la producción agrícola de ese año ascendió a 17'158,602.20 millones de pesos. Los cinco DDR que mayor producción tuvieron son DDR Mante (18.2%); DDR Ciudad Valles (16.7%); DDR González (13.4%); DDR Pánuco (11.8%) y DDR Ébano (10.4%). Estos DDR produjeron el 70.4% de la producción total del CC-19. La Tabla 2.34, enlista la producción por DDR.

Tabla 2.34 Producción agrícola 2011 por DDR en el CC-19 (SIAP, 2011).

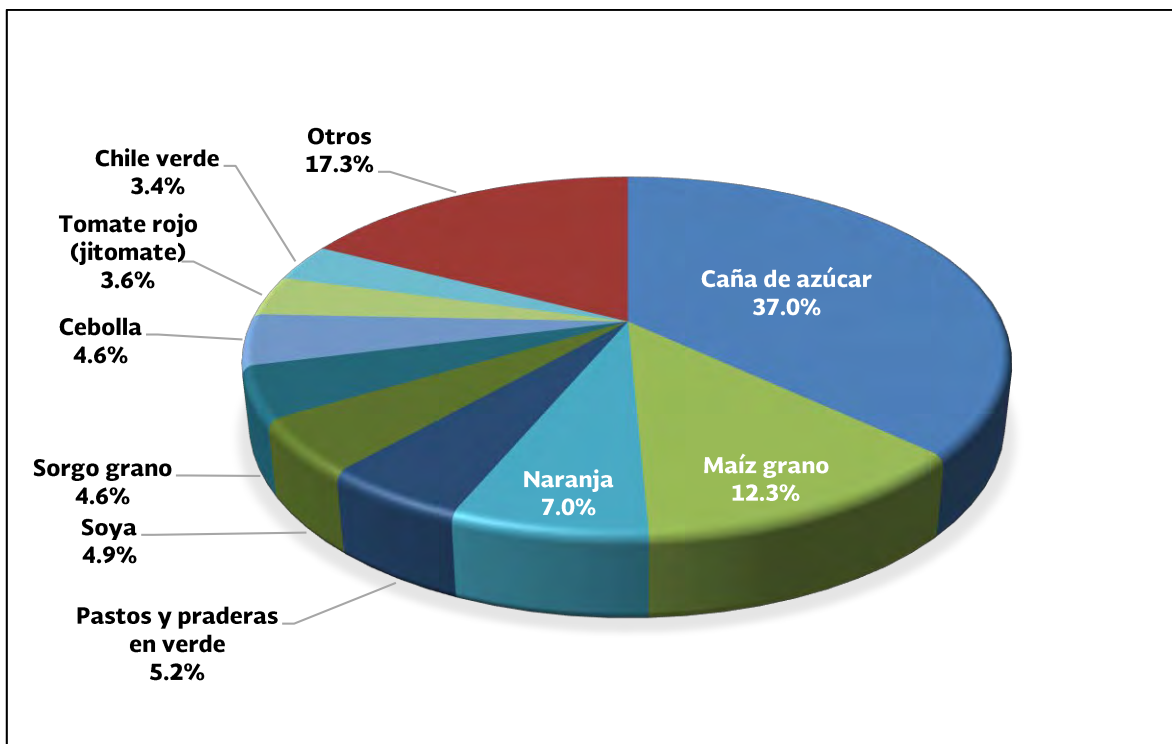
No.	Distrito de Desarrollo Rural	Superficie Sembrada (ha)	Superficie Cosechada (ha)	Valor de la Producción (Miles de pesos)
1	Mante	158,753.70	137,923.63	3'116,429.87
2	Ciudad valles	159,749.74	150,740.74	2'859,618.57
3	González	150,661.50	130,185.50	2'300,651.73
4	Pánuco	155,746.00	138,158.58	2'022,890.05
5	Ébano	120,393.00	117,845.00	1'788,285.83
6	San juan del río	73,289.00	45,300.00	1'141,744.97
7	Huichapan	57,507.92	54,568.02	667,659.57
8	Zacualtipan	60,900.95	59,693.60	590,025.87
9	Ciudad Fernández	44,366.00	24,145.70	582,901.96
10	Cadereyta	32,518.30	13,073.35	455,515.72
11	Tulancingo	50,543.70	48,346.32	317,400.34
12	Huejutla	60,659.00	60,659.00	315,996.90
13	Rioverde	86,743.00	69,725.00	308,248.73
14	Victoria	20,260.38	15,187.58	275,291.06
15	Pachuca	18,739.50	15,935.80	182,856.32
16	San Luis Potosí	8,486.00	4,007.00	92,355.00
17	Tuxpan	7,276.25	5,870.25	57,603.98
18	Huayacocotla	7,844.00	7,460.00	38,905.40
19	Jalpan	8,044.50	6,297.50	29,274.07
20	Jaumave	6,053.00	3,357.00	14,155.61
21	San Luis de la paz	1,660.00	335.00	790.65
	Total	1'290,195.44	1'108,814.57	17'158,602.20

Los municipios con mayor producción fueron: Ciudad Valles, S.L.P. (7.58%); González, Tamps. (7.57%); Ébano, S.L.P. (6.45%); Altamira, Tamps. (5.84%) y Mante, Tamps. (5.16%). El mapa 2.49, muestra la distribución del valor de la producción agrícola por municipio.



Mapa 2.49 Distribución del valor de la producción agrícola 2011 por municipio en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

Entre los principales cultivos (Gráfica 2.4), se destaca la caña de azúcar, con un 35.7% del valor de la producción total del CC-19 y su cultivo se tiene en los DDR de Ciudad Valles, S.L.P.; Mante, Tamps.; y Pánuco, Ver. Siendo el DDR de Ciudad Valles el de mayor producción (39.5%). El maíz grano, la naranja, pastos y praderas en verde y la soya, son también cultivos de mayor producción, juntos representan el 29.5% de la producción total.



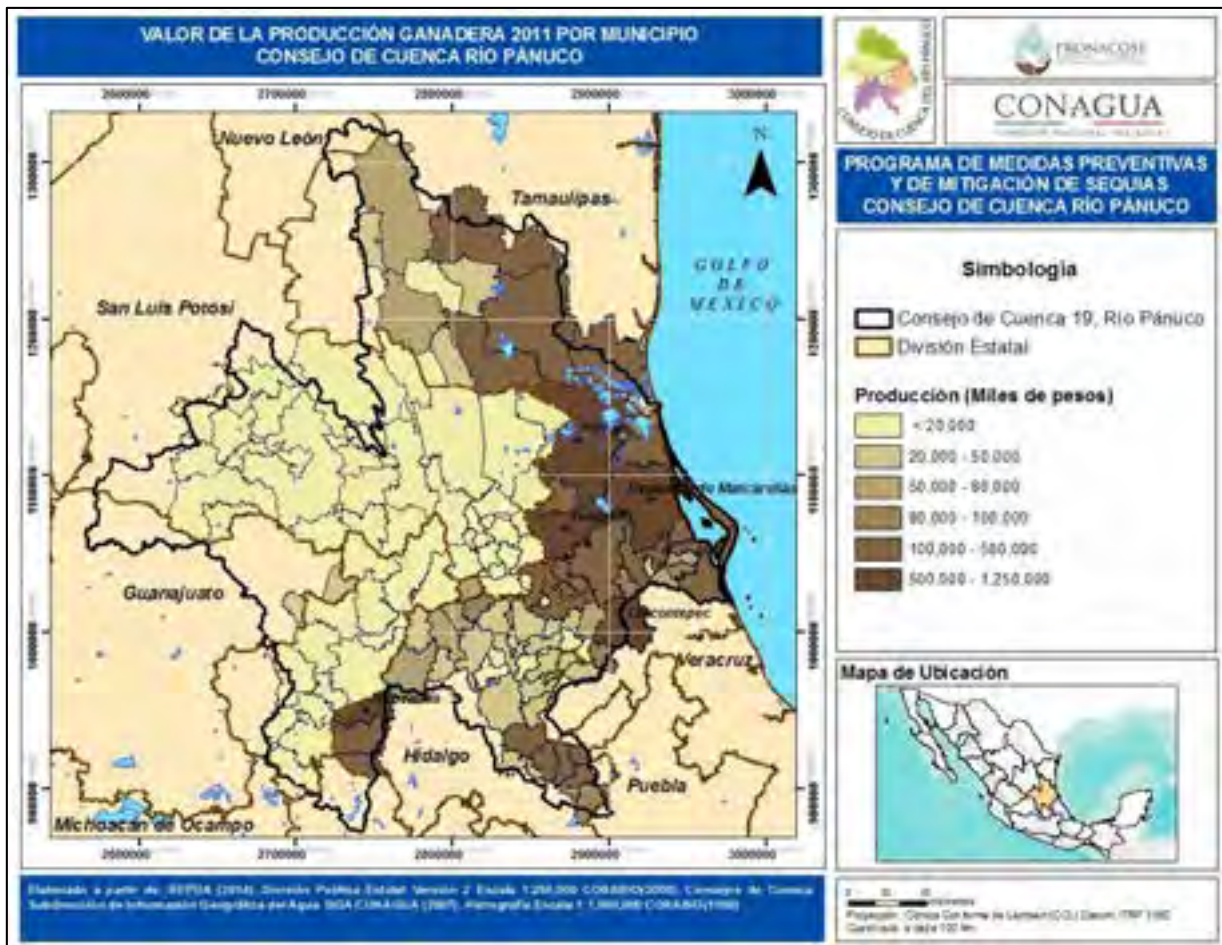
Gráfica 2.4 Participación de la producción por tipo de cultivo 2011, en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

Ganadería

Tabla 2.35 Producción ganadera 2011 por DDR en el CC-19 (SIAP, 2001).

No.	Distrito de Desarrollo Rural	Animales Sacrificados (cabezas)	Producción (Ton)	Valor de la Producción (Miles de pesos)
1	Pánuco	464,107	275,055.87	5'508,359.00
2	Cadereyta	68,397,799	317,683.47	5'194,203.00
3	San Juan del Río	20,595,248	166,800.15	3'163,722.00
4	Huichapan	16,456,014	96,836.80	2'218,087.00
5	Tulancingo	262,467	71,885.87	673,392.00
6	González	81,373	37,974.62	607,979.00
7	Rioverde	2,700,037	27,343.43	592,679.00
8	Ciudad Valles	96,438	42,908.51	461,826.00
9	Pachuca	2,260,374	26,214.98	446,375.00
10	Mante	141,152	26,078.58	442,217.00
11	Huejutla	253,124	19,305.08	406,015.00
12	Zacualtipán	384,116	16,450.42	368,650.00
13	Tuxpan	19,750	17,752.74	246,116.00
14	Ebano	15,060	24,806.53	200,057.00
15	Ciudad Fernández	43,808	8,742.35	158,541.00
16	Victoria	35,921	7,106.89	154,306.00
17	San Luis Potosí	202,876	7,869.56	133,085.00
18	Jaumave	22,353	4,683.55	85,425.00
19	Huayacocotla	35,156	3,347.98	70,888.00
20	San Luis De La Paz	27,637	6,038.15	50,724.00
Total		112'494,810	1'204,885.52	21'182,646.00

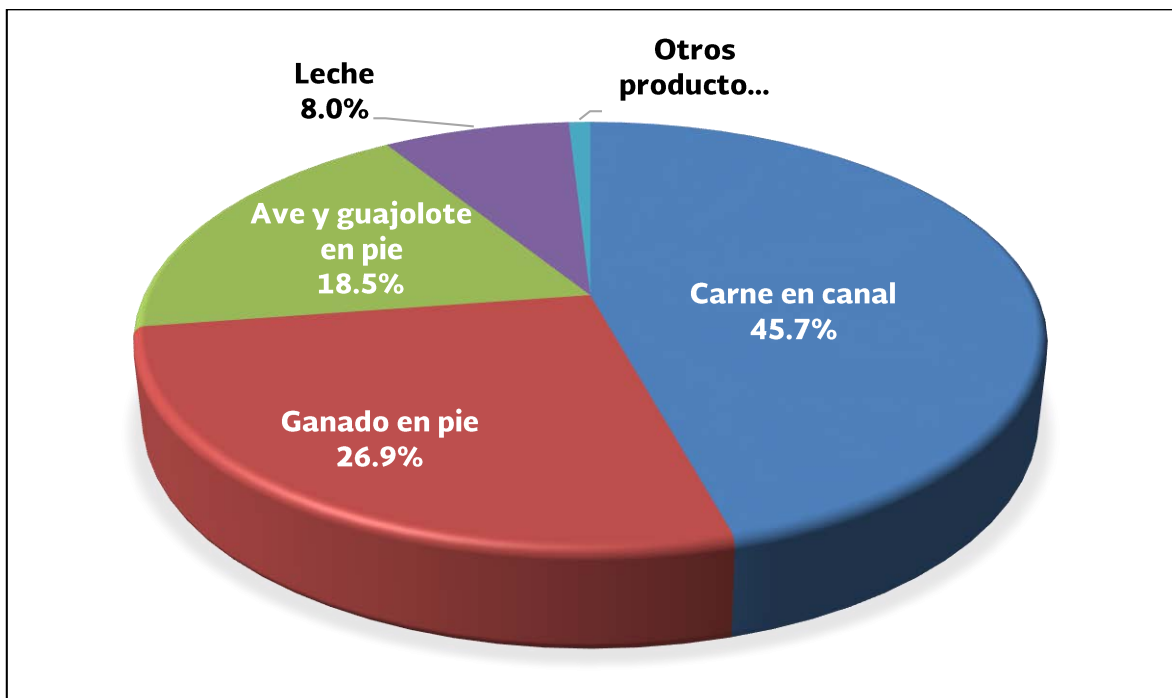
De acuerdo al SIAP, producción ganadera en 2011 ascendió a 1'204,885.52 Ton con un valor de 21'182,646.00 millones de pesos. Los cinco DDR que mayor producción tuvieron son DDR Pánuco (26.0%); DDR Cadereyta (24.5%); DDR San Juan del Río (14.9%); DDR Huichapan (10.5%) y DDR Tulancingo (3.2%). Estos DDR produjeron el 79.1% de la producción total del CC-19. La Tabla 2.35, enlista la producción por DDR.



Mapa 2.50 Distribución del valor de la producción ganadera 2011 por municipio en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

Los municipios con mayor producción fueron: Ezequiel Montes, Qro. (12.7%); Colón, Qro. (9.5%); Tecozautla, Hgo. (5.8%); Amealco de Bonfil, Qro. (5.3%) y

Ozuluama de Mascareñas, Ver. (4.4%). El mapa 2.50, muestra la distribución del valor de la producción ganadera por municipio.



Gráfica 2.5 Participación de la producción ganadera 2011, en la cuenca del río Pánuco, CC-19.

Los productos ganaderos con mayor participación fueron el ganado bovino, con 51.4%, y ave de corral con el 38.6% de la producción. El 45.7% de la producción fue como carne en canal (incluyendo ganado bovino, caprino, ovino, porcino, ave de corral y guajolote), y el 26.9% fue ganado en pie (incluyendo ganado bovino, caprino, ovino y porcino) (Gráfica 2.6). El número de animales sacrificados fue de 112'494.810 cabezas.

3. Formación y estructura del Grupo Técnico Directivo y

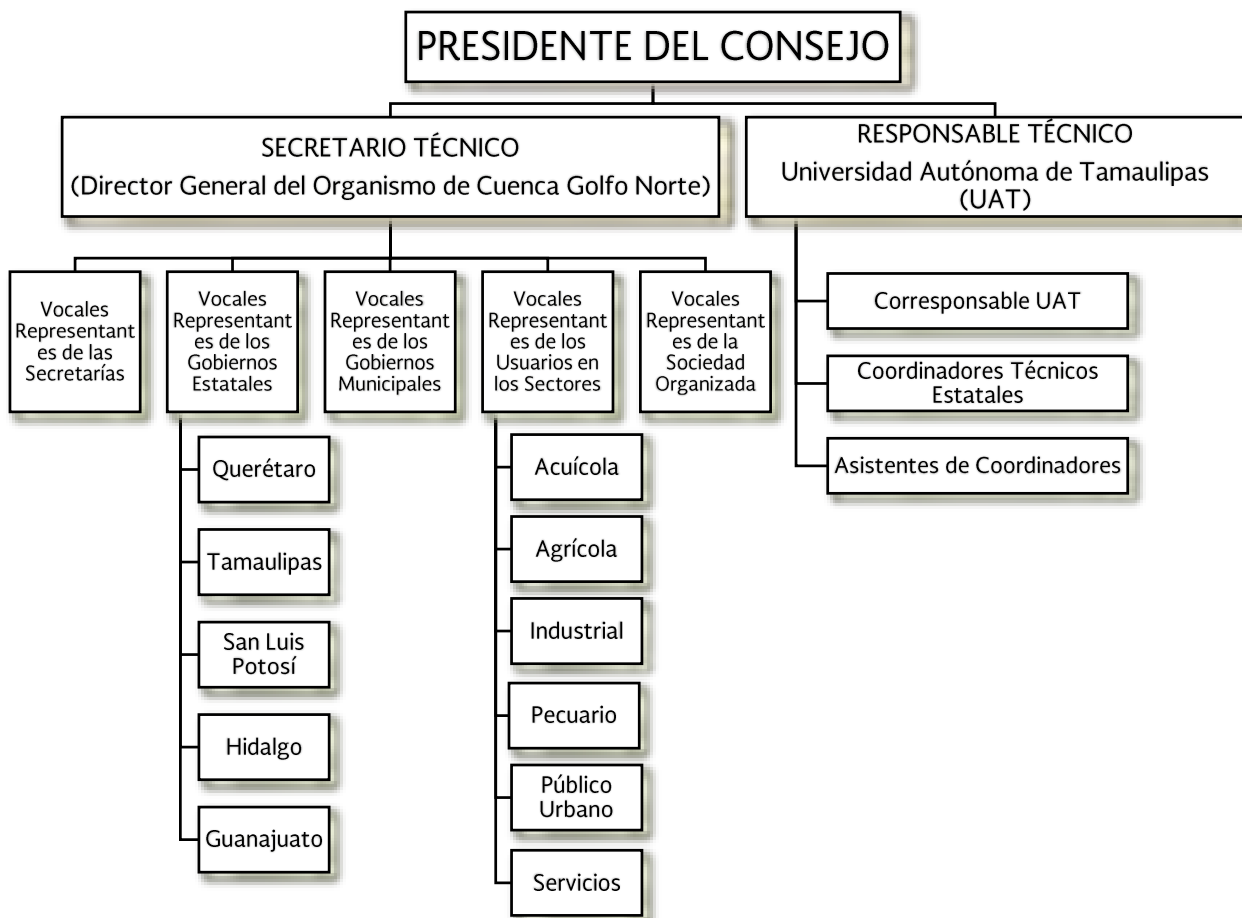
objetivos del PMPMS

3.1. Grupo Técnico Directivo

Una parte importante para la implementación efectiva del programa, es la estructura de la organización social e institucional que permita diseñar, aplicar y coordinar las estrategias para afrontar las sequías, mediante la creación de un Grupo Técnico Directivo (GTD) que, a su vez organizado en grupos de trabajo permita dar seguimiento, evaluar y pronosticar las condiciones de desarrollo del fenómeno, y con ello, las respuestas más adecuadas ante las diversas fases de su gravedad. Ello enfocado al ámbito de una cuenca hidrológica, como unidad natural de planeación y operación.

Para afrontar de manera exitosa la sequía debe existir una figura organizativa orientada exclusivamente para tal fin, el GTD. Es por eso que deben intervenir tanto las autoridades del agua (CONAGUA) como de otras dependencias e instituciones, así como representantes de los sectores usuarios. Cada persona integrante de este grupo debe tener asignadas determinadas responsabilidades, adecuadas a su perfil, experiencia, capacidad y todos en conjunto deben aportar, integrar y analizar la información, de tal suerte que el resultado sea congruente, oportuno y útil para atender y afrontar los problemas que el fenómeno trae consigo.

En la Gráfica 3.1 se presenta el organigrama institucional que se empleará para la Cuenca del Pánuco en él se presentan a las diversas instituciones y a los sectores que los integran y que formarán parte del GDT CC-19.



Gráfica 3.1 Organigrama Institucional del Grupo Técnico Directivo del PMPMS.

3.2. Objetivos del PMPMS

3.2.1. Objetivo general

El objetivo general del programa es “instrumentar acciones emergentes para la prevención y mitigación de los efectos causados por el desabasto de agua para consumo humano, causado por sequía”. Prevenir y mitigar los efectos del fenómeno natural denominado como sequía en el Organismo de Cuenca Golfo Norte (OCGN), específicamente en la cuenca del Río Pánuco.

3.2.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos del PMPMS de la CC-19 se resumen en:

- Integrar un sistema de alertamiento confiable que permita monitorear las condiciones meteorológicas e hidrológicas que determinan la sequía, para alertar a la población y actuar oportunamente ante este fenómeno.
- Informar a la población acerca de este fenómeno de la sequía, así como sus etapas y posibles consecuencias.
- Establecer las medidas preventivas y de mitigación que deberán realizarse durante las etapas de la sequía.

El PMPMS establece las acciones a que se comprometen y deben realizar todos los participantes en el proceso del fenómeno de la sequía. Las acciones involucran al participante siempre presente en el proceso del fenómeno de la sequía.