



**CONSEJO DE CUENCA DEL
RÍO COATZACOALCOS**

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA



Universidad Veracruzana



PRONACOSE
Programa Nacional Contra la Sequía

Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS), para la ciudad de Coatzacoalcos, Veracruz

Dr. Juan Cervantes Pérez (Coordinador)

M. en C. Juan Pérez Quezadas

M. en C. María del Rocío Salas Ortega

*Programa Nacional Contra la Sequía
(PRONACOSE)*

CONSEJO DE CUENCA DEL RÍO COATZACOALCOS

Noviembre de 2015

Contenido

1	Introducción.....	6
1.1	Área de referencia.....	6
1.2	Objetivo.....	6
1.3	Procedimiento.....	6
2	¿Que es la sequía?.....	7
2.1	Cambio climático.....	7
2.2	Vulnerabilidad.....	7
2.3	Definiciones de sequía meteorológica, hidráulica y operativa.....	7
2.4	Los niveles o etapas de la sequía: D0, D1, D2, D3 y D4.....	8
2.4.1	Acuerdos de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía.....	9
2.5	La sequía y las ciudades en México.....	10
3.	Marco Legal.....	12
3.1	Sustentabilidad legal de acuerdo a la jerarquía.....	12
3.2	Leyes federales.....	12
3.3	Leyes estatales.....	17
3.4	Comisión Municipal de Agua Potable y Saneamiento.....	19
4	Descripción general de la zona urbana de Coatzacoalcos.....	21
4.1	Ubicación geográfica y división política.....	21
4.2	Hidrología.....	21
4.3	Acuífero Costera de Coatzacoalcos.....	22
4.3.1	Geología histórica.....	22
4.3.2	Estratigrafía.....	22
4.3.3	Geología estructural.....	23
4.3.4	Hidrogeología.....	23
4.3.5	Piezometría.....	24
4.3.6	Parámetros de Campo.....	25
4.4	Población, tasa crecimiento, tendencias.....	31
4.4.1	Proyección de población para la ciudad de Coatzacoalcos.....	31
4.6	Crecimiento urbano.....	32
4.6	Vivienda.....	33
4.7	Construcción de nuevos espacios de ocio y consumo.....	36
4.8	Economía: Actividades económicas principales, PEA.....	38
4.8.1	Comercio.....	39
4.8.2	Servicios.....	39

4.9 El empleo sectorial.....	40
4.10 Industria.....	40
4.11 Turismo	41
4.12 Actividad portuaria.....	42
5 Recopilación de información climática local.....	43
5.1 Climatología.....	43
5.2 Monitor de Sequía en México.....	44
5.3 Monitor de Sequía.....	45
5.4 SDI.....	46
6 Evaluación de la oferta/abasto de agua.....	48
6.1 Fuentes de suministro en el municipio de Coatzacoalcos	48
6.1.1 Agua superficial.....	48
6.1.2 Agua Subterránea.....	48
6.2 Descripción breve y lista de infraestructura existente	49
6.2.1 Tanques y líneas de conducción.....	49
6.2.2 Líneas de conducción	50
6.2.3 Plantas de tratamiento	51
6.3 Producción histórica de agua.....	51
6.4 Producción per cápita	51
7 Evaluación de la demanda/consumo de agua	52
7.1 Cobertura del servicio de agua.....	52
7.2 Tipos de usuario y consumos	52
7.3 Consumo y dotación per cápita.....	53
8 Análisis de medidas para la gestión del agua en sequía.....	54
8.1 Acciones recomendadas a los organismos operadores para mitigar la sequía	54
Recomendaciones para la difusión del PMPMS urbano	59
Comentarios.....	60
Anexo 1	61
Lista de acrónimos	63
Bibliografía	64
Recursos y fuentes en línea	65

Lista de tablas

Tabla 1 Parámetros de Campo medidos en el acuífero costera de Coatzacoalcos. Fuente: CONAGUA.....	26
Tabla 2 Datos relacionados con la calidad del agua en algunos aprovechamientos operados por CMAPS Coatzacoalcos. Fuente: CMAPS Coatzacoalcos.	29

Tabla 3 Población y tasa de crecimiento en el municipio de Coatzacoalcos. Fuente: INEGI 2010	31
Tabla 4 Proyección poblacional al 2030 Fuente: CONAPO. 1 de 2	31
Tabla 5 Proyección poblacional al 2030. 2 de 2	32
Tabla 6 Evolución de la población	32
Tabla 7 Densidad media urbana para la ciudad de Coatzacoalcos. Fuente INEGI 2010.	33
Tabla 8 Construcción de fraccionamientos en Coatzacoalcos, 1995-2008. Tomado de Casado-Izquierdo J.M. y Sánchez-Salazar, M.T., (2013).	34
Tabla 9 Características de las Viviendas en el municipio de Coatzacoalcos, tomado de: Cuadernillos Municipales 2015 Coatzacoalcos, Ver.	36
Tabla 10 Urbanización 2013. Tomado de: Cuadernillos Municipales 2015, Coatzacoalcos, Ver.	36
Tabla 11 Economía. Tomado de: Cuadernillos Municipales 2015, Coatzacoalcos, Ver.	38
Tabla 12 Servicios. Fuente: Barcelata, (2012),	39
Tabla 13 Establecimientos de hospedaje registrados por municipio según tipo de alojamiento al 31 de diciembre del 2013.	41
Tabla 14 Cuartos y unidades de hospedaje registrados por municipio según categoría turística del establecimiento. Al 31 de diciembre de 2013.	41
Tabla 15 Principales indicadores de la ocupación en hoteles y moteles de los Centros turísticos por residencia 2013.	41
Tabla 16 Establecimientos de preparación y servicio de alimentos y de bebidas.	42
Tabla 17 Listado de Fuentes de abasto	48
Tabla 18 Fuentes de abastecimiento a la ciudad de Coatzacoalcos. Se presenta el caudal máximo de extracción. Fuente: CMAPS.	49
Tabla 19 Relación de tanques de almacenamiento de concreto armado a nivel de piso. Fuente: CMAPS Coatzacoalcos.	50
Tabla 20 Relación de tanques elevados. Fuente: CMAPS Coatzacoalcos.	50
Tabla 21 Líneas de conducción	50
Tabla 22 Fuente: CMAPS Coatzacoalcos.	51
Tabla 23 Fuente: CMAPS Coatzacoalcos.	51
Tabla 24 Anuario Estadístico de Veracruz de Ignacio de la Llave/cuadernillo municipal 2015. Fuente: INEGI.	52
Tabla 25 Índice de Marginación por Entidad Federativa y Municipio 2010. Fuente: CONAPO.	52
Tabla 26 Fuente CMAPS.	52
Tabla 27 Consumo y dotación per cápita 2015	53
Tabla 28 Eficiencias	53
Tabla 29 Propuestas de medidas de mitigación de la sequía en el Consejo de Cuenca del río Coatzacoalcos a corto plazo (hasta dos años).	55
Tabla 30 Propuestas de medidas de mitigación de la sequía en el Consejo de Cuenca del río Coatzacoalcos a mediano plazo (dos a 5 años).	56
Tabla 31 Propuestas de medidas de mitigación de la sequía en el Consejo de Cuenca del río Coatzacoalcos a largo plazo (más de 5 años).	58

Lista de figuras

Figura 1 Hidrografía y localización del área en estudio.	21
Figura 2 Profundidad al nivel estático medida en metros (m) en el año 2011. Fuente: CONAGUA.	24
Figura 3 Configuración del nivel estático en el acuífero de Coatzacoalcos (msnm) en el año 2011. Fuente: CONAGUA.	25
Figura 4 Valores de conductividad eléctrica en $\mu\text{S}/\text{cm}$. Fuente: CONAGUA	27

Figura 5 Valores de Sólidos Totales Disueltos en mg/L. Fuente: CONAGUA	27
Figura 6 Valores de Temperatura en °C. Fuente: CONAGUA.....	28
Figura 7 En círculos color naranja se observa proporcionalmente la concentración de Sólidos Disueltos Totales, en mg/L, en los pozos que se utilizan como abastecimiento para la ciudad. Fuente: CMAPS.	30
Figura 8 En círculos color café se observa proporcionalmente la concentración de cloruro en mg/l. Fuente: CMAPS	30
Figura 9 Ciclo anual de precipitación (en mm) desde el año 1980 – 2008, en la Cuenca del Coatzacoalcos. Fuente: CONAGUA.	43
Figura 10 Precipitación media (1980-2008) anual (en mm) en la Cuenca del Coatzacoalcos. Fuente: CONAGUA.....	44
Figura 11 Total de eventos de sequía y su nivel registrados en el municipio de Coatzacoalcos a partir de enero de 2008 hasta septiembre de 2015.....	45
Figura 12 Imagen del monitor de sequía liberada el 6 de noviembre de 2015.	46
Figura 13. SPI registrado en la presa La Cangrejera hasta el mes de noviembre de 2015. Fuente: PRONACOSE.....	47
Figura 14 Planta de Tratamiento Ciudad Olmeca.....	61
Figura 15 Pozo Parcela, opera 24 x 24, caudal 50 lps.....	62
Figura 16 Pozo Changos II, caudal 30 lps, lleva casi un año operando.	62
Figura 17 Tanque poniente, es un tanque de regularización con una capacidad de 3000 m ³	62

1 Introducción

El Programa Nacional Contra la Sequía (PRONACOSE), consiste en la atención, seguimiento, mitigación y prevención al fenómeno recurrente de la sequía en el territorio nacional. Dicho programa fue instaurado el pasado mes de enero del 2013 por iniciativa del titular del Ejecutivo Federal el Lic. Enrique Peña Nieto. El objetivo es la elaboración de instrumentos que permitan la gestión integrada de los Consejos de Cuenca en relación al manejo del recurso hídrico bajo los efectos de éste fenómeno natural, en torno a un nuevo enfoque proactivo y preventivo.

El Programa, está siendo administrado por el gobierno federal a través de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y se implementa por un grupo de instituciones, que incluye universidades públicas, centros de investigación y organismos de gobierno, además de especialistas nacionales e internacionales en la materia.

1.1 Área de referencia

El área de referencia a la que se orienta este Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS), comprende la zona urbana de Coatzacoalcos Veracruz, localizada al sureste del estado de Veracruz. Queda comprendida dentro de la Región Hidrológica Administrativa X, Golfo Centro y de la Cuenca Hidrológica Coatzacoalcos. Actualmente es abastecida de agua por la Comisión Municipal de Agua Potable y Saneamiento (CMAPS); la cual es una Oficina Operadora del Gobierno Municipal, que presta el servicio de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial, tratamiento y disposición de las aguas residuales.

1.2 Objetivo

El objetivo general es proponer medidas preventivas y de mitigación de la sequía de modo que se incremente la seguridad hídrica en la zona urbana de Coatzacoalcos, Veracruz.

Se proponen las siguientes dos estrategias principales: a) Reducir y administrar el consumo de agua y la eficiencia de la gestión antes de incrementar las fuentes de abasto y suministro; b) Establecer y mejorar un sistema de información y monitoreo que permita mejorar las eficiencias y el servicio.

1.3 Procedimiento

Para lograr el objetivo se le da seguimiento a la Guía Práctica para la Elaboración de PMPMS para Usuarios Urbanos proporcionada por CONAGUA en la que se propone, entre otras cosas, obtener una serie de indicadores técnicos con base en la información proporcionada por el Organismo Operador y obtenida en diferentes fuentes, con los cuales se pueda plantear un programa de medidas preventivas para disminuir los efectos de la sequía.

2 ¿Que es la sequía?

2.1 Cambio climático

Es un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, artículo 1. definiciones 1992). El fenómeno del cambio climático introduce un elemento de incertidumbre en torno a la planeación de los recursos hidráulicos, ya que se espera que en el futuro se vean afectadas tanto la temperatura como la precipitación en varios puntos del país. Los modelos con los que se cuenta hasta ahora han pronosticado una reducción de la precipitación en el país y un aumento en la temperatura a lo largo del siglo XXI (Montero y Pérez 2008). El aumento en la temperatura puede ocasionar un incremento en la demanda de agua, mientras que la reducción de las precipitaciones puede restringir la cantidad de agua disponible para las ciudades de México. Si bien no se puede conocer con precisión los posibles efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos y su consumo, es indispensable tomar en consideración las tendencias y distintos escenarios de los modelos como una variable en la planeación de los recursos hídricos en el largo plazo.

2.2 Vulnerabilidad

Vulnerabilidad es definida por la Organización Meteorológica Mundial, (OMM), como “el nivel de susceptibilidad de un sistema o de incapacidad para afrontar los efectos adversos del cambio climático, incluidos la variabilidad climática y los fenómenos extremos” (OMM, 2003).

Esto implica que si bien la población de las ciudades se encuentra expuesta a riesgos generados por la variabilidad climática, estos tendrán un impacto en función de la capacidad de las ciudades para hacer frente a estas eventualidades. Una ciudad con un sistema de agua bien desarrollado, en donde hay **una cobertura amplia del servicio, en donde la calidad del agua se monitorea, en donde se conocen las cantidades de agua que se consumen, en donde se aprovechan de manera más eficiente los volúmenes suministrados de agua, que cuenta con mecanismos para incentivar la conservación de agua, en donde el gobierno y los organismos operadores manejan una buena comunicación y cooperación con la población, en donde existe planeación para hacer frente a contingencias climáticas, y en general, donde existe una buena gobernanza del agua, tendrá menos dificultades para enfrentar los efectos de la sequía que en una ciudad en donde no se presentan estas condiciones.**

2.3 Definiciones de sequía meteorológica, hidráulica y operativa

De acuerdo a la guía proporcionada por CONAGUA una definición general de sequía puede ser: “Disminución temporal y significativa de los recursos hídricos durante un período suficientemente prolongado que afecta un área extensa con consecuencias socioeconómicas adversas”. La definición indica que el fenómeno es temporal, ya que los ciclos de precipitaciones tienen puntos altos y bajos que se alternan y de forma natural afectan a la disponibilidad de agua, presentándose algunas temporadas en que las lluvias escasean y otras en que llueve de forma abundante. También indica que la reducción se presenta durante un tiempo suficientemente prolongado y sobre un espacio lo suficientemente extenso como para afectar a la población y su actividad económica. Estas afectaciones estarán en función de qué tan preparada esté la población para hacer frente a esas condiciones y de las características de las actividades económicas de la región, específicamente, qué tan intensivas son en su consumo de agua.

Sin embargo, este concepto de sequía como una disminución temporal y significativa de los recursos hídricos se puede encontrar diferentes tipos de sequía o dicho de otra manera se

puede operacionalizar de diferentes modos. Según sea la causa de la reducción o disminución temporal se pueden ubicar diferentes tipos de sequía; ya sea una disminución de las precipitaciones (sequía meteorológica), la reducción de los caudales de fuentes superficiales, almacenamiento de embalses o niveles de las fuentes subterráneas (sequía hidrológica); o bien porque no se satisface las necesidades de los usuarios debido que la demanda excede las fuentes disponibles y otros fallos en la gestión del recurso (sequía operativa). De este modo, se observan tres tipos diferentes de sequía, cada una con su propia causalidad y definición: la meteorológica, la hidrológica y la operativa.

Otra tipología de la sequía ubica cuatro tipos de sequía: la meteorológica (de precipitaciones), la hidrológica (de escurrimientos y almacenamiento), agrícola (cuando la cantidad de agua no alcanza a cubrir los requerimientos de las actividades agropecuarias) y socioeconómica (cuando la cantidad de agua disponible afecta a la economía de la población. En esta tipología, la sequía agrícola puede ser considerada una sequía socioeconómica cuando afecta a poblaciones poco desarrolladas cuya actividad económica depende esencialmente de las actividades primarias.

Como puede observarse, la sequía es un fenómeno de origen multifactorial que se relaciona con el ciclo del agua y las afectaciones que la actividad humana puede ocasionar al mismo. Las precipitaciones varían de manera natural a lo largo del tiempo, por lo que la disponibilidad del agua no es constante. Las fuentes superficiales y subterráneas se abastecen por medio de las precipitaciones, por lo que la cantidad de agua de estas fuentes tiende a variar en función de los ciclos meteorológicos y de las características geológicas, geográficas y ecológicas de una región. Así mismo, la actividad humana influye sobre este ciclo del agua, ya que las actividades económicas (principalmente las agropecuarias) hacen uso de las fuentes de agua, reduciendo su disponibilidad. Además estas actividades pueden alterar el medio ambiente por ejemplo a través de la deforestación, lo cual afecta al reabastecimiento de las fuentes. A su vez, la disminución en la disponibilidad de agua puede afectar a las actividades económicas de una región, por lo que puede presentarse un círculo vicioso que termina afectando al desarrollo humano.

2.4 Los niveles o etapas de la sequía: D0, D1, D2, D3 y D4.

El 22 de noviembre de 2012 se publicaron en el Diario Oficial de la Federación 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 la sequía".

El objetivo de estos Lineamientos es: "establecer los criterios y mecanismos aplicables para que la CONAGUA pueda emitir Acuerdos de Carácter General de emergencia por ocurrencia de sequía, así como proponer a los usuarios de las aguas nacionales las medidas preventivas y de mitigación de la sequía conforme a las cuales podrán lograr un uso eficiente del agua, preservándola."

Estos lineamientos establecen las siguientes definiciones:

Sequía: "La insuficiencia de volumen usual en las fuentes de abastecimiento, que es debido a una menor cantidad de la lluvia para el llenado de las fuentes, derivado de un retraso en la ocurrencia de la lluvia, o a una combinación de ambas causas naturales". Esta tiene la característica de ser impredecible en el tiempo en el que inicia, en su duración, en la intensidad o severidad, y en la extensión territorial sobre la que ocurre. Además, este concepto debe distinguirse y separarse claramente de una insuficiencia debida a causas de manejo humano, la cual se origina cuando la demanda supera a la oferta de las fuentes de abastecimiento, provocando en éstas, disminución de su volumen.

Emergencia por sequía: Situación derivada de un evento hidrometeorológico extremo que genera un déficit de agua en términos de lluvia y/o escurrimiento de características tales, que requiere de una atención inmediata.

Mitigación de la sequía: Acción orientada a disminuir el impacto o daño ante la presencia de sequía sobre el conjunto de personas, bienes, infraestructura y servicios, así como sobre el medio ambiente;

Rangos de intensidad de sequía de acuerdo con los estándares internacionales:

Anormalmente Seco (D0): Se trata de una condición de sequedad, no es un tipo de sequía. Se presenta al principio o cuando no haya sequía. Al principio de la sequía: debido a la sequedad de corto plazo hay retraso de la siembra de cultivos anuales, limitado crecimiento de los cultivos o pastos, riesgo de incendios por arriba del promedio. Al concluir la sequía: déficit persistente de agua, pastos o cultivos no recuperados completamente.

Sequía Moderada (D1): Cuando se presentan algunos daños a los cultivos y pastos, alto riesgo de incendios, niveles bajos en arroyos, embalses y pozos, escasez de agua. Se requiere uso de agua restringida de manera voluntaria.

Sequía Severa (D2): Existe en el momento que se dan probables pérdidas en cultivos o pastos, muy alto riesgo de incendios, la escasez de agua es común. Se recomienda se impongan restricciones de uso del agua.

Sequía Extrema (D3): Se dan mayores pérdidas en cultivos o pastos, peligro extremo de incendio, la escasez de agua o las restricciones de su uso se generalizan.

Sequía Excepcional (D4): Se presentan pérdidas excepcionales y generalizadas de los cultivos o pastos, riesgo de incendio excepcional, escasez de agua en los embalses, arroyos y pozos, se crean situaciones de emergencia debido a la ausencia de agua.

Las acciones para enfrentar una sequía pueden ser categorizadas sobre la base del tiempo en que se espera su ejecución en dos grupos:

Acciones preventivas; las que permiten estimar y organizar de manera anticipada los recursos humanos, materiales y financieros que podrían ser necesarios para enfrentar el fenómeno de la sequía. Acciones de mitigación; aquellas que son ejecutadas durante la sequía para atenuar los impactos.

Ambas son acciones concebidas dentro de un proceso de planeación anticipada, a fin de que por un lado, sean más eficientes, articuladas y conocidas por parte de los sujetos y organizaciones que las habrán de llevar a cabo, y de que por otro lado, se reduzcan los costos que deriven de una sequía. Siempre resultará de utilidad realizar la evaluación general una vez concluida la sequía, esto a efecto de poder detectar oportunidades de mejorar la organización de acciones implementadas y de actores involucrados.

2.4.1 Acuerdos de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía

Estos lineamientos se refieren también a los acuerdos de emergencia y establecen que el "Acuerdo de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía" será el acto mediante el cual la CONAGUA determinará que una o varias cuencas hidrológicas o acuíferos se encuentran ante la presencia de una situación natural anormal generada por una sequía severa. Asimismo, establecen que la CONAGUA determinará la extensión territorial de afectación, así como las medidas para enfrentar éste fenómeno. El seguimiento de la emergencia y su conclusión será realizado en cualquier momento por CONAGUA, apoyándose en el monitoreo de las condiciones hidrometeorológicas.

La CONAGUA dará por concluida la vigencia del "Acuerdo de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía" mediante la expedición de otro Acuerdo de Carácter General, donde señalará que ha dejado de surtir los efectos la sequía severa ante la población.

Cuando la CONAGUA emita el "Acuerdo de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía", como parte de las acciones para enfrentar el fenómeno natural, los usuarios de las aguas nacionales podrán implementar medidas preventivas y de mitigación a efecto de hacer un uso eficiente del agua durante la contingencia. Los usuarios de las aguas nacionales podrán tomar medidas adicionales a las indicadas en este instrumento.

La emisión de los "Acuerdos de Carácter General de emergencia por ocurrencia de sequía" que expide la CONAGUA es independiente de los instrumentos jurídicos que al efecto emitan otras dependencias de la Administración Pública Federal (Cfr. Transitorio de Lineamientos). Este es el caso, por ejemplo, de las declaraciones que emite la SAGARPA para el sector agropecuario.

2.5 La sequía y las ciudades en México

De acuerdo con el censo de 2010 alrededor de 87 millones de mexicanos habitan en localidades urbanas equivalente al 78% de la población del país. El sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento de las ciudades está estrechamente vinculado al medio ambiente que lo rodea. Del medio ambiente provienen las fuentes de abastecimiento y al medio ambiente se regresan también las aguas residuales. De este modo, el ciclo urbano del agua es sólo una parte menor del ciclo mayor hidrológico del agua en la naturaleza. Por ello, la sequía impacta directamente en la disponibilidad de agua para las ciudades. Sin embargo, existen diferencias fundamentales entre las ciudades dependiendo del tipo de fuente de abasto que utilizan para abastecerse de agua; mientras que unas ciudades se abastecen de aguas superficiales y pueden observar directamente el volumen de los embalses y almacenamientos y su vinculación con el ciclo hidrológico es más directa, otras se abastecen de fuentes subterráneas donde su volumen y dinámica es más incierta y más distante del ciclo hidrológico estacional.

México ha cubierto ciertas metas importantes en cuanto al abasto y cobertura de agua potable y alcantarillado se refiere. Sin embargo, aún existen profundas diferencias entre los organismos municipales al interior de México. Mientras que algunos municipios son capaces de proveer el servicio de agua potable a casi todos sus habitantes, algunos se encuentran muy lejos de lograrlo, pues aún requieren conectar a grandes segmentos de la población a su red de distribución. Además de las deficiencias en cobertura, los organismos enfrentan otros problemas que dificultan la provisión adecuada de agua potable. Conforme las localidades crecen, el agua se vuelve relativamente más escasa y costosa, pues debe ser transportada desde lugares más lejanos o extraída del subsuelo mediante sistemas de bombeo eléctrico.

Por otra parte, a pesar del crecimiento poblacional y la escasez de recursos hídricos, casi la mitad del agua producida se pierde en los sistemas de distribución debido a las deficiencias de la infraestructura del sistema, o no es bien contabilizada ni se factura adecuadamente. Las pérdidas de agua implican otros problemas, tales como la insolvencia financiera de los Organismos Operadores de Agua (OOA), riesgos a la salud por la contaminación del agua potable a través de las fugas, y el deterioro ambiental asociado con la sobreexplotación de los recursos hídricos.

Un asunto que empeora esta situación es la baja proporción de recaudación de tarifas, la cual desincentiva su conservación y afecta la sustentabilidad financiera de los OOA. El déficit de agua que padecen las ciudades durante una sequía no debe ser enfrentado sólo con aumento en la extracción de agua subterránea o superficial, sobre todo cuando ya los acuíferos están sobreexplotados; sino que por el contrario, se debe adoptar primeramente estrategias de

control y reducción de la demanda. Entre las principales medidas están la reducción de pérdidas y el incremento de la eficiencia en el manejo del agua. Esta situación hace que muchos organismos sean más vulnerables a la sequía, pues no cuentan con un funcionamiento regular, lo cual reduce la efectividad de las posibles medidas aplicables en caso de un evento de sequía.

3. Marco Legal

La sequía es un problema que afecta la calidad de vida y las actividades económicas de la población. Debido a su mayor recurrencia y severidad, ha reclamado la atención principalmente del gobierno federal. También se está incorporando a las agendas de los gobiernos estatales y municipales. Los motivos se pueden ubicar en el cambio climático y en que el gobierno mexicano ha recibido el encargo de la Organización Meteorológica Mundial, (OMM).

Puede decirse que, en materia de sequía, México ha pasado de un enfoque reactivo y remedial a un enfoque preventivo y proactivo. Anteriormente, sólo se tomaban acciones a posteriori y de manera remedial. La política adoptada por el actual gobierno mexicano es preventiva, proactiva y orientada a reducir la vulnerabilidad y a aumentar la resiliencia.

3.1 Sustentabilidad legal de acuerdo a la jerarquía

Leyes Federales:

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
Ley de Aguas Nacionales
Ley General de Cambio Climático
Programa Nacional Hídrico 2014-2018
Programa Nacional contra la Sequía (PRONACOSE)
Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)

Leyes Estatales

Ley de Aguas del Estado de Veracruz
Ley de Protección Civil del Estado de Veracruz
Ley de protección Ambiental del Estado de Veracruz
Ley 21 de Aguas del Estado de Veracruz (CAEV)

Leyes Municipales:

Ley Orgánica del Municipio Libre
Comisión Municipal de Agua Potable y Saneamiento (CMAPS), Coatzacoalcos

3.2 Leyes federales

Existen un total de 72 Normas Mexicanas de las cuales 47 pertenecen al rubro de muestreo y análisis de agua, cinco al rubro calidad del agua y 17 al rubro potabilización del agua para uso y consumo humano y tres a otros usos del recurso agua.

Actualmente están vigentes 21 Normas Oficiales Mexicanas con respecto al rubro agua las cuales abordan los temas de: establecimiento de límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en su reforma Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de febrero de 2012 (DOF, 2012b), establece en un nuevo párrafo que “toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible”. También menciona que es el Estado quien garantizará tal derecho, y la ley quien definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos y establecerá la participación de la federación, entidades federativas, municipios e incluso la ciudadana para lograr dichos objetivos.

<p>Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos Art.27</p>	<p>Se refiere al uso, propiedad y al cuidado del agua con fines de equilibrio ecológico.</p> <p>Con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana.</p> <p>Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el (sic DOF 20-01-1960) Derecho Internacional;</p> <p>Las aguas del subsuelo pueden ser libremente alumbradas mediante obras artificiales y apropiarse por el dueño del terreno, pero cuando lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos; el Ejecutivo Federal podrá reglamentar su extracción y utilización y aún establecer zonas vedadas, al igual que para las demás aguas de propiedad nacional.</p> <p>El dominio de la Nación es inalienable e imprescriptible y la explotación, el uso o el aprovechamiento de los recursos de que se trata, por los particulares o por sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas, no podrá realizarse sino mediante concesiones, otorgadas por el Ejecutivo Federal,</p> <p>El Gobierno Federal tiene la facultad de establecer reservas nacionales y suprimirlas. Las declaratorias correspondientes se harán por el Ejecutivo en los casos y condiciones que las leyes prevean.</p>
<p>Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos Art. 115</p>	<p>Cada municipio será gobernado por un ayuntamiento de elección popular directa, integrado por un Presidente, la competencia que esta constitución otorga al gobierno municipal se ejercerá por el Ayuntamiento de manera exclusiva y no habrá autoridad intermedia alguna entre este y el Gobierno del Estado.</p> <p>Los Ayuntamientos tendrán facultades para aprobar, de acuerdo con las leyes en materia municipal que deberán expedir las legislaturas de los estados, los bandos de policía y gobierno, los reglamentos, circulares y disposiciones administrativas de observancia general dentro de sus respectivas jurisdicciones, que organicen la administración pública municipal, regulen las materias, procedimientos, funciones y servicios públicos de su competencia y aseguren la participación ciudadana y vecinal.</p> <p>Los municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos como: agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales.</p> <p>Los Ayuntamientos, en el ámbito de su competencia, propondrán a las legislaturas estatales las cuotas y tarifas aplicables a impuestos, derechos, contribuciones de mejoras y las tablas de valores unitarios de suelo y construcciones que sirvan de base para el cobro de las contribuciones sobre la propiedad inmobiliaria.</p>
	<p>Ley de Aguas Nacionales (DOF, 1992) tiene como objetivo regular la explotación, vedas, uso o aprovechamiento de aguas, así como su distribución, control y preservación de la calidad y cantidad con la finalidad de lograr su desarrollo integral sustentable. Sobre las vedas de alumbramiento de agua subterránea, en el 2013 se publicó el Acuerdo</p>

<p>Ley de Aguas Nacionales</p>	<p>General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 175 acuíferos que se indican (DOF, 2013a), esto con el fin de que se regule a nivel nacional la extracción, uso y aprovechamiento del agua del subsuelo para contribuir a un desarrollo sustentable mediante la regulación de la explotación del recurso hídrico.</p> <p>Artículo 5. La coordinación de la planeación, realización y administración de las acciones de gestión de los recursos hídricos por cuenca hidrológica o por región hidrológica será a través de los Consejos de Cuenca, en cuyo seno convergen los tres órdenes de gobierno, y participan y asumen compromisos los usuarios, los particulares y las organizaciones de la sociedad, conforme a las disposiciones contenidas en esta Ley y su reglamento.</p> <p>Artículo 7. La prevención y atención de los efectos de fenómenos meteorológicos extraordinarios que pongan en peligro a personas, áreas productivas o instalaciones; El aprovechamiento de aguas nacionales para generar energía eléctrica destinada a servicios públicos.</p>
<p>Ley General de Cambio Climático</p>	<p>Esta ley tiene por objeto: Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero.</p> <p>Artículo 9o. Corresponde a los municipios, las siguientes atribuciones: formular, conducir y evaluar la política municipal en materia de cambio climático en concordancia con la política nacional y estatal; formular e instrumentar políticas y acciones para enfrentar al cambio climático en congruencia con el Plan Nacional de Desarrollo</p> <p>a) Prestación del servicio de agua potable y saneamiento;</p> <p>b) Ordenamiento ecológico local y desarrollo urbano; (...)</p> <p>e) Manejo de residuos sólidos municipales.</p> <p>VI. Promover el fortalecimiento de capacidades institucionales y sectoriales para la mitigación y adaptación.</p> <p>VII. Participar en el diseño y aplicación de incentivos que promuevan acciones para el cumplimiento del objeto de la presente ley;</p> <p>XII. Las demás que señale esta ley y las disposiciones jurídicas aplicables. Por lo que con fundamento en las atribuciones Constitucionales y de las leyes secundarias en la materia que nos interesa se recomienda llevar a cabo convenios de colaboración con los Gobiernos Municipales para la implementación, supervisión y cumplimiento de las normas establecidas a través de los PMPMS siempre adecuadas a un irrestricto apego al respeto de los Derechos Humanos y dentro del marco jurídico normativo vigente.</p> <p>Artículo 30: XIII. Impulsar el cobro de derechos y establecimiento de sistemas tarifarios por los usos de agua que incorporen el pago por los servicios ambientales hidrológicos que proporcionan los ecosistemas a</p>

	fin de destinarlo a la conservación de los mismos.
--	--

Programa Nacional Hídrico 2014-2018	<p>Programa Nacional Hídrico 2014-2018</p> <p>El Objetivo 2 consiste en :</p> <p>“Incrementar la seguridad hídrica ante sequías e inundaciones”. “Se requiere reducir la vulnerabilidad de asentamientos humanos para evitar pérdida de vidas humanas y daños materiales a la infraestructura por efecto de fenómenos hidrometeorológicos extremos.” Se actualizarán las políticas de operación de las principales fuentes de abastecimiento, bajo criterios de optimización orientadas a la máxima productividad hídrica y con restricciones para minimizar el impacto de las inundaciones y las sequías.</p> <p>Dentro de otros aspectos busca conceptualizar el recurso del agua como un bien escaso y costoso que debe administrarse responsablemente, fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua, incrementar la seguridad hídrica ante sequías e inundaciones, aumentar el abastecimiento de agua y acceso al agua potable, alcantarillado y saneamiento, incrementar las capacidades técnicas, científicas y tecnológicas del sector, asegurar el agua para actividades económicas y financieras de manera sustentable y consolidar la participación de México en el contexto internacional en materia de agua. Para cumplir con estos objetivos, el Plan Nacional Hídrico busca reformar el marco jurídico del agua, el marco institucional del sector público del agua, el sistema financiero del agua, la planeación hídrica y el sistema de gestión de recursos humanos del agua, entre otras acciones.</p> <p>Para conseguir lo anterior, el PNH 2014-2018 estipula la acción coordinada de los tres órdenes de gobierno.</p> <p>Existen dos estrategias para este objetivo, la primera busca proteger e incrementar la resiliencia de la población y áreas productivas en zonas de riesgo de inundación y/o sequía. Para esto, resalta la importancia de implementar el Programa Nacional de Prevención contra Contingencias Hidráulicas y el Programa Nacional contra la Sequía.</p> <p>La segunda estrategia pretende reducir la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático.</p>
	<p>PRONACOSE</p> <p>En enero de 2013, el Ejecutivo Federal encargó a la CONAGUA el desarrollo del Programa Nacional contra la Sequía, orientado a la</p>

<p>Programa Nacional contra la Sequía (PRONACOSE)</p>	<p>atención, seguimiento, mitigación y prevención al fenómeno recurrente de la sequía para cada uno de los 26 consejos de cuenca de la república así como monitorear y desarrollar sistemas de alerta temprana para reducir la vulnerabilidad de la población ante esta contingencia climática y establecer políticas de sequía.</p> <p>La CONAGUA brindará apoyo a través de sus 13 Organismos de Cuenca. Además, aquí también entran los programas para usuarios de agua potable y saneamiento.</p> <p>La coordinación de la formulación de los programas se llevará a cabo a través de un Convenio de colaboración con una Universidad reconocida en el tema, misma que coordinará a once grupos de investigadores o Universidades y al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).</p> <p>Un Comité Interinstitucional para la Atención a la sequía, conformado por Presidencia, CONAGUA, CONAFOR, ECONOMIA, EDUCACIÓN, ENERGIA, SAGARPA, SALUD, SEDENA, SEDESOL, SEGOB, TURISMO. Este comité dará seguimiento a las acciones que realicen todas las dependencias del Gobierno Federal ante la eventual ocurrencia de una sequía y buscará la convergencia de programas institucionales federales existentes para atención de sequías en las dependencias mencionadas.</p> <p>Programas de Organismos de Cuenca 2013. Con base en el PRONACOSE en abril de 2013, la SEMARNAT y el IMTA expidieron la Guía para la formulación de Programas de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS).</p>
<p>Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)</p>	<p>CONAGUA es la responsable de integrar un Plan Nacional Hídrico, así como la actualización y vigilancia de su cumplimiento.</p> <p>La Comisión Nacional del Agua, es un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, tiene a su cargo el ejercicio de las facultades y el despacho de los asuntos que le encomiendan la Ley de Aguas Nacionales y los distintos ordenamientos legales aplicables; los reglamentos, decretos, acuerdos y órdenes del Presidente de la República, así como los programas especiales y asuntos que deba ejecutar y coordinar en las materias de su competencia.</p> <p>Coordinará y dará seguimiento a las acciones para lograr la gestión integrada de los recursos hídricos conforme a la planeación hídrica;</p> <p>Aportar información, con base en los estudios que disponga y los estudios que realice, directamente o a través de terceros, para apoyar la ejecución de acciones para la prevención y atención de emergencias generadas por sequías, eventos de contaminación repentina, presencia de elementos tóxicos, fenómenos hidrometeorológicos, emergencias hidroecológicas y contingencias ambientales en materia de las aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, y vigilar y evaluar la evolución de fenómenos hidroclimáticos severos que puedan influir en las cuencas, cauces y almacenamientos de presas, así como realizar acciones tendientes a mitigar sus efectos negativos;</p>

3.3 Leyes estatales

Los Estados junto con sus Municipios reglamentaran sus legislaturas conforme al Ejecutivo Federal para el uso y manejo del agua como lo reglamenta la Constitución en su artículo 115 de la cual se desprenden para el estado de Veracruz las siguientes leyes:

<p>Ley de Aguas del estado de Veracruz</p>	<p>Tiene por objeto reglamentar el artículo 9° de la Constitución Política del Estado, en materias de Jurisdicción Estatal, así como establecer las bases de coordinación en Ayuntamientos y el Ejecutivo del Estado.</p> <p>Las actividades para el manejo del agua son: administrar, suministrar, distribuir, generar, controlar y preservar su cantidad y calidad para lograr el desarrollo sustentable de dicho recurso.</p> <p>El Sistema Veracruzano del Agua se integra por el conjunto de políticas, instrumentos, planes, programas, proyectos, obras, acciones, bases y normas que regulan la explotación y aprovechamiento de las aguas en el territorio del Estado de Veracruz y la presentación de los servicios públicos de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas.</p> <p>Artículo 110.- “El Ejecutivo del Estado podrá reglamentar el uso de las aguas de Jurisdicción estatal, para prevenir o remediar su sobreexplotación, así como establecer limitaciones a los derechos existentes por escasas sequía o condiciones extraordinarias; declarar zonas de veda para proteger o restaurar un ecosistema y para preservar las fuentes de agua o protegerlas contra la contaminación; y decretar reservas de agua para determinados usos.</p>
<p>Ley de Protección Civil del Estado de Veracruz</p>	<p>Esta Ley promueve las bases para la prevención y auxilio, recuperación y mitigación ante la presencia de un fenómeno perturbado de origen natural o humano; los mecanismos para implementar las acciones de prevención, auxilio y recuperación para salvaguarda de las personas, sus bienes, el entorno y el funcionamiento de los servicios vitales y sistemas estratégicos, en los casos de emergencia y desastre.</p> <p>La prioridad de protección civil es el auxilio en casos de emergencia o de desastre.</p> <p>En cada uno de los municipios del Estado, se establecerá un sistema Municipal de Protección Civil, como parte integrante de los Sistemas Nacional y Estatal.</p> <p>La Secretaría de Protección Civil tendrá que investigar, estudiar y evaluar riesgos y daños provenientes de elementos, agentes naturales o humanos que puedan dar lugar a desastres, integrando y ampliando los conocimientos de los fenómenos perturbadores en coordinación con las dependencias y entidades federales, estatales y municipales.</p>
<p>Ley de</p>	<p>Tienen por objeto, la conservación, la preservación y la restauración del equilibrio ecológico, la protección al ambiente y la procuración del desarrollo sustentable, de conformidad con las facultades que se derivan de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y</p>

<p>Protección Ambiental del Estado Veracruz</p>	<p>disposiciones que de ella emanen.</p> <p>A falta de disposición expresa, se estará a lo previsto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente así como la legislación administrativa civil, reglamentos y demás disposiciones ecológicas vigentes en el Estado.</p> <p>La secretaría promoverá el uso eficiente del agua a través de las siguientes acciones (artículo 116): Establecerá en coordinación con la Federación y con los municipios la ejecución de acciones reguladoras de carácter técnico y administrativo en la explotación, uso y aprovechamiento del agua;</p> <p>Promover ante la Federación la publicación de la disponibilidad de las aguas, tanto en cantidad como en calidad; promoverá ante la Federación la creación de los Consejos de Cuenca, con la participación de la sociedad y de los sectores inherentes.</p>
<p>Comisión del Agua del Estado de Veracruz (CAEV)</p>	<p>La Ley 21 de Aguas del Estado de Veracruz, la cual fortalece la autonomía municipal, reconociendo su facultad de proporcionar los servicios públicos del agua potable, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales y crea la Comisión del Agua del Estado de Veracruz, como un organismo dotado de autonomía de gestión, personalidad jurídica y patrimonio propios.</p> <p>La Ley establece que la Comisión fungirá como Organismo Operador Estatal y será responsable de la Coordinación, planeación y supervisión del Sistema Veracruzano del Agua.</p> <p>Se integra por la Oficina Central, 69 Oficinas Operadoras y 278 Sistemas Rurales administrados por los Organismos Operadores de agua.</p> <p>Para ejercer un servicio óptimo, la CAEV presenta atribuciones, de las cuales destacan: Coordinar la planeación y presupuestación del sector estatal hidráulico, así como los servicios públicos que preste; cumplir y hacer cumplir los planes y programas, políticas y estrategias para la administración de las aguas de jurisdicción estatal y la prestación de los servicios a que se refiere la presente Ley.</p>

Ley Orgánica del municipio libre	<p>La presente ley tiene por objeto desarrollar las disposiciones del artículo 115 constitucional relativas a la organización y funcionamiento del Municipio Libre ya que es la base de la división territorial y de la organización política y administrativa del Estado.</p> <p>Artículo 35. Los Ayuntamientos tendrán las siguientes atribuciones:</p> <p>XIV. Expedir los reglamentos de las dependencias y órganos de la administración pública municipal de naturaleza centralizada, manuales de organización y procedimientos y los de atención y servicios al público, así como ordenar su publicación en los términos de esta ley.</p> <p>XXIV. Celebrar convenios, previa autorización del Congreso del Estado, con personas físicas o morales;</p> <p>XXV. Tener a su cargo las siguientes funciones y servicios públicos municipales:</p> <p>Agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales;</p> <p>i) Promoción y organización de la sociedad para la planeación del desarrollo urbano, cultural, económico y del equilibrio ecológico;</p> <p>j) Salud pública municipal; y</p> <p>XXX. Desarrollar planes y programas destinados a la preservación, restauración, aprovechamiento racional y mejoramiento de los recursos naturales, de la flora y la fauna existentes en su territorio, así como para la prevención y combate a la contaminación ambiental, y convocar, coordinar y apoyar a los ejidatarios, propietarios y comuneros, para que establezcan cercas vivas en las zonas limítrofes de sus predios o terrenos y reforestar las franjas de tierra al lado de los ríos y cañadas;</p> <p>XXXI. Participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas, en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia y en la formulación de programas de desarrollo regional.....</p>
----------------------------------	---

3.4 Comisión Municipal de Agua Potable y Saneamiento.

En la ciudad de Coatzacoalcos, la Comisión Municipal de Agua Potable y Saneamiento (CMAPS), tiene su origen en el año de 1950 cuando por medio de un patronato se creó la Junta Estatal de Agua Potable y Alcantarillado. Posteriormente en 1957 pasó a manos del Gobierno Federal representado por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH).

La Comisión Estatal de Agua Potable y Alcantarillado (CEAPA), tiene su origen en la desconcentración que el Gobierno Federal hace de los servicios de agua potable y alcantarillado, derivado del Acuerdo expedido por el Ejecutivo de la Federación el 29 de octubre de 1980 para proceder a entregar a los Gobiernos de los Estados y Municipios, la administración y operación de los sistemas de agua potable. En el caso particular del Estado de Veracruz, el Convenio suscrito con este motivo se realiza en enero de 1981, para lo cual la prestación de los servicios en esa época fue reglamentado con la expedición de la Ley N° 80 para regular la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado del Estado de Veracruz-Llave, publicada en noviembre de 1981, misma que le da sustento legal a la CEAPA, creándola como institución de servicio público desconcentrado del Gobierno del Estado, de naturaleza mixta, estatal y municipal, conforme a lo señalado en su artículo 56.

Al evolucionar éste y ante la necesidad de adecuarse a las nuevas expectativas de la prestación de los servicios, el Gobierno del Estado de Veracruz, considera conveniente se cree,

en sustitución de la CEAPA, la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento (CEAS), al amparo de la expedición de la Ley N° 72 de Agua y Saneamiento para el Estado de Veracruz-Llave, publicada el 5 de junio de 1990 en la Gaceta Oficial del Estado N° 67, otorgándole a la figura de Comisión, como un Organismo Público Descentralizado dependiente del Ejecutivo, con personalidad jurídica y patrimonio propios cuya constitución y funcionamiento, se regula por esta nueva Ley y su Reglamento, conforme a lo señalado en su artículo 11.

Era de vital interés para el desarrollo armónico del Estado, dotar de Agua Potable y Alcantarillado a todas las Comunidades que lo integran y prestar los servicios en forma directa, inmediata y eficiente a la ciudadanía, y conforme a la Ley número 72 de Agua y Saneamiento para el Estado, los servicios de agua potable y alcantarillado, serán proporcionados, entre otros Organismos, por las Comisiones de Agua y Saneamiento, que podrán ser Regionales, de Zona Conurbana o Municipales.

Siendo así que mediante decretos del Ejecutivo se formalizó la Creación de las Comisiones Municipales de Agua Potable y Saneamiento en los años 1990-1991, como Organismos Públicos Descentralizados del Gobierno del Estado de Veracruz, dotados de personalidad jurídica y patrimonio propios, formalizándose su descentralización técnica, administrativa y financiera.

4 Descripción general de la zona urbana de Coatzacoalcos

La ciudad de Coatzacoalcos se ubica en el municipio que lleva el mismo nombre, con una superficie de 309.2 km², cifra que representa un 1 % del total del estado de Veracruz. Se encuentra ubicada en la zona ístmica y en la parte limítrofe sudeste. La distancia entre la ciudad de Coatzacoalcos y la capital es de aproximada 420 km por carretera. Cuenta con varias vías de comunicación: aérea, marítima y carretera. El Aeropuerto Internacional que da servicio a la ciudad de Coatzacoalcos se ubica en el municipio de Cosoleacaque a escasos 15 km del puerto marítimo. Dicho aeropuerto tiene a partir de 2006 capacidad para recibir vuelos de aerolíneas tanto nacionales como internacionales.

La salida al mar de Coatzacoalcos le permite la comunicación marítima con otros puertos tanto del país como del exterior, permitiendo el acceso a barcos que transportan mercancías o productos químicos. Por tierra, las carreteras que conectan hacia el norte y sur del país permiten la afluencia de autos particulares, autobuses, así como vehículos de carga diversa. El acceso a la ciudad es por puentes, como el Coatzacoalcos I que comunica hacia los Complejos Industriales y el estado de Tabasco, por lancha hacia la congregación de Barrillas, zona natural turística. El Puente Coatza II, "Ing. Dovalí Jaime" comunica la zona sur de Veracruz con los estados de Tabasco, Campeche, Chiapas, Yucatán y Quintana Roo. El puente Coatzacoalcos I forma parte de la carretera Tehuacán - Villahermosa (carretera federal 180) y el puente Coatza II forma parte de la autopista México - Tuxtla Gutiérrez.

4.1 Ubicación geográfica y división política

El municipio de Coatzacoalcos se localiza en la zona sur del estado, en las coordenadas 18° 09' latitud norte y 94° 26' longitud oeste, a una altura de 10 metros sobre el nivel del mar. Limita con los municipios de Pajapan, Cosoleacaque, Ixhuatlán del Sureste, Moloacán y Agua Dulce (Figura 1).

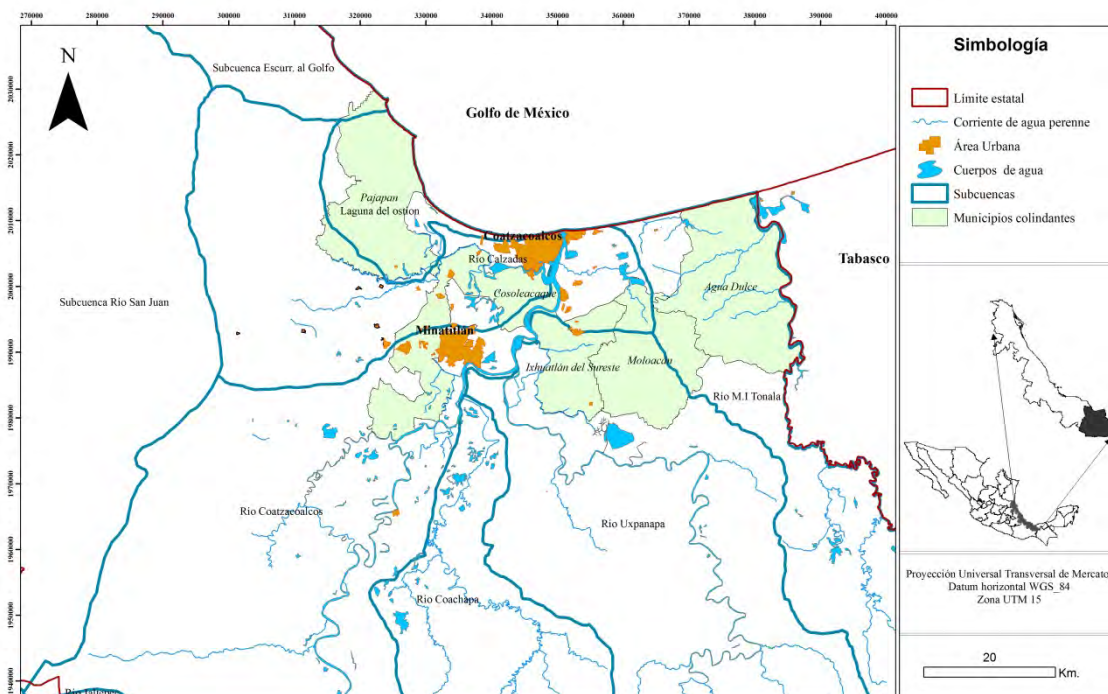


Figura 1 Hidrografía y localización del área en estudio.

4.2 Hidrología

La ciudad de Coatzacoalcos se ubica en la cuenca del río Coatzacoalcos, con un área aproximada de 21,091 km², distribuida entre los estados de Oaxaca y Veracruz, en la Región

Hidrológica, R.H., 29, a lo que geográficamente podría llamarse vertiente del golfo de la zona ístmica, parte de la cual corresponde el sur de Veracruz. Esta región es la tercera en extensión dentro del territorio veracruzano (14,419 km², 19.8 % del total de las regiones y el 19.2 % del total de la superficie territorial estatal). Los principales aportes fluviales a esta región son el río Coatzacoalcos y el sistema lagunar-estuario de la Laguna del Ostión.

El sistema hidrográfico del río Coatzacoalcos es el tercero en importancia del país por su caudal, después de los sistemas Grijalva-Usumacinta y Papaloapan. Está constituido por importantes afluentes, entre los que destacan los ríos Uxpanapa, Jaltepec, Coachapa y Calzadas. Los primeros nacen en las sierras que delimitan el parteaguas del Istmo de Tehuantepec y el último en la sierra de Los Tuxtlas. El río Coatzacoalcos nace en el estado de Oaxaca, en la Sierra Atravesada, a una altura de 2000 msnm; tras recorrer unos 37 km hacia el noroeste cambia su dirección hacia el oeste y la conserva hasta Sta. María Chimalapa. Aguas abajo de este poblado continúa hacia el norte a través de un cauce muy sinuoso y a la altura de Suchiapa, Ver., adquiere una dirección NNE que conserva hasta su desembocadura en la Barra de Coatzacoalcos, junto a la ciudad de este nombre (Pereyra y Pérez, 2006).

Es importante hacer notar que el río Coatzacoalcos es de los pocos que aún es navegable en gran parte de su recorrido y en algunos afluentes, por embarcaciones medianas, y en un tramo pequeño, aguas arriba de su desembocadura, por barcos petroleros de gran calado que llegan a la laguna de Pajaritos; esto último es posible gracias a que ha sido dragado constantemente, para eliminar el azolve que baja de las partes altas.

4.3 Acuífero Costera de Coatzacoalcos

En la Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea, acuífero (3012) costera de Coatzacoalcos (2009), se menciona que los acuíferos someros son constituidos por depósitos aluviales, presentan espesores de 40 a 50 m y funcionan como acuíferos libres, recibiendo una alimentación vertical por la infiltración del agua de lluvia, que posiblemente sea la componente más importante de la recarga total.

En la porción occidental de la margen izquierda del río Coatzacoalcos, los acuíferos están constituidos en la unidad identificada como sedimentos arenosos cubiertos en la mayor parte del área por formaciones aluviales. En estos sedimentos arcillosos los acuíferos funcionan como confinados y semiconfinados donde el confinamiento superior está constituido por depósitos aluviales y el confinamiento inferior está constituido por las formaciones arcillosas del terciario.

4.3.1 Geología histórica

Debido a la presencia de moluscos y turrítelas en la unidad litológica (Tal), se deduce que durante el Terciario la zona estuvo cubierta por mares someros; este hecho se confirma por la presencia de estructuras laminares y la estratificación cruzada de sus materiales.

Dentro de este mismo periodo hubo posteriores levantamientos del área manifestados por las alternancias de lutitas y arenas depositadas y al final de éste, persistieron condiciones de depositación de arenas muy similares. La activación de las fuerzas orogénicas trajo consigo la formación de los anticlinales del área, acción que se prolongó hasta el Cuaternario dando lugar a la erosión y depósito de arenas finas, limos y arcillas que integran la topografía actual.

4.3.2 Estratigrafía

Para la determinación de la estratigrafía de la zona de estudio se cuenta con información resultante de estudios de PEMEX, con una sección sensiblemente perpendicular al litoral y que pasa por Agua Dulce, la cual está formada por sondeos exploratorios, en la que se tienen los siguientes estratos:

La formación aluvial

Esta formación es de edad reciente, teniendo un espesor de 20, 30 y hasta 50 m de espesor y comprende los depósitos aluviales, palustres y eólicos constituidos por gravas y arenas

empacadas en arcilla, arcillas orgánicas y limos, arcillas orgánicas de pantano y arenas de médano. Esta formación presenta morfología de lomerío y llanura.

Formación Cedral, Fisiola, Paraje Solo y Agueguexquite.

Esta formación subyace a los depósitos aluviales y proviene de la edad del terciario y consiste en cuerpos arenosos que forman lomeríos. Los espesores que presenta esta formación van desde 474 a 1597 metros, hacia los límites con el estado de Tabasco, presentando interestratificaciones de arena arcillosa con contenido de arcilla carbonosa, tobas limosas y minerales de mica.

Formación Concepción Encanto Superior e Inferior.

A la formación anterior subyace esta formación que también proviene de la edad del terciario y su espesor es del orden de 474 a 1595 m. Es una unidad arcillosa que comprende a las lutitas marinas, areniscas y conglomerados con estructura en capas masivas. Sus afloramientos son expuestos en los lomeríos deformados por intrusión salina.

4.3.3 Geología estructural

Estructuralmente el área está conformada por una serie de Anticlinales y Sinclinales orientados simétricamente de norte a sur.

En la porción occidental se encuentra el anticlinal simétrico de Moloacan que posiblemente ha fallado en su flanco poniente, cuyo núcleo está formado por la unidad (Tal) que aflora y sus flancos integrados por arenas rojas de la unidad (Tar).

En la porción central se encuentra el anticlinal de Cuichapa cuyo trazo está delineado por sobre los sedimentos (Tar) por la inclinación de sus echados. Su núcleo está formado por materiales de la unidad arcillosa (Tal).

En la porción extrema oriental se localiza el anticlinal de las Choapas que es una estructura de inclinación suave con traza definida sobre materiales arenosos (Tar) y cuyo núcleo está formado por materiales (Tal).

4.3.4 Hidrogeología.

Desde el punto de vista geológico, esta región pertenece a la Cuenca Salina del Istmo y está formada por las siguientes unidades litológicas:

Arenas y lutitas

Esta unidad aflora en la porción central del área formando lomas suaves y redondeadas, así también se presentan afloramientos en otros sitios tales como en los km 26 y 27 de la carretera Coatzacoalcos - Villahermosa, sobre el camino de terracería de Nuevo Teapa - Agua Dulce. Desde el punto de vista geohidrológico esta unidad puede clasificarse con una baja permeabilidad.

Arenas Rojas

Esta unidad constituye; como antes se dijo, la formación Cedral y ocupa la mayor parte del área de estudio, tanto en las partes altas de los cerros de porción sur como en las partes bajas de la porción norte. Esta unidad se presenta sobre la carretera Coatzacoalcos - Villahermosa en el km 15, sobre el camino de terracería que sale de la carretera Coatzacoalcos – Villahermosa hacia Agua Dulce, en la parte sur en el camino vecinal Choapas a Nanchital, y sobre el anticlinal de Nanchital a 7 km de esta población, Desde el punto de vista geohidrológico, esta unidad es cualitativamente de mayor permeabilidad que la anterior.

Depósito de llanuras de inundación

Estos depósitos se ubican en los bajos del área, en las márgenes de los ríos Coatzacoalcos y Tonalá, estando compuestos de arenas finas, limos y arcillas no consolidados. Desde el punto de vista geohidrológico son de baja permeabilidad y por ser superficiales originan zonas palustres.

Dunas

Se localiza en la porción norte del área ocupando la franja costera formando dunas de más de 20 metros de altura, compuestas de arenas finas de cuarzo con estructura laminar y estratificación cruzada. Desde el punto de vista geohidrológico presentan alta permeabilidad y funciona la unidad como transmisora de agua subterránea.

Depósitos aluviales

Ocupan áreas adyacentes a los cauces de los ríos principales estando compuestos de arenas gruesas y gravas finas. Por su composición granulométrica poseen alta permeabilidad permitiendo la transmisión del agua infiltrada hacia las rocas más profundas para producir una recarga importante del acuífero.

4.3.5 Piezometría

De acuerdo con la configuración de la profundidad al nivel estático medida en el año 2011 en 46 pozos, proporcionada por CONAGUA, en la Figura 2, se aprecia que la profundidad a la que se encuentra el agua en el acuífero es menor en los alrededores de la ciudad de Minatitlán (5 m), de igual forma cerca de la línea de costa se observa un valor de 6 m. Este valor se incrementa hacia el sureste de la ciudad de Coatzacoalcos, relacionado con las estribaciones de las sierras que alcanzan elevaciones de aproximadamente 60 msnm. Al este de la ciudad de Minatitlán se observa un profundidad de aproximadamente 40m.

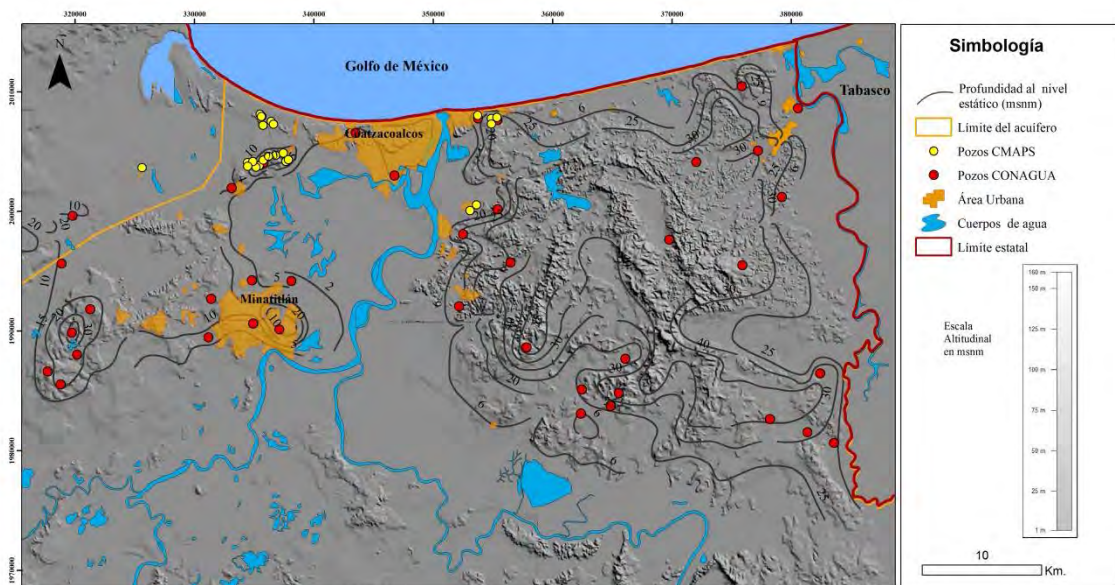


Figura 2 Profundidad al nivel estático medida en metros (m) en el año 2011. Fuente: CONAGUA.

En la Figura 3 se presenta la configuración de la elevación del nivel estático registrada en 2011, presenta valores que varían entre 30 a 50 msnm, cerca de la ciudad de Coatzacoalcos se observan 2 probables conos de abatimiento con niveles estáticos abajo del nivel del mar; uno localizado al poniente de Minatitlán, y otro al este de Nanchital.

Es probable que la dirección original del flujo de agua subterránea haya sido hacia el litoral del Golfo de México, originado de las partes altas de la planicie hacia la costa. De manera general, el acuífero recibe recarga de la zona sur, donde se desarrollan los ríos Uxpanapa y Coatzacoalcos, a través de un medio granular que favorece un flujo en dirección norte descargando hacia la zona costera, así como también la principal descarga de estos acuíferos puede ser a través de los ríos Coatzacoalcos y Tonalá.

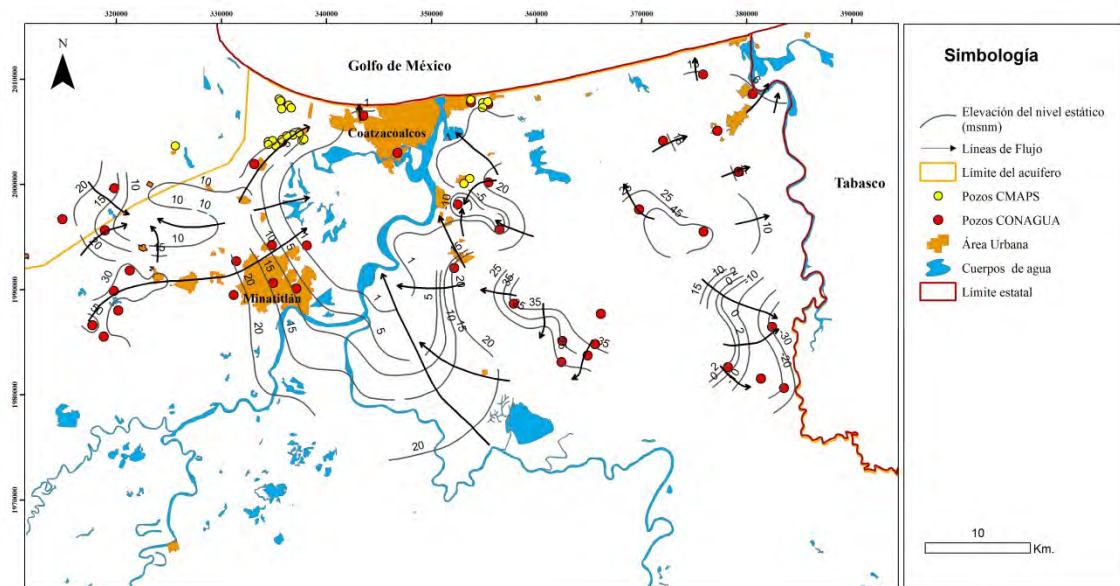


Figura 3 Configuración del nivel estático en el acuífero de Coatzacoalcos (msnm) en el año 2011.
Fuente: CONAGUA

4.3.6 Parámetros de Campo

CONAGUA proporcionó datos de parámetros de campo como son: temperatura (T), conductividad eléctrica (CE), sólidos disueltos totales (SDT) y potencial de hidrógeno (pH), medidos en el año 2011 (Tabla 1).

Tabla 1 Parámetros de Campo medidos en el acuífero costera de Coatzacoalcos.
Fuente: CONAGUA

CLAVE	UTM X (m)	UTM Y (m)	T (°C)	CE (μS/cm)	SDT (ppm)	Ph
CC-01	380561	2008638	29.8	202	97	5.5
CC-02	375849	2010466	28.0	366	179	8.9
CC-03	353751	2007809	28.8	1820	910	7.5
CC-04	355378	2007656	29.9	424	212	8.3
CC-05	343497	2006564	30.3	362	180	6.8
CC-06	377206	2005106	28.3	434	218	7.9
CC-07	372039	2004157	30.3	102	50	6.6
CC-08	335765	2004082	27.3	655	327	6.6
CC-09	346740	2003011	29.0	3454	1728	7.4
CC-10	333112	2001964	29.3	95	42	6.0
CC-12	379215	2001217	28.8	224	112	7.9
CC-13	319796	1999647	28.4	230	120	6.8
CC-14	369761	1997639		251	126	7.0
CC-15	314856	1996707	28.2	90	40	6.1
CC-16	352491	1998108	28.1	670	335	7.4
CC-17	318886	1995660	30.4	270	130	5.8
CC-18	375899	1995522	29.0	68	33	6.9
CC-19	356469	1995724	31.0	286	143	7.8
CC-20	338116	1994208	29.0	195	95	5.0
CC-21	334800	1994252	27.9	61	30	7.3
CC-22	331402	1992721	27.5	846	421	5.7
CC-24	321263	1991832	29.2	104	52	5.3
CC-26	334923	1990639	27.5	209	105	8.4
CC-27	337121	1990136	27.0	331	160	7.7
CC-29	331167	1989494	28.9	93	46	5.1
CC-30	366104	1987709	29.1	1485	744	7.3
CC-31	317703	1986632	29.0	390	194	6.3
CC-32	320163	1988037	29.0	166	83	6.8
CC-33	318778	1985563	27.8	210	110	6.5
CC-34	362450	1985124	26.2	308	153	6.8
CC-35	365562	1984829	27.6	258	128	5.9
CC-36	382420	1986472	29.0	764	382	6.9
CC-38	364873	1983755	27.7	443	221	7.3
CC-40	381352	1981555	31.3	309	155	7.2
CC-41	383564	1980654	29.0	316	157	7.6

Los valores de conductividad eléctrica variaron de 61 a 1820 μS/cm., que la clasifican como agua dulce, de acuerdo con American Public and Health Association (APHA), 1995. Con excepción del pozo con clave CC-09 que se localiza en la periferia de la ciudad de Coatzacoalcos cuya conductividad es de 3454μS/cm, siendo un valor alto para consumo. El valor de temperatura varían entre 26 y 31 °C, por lo tanto no se aprecian valores de temperatura que pudieran indicar termalismo. Con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, "Salud Ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización"; los valores de pH, que varían de 4.9 a 8.9, están dentro de límite máximo permisible; los Sólidos disueltos totales, en todos los pozos cumplen con la Norma, a excepción del pozo CC-09 con 1728 ppm, que sobrepasa el límite máximo permisible.

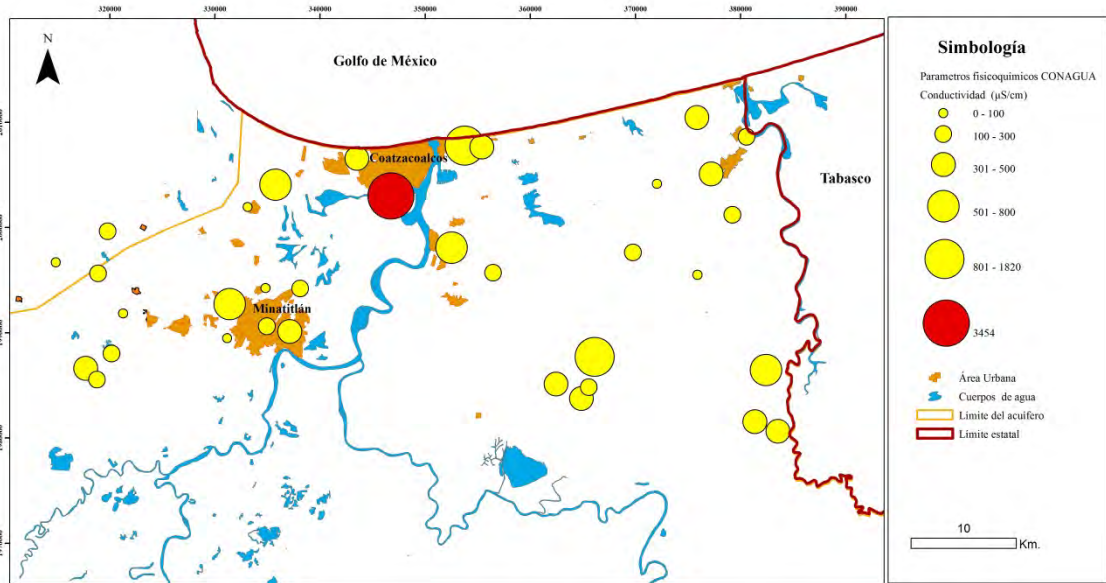


Figura 4 Valores de conductividad eléctrica en $\mu\text{S}/\text{cm}$. Fuente: CONAGUA

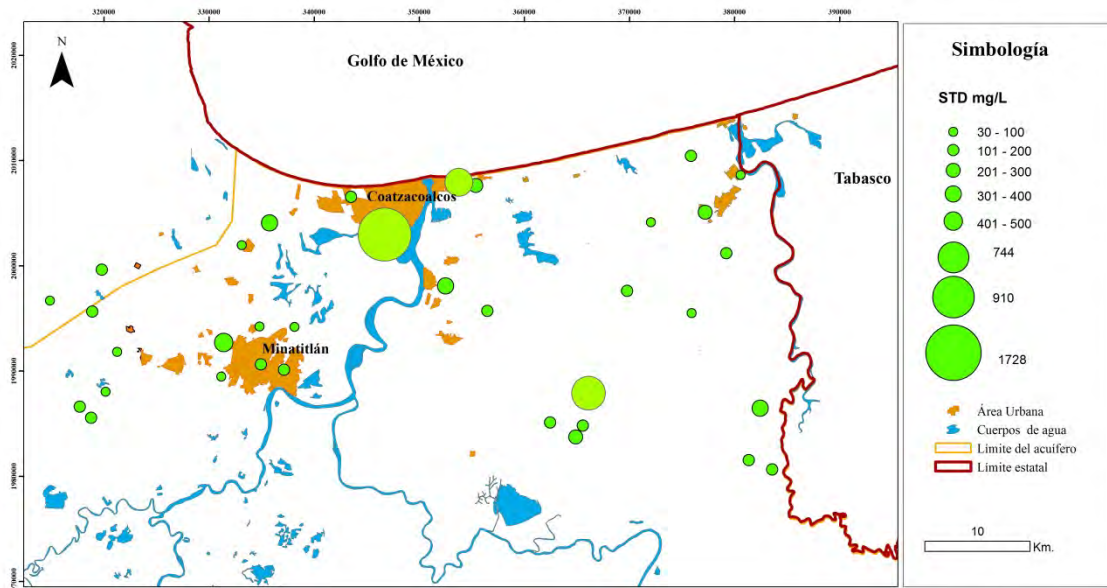


Figura 5 Valores de Sólidos Totales Disueltos en mg/L. Fuente: CONAGUA

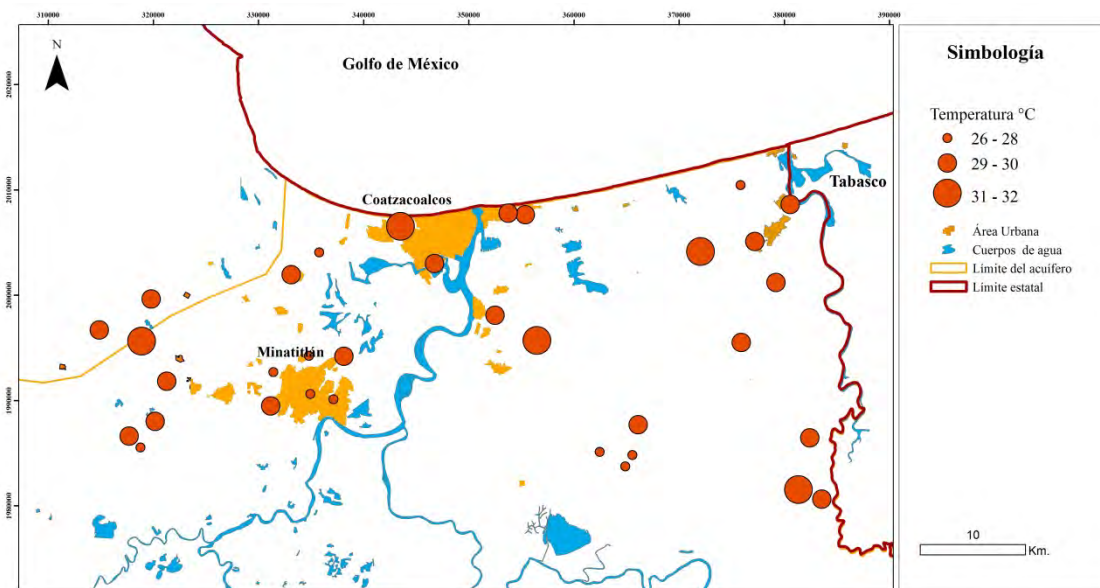


Figura 6 Valores de Temperatura en °C. Fuente: CONAGUA

Por otra parte, la CMAPS de Coatzacoalcos, proporcionó información de algunos parámetros, como son: Alcalinidad, cloruros, dureza, pH, turbiedad, color, olor, sabor, sólidos disueltos totales y sólidos sedimentables, medidos en los pozos que utiliza como fuente de abastecimiento para la ciudad, en el año 2015 (Tabla 2).

Tabla 2 Datos relacionados con la calidad del agua en algunos aprovechamientos operados por CMAPS Coatzacoalcos. Fuente: CMAPS Coatzacoalcos.

Clave	Caudal Ips	X (m)	Y (m)	Alcalinidad mg/L	Cloruros mg/L	Dureza mg/L	pH	Turbiedad UNT	SDT mg/L
PLANTA YURIVIA	1000	312359	2022008	66.6	10.9	98.1	7.0	6.0	144.0
BATERIA DE POZOS DE CANTICAS									
POZO N° 1	45	335404	2003840	79.2	24.7	64.3	7.0	2.3	194.1
POZO N° 2	35	335751	2004293	99.0	19.7	85.2	7.0	3.9	321.5
POZO N° 3	50	336790	2004684	138.7	187.8	122.7	7.2	2.1	229.7
POZO N° 3-B	35	336202	2004618						
POZO N° 4	45	335157	2003700						
POZO N° 5	50	325608	2003668						
POZO N° 6	60	334440	2004084						
POZO N° 7	30	334872	2004190						
POZO N° 11	50	334458	2003793	118.9	19.7	51.4	7.0	1.6	284.2
POZO N° 12	50	337424	2004896	158.5	246.0	95.0	7.2	4.3	362.5
POZO N° 14	55	337657	2004198						
POZO N° 15	50	337851	2004335						
CIUDAD OLMECA									
POZO N° 1	20	335645	2007951						
POZO N° 2	20	335726	2007202						
POZO N° 3	20	335493	2008142						
POZO N° 4	20	335602	2007952						
VILLA DE SAN MARTIN									
POZO N° 1	20	336415	2007540						
VILLA SANTA MARTHA									
POZO N° 1	20	336619	2007295						
VILLA ALLENDE									
POZO N° 1	20	353721	2008051	146.8	604.0	244.7	8.0	6.3	871.0
POZO N° 2	20	354864	2007787	211.6	19.6	142.3	7.6	4.8	250.7
RABON GRANDE									
POZO N° 3	10	355339	2007877	275.0	49.2	98.3	7.6	6.2	264.3
POZO N° 33	13	354861	2007313	266.1	66.8	183.4	8.0	4.4	344.2
CONGREGACION DE MUNDO NUEVO									
POZO N° 2	10	353626	2000562	130.0	63.0	149.0	7.6	3.6	254.8
POZO N° 3	20	353084	2000091	154.6	43.7	145.0	7.6	4.0	238.8

Como se observa en la Tabla 2, las concentraciones de los parámetros medidos no sobrepasan los límites máximos permisibles que establece la modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, para el agua destinada al consumo humano y por lo tanto para otros usos. La concentración de sólidos disueltos totales (SDT) presenta valores que varían de 194 a 871 ppm; que no sobrepasan el límite máximo permisible de 1000 ppm establecido por la norma mencionada para agua potable. Las menores concentraciones se registran en 2 pozos localizados en la zona de Canticas, sin embargo en Villa Allende casi en la zona costera se ubica un pozo con una concentración de 871 pmm (Figura 7), que se aproxima al límite máximo permisible.

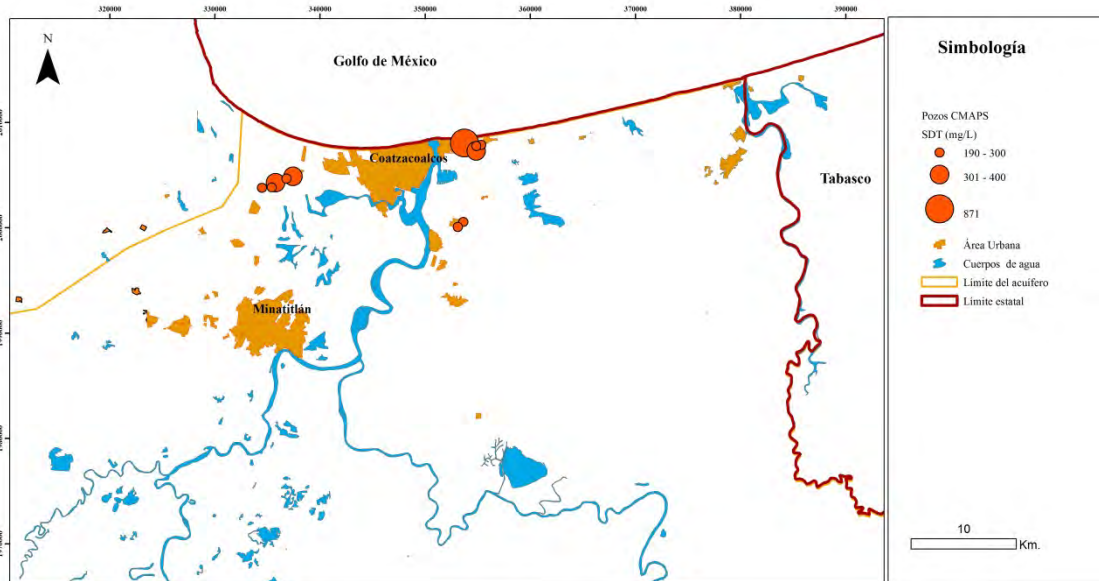


Figura 7 En círculos color naranja se observa proporcionalmente la concentración de Sólidos Disueltos Totales, en mg/L, en los pozos que se utilizan como abastecimiento para la ciudad. Fuente: CMAPS.

La concentración de cloruros va de 196 a 604 ppm, en la figura 8 se observa una distribución espacial de la concentración de cloruro, en la zona de canticas se encuentran los pozos con los valores más bajos, la mayoría de los pozos no rebasa el límite máximo permitido (250 ppm); el pozo No. 1 ubicado en Villa Allende, reporta 604 ppm de éste ión, el cual podría estar siendo influenciado por interacción con agua de origen antrópico o interacción con agua de mar, lo cual tendrá que ser contrastada con otras técnicas hidrogeoquímicas.

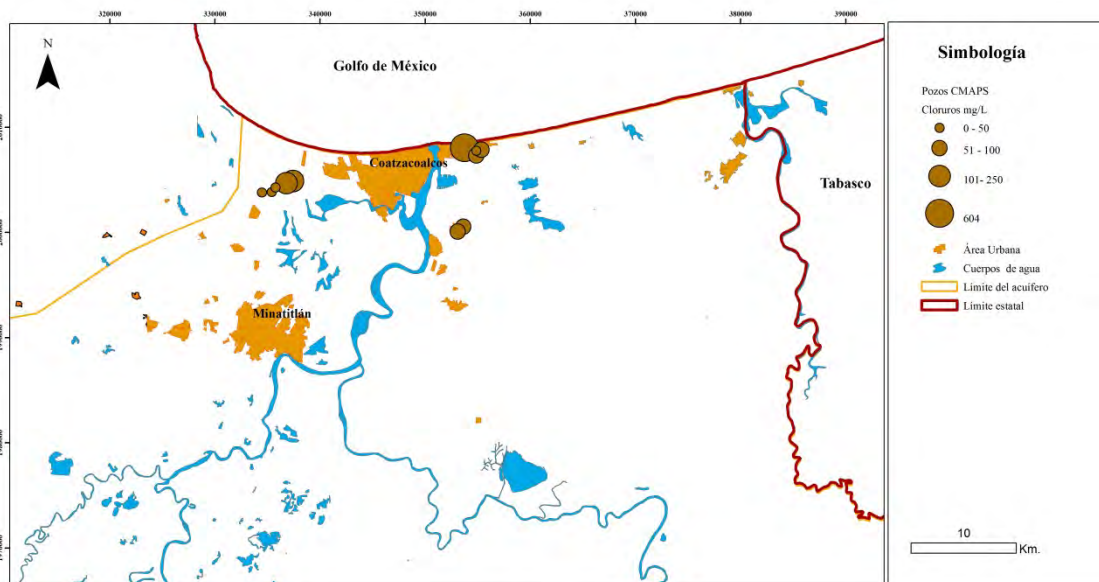


Figura 8 En círculos color café se observa proporcionalmente la concentración de cloruro en mg/l. Fuente: CMAPS.

4.4 Población, tasa crecimiento, tendencias

A finales de la década de los 60's y durante el decenio de los 70's, la elevada demanda de trabajadores para la construcción de los complejos petroquímicos y el resto de la infraestructura asociada a las actividades de PEMEX generó un saldo migratorio positivo procedente de las áreas rurales aledañas y de otros estados del país. La respuesta lógica a dicho proceso fue el crecimiento demográfico, en particular, el urbano, principalmente en tres municipios: Coatzacoalcos, Minatitlán y Cosoleacaque. De finales de los 60's data la construcción de los complejos petroquímicos Cosoleacaque y Pajaritos, y de las industrias de FERTIMEX que obtienen sus materias primas de dichos complejos. Al auge petrolero de 1970 y principios de 1980 corresponde la implantación de los complejos.

La Cangrejera y Morelos, la ampliación de la refinería de Minatitlán y del Puerto de Pajaritos, el desarrollo de la industria petroquímica secundaria, y la densificación regional del sistema de ductos. Este incremento de la infraestructura industrial derivó en un aumento considerable de la mancha urbana de Minatitlán y su expansión hacia el municipio de Cosoleacaque a lo largo de la carretera estatal Acayucan-Villahermosa. Por su parte, Coatzacoalcos creció principalmente hacia el oeste, a lo largo de la antigua carretera a Minatitlán en dirección al aeropuerto Canticas (pista de aviación), en donde también se ubicó una primera concentración de industrias petroquímicas secundarias, entre las que destacan Celanese, Fenoquímica, Sales Nacionales y Tereftalatos Mexicanos (Sanchez-Salazar, et al., 1999; Martínez, 2000).

El Plan Municipal de Desarrollo 2014 – 2017 menciona que, de acuerdo al Censo de Población y Vivienda del INEGI año 2010, Coatzacoalcos contaba con 305,260 habitantes de los cuales 157,298 son hombres representando el 48.47 % y 147,962 son mujeres que equivale al 51.53 %, lo que representa el 3.99 % de la población total del estado de Veracruz, con una tasa de crecimiento media del 1.84 % en el periodo comprendido del 2005-2010, la más alta en 15 años (Tabla 3). La población se distribuye en las principales localidades de la siguiente manera:

- 235,983 en Coatzacoalcos
- 23,620 en Villa Allende
- 8,915 en Lomas de Barrillas
- 16,074 en Ciudad Olmeca
- 8,420 en Mundo Nuevo
- 12,248 en otras considerando Ejidos

Tabla 3 Población y tasa de crecimiento en el municipio de Coatzacoalcos. Fuente: INEGI 2010

Clave	Municipio	Población			Tasa de crecimiento medio anual (%)	
		1990	2000	2010	1990-2000	2000-2010
39	Coatzacoalcos	233 115	267 212	305 260	1.4	1.8

4.4.1 Proyección de población para la ciudad de Coatzacoalcos.

En las tablas 4 y 5, se presentan las proyecciones de población para la ciudad de Coatzacoalcos al 2030, elaborado por el Consejo Nacional de Población (CONAPO).

Tabla 4 Proyección poblacional al 2030 Fuente: CONAPO. 1 de 2

Proyección de la población del municipio de Coatzacoalcos, 2010-2030										
Clave	Municipio	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
39	Coatzacoalcos	308126	312782	316656	320247	323599	326739	329688	332464	335077

Tabla 5 Proyección poblacional al 2030. 2 de 2

Población											
2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
337532	339829	341982	344001	345888	347645	349272	350785	352203	353528	354764	355909

De acuerdo al Sistema de Información Estatal, a través de los Cuadernillos Municipales 2015, en la Tabla 6 se presenta la evolución de la población para el municipio de Coatzacoalcos, Ver.

Tabla 6 Evolución de la población.

Año	Total
1995	259,096
2000	267,212
2005	280,363
2010	305,260
2014	323,599

Fuente: Para 1995 a 2010, INEGI. Censos y Conteos de Población y Vivienda, 1995 a 2010, y para 2014, CONAPO, Proyecciones de la Población de los Municipios 2010-2030.

4.6 Crecimiento urbano

Según Casado-Izquierdo J.M. y Sánchez-Salazar, M.T., (2013), el explosivo crecimiento demográfico en Coatzacoalcos, se deriva del desarrollo petrolero. Este auge demográfico trajo consigo un vertiginoso crecimiento de las necesidades de vivienda y, por ende, de los principales asentamientos urbanos de la región (Coatzacoalcos, Minatitlán y Cosoleacaque). Para el municipio de Coatzacoalcos supuso la expansión de su superficie construida (sin incluir la industrial) de 216 hectáreas en 1952 a 1341 en 1975, expansión que se produjo principalmente hacia el poniente de la mancha urbana preexistente en la orilla izquierda del río Coatzacoalcos.

Se estableció así una “especialización territorial” al interior del municipio que aún perdura: las industrias se localizan casi exclusivamente en la orilla derecha del río y los principales asentamientos (con algunas excepciones), en la orilla izquierda. Pero más destacable fue el carácter caótico y desordenado del crecimiento urbano, nunca controlado por los planes de desarrollo urbano generados ya tardíamente, como es el caso del Plan Director de Desarrollo Metropolitano de Coatzacoalcos de 1975 (Comisión Nacional Coordinadora de Puertos [CNCP], 1975).

La densidad media urbana actualmente para la zona de estudio determinada por INEGI, se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7 Densidad media urbana para la ciudad de Coatzacoalcos. Fuente INEGI 2010.

Clave	Municipio	Superficie ¹ (km ²)	DMU ² (hab/ha)
39	Coatzacoalcos	311.9	80.3

¹ El dato de Superficie se obtuvo de las Áreas Geoestadísticas Municipales (AGEM), del Marco Geoestadístico Nacional 2010.

² Densidad Media Urbana: El dato de superficie para el cálculo de la DMU se obtuvo a partir de las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB) urbanas, de la Cartografía Geoestadística Urbana del Censo de Población y Vivienda 2010.

Nota: Los límites estatales y municipales fueron compilados del marco geoestadístico del INEGI, el cual consiste en la delimitación del territorio nacional en unidades de áreas codificadas, denominadas Áreas Geoestadísticas Estatales (AGEE) y Áreas Geoestadísticas Municipales (AGEM), con el objeto de referenciar la información estadística de censos y encuestas. Los límites se apegan en la medida de lo posible a los límites político-administrativos.

Fuente: Elaborado por el Grupo Interinstitucional con base en los Censos Generales de Población y Vivienda 1990 y 2000, y el Censo de Población y Vivienda 2010.

4.6 Vivienda

Al igual que en el resto del país, el proceso de reconfiguración urbana en Coatzacoalcos ha sido protagonizado por la iniciativa privada a través de un destacado desarrollo inmobiliario en dos vertientes fundamentales: la edificación de vivienda y la construcción de nuevos espacios de ocio y consumo.

Las invasiones y la autoconstrucción se convirtieron en la forma habitual de obtener un techo, con viviendas donde predominaban el hacinamiento y la carencia de servicios básicos: para 1970, el 73.8 % de las viviendas del municipio tenía uno o dos cuartos; 58.3 % carecía de agua entubada y 48.5 %, de drenaje. La generación de asentamientos irregulares en lugares inadecuados para la urbanización fue una constante, a lo que se suma la ubicación en un área con escasas elevaciones en la cuenca baja del río Coatzacoalcos, que hace que una parte importante del territorio sea susceptible a inundaciones. Pese a ello, la edificación sobre humedales puede ser considerada como tradicional; la percepción negativa de los humedales como áreas insalubres e inútiles favoreció históricamente su relleno y ocupación, lo que supuso a posteriori graves problemas: por ejemplo, el elevado costo de la infraestructura de servicios de agua y drenaje, y su hundimiento una vez instalada.

Otra práctica frecuente ha sido la expansión urbana sobre dunas costeras, las cuales presentan problemas de inestabilidad por la estructura del suelo y la movilidad de las propias dunas, favorecida por los vientos. También habitual ha sido la edificación en áreas de riesgo por la presencia de instalaciones industriales; ejemplo de ello es la conurbación de manchas urbanas con grandes instalaciones industriales –caso del CPQ Cosoleacaque o la refinera de Minatitlán–, aunque más característico es la invasión de los derechos de vía de los ductos que atraviesan la región, como es el caso de Nanchital (25000 habitantes en 2010), en la práctica dividida en dos por los ductos, y de Mundo Nuevo (8000 habitantes).

De acuerdo con cifras censales, en Coatzacoalcos, el número de viviendas particulares habitadas se incrementó de 66,700 a 87,500 entre los años 2000 y 2010, esto es, un 29.34

% frente a un aumento de ocupantes de tan solo el 15.15 %. Del total de viviendas censadas, solo el 79.4 % corresponde a viviendas particulares habitadas, pues otras 4900 son catalogadas como de uso temporal (segundas residencias) y 17800 como deshabitadas (16.1 % del total). Este último dato, aunque en consonancia con las cifras a escala nacional (24.6%, según Sedesol, 2010, p. 70), es especialmente relevante en algunos de los nuevos desarrollos habitacionales de Coatzacoalcos, como Ciudad Olmeca o Puerto Esmeralda, donde el número de viviendas desocupadas supera las 2000 y alcanza cifras del 33.2 y 57.4% del total, respectivamente.

A partir de la tabla 8, es fácil observar cómo la construcción de vivienda en Coatzacoalcos ha estado dirigida principalmente a la edificación de interés social (94.4%), esto es, inmuebles cuyo valor se sitúa hasta los 52,000 dólares (BBVA, 2011).

Tabla 8 Construcción de fraccionamientos en Coatzacoalcos, 1995-2008. Tomado de Casado-Izquierdo J.M. y Sánchez-Salazar, M.T., (2013).

Fraccionamiento	Tipo	Propietario	Lotes	Viviendas
1996				
Sta. Isabel IV	Interés social	Gam Construcciones	406	750
2000				
Sta. María	Interés social	R.M de Coatzacoalcos	165	332
2001				
Arboledas	Residencial	Arboledas Urbanizadora	80	80
Paraíso Coatzacoalcos	Medio	Taquel González Pérez	1318	1318
La Vectoria	Interés social	Roma Stronger	125	263
2002				
Las Gaviotas II	Interés social	Génesis 2000	354	354
Cd. Olmeca Fase I	Interés social	Roma Stronger	1381	1381
2003				
Cd. Olmeca Fase II	Interés social	Roma Stronger	2231	2231
2004				
Los Almendros Fase II	Interés social	Fernando Quintal Construcciones	216	216
Cd. Olmeca Fases III	Interés social	Roma Stronger	1885	1934
24 de Octubre(antes El Palmar)	Interés social	Interad de México	546	546
2005				
Duport Ostión	Interés social	Gym Empresarial	808	2618
2007				
Punta del Mar I	Interés social	Inmobiliaria Vargas Hdez.	13	48
Punta del Mar II	Interés social	Inmobiliaria Vargas Hdez.	66	240
Paraíso Las Dunas	Interés social	roma Stronger/Homex	5259	5259
Puerto Esmeralda	Interés social	Geo Veracruz	779	3550
Punta Diamante	Interés social	Vivienda industrializada de Coatzacoalcos	343	664
2008				
Punta Caracol	Interés social	Geo Veracruz	27	936
Las Brisas	Interés social	Construtec	-	-
Villas San Martín	Interés social	Génesis 2000	25	2400
TOTAL			15997	25120

FUENTE: Instituto Veracruzano de la Vivienda, 2009 (Archivo Interno)

NOTA: La fecha hace referencia al año de aprobación del proyecto del fraccionamiento, no a su construcción

Tabla 9 Características de las Viviendas en el municipio de Coatzacoalcos, tomado de: Cuadernillos Municipales 2015 Coatzacoalcos, Ver.

Características de la Viviendas 2010	
Indicador	Viviendas
Viviendas particulares habitadas	85,933
Con disponibilidad de agua entubada	81,148
Con disponibilidad de drenaje	84,737
Con disponibilidad de energía eléctrica	85,037
Con disponibilidad de sanitario o excusac	85,015
Con piso de:	
Cemento o firme	51,212
Tierra	2,364
Madera, mosaico y otros recubrimientos	31,953

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010

Tabla 10 Urbanización 2013. Tomado de: Cuadernillos Municipales 2015, Coatzacoalcos, Ver.

Indicador	Valor
Fuentes de abastecimiento de agua a/	409 1.9
Volumen promedio diario de extracción (miles de metros cúbicos)	1.9
Plantas potabilizadoras de agua	1
Capacidad instalada (litros por segundo)	2,000.00
Volumen suministrado anual de agua potable (millones de metros cúbicos)	31.5
Tomas de agua en operación	9
Sistemas de drenaje y alcantarillado	8
Localidades con el servicio de drenaje y alcantarillado	9
Tomas instaladas de energía eléctrica b/	129.11
Localidades con el servicio de energía eléctrica	18

a/ Comprende: arroyos, esteros, galerías, lagunas, norias, pozas, presas y ríos.
b/ Comprende agrícolas, alumbrado público, bombeo de aguas potables y negras, domésticas, industriales y de

Fuente: INEGI. Anuario Estadístico de Veracruz de Ignacio de la Llave/cuadernillo municipal 2015

4.7 Construcción de nuevos espacios de ocio y consumo

En la parte poniente de la ciudad se ha beneficiado de un proceso de reconversión de la imagen industrial tradicional de la ciudad hacia otra comercial y turística, a través de diversas inversiones tanto públicas como privadas.

Como ciudad industrial, Coatzacoalcos ha sido históricamente asociada a una imagen de complejos petroquímicos, ductos y desechos industriales, donde los riesgos químicos se han visto materializados, principalmente, en los derrames de crudo y otras sustancias. A fin de revertir este perfil y favorecer una reconversión económica, se emprendieron diversas obras e iniciativas públicas dirigidas a promocionar una nueva imagen; entre ellas destacan tres:

La construcción del teatro y centro de convenciones, inaugurado a finales de 2004, con una superficie de 15,000 metros cuadrados un teatro (con capacidad para 1,800 personas), un auditorio (230 personas) y hasta diez salas de usos múltiples (1,600 personas). Ello lo convierte en una infraestructura única en la región, con un diseño contemporáneo que contrasta con el resto de construcciones de la ciudad.

La ampliación o reconversión de la antigua carretera a Minatitlán en un bulevar comercial (Av. Universidad Veracruzana), obra que se ha desarrollado en diversas etapas con dirección hacia el occidente de la ciudad.

Quizá la obra pública más emblemática ha sido la sucesiva prolongación del malecón costero, hasta alcanzar en su sexta etapa, inaugurada en 2010, una longitud de 10 kilómetros, y con la intención de continuar esta construcción como carretera costera hasta enlazar con la reserva de la biosfera de Los Tuxtlas, lo que acrecentaría el atractivo turístico de la ciudad. Este malecón, dotado de diversas plazas, esculturas, un museo de arqueología olmeca, parques infantiles y una ciclopista, es el que más ha contribuido a dotar a Coatzacoalcos de una imagen turística difícil de imaginar pocos años antes, pese a los problemas que todavía presenta la zona costera en materia de descargas de aguas negras.

La franja costera al poniente del municipio se ha convertido, en el área más atractiva desde el punto de vista residencial, con el arribo de las dos principales desarrolladoras de viviendas del país, Homex y Geo; desde el punto de vista turístico, este nuevo escenario atrajo a los grandes inversores nacionales. Grupo Posadas, desarrolló en Coatzacoalcos los hoteles One (2007) y Fiesta Inn (2008), ambos de cuatro estrellas y con una inversión de 18.5 millones de dólares, mientras la cadena mexicana City Express inauguró en 2007 el hotel City Express Coatzacoalcos, también de cuatro estrellas. Esto implicó incrementar el número de cuartos disponibles de tres o más estrellas un 40% en tan solo dos años. Aunque estos hoteles están dirigidos más bien a un segmento de negocios, todos hacen uso de su proximidad al malecón y la playa, así como a los centros comerciales.

Más relevante que el desarrollo turístico y hotelero ha sido la expansión de la actividad comercial, gracias a las grandes cadenas departamentales y de autoservicio, con el subsiguiente impulso a un nuevo modelo de consumo y a una nueva estética comercial. Antes del año 2000 su implantación era limitada, con empresas como Chedraui con dos tiendas (1981 y 1992, autoservicio), Dipepsa (1996, autoservicio, empresa de carácter regional), Soriana (1998, autoservicio), Salinas y Rocha (1991, muebles para el hogar) y Elektra (1995, electrodomésticos), con Sam's Club (1999, autoservicio) como única presencia del grupo WalMart, y Fábricas de Francia (1997) como única tienda departamental integrada, junto con Chedraui, en el primer centro comercial de la ciudad (Plaza Cristal). Este centro comercial se ubicó estratégicamente al lado del corporativo de Pemex Petroquímica.

A partir del año 2000, pero sobre todo de 2005, se establecen las grandes cadenas nacionales e internacionales. La presencia de WalMart se hace sentir con tiendas de autoservicio (Bodegas Aurrerá, 2003 y 2007; y WalMart Supercenter, 2007), tiendas departamentales (Suburbia, 2006) y restaurantes (El Portón y Vips, 2006). En el sector autoservicio, la competencia a nivel nacional y local explica la llegada de Comercial Mexicana (2007, junto con su restaurante California), mientras Soriana y Dipepsa amplían su peso con dos y cinco nuevos establecimientos, respectivamente, a lo que Soriana une la remodelación (2007) de su tienda más antigua, estratégicamente ubicada en la nueva zona comercial de la ciudad (El Palmar), a fin de adoptar un formato y una estética dirigida a una clientela de alto ingreso (Soriana Plus). Llegan también cadenas de artículos de oficina, como Office Depot (2006), Office Max (2008) y Offix (2008), una nueva tienda Elektra (2008), tiendas departamentales como Coppel (2003 y 2007) y franquicias de comida rápida (Burger King: tres en 2006; Domino's Pizza: 2000, 2006 y 2007; y KFC: dos en 2006) o de minisupers (Oxxo contaba en 2008 con diecisiete establecimientos en la ciudad). Esta dinámica comercial y nuevo modelo de ocio y consumo se reflejó principalmente en la construcción de dos nuevos centros comerciales, Forum (2006) y Patio (2007), ambos en la franja costera del occidente de la ciudad.

El proyecto Forum Coatzacoalcos fue concebido como un centro comercial regional con una cuota de mercado de 800,000 habitantes, ubicados en un radio de cuarenta minutos en automóvil, una superficie comercial de 66000 metros cuadrados y 157 locales, y una

afluencia estimada de ocho millones de visitantes al año. Indispensable en el nuevo modelo de consumo impuesto por el centro comercial es el uso del automóvil, por lo que Forum integra 2200 plazas de estacionamiento (Diario del Istmo 24/03/06). Siguiendo la organización tradicional de un centro comercial, en su interior se establecieron varias empresas ancla, destacando las tiendas departamentales Sears (Grupo Sanborns), Liverpool y C&A, a las que se unen cines (MMCinemas-Cinemex) y un área de comida rápida con las diversas franquicias ya mencionadas. Además, en su entorno más inmediato se ubican otra cadena internacional, Home Depot (materiales para construcción), inaugurada en 2008 y con 25000 m², en proximidad y competencia con otra empresa regional del mismo giro, Santandreu, y el hotel One.

4.8 Economía: Actividades económicas principales, PEA

En el *Atlas Regional de Impactos derivados de las actividades petroleras en Coatzacoalcos*, Cap. 4, (2010), menciona que en 1970 la industria petrolera se destacó como la actividad regional más importante, en las localidades urbanas de Coatzacoalcos y Minatitlán absorbieron respectivamente el 42.2 y 51.4 % de la PEA dedicada a la industria, como resultado del funcionamiento de la refinería, de los dos complejos petroquímicos de PEMEX existentes hasta ese momento y de la industria de los fertilizantes.

La expansión de esta industria incidió de manera indirecta en la demanda de empleo a través del estímulo de a las inversiones en otras actividades como la construcción, el comercio y los servicios. En este sentido, se creó un número limitado de empleos permanentes y se estimularon los empleos transitorios, sin embargo la oferta de empleos no fue suficiente para satisfacer las demanda existente, por lo que se elevaron las tasas de desocupación, lo que se tradujo en problemas de incremento de la “población flotante” y de la marginalidad urbana típicos de las ciudades petroleras (Nolasco, 1979).

La crisis económica de principios de los años 1980 motivada por la caída de los precios internacionales del petróleo y la enorme deuda externa acumulada en el país, trajo como consecuencia la reducción de las inversiones de PEMEX a nivel regional y la cancelación de proyectos en curso, con la consiguiente pérdida de empleos, este fenómeno arrastró también a las empresas privadas vinculadas productivamente a la paraestatal, en particular en el caso de Coatzacoalcos, donde el descenso del empleo fue de 50% en promedio entre 1980 y 1990. Más aún, el hecho de que PEMEX haya sido la empresa estructuradora de la economía industrial regional y la pieza clave en su crecimiento económico, restringió la diversificación productiva y el surgimiento de alternativas de empleo en otros sectores económicos. La petroquímica privada tampoco fomentó el establecimiento de nuevas industrias que al consumir sus materias primas integraran nuevas cadenas productivas en la propia región.

La reestructuración de PEMEX, decretada en su Ley Orgánica de 1992, modificó las relaciones obrero-patronales conforme a las nuevas reglas impuestas por la política neoliberal adoptada por el gobierno federal. Lo que motivó a la reducción de la plantilla laboral de sus unidades productivas. Un fenómeno similar ocurrió con otras empresas públicas de la región, como resultado de la privatización o el cierre de sus instalaciones. Tal fue el caso de los cuatro complejos de FERTIMEX y de las empresas azufreras regionales, lo que convirtió al sureste de Veracruz en uno de los principales focos de desempleo nacional. La tasa de desempleo abierto en el área urbana de Coatzacoalcos en 1995 fue de 7.9% (mayor a la nacional de 6.3%) (INEGI, 1996; Sánchez-Salazar, et al., 1999; Martínez, 2000).

Tabla 11 Economía. Tomado de: Cuadernillos Municipales 2015, Coatzacoalcos, Ver.

Empleo 2010	
Indicador	Valor
Población de 12 años y más	241, 936
Población económicamente activa	134,791
PEA ocupada	129,311
Sector primario	1.80%
Sector secundario	25.00%
Sector terciario	71.50%
No especificado	1.70%
PEA desocupada	5,480
Población no económicamente activa	106,419
Estudiantes	40,154
Quehaceres del hogar	54,448
Jubilados y pensionados	6,949
Incapacitados permanentes	1,798
Otro tipo	3,070
Tasa de participación económica	55.70%
Tasa de ocupación	95.90%

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010

4.8.1 Comercio

Según Barcelata, (2012), el mayor número de empresas se concentran de manera fundamental en el sector comercial, con un 48.2 % del total (5 mil 290 empresas), particularmente al comercio al por menor, que contiene un 45 % del total de las empresas del municipio (4 mil 918 unidades).

4.8.2 Servicios

Otro sector importante en la economía municipal es el de servicios, el cual es compuesto por un 40.5 % del total de las empresas productivas (4 mil 451 empresas); la industria manufacturera solo representa el 7.8 % (862 empresas), transportes, correos, almacenamiento e información con el 1.4 % (159 empresas) y la construcción con sólo 0.9 % (94 empresas).

En el sector servicios, uno de los subsectores de gran importancia es el de “Otros servicios” con mil 501 empresas (13.7 % del total), el cual se encuentra integrado por los servicios de reparación y mantenimiento, personales, asociaciones y organizaciones.

Los servicios de reparación y mantenimiento se integran de 958 empresas, los servicios personales de 501 empresas y los de las asociaciones y organizaciones con 42 empresas. Esto nos brinda un panorama más claro de la gran importancia que representa este sector en el municipio de Coatzacoalcos, sabiendo que estas empresas son factor determinante de la economía (Tabla 12).

Tabla 12 Servicios. Fuente: Barcelata (2012),

OTROS SERVICIOS EXCEPTO ACTIVIDADES DEL GOBIERNO	
TOTAL	1501
SERVICIOS DE REPARACION Y MANTENIMIENTO	958
De automóviles y camiones	553
De equipo electrónico y de equipo de precisión	112
De maquinaria y equipo agropecuario, industrial, comercial	62
De artículos para el hogar y personales	231
SERVICIOS PERSONALES	501
Salones y clínicas de belleza, baños públicos y boleras	393
Lavanderías y tintorerías	77
Servicios funerarios y administración de cementerios	12
Estacionamientos y pensiones para automóviles	5
Servicios de revelado de fotografías y otros servicios personales	14
ASOCIACIONES Y ORGANIZACIONES	42
Asociaciones y organizaciones comerciales, laborales, profesionales y recreativas	32
Asociaciones y organizaciones religiosas, políticas y civiles	10

Dentro del sector servicios se encuentran, particularmente, la presencia de los servicios técnicos con 1,501 empresas (el 13.7 % del total); los servicios de alojamiento temporal, es decir, servicios turísticos representado por 1,132 empresas (10.3 % del total); los servicios profesionales, científicos y técnicos con 691 empresas (6.3 % del total); los servicios de salud y asistencia social con 455 empresas (4.1 %) y los servicios financieros, seguros e inmobiliarios y de alquiler con 364 empresas (3.3 % del total).

El sector manufacturero se encuentra en tercer lugar, ya que en él contribuyen un alto número de empresas, donde se ubica el 7.8% del total (862 empresas). Lo anterior significa que el 96.5% de las empresas del municipio se ubican en el sector comercio, servicios y manufacturas, (Barcelata, 2012).

4.9 El empleo sectorial

En el municipio de Coatzacoalcos se observa que la mayor proporción de la población ocupada se encuentra en los sectores del comercio y servicios, que en conjunto integran el 60% de la población ocupada de este municipio, que términos absolutos son 20 mil 449 personas en el sector comercio y 20 mil 094 en el de servicios. En tanto que el sector manufacturero posee el 25 % (16 mil 579 personas).

El sector de la construcción representa el 8 % (5 mil 573 personas) de la población ocupada del municipio, el sector transportes, correos, almacenamiento e información el 5% (3 mil 603 personas) y el de electricidad, agua y gas el 1 % (474 personas), (Barcelata, 2012).

4.10 Industria

La dinámica económica del municipio está sustentada en un total de 10986 empresas, lo cual significa que la economía es estable; ya que es uno de los municipios que se encuentra en los primeros lugares en cuanto a participación del Producto Interno Bruto Estatal, (Barcelata, 2012).

Una gran parte de la industria petroquímica del país, pública y privada, se encuentra en el Puerto de Coatzacoalcos. Por ejemplo los complejos Petroquímicos de Cosoleacaque, Morelos, Cangrejera y Pajaritos que producen anualmente más de 15 millones de toneladas de distintos productos, sin contar con la producción de la iniciativa privada.

Pemex alcanzó en 2010 la producción más alta de productos petroquímicos de los últimos 12 años al elaborar un total acumulado de 13 millones 188 mil toneladas, volumen 10 % superior al reportado el año previo.

De acuerdo con información preliminar publicada en los indicadores petroleros, la producción de petroquímicos en diciembre de 2010, fue 18 por ciento mayor a la registrada en igual mes del año anterior, al situarse en 1081000 toneladas.

Con la producción total registrada en el año, el volumen de ventas internas se ubicó como la más alta de los últimos 11 años al llegar a cuatro millones 197 mil toneladas, con un valor total acumulado de 31 mil 733 millones de pesos, en flujo de efectivo, cantidad 34 por ciento superior a la reportada en 2009.

Asimismo, en 2010 destacó la elaboración de aromáticos como el benceno, con 118 mil toneladas, y el tolueno, con 188 mil toneladas, así como del óxido de etileno con 372 mil toneladas, volúmenes que registraron incrementos de 49, 35 y 33 por ciento, respectivamente, comparado con la producción obtenida en 2009.

Por lo que se refiere a la elaboración de polietilenos de alta y baja densidad, en los centros de Pemex-Petroquímica se produjeron 640 mil toneladas de ambos productos, con un valor de 10 mil millones de pesos, en flujo de efectivo, lo cual representa 31 por ciento de los ingresos totales.

Cabe destacar que el 90 por ciento de los productos son elaborados en los cuatro complejos petroquímicos.

4.11 Turismo

El municipio de Coatzacoalcos se encuentra en el 7 lugar a nivel estatal en cuanto a establecimientos de hospedaje; es decir, tiene un total de 42 hoteles de los cuales solamente 1 es de cinco estrellas, 9 de cuatro estrellas, 5 de dos estrellas, 6 de una estrella y 12 hoteles son considerados sin categoría, (Barcelata, 2012).

Tabla 13 Establecimientos de hospedaje registrados por municipio según tipo de alojamiento al 31 de diciembre del 2013.

Municipio	Total	Hoteles	Moteles	Casas de Héspedes	Cabañas b/	Suites c/	Posadas	Trailer
Coatzacoalcos	55	42	6	0	0	6	1	0

a/ Incluye cuartos amueblados.

b/ Incluye bungalows, campamentos y villas.

c/ Incluye condominios.

Fuente: Secretaría de Turismo y Cultura del Gobierno del Estado. Dirección General de Servicios Turísticos y de Negocios; Sistema de Información Turística Estatal (SITE).

Coatzacoalcos tiene registrados 2177 cuartos de hospedaje ocupando el 5° lugar a nivel estatal; por lo tanto, el 9.14 % se encuentra en la categoría de cinco estrellas (199 cuartos), el 23.10 % se encuentran en la categoría de cuatro estrellas (503 cuartos), el 34.86 % es de tres estrellas (759 cuartos), el 11.20 % es de dos estrellas (244 cuartos), el 8.26 % es de una estrella (180 cuartos) y el 13.41% sin categoría (292 cuartos).

Tabla 14 Cuartos y unidades de hospedaje registrados por municipio según categoría turística del establecimiento. Al 31 de diciembre de 2013.

Municipio	Total	Cinco estrellas a/	Cuatro estrellas	Tres estrellas	Dos estrellas	Una estrella	Sin categoría b/
Coatzacoalcos	2,177	199	503	759	244	180	292

a/ Incluye establecimientos de categoría especial, gran turismo y clases similares.

b/ Comprende: establecimientos de clase económica, bungalows, cabañas, campamentos, casas de huéspedes, condominios, cuartos amueblados, hoteles, moteles, posadas, suites, *trailer parks* y villas.

Fuente: Secretaría de Turismo y Cultura del Gobierno del Estado. Dirección General de Servicios Turísticos y de Negocios; Sistema de Información Turística Estatal (SITE).

El número de turistas que se hospedaron en el municipio de Coatzacoalcos durante 2013; fue de 319,039; la mayor parte de ellos residentes del país, este dato corresponde a los hospedados en hoteles de toda categoría.

Tabla 15 Principales indicadores de la ocupación en hoteles y moteles de los Centros turísticos por residencia 2013

Centro turístico	Llegada	Turistas noche	Ocupación hotelera	Estadía promedio
Residencia	de turistas	(Noches)	(Porcentaje)	(Noches por turista)
Coatzacoalcos	319,039	409,559	56.1	1.3
Residentes en el país	317,348	398,996	54.4	1.3
No residentes en el país	1,691	10,563	1.7	6.2

Nota: La información comprende a los turistas que se hospedaron en establecimientos de las siguientes categorías turísticas: cinco, cuatro, tres, dos y una estrella. Además incluye información de establecimientos de categoría especial, gran turismo y clases similares.

Fuente: SECTUR. Monitoreo Data Tur. <http://datatur.sectur.gob.mx> (4 de marzo de 2014).

En el municipio de Coatzacoalcos existen 302 establecimientos de preparación y servicios de alimentos y de bebidas, de los cuales 252 son restaurantes-bar, 13 cafeterías, 9 discotecas y centros nocturnos y 28 bares.

Tabla 16 Establecimientos de preparación y servicio de alimentos y de bebidas.

Municipio	Total	Restaurantes a/ Cafeterías	Discotecas y centros nocturnos	Bares	
Coatzacoalcos	302	252	13	9	28

a/Incluye restaurantes-bar

Fuente: Secretaría de Turismo y Cultura del Gobierno del Estado. Dirección General de Servicios Turísticos Sistema de Información Turística Estatal (SITE).

En cuanto a las agencias de viajes, en el municipio de Coatzacoalcos existen 22, también cuenta con 10 empresas arrendadoras de automóviles y un campo de Golf y 10 Centros de convenciones.

4.12 Actividad portuaria

Coatzacoalcos se distingue por su actividad portuaria. El puerto comercial concesionado a la Administración Portuaria Integral (API) registró un movimiento de tráfico por tipo de carga total de 7 millones 548 mil 004 toneladas que se distribuyen de la siguiente forma: 3,618 mil 346 toneladas de importación y 2,634 mil 725 toneladas de exportación; 480 mil 644 toneladas por vía multimodal y 814 mil 289 toneladas salieron vía cabotaje.

También existe un puerto industrial, ubicado en la dársena de Pajaritos, donde se encuentra la Terminal Marítima de Pajaritos, de Pemex; y dos muelles privados de las empresas Innophos y Agronitrogenados. La Terminal Marítima de Pemex es una de las más importantes del mundo, moviliza petróleo crudo, petrolíferos -como gasolina-, petroquímicos y gases.

5 Recopilación de información climática local

Aunque en general se considera que en los Estados ubicados al sur del país no se registra el fenómeno de la sequía, diversos estudios muestran que este fenómeno sí se presenta. La canícula o sequía intraestival o sequía de medio verano, es un fenómeno bien conocido en el Estado de Veracruz, sobre todo por las personas dedicadas a actividades agropecuarias. Mosiño y García (1974) encontraron que la sequía puede causar una disminución en la precipitación promedio en la Estado de Veracruz, entre un 20 y un 30%.

Herrera (2000) realizó un estudio caracterizando las sequías a través del índice de Palmer; donde muestra que en la parte norte del estado de Veracruz, del periodo analizado, el 18.4% corresponde a sequía moderada y el 2.7% a sequía severa. En tanto, para la zona sur y sureste, el 16.6% corresponde a sequía ligera y 0.7% a sequía extrema.

5.1 Climatología

Dada su ubicación geográfica, la Cuenca del Coatzacoalcos en general se caracteriza por un periodo relativamente seco durante los meses de invierno y parte de la primavera (noviembre-mayo), y un periodo lluvioso en los meses de verano y otoño (junio-octubre). El invierno (diciembre-febrero) está dominado por sistemas meteorológicos de latitudes medias, como los ciclones de latitudes medias y los frentes fríos. Conforme estos últimos se desplazan hacia el Golfo de México, se experimenta una disminución en la temperatura, así como lluvias que en ocasiones suelen ser intensas a lo largo de la vertiente del Golfo de México. Algunos de estos sistemas logran avanzar hacia los Mares Intra-Americanos, convirtiéndose en los llamados “Nortes”, que afectan el Golfo de México y sureste de México, e incluso en ocasiones hasta Centroamérica y el Caribe (Schultz et al. 1997).

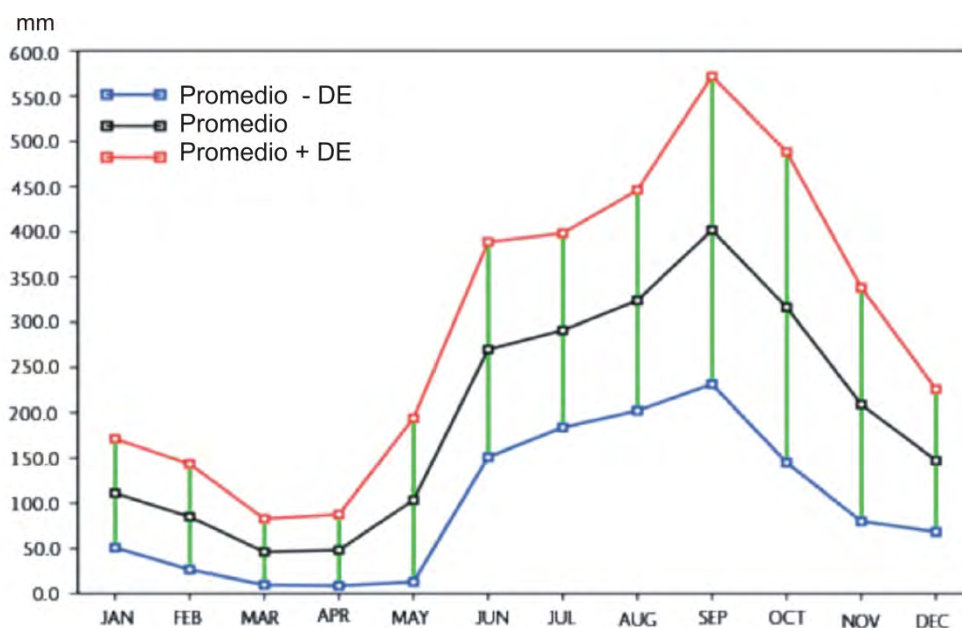


Figura 9 Ciclo anual de precipitación (en mm) desde el año 1980 – 2008, en la Cuenca del Coatzacoalcos. Fuente: CONAGUA.

La Figura 9 muestra la distribución de la precipitación media, desde el año 1980 al 2008, para la cuenca de Coatzacoalcos. Durante el verano, la actividad de ondas del este es considerada como un mecanismo determinante en las lluvias de la región (Jáuregui 1967;2003a), se presentan entre mayo y noviembre, desplazándose sobre el Océano Atlántico desde África hasta el Caribe, Golfo de México y en ocasiones al Océano Pacífico del este (Salinas 2006). El paso de ondas del este sobre México resulta en variabilidad de alta frecuencia importante de las lluvias asociadas a la humedad que acompaña al paso de estos sistemas (Jáuregui 1967; Salinas 2006). Dada su situación geográfica, México se encuentra en medio de dos regiones

ciclogénicas muy activas: el Pacífico del este y Mar Caribe. Por lo que la actividad de estos sistemas es otro factor esencial para las lluvias de verano en la región (Jáuregui 1967; 1989; 2003b). Esta cuenca se caracteriza por ser una región relativamente seca en el sur con precipitación anual de 700 mm, la región norte con precipitación superior a los 2,000 mm, y siendo la parte central de la cuenca donde se registra la mayor cantidad de precipitación anual superior a los 3,500 mm. En lo que se refiere a la precipitación anual en esta cuenca se observa una ligera tendencia a disminuir, de acuerdo a los registros de los últimos 50 años, principalmente en la región este. La Figura 10 muestra la distribución espacial de la precipitación media registrada en la cuenca a partir del año 1980 hasta 2008.

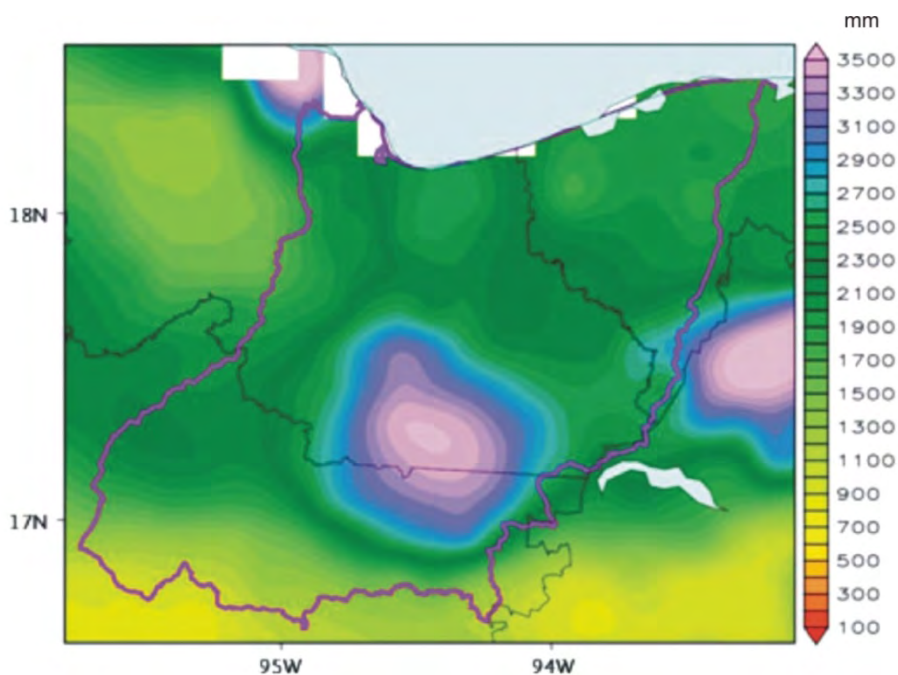


Figura 10 Precipitación media (1980-2008) anual (en mm) en la Cuenca del Coatzacoalcos. Fuente: CONAGUA.

5.2 Monitor de Sequía en México

El Monitor de Sequía en México se realiza cada quince días. Incluye el análisis de los índices/indicadores de sequía en los últimos 30, 60, 90, 180 y 360 días con corte a la fecha de emisión de los mapas. Estos índices incluyen el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI), Porcentaje de Normal de la Lluvia, Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), Índice de Salud de la Vegetación (VHI), Modelo de Humedad del Suelo Leaky Bucket, entre otros.

Como apoyo para el análisis de la sequía en México, el PRONACOSE ha generado una tabla de "Indicadores del tipo de Sequía por Municipio", en la cual mensualmente se etiqueta a cada municipio de la República Mexicana de acuerdo a la intensidad de la sequía que presenta. De acuerdo al concentrado histórico de eventos obtenidos de la página electrónica de PRONACOSE, <http://www.pronacose.gob.mx/>, en la Figura 11, se muestra un total de 45 eventos registrados en el municipio de Coatzacoalcos de enero de 2008 hasta septiembre de 2015, que van desde nivel D0 hasta D3. Las dos extremas fueron registradas en los meses de marzo y abril de 2010.

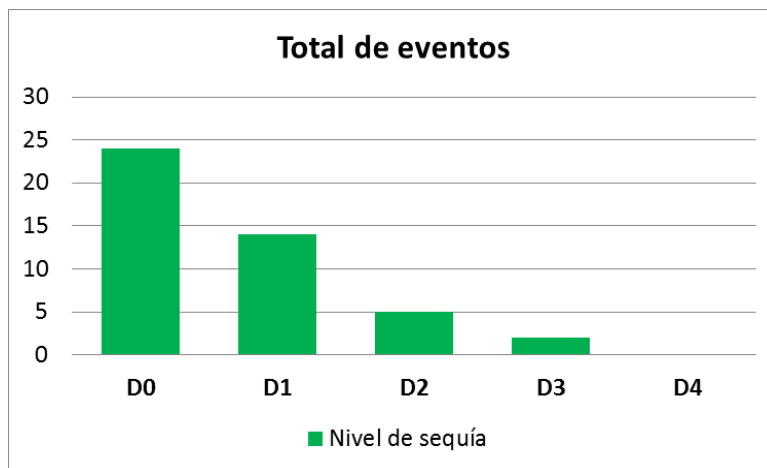


Figura 11 Total de eventos de sequía y su nivel registrados en el municipio de Coatzacoalcos a partir de enero de 2008 hasta septiembre de 2015.

5.3 Monitor de Sequía

En el año 2002, con la participación de diversos expertos de los Servicios Meteorológicos de Canadá, Estados Unidos y México, inició su operación el llamado Monitor de Sequía de Norteamérica (NADM, por sus siglas en inglés), cuya finalidad es proporcionar una evaluación integrada de la magnitud y extensión espacial de la sequía para su planificación, respuesta y mitigación a nivel nacional, regional y local (Lawrimore et al., 2002).

Este monitor de sequía mensualmente genera una serie de mapas indicando las regiones que se encuentran experimentando algún grado de severidad de sequía e indicando el impacto de ésta en los sectores agua, agricultura e incendios. De acuerdo a este monitor, el grado de severidad de la sequía (cinco categorías: D0-D4) está basado en seis indicadores físicos claves (sequía, humedad del suelo, gasto y salud de vegetación) y algunos indicadores suplementarios, que son combinados a través de una interpretación subjetiva por parte de los expertos locales y regionales de cada institución participante, (Svoboda et al. 2002). La figura 12 muestra la imagen correspondiente al monitor de sequía liberado el 6 de noviembre de 2015. Se observa que la zona de estudio se encuentra entre la intensidad de sequía D0 y D1 hasta octubre de 2015.

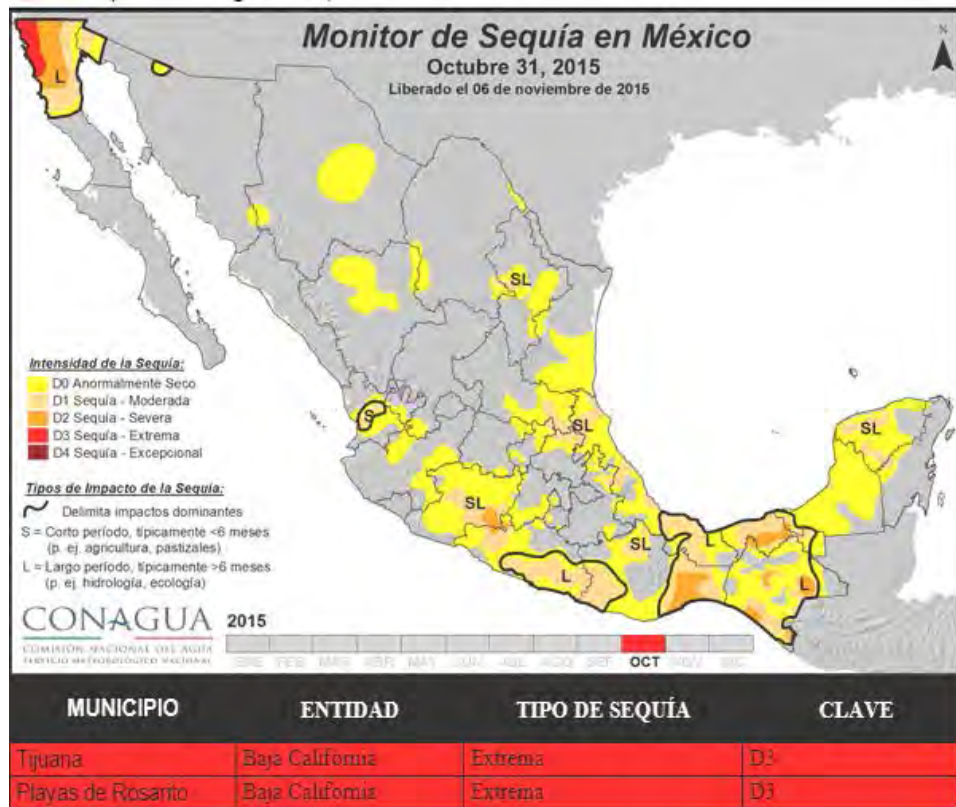


Figura 12 Imagen del monitor de sequía liberada el 6 de noviembre de 2015.

5.4 SDI

El Índice de Sequía por Esguerrimiento o sequía hidrológica (SDI) es el valor resultante del análisis de los registros de esguerrimiento o caudal en ríos que sirve para determinar la severidad y temporalidad de una sequía. La sequía hidrológica se refiere a las deficiencias en las disponibilidades de agua, tanto de la superficie como la subterránea, y es medida con base en los esguerrimientos y los niveles en lagos, embalses y los niveles en acuíferos. Como tal, las mediciones hidrológicas no son los primeros indicadores de sequía, ya que cuando la precipitación es reducida o deficiente durante un período prolongado de tiempo, esta escasez se refleja en la disminución de los niveles de agua en embalses y en los niveles de las aguas subterráneas.

En la figura 13 se presenta el índice de sequía por esguerrimiento SDI, hasta el mes de noviembre de 2015, en la estación correspondiente a La Presa Cangrejera localizada al sureste de la ciudad de Coatzacoalcos. Se observa que en los últimos dos años no ha rebasado el nivel D2; sin embargo, con déficit de agua prácticamente durante el 2015.

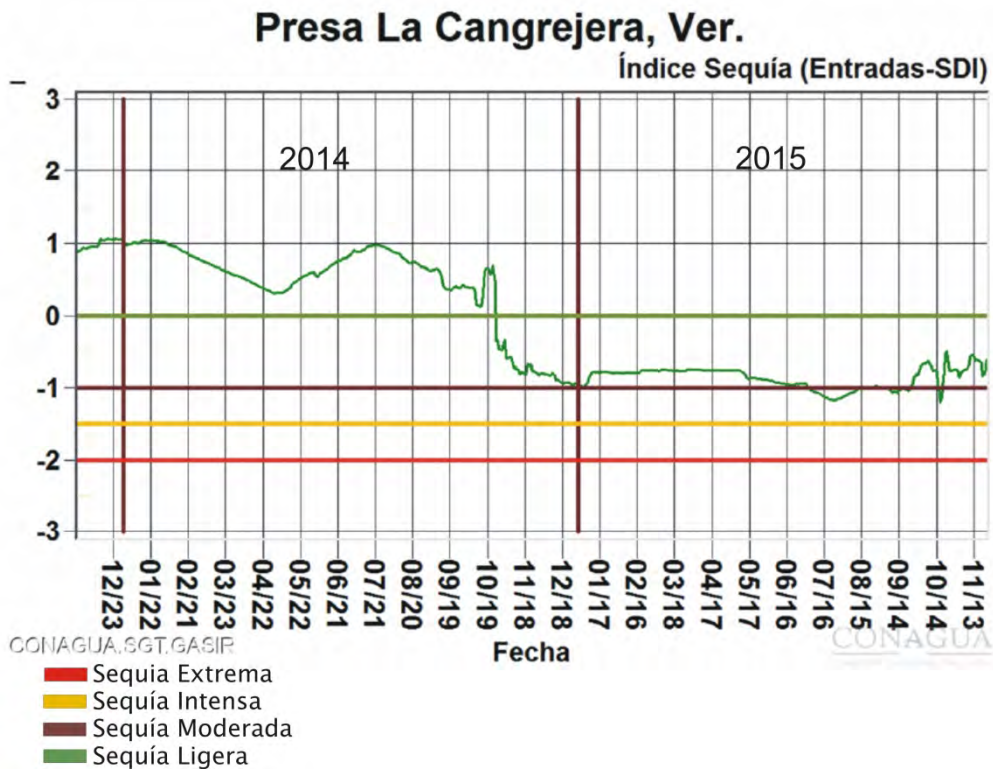


Figura 13. SPI registrado en la presa La Cangrejera hasta el mes de noviembre de 2015. Fuente: PRONACOSE.

6 Evaluación de la oferta/abasto de agua

En esta sección, se presenta información proporcionada por la CMAPS relacionada con la oferta/abasto de agua en la zona urbana de Coatzacoalcos.

6.1 Fuentes de suministro en el municipio de Coatzacoalcos

En la tabla 17 se presentan las fuentes actuales de abastecimiento de agua a la ciudad de Coatzacoalcos y se plantean algunas posibles fuentes de emergencia.

Tabla 17 Listado de Fuentes de abasto

Fuentes	Actuales	De reserva	Posibles o de emergencia
Plantas potabilizadoras de agua superficial	Yurivia		1.-Río Calzadas
Pozos profundos	23	10	Perforar pozos
Plantas de tratamiento sin rehúso (operando)	3	1	

6.1.1 Agua superficial

Desde 1986 la fuente principal de abastecimiento ha sido la presa Yurivia. Hasta el 2014 se tuvo una concesión de 1000 lps, pero en diciembre de 2014 se redujo el suministro en un 40%. Actualmente el suministro neto es de 450 lps. Esta planta potabilizadora se localiza en el municipio de Tatahuicapan de Juárez, que capta agua superficial proveniente del río Tixizapa, y tributario del río Calzadas.

6.1.2 Agua Subterránea

Actualmente la ciudad de Coatzacoalcos se abastece de 23 pozos localizados en el acuífero Costera de Coatzacoalcos, tabla 18. Parte importante de pozos se encuentran fuera del municipio de Coatzacoalcos. Actualmente a través de esos pozos se extraen 590 lps aunque su capacidad es de alrededor de 768 lps. La CMAPS reporta que el Municipio perforó 10 pozos más para abastecimiento, sin embargo hasta el mes de noviembre de 2015, no han sido entregados a la Comisión, por lo tanto pueden ser considerados como pozos de reserva.

En resumen, se considera que la capacidad máxima de abastecimiento podría estar alrededor de 1,350 lps. Sin embargo, considerando el párrafo anterior, se podría calcular que la producción es menor a 1,000 lps, como se presenta en la sección 6.3.

Tabla 18 Fuentes de abastecimiento a la ciudad de Coatzacoalcos. Se presenta el caudal máximo de extracción. Fuente: CMAPS.

FUENTE	LATITUD	LONGITUD	CAUDAL (ps)
Planta Yurivia (agua superficial)	18°16'45"	94°46'30"	1000
BATERIA DE POZOS DE CANTICAS			
POZO N° 1	18°07'00.90"	94°33'20.22"	45
POZO N° 2	18°07'16.75"	94°33'08.52"	35
POZO N° 3	18°07'28.71"	94°32'33.32"	50
POZO N° 3-B	18°07'26.43"	94°32'53.30"	35
POZO N° 4	18°06'56.26"	94°33'28.58"	45
POZO N° 5	18°06'52.54"	94°38'53.36"	50
POZO N° 6	18°07'08.57"	94°33'53.07"	60
POZO N° 7	18°07'12.14"	94°33'38.42"	30
POZO N° 11	18° 06'59.10"	94° 33'52.40"	50
POZO N° 12	18°07'35.78"	94°32'11.82"	50
POZO N° 14	18°07'13.15"	94°32'03.68"	55
POZO N° 15	18°07'17.67"	94°31'57.13"	50
CIUDAD OLMECA			
POZO N° 1	18°09'14.67"	94°33'13.20"	20
POZO N° 2	18°08'50.32"	94°33'10.24"	20
POZO N° 3	18°09'20.85"	94°33'18.44"	20
POZO N° 4	18°09'14.68"	94°09'14.68"	20
VILLA DE SAN MARTÍN			
POZO N° 1	18°09'01.51"	94°32'46.88"	20
VILLA SANTA MARTHA			
POZO N° 1	18°08'53.59"	94°32'39.89"	20
VILLA ALLENDE			
POZO N° 1	18°09'22.61"	94°22'58.21"	20
POZO N° 2	18°09'14.32"	94°22'19.25"	20
RABÓN GRANDE			
POZO N° 3	18°09'17.36"	94°22'03.13"	10
POZO N° 33	18°08'58.90"	94°22'19.26"	13
CONGREGACIÓN DE MUNDO NUEVO			
POZO N° 2	18°05'18.99"	94°22'59.55"	10
POZO N° 3	18°05'03.54"	94°23'17.87"	20

6.2 Descripción breve y lista de infraestructura existente

6.2.1 Tanques y líneas de conducción

Las tablas 19 y 20 muestran que la capacidad de almacenamiento de agua a través de tanques elevados y a nivel de piso, que existen en la ciudad de Coatzacoalcos, esta capacidad asciende a 22,438 m³.

Tabla 19 Relación de tanques de almacenamiento de concreto armado a nivel de piso. Fuente: CMAPS Coatzacoalcos.

INVENTARIO DE LA INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE TANQUES			
	ALTURA	ÁREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)
PALMA SOLA N° 1	3	900	2700
PALMA SOLA N° 2	3	1000	3000
PALMA SOLA N° 3	2	400	800
TANQUE DIF	3	900	2250
TANQUE HDEZ. OCHOA 1	3	900	2250
TANQUE HDEZ. OCHOA 2	3	990	2970
TANQUE PONIENTE	4	1089	3800
TANQUE CD. OLMECA	4	900	3600

Tabla 20 Relación de tanques elevados. Fuente: CMAPS Coatzacoalcos.

INVENTARIO DE LA INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE (TANQUES)				
	ALTURA (m)	ÁREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	CANTIDAD
PALMA SOLA	15	100	300	1
CD. OLMECA	16	36	144	1
VILLAS DE SAN MARTIN	18	100	128	1
RANCHO ALEGRE I	24	36	96	1
CISTERNA	4	100	400	1

6.2.2 Líneas de conducción

La CMAPS reporta que cuenta con un total de 324 km de líneas de conducción con diámetros que varían desde 2 a 20 pulgadas, con una antigüedad mayor a 20 años y menor a 35 años. En las cuales hay tuberías de ASBESTO CEMENTO A-5

Tabla 21 Líneas de conducción

INVENTARIO DE LA INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE (LÍNEAS DE CONDUCCIÓN)		
Tipo de Material	Antigüedad en años	Longitud (m)
LINEAS DE 2"Ø PVC HDCO.	20	57018
LINEAS DE 2 1/2"Ø PVC HDCO.	25	65381
LINEAS DE 3"Ø PVC HDCO.	25	114036
LINEAS DE 4"Ø PVC HDCO.	25	7983
LINEAS DE 6"Ø PVC HDCO.	30	6768
LINEAS DE 8"Ø PVC HDCO.	30	4561
LINEAS DE 10" Ø ASBESTO CEMENTO A-5	35	1711
LINEAS DE 12" Ø ASBESTO CEMENTO A-5	35	7983
LINEAS DE 14" Ø ASBESTO CEMENTO A-5	35	5702
LINEAS DE 16" Ø ASBESTO CEMENTO A-5	35	7341
LINEAS DE 18" Ø ASBESTO CEMENTO A-5	35	23807
LINEAS DE 20" Ø ASBESTO CEMENTO A-5	35	21985

6.2.3 Plantas de tratamiento

Para el 2015 la CMAPS reporta, una cobertura del 40% en el saneamiento de agua utilizada, Tabla 22. Lo cual se lleva a cabo a través de tres plantas de tratamiento con capacidad total de 550 lps.

Tabla 22 Fuente: CMAPS Coatzacoalcos.

SANEAMIENTO (COBERTURA 40%)			
PTAR PELOTOS	350 lps	ENFASE DE PRUEBAS PROXIMA	ENTREGA PLANTA
PTAR CD OLMECA	180 lps	DUPORT	OSTION 80 lps
PTAR VILLA ALLENDE	20 lps	AREACION	BURBUJA FINA

De la misma manera, en la Tabla 23, se plantea que el alcantarillado sanitario tiene una cobertura del 60% y se lleva a cabo a través de 1200 km de alcantarillado sanitario, 10 cárcamos de bombeo y 152 km de alcantarillado en fase de prueba.

Tabla 23 Fuente: CMAPS Coatzacoalcos.

ALCANTARILLADO SANITARIO (COBERTURA 60%)	
REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
1200 km de redes de alcantarillado sanitario con diámetro de 8" a 45"	152 km en fase de pruebas y recepción
10 Cárcamos de bombeo	550 lps

6.3 Producción histórica de agua

La CMAPS no cuenta con información de producción histórica, sin embargo, con base en la información proporcionada, se calcula que para 2015 produce un total de 2,190,642 m³ de agua mensual, lo que implica una producción de 845 lps. También la CMAPS menciona que en los meses de marzo, abril, mayo y junio se acentúa la sequía en la zona, esto ocasiona que haya una reducción en el abastecimiento, esta reducción es tomada por los usuarios como una justificación para no acudir a realizar el pago correspondiente. Durante la época de estiaje, el consumo aumenta hasta un 30% debido a que la sensación térmica llega hasta 50°C, baja el caudal de los ríos Ocotán y Tezizapan que alimenta a la presa Yurivia y se tienen que hacer tandeos a la población.

6.4 Producción per cápita

Por otro lado, el INEGI reportó un total de 305,260 hab para el año 2010. CONAPO proyectó que para 2015 la población sería de 326,739 hab., con base en esta proyección, la producción per cápita sería de 264 l/hab/día. De acuerdo al dato reportado por la CMAPS, relacionado con que actualmente abastece a 350,000 habitantes y considerando una producción de 1000 lps, la producción per cápita sería de: 247 l/hab/día.

Considerando la producción reportada por CMAPS de 2,190,642 m³ de agua mensual y 350,000 habitantes; la producción per cápita real es de: 208 l/hab/día.

Si se considera que el 82.2% de la producción total es destinado al uso doméstico (1,800,707 m³/mes), entonces la producción per cápita es de 171.5 l/hab/día.

Si se considera además que en la época de estiaje aumenta el consumo un 30% (1,260,494 m³/mes); la producción per cápita desciende a 150 l/hab/día.

Debido a la falta de información relacionada con la medición a detalle, no es posible calcular la pérdida por fugas que existe en el sistema, por lo tanto esto nos lleva a tener datos irreales de la eficiencia.

7 Evaluación de la demanda/consumo de agua

7.1 Cobertura del servicio de agua

La CMAPS reporta que cubre el 97% del consumo urbano total. Por su parte el INEGI, para el año 2010 reporta una cobertura de 94.8%, Tabla 24.

Tabla 24 Anuario Estadístico de Veracruz de Ignacio de la Llave/cuadernillo municipal 2015. Fuente: INEGI.

CARACTERÍSTICAS DE LAS VIVIENDAS, 2010		
INDICADOR	VIVIENDAS	PORCENTAJE
Viviendas particulares habitadas	85,933	
Con disponibilidad de agua entubada	81,148	94.8
Con disponibilidad de drenaje	84,737	99

Tabla 25 Índice de Marginación por Entidad Federativa y Municipio 2010. Fuente: CONAPO.

MARGINACIÓN, 2010	
CONCEPTO	REFERENCIA
Ocupantes en viviendas sin drenaje ni servicio sanitario exclusivo	0.40%
Ocupantes en viviendas sin agua entubada	5.60%

CMAPS reporta un total de 91,515 tomas activas; 85,933 corresponden a viviendas según INEGI. Por lo tanto 5,582 podrían corresponder a otros usos.

7.2 Tipos de usuario y consumos

De acuerdo a la información obtenida por la CMAPS, de un total de 91,515 tomas activas, 93.3% corresponden a uso doméstico, 6.3 a uso comercial y 0.4% a uso industrial. Del total solo el 32% presenta micromedición, lo que asciende a 29,285 tomas con micromedición.

Sin embargo la Tabla 26 plantea los volúmenes mensuales facturados por cada tipo de usuario. Lo anterior implica que el 82.2% es facturado al tipo de usuario doméstico, 17.1% a uso comercial y 0.7% a uso industrial.

Tabla 26 Fuente CMAPS

TIPO DE USUARIO	Nº DE TOMAS	VOLUMEN MENSUAL FACTURADO (CONSUMO m ³)
Doméstico	85,359	1'526,714.0
Comercial	5,740	318,484.00
Industrial	416	13,162.00
TOTALES	91,515	1'858,360.0

7.3 Consumo y dotación per cápita

Con base en la información anterior, la Tabla 27 presenta el valor de la dotación per cápita únicamente considerando el consumo del tipo de usuario doméstico. Se aprecia que el consumo per cápita resulta alrededor de 150 l/hab/día.

Tabla 27 Consumo y dotación per cápita 2015

Año	Volumen producido (m ³ /dmes)	Volumen facturado (m ³ /dmes)	Población (habitantes)	Dotación per cápita (m ³ /hab/día)	Consumo per cápita (m ³ /hab/día)
2015	73021.4	50890	350,000	0.21	0.15

Un ligero análisis de las eficiencias física, comercial y global para el año 2015 se presenta en la Tabla 28. Se puede apreciar que la eficiencia global es un poco superior al 50%.

Tabla 28 Eficiencias

Año	Volumen Producido (m ³ /mes)	Volumen Facturado (m ³ /mes)	Volumen Recaudado (m ³ /mes)	Eficiencia Física (%)	Eficiencia Comercial (%)	Eficiencia Global (%)
2015	2,190,642	1,858,360	1,170,768	84.8	63	53.4

8 Análisis de medidas para la gestión del agua en sequía

La CMAPS de Coatzacoalcos, con base en su experiencia y conocimiento de la zona plantea propuestas de proyectos, que a su parecer, ayudarían a enfrentar la sequía de manera inmediata y a largo plazo:

De manera inmediata plantean que:

- a) Es muy urgente encontrar una fuente alterna al acueducto Yurivia, plantean que pudiera ser a través de pozos profundos, aproximadamente 14, con un gasto aproximado de 700 lps en total;
- b) Una planta de ultrafiltración en el lecho del Río Calzadas, la cual sería una solución a corto plazo, con un caudal en su primera etapa de 500 lps.

A largo plazo plantean que:

- c) Se deberá pensar en los próximos 30 años en el abastecimiento, con la construcción de una planta potabilizadora extrayendo agua de la presa Cangrejera o en su defecto del Río Pilapa ubicado en el municipio de Tatahuicapan de Juárez, en ambos casos 2000 lps.

Plantea que: Habría que considerar que:

1) las fuentes inmediatas de agua potable, los pozos en la zona de Canticas se encuentran a aproximadamente 15 km de la ciudad de Coatzacoalcos; 2) la planta Potabilizadora de Ultrafiltración se pretende construir en terrenos municipales, por lo que en ese sentido no se tendría problema alguno en cuanto a la disponibilidad y tamaño del mismo; 3) la construcción de plantas potabilizadoras, a largo plazo, aunque ya existen preacuerdos con los dueños de los predios, es necesario pagar afectaciones para poder proceder a su construcción, además que son proyectos multianuales, pero se cuenta con el espacio suficiente; 4) para el caso del proyecto Cangrejera, la obra se ubica en terrenos federales y pasa a través de los municipios de Nanchital y Coatzacoalcos; 5) Finalmente, la planta del río Pilapa es únicamente analizada como una propuesta viable a futuro, sin que hasta el momento se hayan realizado los anteproyectos o estudio a preliminares.

8.1 Acciones recomendadas a los organismos operadores para mitigar la sequía

Con la participación de los vocales integrantes del Consejo de Cuenca del Río Coatzacoalcos el día 11 de junio del 2013 se llevó a cabo un taller donde se explicó la conveniencia de implementar un PMPMS en la Cuenca del Río Coatzacoalcos.

Como parte del trabajo desarrollado, los asistentes realizaron una serie de propuestas de medidas de mitigación directas o de actividades concomitantes que de manera indirecta pueden apoyar para hacer un mejor uso eficiente del agua. Estas propuestas se dividen en medidas a corto plazo (hasta dos años), mediano plazo (de dos a 5 años) y de largo plazo (más de 5 años).

En la Tabla 29 se muestran las propuestas de medidas de mitigación a corto plazo. Las dos primeras columnas son el resultado del taller, mientras que la tercera es la propuesta por parte de los autores acerca de las dependencias e instituciones que pueden participar para llevar a cabo estas propuestas.

Tabla 29 Propuestas de medidas de mitigación de la sequía en el Consejo de Cuenca del río Coatzacoalcos a corto plazo (hasta dos años).

PROPUESTA	OBJETIVOS O METAS	DEPENDENCIAS QUE PODRÍAN CONTRIBUIR CON EL DESARROLLO DE LA PROPUESTA
Desarrollar un Programa de Educación Ambiental (urbana y rural) y acotarlo a la educación no formal	Cambios de conducta que impactarían en el ahorro de agua, reforestación como fábrica del agua, reutilización del agua (captadores de lluvia, utilización de aguas grises)	<p>Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y sus subsecretarías de Planeación y Política Ambiental de Gestión para la Protección Ambiental y de Fomento y Normatividad Ambiental</p> <p>Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Delegaciones Federales y Coordinaciones regionales dependientes de la SEMARNAT. Comisión Nacional del Agua (CNA), el Instituto Nacional de Ecología (INE).</p> <p>Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).</p> <p>Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).</p> <p>Universidad Veracruzana (UV)</p> <p>Gobierno Municipal.</p> <p>Comisión Municipal de Agua y Saneamiento (CMAS)</p>
Desarrollo de Ingeniería de bajo costo (participación de instituciones educativas)	Elaboración de modelos casa-tipo para aprovechamiento de agua de lluvia (INFONAVIT, SEDESOL, etc.)	<p>Gobierno Federal.</p> <p>Gobierno Estatal</p> <p>Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)</p> <p>Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)</p> <p>Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)</p> <p>Dirección General del Organismo de Cuenca.</p> <p>Asociación Civil de Usuario (ACU) de los Distritos de riego o Unidad de riego.</p> <p>Instancias ejecutivas facultadas para autorizar apoyos y pagos de programas de infraestructura hidroagrícola.</p> <p>Comités de planeación y desarrollo estatal (COPLADE).</p> <p>Universidad Veracruzana (UV)</p>
Revisión de casos de éxito en ingenierías de bajo costo	Analizar su aplicación para otras zonas	<p>Gobierno Estatal</p> <p>Gobierno Municipal</p> <p>Dirección General del Organismo de Cuenca</p> <p>Obras Públicas para el Estado</p> <p>Comisión Nacional del Agua (CNA)</p> <p>Universidad Veracruzana (UV)</p> <p>Dirección General de Desarrollo Urbano</p>

Revisión de la Legislación para nuevos desarrollos urbanos.	Reglamentos para contar con almacenamiento de agua común	Dirección General de Obras Públicas Dirección General de Supervisión de Reglamentos Dependencias Estatales encargadas de Programas de Ordenamiento Urbano. Catastro Municipal
Contar con el diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales de todos los municipios de la cuenca.	Contar con el nivel de integridad mecánica, la capacidad de tratabilidad y los expedientes técnicos de las plantas (arquitectónicos, unifilares, hidráulicos, etc.)	Instituto Nacional de Ecología (INE) Gobierno municipal/ programas ambientales de los municipios. Administraciones locales de cuenca. Direcciones de Ecología o dependencias equivalentes. Secretarías de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Gobierno Estatal. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) Subdirección General de Agua Potable Drenaje y Saneamiento . Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)

En la Tabla 30 se muestran las propuestas a mediano plazo (dos a cinco años). Nuevamente se presenta una propuesta de dependencias e instituciones que se considera podrían participar para llevar a cabo dichas propuestas

Tabla 300 Propuestas de medidas de mitigación de la sequía en el Consejo de Cuenca del río Coatzacoalcos a mediano plazo (dos a 5 años).

PROPUESTA	OBJETIVOS O METAS	DEPENDENCIAS QUE PODRÍAN CONTRIBUIR CON LA CONTINUIDAD O INSTALACIÓN DEL PROGRAMA
Continuar con el Programa de Educación Ambiental (urbana y rural) y acotado a la educación no formal.	Cambios de conducta que impactaría en el ahorro de agua, reforestación como fábrica del agua, reutilización del agua (Captadores de lluvia, utilización de aguas grises) y cuidados del bosque.	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) Instituto Nacional de Ecología (INE) Secretaría de Educación y Cultura (SEC) Secretaría de Educación Pública (SEP) Gobierno Municipal. Comisión Municipal de Agua y Saneamiento (CMAS). Universidad Veracruzana (UV).
Instalación y/o rehabilitación, mantenimiento de plantas de tratamiento (y la reutilización de agua tratada)	Ahorro y reuso del agua y prevención de la contaminación	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

		<p>Comisión del Agua del Estado de Veracruz (CAEV)</p> <p>Comisión Municipal de Agua y Saneamiento (CMAS).</p>
<p>Ampliar la red de monitoreo e integrar la participación ciudadana.</p>	<p>Mejorar y ampliar la vigilancia.</p>	<p>Gobierno Estatal.</p> <p>Gobierno Municipal.</p> <p>Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).</p> <p>Dirección General del Organismo de Cuenca.</p> <p>Secretaría de Educación y Cultura (SEC).</p> <p>El Colegio de Veracruz.</p>
<p>Instalar plantas purificadoras en cada comunidad (principalmente en las rurales).</p>	<p>Contar con agua para consumo humano en las comunidades rurales, de bajo costo.</p>	<p>Gobierno Municipal.</p> <p>Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).</p> <p>Dirección General del Organismo de Cuenca.</p> <p>Secretaría de Salud.</p>
<p>Evaluación de la factibilidad técnica para la construcción aguas arriba de la presa Yurivia de otro vaso regulador.</p>	<p>Establecer un receptáculo adicional.</p>	<p>Gobierno Estatal.</p> <p>Gobierno Municipal, Obras Públicas.</p> <p>Universidad Veracruzana (UV).</p> <p>Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)</p> <p>Gobierno del Estado.</p>
<p>Evaluación de la factibilidad de la perforación de más pozos en la zona de Minatitlán.</p>	<p>Establecer los mecanismos para incrementar la reserva del recurso</p>	<p>Petróleos Mexicanos (PEMEX)</p> <p>Subsecretaría de Planeación y la Contraloría General del Estado.</p> <p>Instituto Nacional de Ecología (INE)</p> <p>Universidad Veracruzana (UV).</p>
<p>Evaluación de la factibilidad para crear (construir) ollas para almacenar agua (para el sector pecuario).</p>	<p>Establecer un receptáculo adicional</p>	<p>Gobierno del Estado.</p> <p>Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).</p> <p>Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).</p> <p>Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).</p> <p>Gobierno Municipal.</p> <p>Dirección General del organismo de Cuenca.</p> <p>Universidad Veracruzana (UV).</p>

Ampliar la red de información de los niveles de agua en los ríos (para que se mida en todos los ríos y afluentes y no solo en los principales ríos de la Cuenca).	Contar con un Centro de Información de la parte Golfo – Centro que contemple estadísticas, información técnica, datos meteorológicos, SIGs, en general información relevante para los usuarios y público en general.	Gobierno Estatal. Gobierno Municipal. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). Dirección General del Organismo de Cuenca. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Universidad Veracruzana (UV).
Instalar plantas purificadoras en cada comunidad (principalmente en las rurales).	Desarrollar la tecnología propia con apoyo de instituciones de Educación Superior para contar con agua de calidad de autoconsumo a un costo menor.	Gobierno Estatal Gobierno Municipal. Dirección General del Organismo de Cuenca. Secretaría de Salud. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).
Que el 100% de las instalaciones (domésticas/industriales) cuenten con medidores de flujo de agua	Correcta administración del recurso hídrico.	Gobierno Estatal Gobierno Municipal Dirección General del Organismo de Cuenca Secretaría de Salud Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).
Contar con el diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales de todos los municipios de la Cuenca.	Asegurar y mantener el funcionamiento adecuado de las plantas de tratamiento.	Gobierno Estatal. Gobierno Municipal. Dirección General del Organismo de Cuenca. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Finalmente en la Tabla 31 se muestran las propuestas a largo plazo.

Tabla 311 Propuestas de medidas de mitigación de la sequía en el Consejo de Cuenca del río Coatzacoalcos a largo plazo (más de 5 años).

PROPUESTA	OBJETIVOS O METAS
Identificar zonas con problemas de abastecimiento de agua en la cuenca	Estudio de factibilidad para almacenamiento del recurso en la cuenca del Coatzacoalcos

Dar seguimiento al PRONACOSE y a las acciones que de éste emanen	Verificación, seguimiento y Auditoría a las propuestas y acciones del Programa en la Cuenca del Coatzacoalcos
Continuar con el Programa de Educación Ambiental (urbana y rural) y acotarlo a la educación no formal	Cambios de conducta. Que impactarían en ahorro del agua, reforestación como fábrica del agua, reutilización del agua (captadores de lluvia, utilización de aguas grises) y cuidado del bosque
Instalación y/o rehabilitación, mantenimiento de plantas de tratamiento (y la reutilización del agua tratada)	Conclusión y consolidación para el tratamiento y reuso del agua
Implementación de técnicas y programas agronómicos para la Reducción del consumo de agua	Desarrollar e implementar la tecnología

Recomendaciones para la difusión del PMPMS urbano

De acuerdo a la guía proporcionada por CONAGUA, se recomienda seguir el siguiente procedimiento:

Primero, que un comité técnico interinstitucional, que pueden ser los consultores contratados por los OC, pero con la participación y cooperación de los Organismos Operadores de agua potable, así como de las entidades pertinentes del gobierno del Estado, integren un borrador del PMPMS de la ciudad que contenga principalmente los siguientes temas:

- a) Información climática de la ciudad o municipio;
- b) Información histórica sobre la infraestructura, el abasto y producción agua para el sistema urbano;
- c) Información histórica sobre los patrones de demanda y consumo de agua en la ciudad;
- d) Balance hídrico y propuesta de mejoras y medidas de mitigación de sequía.

Segundo, se publicaría este documento de trabajo o versión preliminar del PMPMS de la ciudad o municipio y se pondría a la discusión de la comunidad. Para ello se recomienda definir un período de deliberación con sesiones de preguntas y respuestas, para recibir propuestas, comentarios y cuestionamientos sobre el documento.

Tercero, elaboración de un nuevo PMPMS oficial que integre los cambios y propuestas y la integración de un Comité encargado de la aplicación e implementación del Programa. Este comité deberá incluir a los diversos sectores de la sociedad o bien podrá coincidir con alguno de los comités ya existentes en materia de agua. Con la elaboración de este documento y con la difusión de esta información, se habrá dado un paso adelante en el conocimiento y

diagnóstico de la situación de los sistemas urbanos de agua potable y se contará con un documento base para la propuesta de medidas preventivas y de mitigación de la sequía.

Finalmente una vez concluido el Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía de la ciudad de Coatzacoalcos, se recomienda establecer procesos formales para revisarlo, aprobarlo y actualizarlo por lo menos cada 3 años. Se sugiere un proceso de revisión pública, así como la revisión y aprobación por parte del Organismo Operador y del Gobierno, de manera que se ajuste a las políticas vigentes. Posteriormente se sugiere su difusión en la ciudad de Coatzacoalcos dentro de los Consejos de Cuenca regionales, así como entre otros foros de diversos sectores. Es deseable dar a conocer dicho programa entre funcionarios de las dependencias públicas, así como entre la sociedad en general, esto puede ser en forma de un archivo descargable albergado tanto en la página del PRONACOSE como en la de la CONAGUA. También se puede generar una lista de interesados a los cuales se les pueda mandar información automática de las actualizaciones.

Con la elaboración de este documento y con la difusión de esta información, se habrá dado un paso adelante en el conocimiento y diagnóstico de la situación de los sistemas urbanos de agua potable y se contará con un documento base para la propuesta de medidas preventivas y de mitigación de la sequía.

Comentarios

Considerando que es la primera versión sobre el tema de sequías en la zona de estudio y a pesar de que no se hayan presentado, actualmente (noviembre 2015), condiciones graves de sequías para la ciudad de Coatzacoalcos, la posibilidad de una reducción de la precipitación y aumento en la tensión social debe llamar la atención tanto para mejorar este Programa como para aumentar la gobernanza del recurso.

La falta de datos históricos fue el mayor reto al que nos enfrentamos al realizar este PMPMS.

La cobertura de agua potable, las condiciones de déficit de infraestructura, las bajas eficiencias, la endeble situación financiera, etc. que se puede alcanzar a percibir con los datos obtenidos, presentan un reto muy importante para enfrentar de mejor manera una probable sequía. Las tablas 29, 30 y 31 pueden ayudar a tomar algunas decisiones.

Un asunto que empeora la situación es la baja proporción de recaudación de tarifas, la cual desincentiva su conservación y afecta la sustentabilidad financiera del Organismo Operador. De tal forma que el déficit de agua que padece la ciudad durante una sequía no debe ser enfrentado sólo con aumento en la extracción de agua subterránea o superficial, sino que por el contrario, se debe adoptar primeramente estrategias de control y reducción de la demanda. Entre las principales medidas están la reducción de pérdidas y el incremento de la eficiencia en el manejo del agua.

Es urgente cambiar las líneas de conducción, con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-013-CNA-2000, Redes de Distribución de Agua Potable especificaciones de hermeticidad y métodos de prueba.

Esta Norma Oficial Mexicana, establece las especificaciones y métodos de prueba, que debe cumplir la red de distribución de agua potable para garantizar su hermeticidad y estanquidad, con el fin de preservar el recurso hidráulico y evitar su contaminación.

El correcto funcionamiento de la red de distribución, depende de un diseño adecuado, de una selección cuidadosa de los materiales por utilizar, de mano de obra calificada para su instalación, de la observancia estricta de las especificaciones de construcción, de la correcta supervisión de la ejecución de la obra y de una operación y conservación eficiente.

La falta de atención a los aspectos mencionados, origina la no hermeticidad de las redes de distribución, lo que puede ocasionar fugas y la incorporación de otros fluidos al interior de las tuberías de distribución de agua potable, como son: hidrocarburos, aceites, grasas y aguas residuales, entre otros, lo que provoca la contaminación del agua que se distribuye a los usuarios del servicio.

Prever el crecimiento que se dará en la ciudad, ocasionado por las nuevas empresas que se abrirán en la zona debido a la Reforma Energética, lo que implicará mayor concentración urbana, por lo tanto aumento en el servicio de abastecimiento de agua potable.

Considerar fuentes de abastecimiento a futuro (30 años), en donde no afecte la problemática socio-político que se vive actualmente en la zona.

Anexo 1

Las imágenes incluidas dentro del Anexo 1 fueron tomadas en la visita de trabajo que se realizó, a las instalaciones de la Comisión Municipal de Agua Potable y Saneamiento de la ciudad de Coatzacoalcos, para realizar este recorrido a través de sus instalaciones se contó con el apoyo del personal de la Dirección Técnica de la CMAPS. Durante el recorrido, se tomaron fotografías de las instalaciones visitadas como la planta de tratamiento de aguas residuales y algunos de los pozos que actualmente están operando.



Figura 14 Planta de Tratamiento Ciudad Olmeca



Figura 15 Pozo Parcela, opera 24 x 24, caudal 50 lps



Figura 16 Pozo Changos II, caudal 30 lps, lleva casi un año operando.



Figura 17 Tanque poniente, es un tanque de regularización con una capacidad de 3000 m³

Lista de acrónimos

ANP Áreas Naturales Protegidas BANDAS
Banco Nacional; de Datos de Aguas Superficiales
CC Consejo de Cuenca
CFE Comisión Federal de Electricidad
CLICOM México Climatological Station Network Data
CLD Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación
CONAGUA Comisión Nacional del Agua
COVI Comisión de Operación y Vigilancia
FAO Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
INEGI del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática
LAN Ley de Aguas Nacionales
LGCC Ley General del Cambio Climático
OCGC Organismos de Cuenca Golfo-Centro
OMM Organización Meteorológica Mundial
PMPMS Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación
PRONACOSE Programa Nacional Contra la Sequía
PSDI Índice de Severidad de Sequia de Palmer
SAGARPA Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SCT Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SDI Índice Estandarizado de Sequia
SE Secretaría de Economía
SEDATU Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano
SEDENA Secretaría De La Defensa Nacional
SEDESOL Secretaría de Desarrollo Social
SEGOB Secretaría de Gobernación
SEMAR Secretaría de Marina
SEMARNAT Secretaría de Medio Ambiente
SENER Secretaría de energía
SHCP Secretaría de Hacienda y Crédito Público
SMN Servicio Meteorológico Nacional
SPI Índice Estandarizado de Precipitación
SSA Secretaría de Salud.
UNCCD Convención de Naciones Unidas contra la Desertificación

Bibliografía

Atlas Regional de Impactos derivados de las actividades petroleras en Coatzacoalcos, Veracruz, (2010). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Barcelata, H., (2012). Coatzacoalcos. Economía local y problemática social. Colección: Los municipios del estado de Veracruz. Volumen IV.

BBVA Research (Banco Bilbao Vizcaya Argentaria). (2011). Situación inmobiliaria México, julio 2011. En <http://www.bbva-research.com/>

Casado-Izquierdo J.M. y Sánchez-Salazar, M.T., (2013) "Coatzacoalcos: Reestructuración urbana e inversión privada en una ciudad media mexicana". EURE (Santiago) vol.39 no.117 Santiago mayo 2013. ISSN 0250-7161.

Comisión Nacional Coordinadora de Puertos (CNCP). (1975). Plan director de desarrollo metropolitano: Coatzacoalcos. México D.F.: Secretaría del Patrimonio Nacional (SPN)-Comisión Nacional Coordinadora de Puertos (CNCP).

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2009). Subdirección General Técnica Gerencia de Aguas Subterráneas Subgerencia de Evaluación y Ordenamiento de Acuíferos actualización de la disponibilidad Media anual de agua subterránea Acuífero (3012) costera de Coatzacoalcos Estado de Veracruz.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Herrera, G., 2000: Caracterización Geográfica de la Sequía en México. Tesis de Doctora en Geografía. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). (1996). Encuesta Nacional de Empleo Urbano. México.

Jáuregui, E., 1967: Las ondas del este y los ciclones tropicales en México. Ingeniería Hidráulica en México, 21(3):197-208

Jáuregui, E., 1989: Los huracanes prefieren a México. Información Científica y Tecnológica, 11, 155 pp, México, CONACyT.

Jáuregui, E., 2003a: Algunos conceptos modernos sobre la circulación general de la atmósfera. Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía UNAM, 50:121-143.

Jáuregui, E., 2003b: Climatology of landfalling hurricanes and tropical storms in Mexico. Atmósfera, 16(4):193-204

Martínez, N. (2000). Desarrollo de la industria petroquímica en el Sureste de Veracruz. Impactos territoriales durante el periodo 1970-1977. Tesis de Doctorado. Facultad de Filosofía y Letras. UNAM. México. 292 pp.

Montero, M. J., y J. L., Pérez. 2008. Regionalización de proyecciones climáticas en México de precipitación y temperatura en superficie usando el método REA para el siglo XXI. In: P.

Martínez, y A. Aguilar (eds). Efectos del Cambio Climático en los Recursos Hídricos de México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Jiutepec, Mor. pp: 11–21.

Nolasco, M. (1979). Ciudades perdidas en Coatzacoalcos, Minatitlán y Cosoleacaque. Centro de Ecodesarrollo. México. 128 pp.

Ley de Aguas del Estado de Veracruz

Ley de Aguas Nacionales

Ley General de Cambio Climático

Ley Orgánica del Municipio Libre

Ley de Protección Civil del Estado de Veracruz

Ley de protección Ambiental del Estado de Veracruz

Organización Mundial de la Salud (OMS) (2003) Cambio climático y salud humana. Riesgos y respuestas

Pereyra, D. D. y Pérez J. A. A., (2006). "Hidrología de superficie y precipitaciones intensas 2005 en el Estado de Veracruz". En Inundaciones 2005 en el Estado de Veracruz. Universidad Veracruzana y Consejo Veracruzano de Ciencia y Tecnología. pp. 81 – 99.

Plan Municipal de desarrollo 2014-2017. H. Ayuntamiento Constitucional de Coatzacoalcos, Ver.

Programa Nacional Hídrico 2014-2018

Salinas Prieto, J. A, 2006: Dinámica de ondas del este y su interacción con el flujo medio en el Caribe. Tesis de Doctorado (Doctorado en Ciencias de la Tierra) UNAM, Centro de Ciencias de la Atmósfera. 109pp.

Sánchez-Salazar, M. T., N. Martínez Laguna, y M. Martínez Galicia, (1999). Industria petroquímica y cambios socioeconómicos regionales en la costa del Golfo de México. El caso del sureste de Veracruz. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía. 40: 127-147.

Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol), México. (2009, 2010). Estado actual de la vivienda en México 2009/2010, México, D.F.: Fundación Centro de Investigación y Documentación de la Casa A.C. (Cidoc) y Sociedad Hipotecaria Federal (SHF).

Sistema de Información Municipal. Secretaría de Planeación, Coatzacoalcos. Cuadernillos Municipales, 2015

Schultz, D. M., W. E. Bracken, L. F. Bosart, G. J. Hakim, M. A. Bedrick, M. J. Dickinson, and K. R. Tyle, 1997: The 1993 Superstorm cold surge: Frontal structure, gap flow, and tropical impact. Mon. Wea. Rev., 125, 5-39

Recursos y fuentes en línea

www.dof.gob.mx Diario Oficial de la Federación.

<http://www.pronacose.gob.mx> PRONACOSE. Programa Nacional Contra la Sequía.

smn.conagua.gob.mx Servicio Meteorológico Nacional.

http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/publicaciones/delimex05/DZMM-2005_47.pdf

www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/.../DZMM-2005

http://www.conapo.gob.mx/en/CONAPO/Zonas_metropolitanas_2010

http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/conoce/areas_atencion/areas_atencion/web/pdf/perfiles/perfil%20veracruz.pdf

<http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/boletines/boletin/Comunicados/Especiales/2013/Mayo/comunica12.pdf>

http://www.sre.gob.mx/coordinacionpolitica/images/stories/documentos_gobiernos/ftver.pdf

<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/temas/Default.aspx?s=est&c=26055&ent=30&e=30&t=1>

<http://www.ordenjuridico.gob.mx/Publicaciones/CDs2008/CDTurismo/pdf/VER1A.pdf>

<http://www.veracruz.gob.mx/finanzas/anuario-estadistico-y-geografico-2014/>

www.conapo.gob.mx/.../zonas_metropolitanas.../Pob_y_crec_ZM.xlsx

http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos

<http://www.veracruz.gob.mx/finanzas/anuario-estadistico-y-geografico-2014>

<http://www.veracruz.gob.mx/finanzas/files/2015/05/Coatzacoalcos.pdf>

http://www.eumed.net/libros-gratis/2011f/1145/economia_municipal.html

<http://www.uv.mx/ofp/files/2014/05/COATZACOALCOSEconomialocalyproblematicasocial.pdf>

http://www2.inecc.gob.mx/emapas/download/arc_15_pea_t.pdf

<http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/ver/poblacion/default.aspx?tema=me&e=30>

http://www.orfis.gob.mx/planes-municipales-14-17/040_PM.pdf

<http://digaohm.semar.gob.mx/cuestionarios/cnarioCoatza.pdf>

<http://www.csva.gob.mx/biblioteca/estudiosProyectos/terminados/ProgHPre/Cap4.pdf>

Fuente: INEGI. Anuario Estadístico de Veracruz de Ignacio de la Llave/cuadernillo municipal 2015

<http://www.cuencacoatza.org/tucuenca.php?content=usos>

<http://www.cuencacoatza.org/tucuenca.php?content=usos>

<http://www.cuencacoatza.org/tucuenca.php?content=usos>

<http://www.cuencacoatza.org/tucuenca.php?content=usos>

<http://www.veracruz.gob.mx/finanzas/informacion-socioeconomica-por-municipio/cuadernillos-municipales/>

<http://www.cuencacoatza.org/tucuenca.php?content=usos>