

Capítulo 4 Patrón de valor y uso del agua. Propuesta de implementación del modelo integral de gestión del agua. Caso Campeche

Chapter 4 Value pattern and water use. Proposal for the implementation of the comprehensive water management model. Campeche case

ROMERO- GONZÁLEZ, Gastón †* & LÓPEZ- MÉNDEZ, Magnolia del Rosario

Universidad Autónoma de Campeche, Facultad de Humanidades. México.

ID 1^{er} Autor: *Gastón, Romero-González* / **ORC ID:** 0000-0003-2488-9150, **Researcher ID Thomson:** AAK-5380-2020

ID 1^{er} Coautor: *Magnolia del Rosario, López-Méndez* / **ORC ID:** 0000-0002-7919-894X, **Researcher ID Thomson:** G-6509-2018, **CVU CONACYT-ID:** 1026929

DOI: 10.35429/H.2020.2.34.62

G. Romero & M. López

* gastonromerogonzalez@gmail.com

N. Niño, M. Valencia y M. García. (AA. VV.) Sustentabilidad, Turismo y Educación. Handbooks-TII-©ECORFAN-Mexico, Guerrero, 2020.

Resumen

Es necesario considerar el ciclo natural y urbano del agua porque con el nacimiento y crecimiento de las ciudades y en la medida en que es necesario llevar el agua a lugares distantes, la necesidad de establecer un patrón de valor y de uso del agua fue apareciendo al considerar los ingresos económicos de la población mejorando con esto la toma de decisiones sobre el recurso hídrico en la ciudad de San Francisco de Campeche. La población estudiada corresponde a la cabecera y sus cuatro secciones municipales, la muestra de 1000 personas hombres y mujeres mayores de 18 años, se distribuyó en estratos y 15 localidades; de manera aleatoria se eligieron los grupos por nivel socioeconómico: Nivel 1 (Clase baja), Nivel 2 (Clase media), Nivel 3 (Clase alta); con base en los resultados se realiza la propuesta de un modelo integral de gestión del agua que sustituya al modelo vigente.

Valor, Modelo, Agua

Abstract

The necessity of establishing a value and water usage pattern has appeared along with rise and growth of the cities, because this entails the need of transporting water from places. Therefore, it is necessary to consider the natural and urban water cycle, as well as the population income, for policymaking about water resources in the city of San Francisco de Campeche. The studied population corresponds to the municipality head and its four municipal sections. The sample features 1000 persons, male and female over the age of 18, of 15 different localities. It is divided by socioeconomic strata and they were randomly chosen by level: Level 1 (Lower Class), Level 2 (Middle Class), Level 3 (Upper Class). Based on the results, a new comprehensive water management model is proposed, and it replaces the current one.

Value, Model, Water

Introducción

El agua es un recurso natural, renovable y que está implícito en todas las formas y actividades de la vida humana, es vital y no se concibe la vida sin su presencia. En el estado de Campeche, el agua es un elemento abundante, excepto en la zona de Xpujil, es un recurso al cual no siempre se le da la importancia necesaria y su costo, aunque es bajo, solo se percibe como un impuesto más. El agua no sólo tiene un ciclo natural, sino también un ciclo urbano el cual contempla el acopio y deposición del recurso, es decir obtenemos agua limpia, se usa y se desecha agua gris, o negra es decir contaminada en diversos grados, y la población sólo sabe que tiene agua disponible, pero no cuánto cuesta almacenarla, entubarla y distribuirla. Para este trabajo se estableció como objetivo el Generar un Patrón de Valor y Uso, con respecto al Agua, para mejorar la toma de decisiones del recurso en la ciudad de San Francisco de Campeche. Cuya principal hipótesis es que el nivel socio económico de la población determina positiva o negativamente el valor y uso del agua.

La metodología consistió en aplicar dos cuestionarios multimodelo, el primero con escalamiento Likert de 5 opciones, y el segundo con cinco preguntas abiertas para cualificar el tema del agua, con base en la población del municipio y utilizando la fórmula estadística la muestra quedó de 1000 personas mayores de 18 años de ambos sexos y los cuestionarios se aplicaron en cuatro secciones municipales del municipio con énfasis en la zona oeste del territorio porque en este cuadrante se encuentra la ciudad de San Francisco de Campeche, y la contribución de esta investigación es ofrecer una alternativa al actual modelo de gestión del agua que tiene como objetivo asegurar el suministro del agua a la población, con la propuesta de un modelo integral de gestión del agua como un intento de alejarse de las consecuencias de la escasez de agua en busca de medidas que, aunque no pueden dejar de intervenir en el ciclo natural, sean lo más inocuas posible buscando un sistema que permita el equilibrio entre la presión a la que sometemos al recurso y su capacidad natural de regeneración.

Un recuento rápido de la evolución del recurso es decir que, aproximadamente hace cuatro mil quinientos millones de años cuando se formó, la Tierra ya tenía en su interior vapor de agua. En un principio, era una enorme bola en constante fusión con cientos de volcanes activos en su superficie. El magma, cargado de gases con vapor de agua, emergió a la superficie gracias a las constantes erupciones. Luego la Tierra se enfrió, el vapor de agua se condensó y cayó nuevamente al suelo en forma de lluvia.

El agua es esencial, vital y una necesidad para la vida; es un recurso primario, renovable y reciclable, en el que se basa todo desarrollo social; su manejo y control ha sido el principal reto de la humanidad. Si falta el agua, no es posible la vida de ninguna criatura, grande o pequeña, humana o animal, así como de las plantas.

El agua existe en el planeta en tres estados: sólido (hielo, nieve), líquido y gas (vapor de agua). Océanos, ríos, nubes y lluvia están en constante cambio: el agua de la superficie se evapora, el agua de las nubes precipita, la lluvia se filtra por la tierra, etc. Sin embargo, la cantidad total de agua en el planeta no cambia. La circulación y conservación de agua en la Tierra se llama ciclo hidrológico, o ciclo del agua, este comienza con la evaporación del agua desde la superficie del océano. A medida que se eleva, el aire humedecido se enfría y el vapor se transforma en agua: es la condensación. Las gotas se juntan y forman una nube. Luego, caen por su propio peso: es la precipitación. Si en la atmósfera hace mucho frío, el agua cae como nieve o granizo. Si es más cálida, caerán gotas de lluvia.

Una parte del agua que llega a la superficie terrestre será aprovechada por los seres vivos; otra escurrirá por el terreno hasta llegar a un río, un lago o el océano. A este fenómeno se le conoce como escurrimiento. Otro porcentaje del agua se filtrará a través del suelo, formando acuíferos o capas de agua subterránea, conocidas como capas freáticas. Este proceso es la infiltración. Tarde o temprano, toda esta agua volverá nuevamente a la atmósfera, debido principalmente a la evaporación (Panez, 2012). Ver figura 4.1.

Figura 4.1 Ciclo natural del agua



Fuente: USGS, 2019

El ciclo del agua tiene una interacción constante con el ecosistema ya que los seres vivos dependen de esta para sobrevivir, y a su vez ayudan al funcionamiento del mismo. Por su parte, el ciclo hidrológico presenta cierta dependencia de una atmósfera poco contaminada y de un grado de pureza del agua para su desarrollo convencional, ya que de otra manera el ciclo se entorpecería por el cambio en los tiempos de evaporación y condensación.

Los principales procesos implicados en el ciclo del agua son:

Evaporación: El agua se evapora en la superficie oceánica, sobre la superficie terrestre y también por los organismos, durante la transpiración en plantas y sudoración en animales. Los seres vivos, especialmente las plantas, contribuyen con un 10% al agua que se incorpora a la atmósfera. En el mismo sentido se puede situar la sublimación, cuantitativamente muy poco importante, que ocurre en la superficie helada de los glaciares.

Condensación: El agua en forma de vapor sube y se condensa formando las nubes, constituidas por agua en pequeñas gotas.

Precipitación: Se produce cuando las gotas de agua que forman las nubes se enfrían acelerándose la condensación y uniéndose las gotas de agua para formar gotas mayores que terminan por precipitarse a la superficie terrestre en razón a su mayor peso. La precipitación puede ser sólida (nieve o granizo) o líquida (lluvia).

Infiltración: Ocurre cuando el agua que alcanza el suelo, penetra a través de sus poros y pasa a ser subterránea. La proporción de agua que se infiltra y la que circula en la superficie (escorrentía) depende de la permeabilidad del sustrato, de la pendiente y de la cobertura vegetal. Parte del agua infiltrada vuelve a la atmósfera por evaporación o por la transpiración de las plantas, que la extraen con raíces más o menos extensas y profundas. Otra parte se incorpora a los acuíferos, niveles que contienen agua estancada o circulante. Parte del agua subterránea alcanza la superficie allí donde los acuíferos, por las circunstancias topográficas, intersecan (es decir, cortan) la superficie del terreno.

Escorrentía: Este término se refiere a los diversos medios por los que el agua líquida se desliza cuesta abajo por la superficie del terreno. En los climas excepcionalmente secos, incluidos la mayoría de los llamados desérticos, la escorrentía es el principal agente geológico de erosión y de transporte de sedimentos.

Circulación subterránea: Se produce a favor de la gravedad, como la escorrentía superficial, de la que se puede considerar una versión. Se presenta en dos modalidades: la que se da en la zona vadosa, especialmente en rocas karstificadas, como son a menudo las calizas, y es una circulación siempre pendiente abajo; y la que ocurre en los acuíferos en forma de agua intersticial que llena los poros de una roca permeable, de la cual puede incluso remontar por fenómenos en los que intervienen la presión y la capilaridad (Blanquer, 2005).

Fusión: Este cambio de estado se produce cuando la nieve pasa a estado líquido al producirse el deshielo.

Solidificación: Al disminuir la temperatura en el interior de una nube por debajo de 0 °C, el vapor de agua o el agua misma se congelan, precipitándose en forma de nieve o granizo, siendo la principal diferencia entre los dos conceptos que en el caso de la nieve se trata de una solidificación del agua de la nube que se presenta por lo general a baja altura. Al irse congelando la humedad y las pequeñas gotas de agua de la nube, se forman copos de nieve, cristales de hielo polimórficos (es decir, que adoptan numerosas formas visibles al microscopio), mientras que, en el caso del granizo, es el ascenso rápido de las gotas de agua que forman una nube, lo que da origen a la formación de hielo, el cual va formando el granizo y aumentando de tamaño con ese ascenso. Y cuando sobre la superficie del mar se produce una manga de agua (especie de tornado que se produce sobre la superficie del mar cuando está muy caldeada por el sol) este hielo se origina en el ascenso de agua por adherencia del vapor y agua al núcleo congelado de las grandes gotas de agua. El proceso se repite desde el inicio, consecutivamente por lo que nunca se termina, ni se agota el agua (Blanquer, 2005).

Marco normativo

Normatividad Internacional

El agua, se usa para todas las actividades del ser vivo, tales como uso doméstico, municipal, industrial, agrícola y ganadero. Se estima que el 10% del consumo del agua se destina a las cuatro primeras y el 90% restante para las dos últimas; aquellas actividades utilizan de 20 a 100m³ *per cápita* de agua al año, según se trate de la vida en un país en vías de desarrollo o desarrollado, en tanto que los productos alimenticios, provenientes de la agricultura y ganadería, consumen 1,000 m³ por persona al año (Amery y Wolf, 2000).

El constante crecimiento de la población, la urbanización y el desarrollo socioeconómico, han incrementado 35 veces el consumo mundial del agua en los últimos 300 años; entre 1900 y 1995 el consumo se incrementó seis veces, más que el doble del índice de crecimiento de la población (Aznar, Ardila y Elder, 2002). Más de la mitad de ese incremento ha sido a partir de 1950 (Abramovitz, 1996).

Estos tres factores: crecimiento de la población, urbanización creciente y desarrollo socioeconómico, pueden llegar a afectar la situación actual del agua en el mundo, al requerirse una mayor cantidad del líquido para la agricultura y el uso doméstico, no se espera que disminuya el consumo del vital líquido.

Es probable que los niveles de estrés hídrico físico aumenten a medida que crezcan las poblaciones y su demanda de agua, y se intensifiquen los efectos del cambio climático (UN-Water y United Nations, 2018); sin embargo, se espera que el cambio climático y la variabilidad del clima en aumento oscilen a escala local y de cuenca y según las estaciones; aunque, las áreas secas tenderán a ser más secas y las húmedas más húmedas, de forma que el cambio climático probablemente exacerbará el estrés hídrico en las áreas que ya son de las más afectadas (WWAP, 2019); las siguientes generaciones están en riesgo de vivir en un ambiente hostil y competitivo por el agua.

El consumo mínimo de agua fresca para cubrir las necesidades de alimentación, higiene y salud humana, se estima en 1,700 m³, por persona al año (4.65 m³ por persona al día), o 100L por persona al día, por lo que una cantidad inferior traerá como consecuencia la escasez de agua, que impide el desarrollo económico y la salud humana. Sin embargo, el consumo dependerá del nivel de desarrollo de cada país, ya que aquel se relaciona con los niveles de desarrollo económico.

No solamente preocupa la cantidad de agua de la que se dispondrá en el futuro, sino la permanente contaminación de ríos, lagos, mantos acuíferos, recursos de agua dulce para la humanidad y la ausencia de un manejo apropiado de dichos recursos, que respete el ciclo del agua como forma para lograr un crecimiento económico, mejoramiento del nivel de vida y estabilidad sociopolítica.

El crecimiento de la población, las crecientes necesidades de agua potable para la agricultura, los requerimientos industriales y posiblemente el calentamiento global, han dificultado el manejo a largo plazo de los recursos acuíferos.

El incremento en el consumo de agua en el futuro profundizará las dependencias transnacionales en el uso compartido del líquido en varias partes del mundo (Blake et al., 1995).

De esta forma, la seguridad en el agua se convierte en uno de los objetivos cruciales en materia de política exterior de muchos países. El agua confiere poder y seguridad al país que la controla y origina subdesarrollo y pobreza en aquel que no la tenga, por lo que su posesión se ha vuelto uno de los objetivos más importantes de todo país. La posibilidad de una cooperación entre los países depende del entendimiento en el manejo de las aguas de cuencas compartidas por ello las leyes internacionales acerca del agua buscan establecer límites y derechos de uso entre las naciones o estados.

Es importante destacar que bajo el principio en Derecho Internacional de *sic utere tuo it alienum non laedas* (usarlo hasta tanto no dañes a otros), y que se refleja en la teoría de la soberanía territorial restrictiva e integridad territorial restrictiva, que impone límites al principio de soberanía territorial absoluta e integridad territorial absoluta. De acuerdo a este principio, un Estado es libre de usar su agua territorial, siempre y cuando no perjudique los derechos y usos de los otros Estados con los que se comparte el flujo. Por la habilidad de esta teoría de equilibrar los intereses de los Estados, ha sido ampliamente favorecida en el intento de codificar el derecho internacional del agua, en las Reglas de Helsinki y en el proyecto de Convención Internacional (Ortiz, 2013).

Por otra parte, recientemente ha surgido el concepto de comunidad de intereses, que contempla al río como una unidad hidrológica que debe ser manejada de manera integral, sin tomar en cuenta las fronteras políticas de los estados; lo que es un paso adelante, en la protección de los recursos naturales y en la armonía que debe prevalecer en las relaciones interestatales.

La comunidad de intereses establece el reparto equitativo del agua basado en la buena fe y en las relaciones de buena vecindad que deben existir entre los estados. Se considera al agua como un regalo de la naturaleza para beneficio de todo el género cuando un flujo de agua forma frontera entre dos estados, ninguno de ellos puede, en su propio territorio, utilizar o permitir el uso de agua de manera que interfiera seriamente con la utilización de la misma por el otro Estado, o bien por individuos, empresas, etc. No debiendo ser modificada seriamente la característica esencial del flujo de agua, cuando llegue al territorio del Estado vecino.

En la década de 1920, la Liga de las Naciones adoptó los únicos dos tratados multilaterales existentes en la materia (<http://internationalwaterlaw.org/>):

- 1 La Convención sobre la Generación de Energía Hidráulica por parte de más de un Estado y Protocolo de firma, Ginebra 9 de diciembre de 1923.
- 2 Convención y Estatuto sobre el Régimen de Corrientes de Agua Navegables de Carácter Internacional, Barcelona, 20 de abril de 1921.

En 1961 la Asociación de Derecho Internacional (ADI), organización de carácter no oficial, a través de la Declaración de Salzburgo estableció una noción de la integración de la cuenca de un río, a la que consideró como una unidad de cooperación interestatal para desarrollar los recursos de agua y la necesidad de observar el principio de equidad en el uso de los flujos que cruzan las fronteras de un Estado. Ante la ausencia de preceptos legales internacionales específicos, ambos principios siguen aplicándose hoy en día.

Con esta concepción de comunidad de intereses, se ha establecido un cuerpo de normas sobre el uso del agua que comparten dos o más Estados (<http://www.akdeniz.edu.tr/muhfak/publications/gap.html>). La Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente, realizada en Dublín a fines de enero de 1992 (A partir de esta Conferencia se considera al agua como una materia prima de necesidad esencial, un bien económico). Obtuvo como resultado el favorecimiento en políticas orientadas hacia el mercado, la privatización de la gestión de los servicios hídricos y la mercantilización del agua, estableciendo cuatro principios que reflejan la preocupación sobre la variación normal en los sistemas acuíferos, a saber (<http://www.tragua.com/dublin.html>):

- Principio 1: El agua fresca es un recurso finito y vulnerable, esencial para la vida, el desarrollo y el medio ambiente, por lo que su tratamiento debe ser “holístico”, es decir, vinculando el desarrollo económico y social con la protección de los ecosistemas naturales.
- Principio 2: El manejo y desarrollo del agua debe basarse en consideraciones participativas a todo nivel: consumidores, planificadores y tomadores de decisiones políticas.
- Principio 3: Las mujeres deben jugar un papel principal en la previsión, manejo y salvaguarda del agua, ya que muy pocas veces son tomadas en cuenta en acuerdos institucionales para el desarrollo y manejo de recursos acuíferos.
- Principio 4: el agua tiene un valor económico y debe ser reconocido como un bien económico. Por lo tanto, es vital reconocer el derecho básico de todo ser humano de tener acceso al agua limpia.

Estos cuatro principios quedaron contenidos en el plan de acción de la Conferencia de Dublín, que asimismo preparó un proyecto de documento que fue presentado en la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente, celebrada en Río de Janeiro del 3 al 14 de junio de 1992. En esta Conferencia se adoptó la Agenda 21, que es un plan de acción amplio a ser tomado en cuenta de manera global, nacional y local, por parte de las organizaciones del Sistema de Naciones Unidas, gobiernos y grupos internacionales, en cada área de la actividad humana que impacta el medio ambiente.

El Capítulo 18 de la Agenda 21 (Capítulo 18: Protección de la Calidad y el Suministro de los Recursos de Agua Dulce: Aplicación de Criterios Integrados para el Aprovechamiento, Ordenación y Uso de los Recursos de Agua Dulce), adoptado en esta Conferencia, establece el desarrollo sustentable y el manejo racional de los recursos de agua fresca y señala que el agua es necesaria en todos los aspectos de la vida, por lo que se debe asegurar que se mantenga un adecuado abastecimiento de agua de buena calidad para la población mundial, preservando la hidrológica, biológica y función química de los ecosistemas y adaptando las actividades humanas a las capacidades naturales disponibles del vital líquido.

Varias reuniones internacionales celebradas poco después recomendaron observar cabalmente estas disposiciones, como lo fueron la segunda (1994) y sexta (1998) sesiones de la Comisión sobre Desarrollo Sustentable (Esta es una Comisión Funcional del Consejo Económico y Social, fue creada en diciembre de 1992 a fin de dar seguimiento a los acuerdos alcanzados en la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro en ese mismo año); el Informe de la Reunión del Grupo de Expertos sobre Aspectos Estratégicos para el Manejo de Agua Fresca, celebrada en Harare en 1996; la XIX Sesión Especial de la Asamblea General de las Naciones Unidas para revisar la observancia de la Agenda 21 (1997) y en el Plan de Implementación de la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable, celebrada en 2002, en la que, entre otros puntos, se establece que para el año 2015 la mitad de la población no tendrá acceso seguro al agua potable, se invita a combatir la desertificación y mitigar los efectos de las sequías e inundaciones, desarrollar un manejo integral y eficiente de los recursos del agua para 2005, con apoyo a los países en desarrollo y a las economías en transición.

La ausencia de disposiciones legales que regulen el uso de las aguas de ríos internacionales, motivó a las Naciones Unidas a adoptar la Convención sobre los Derechos del Uso de las Aguas Internacionales No Navegables, adoptada por la Asamblea General el 11 de abril de 1997; en dicha convención, se establecen artículos de sustancial importancia, que se copian a la letra a continuación:

- Artículo 3: establece que los Estados con cursos de agua internacional pueden (no deben) celebrar acuerdos.
- Artículo 5: establece el principio fundamental de la utilización y participación equitativa y razonable del agua por parte de los Estados ribereños. Se parte de la idea de que en una cuenca internacional compartida por dos o más Estados, cada uno de ellos tiene iguales derechos de usar el agua que ahí se encuentre.
- Artículo 25: señala que los Estados con cursos de agua internacional, a solicitud de uno de ellos, deberán entrar en consultas sobre su manejo, lo que puede incluir el establecimiento de mecanismos conjuntos.
- Artículo 31: establece que cuando existen obstáculos serios para establecer contactos directos entre Estados con cursos de agua internacional, estos deberán cumplir su obligación de cooperar mediante el intercambio de información, notificaciones, comunicaciones, consultas y negociación, a través de cualquier procedimiento indirecto aceptado. Nada de lo previsto en este Artículo obliga a los Estados con curso de agua internacional a proporcionar información o datos vitales para su seguridad o defensa nacionales.

Los retos que presentan el agua y los objetivos futuros están contenidos en la Declaración del Milenio para el Desarrollo de 2000, que incluye como uno de sus objetivos, el acceso seguro al agua potable. Es importante señalar que la iniciativa WEHAB (agua, energía, salud, agricultura y biodiversidad), presentada por el Secretario General de la ONU, Kofi Annan, para fortalecer las acciones en la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable celebrada en Johannesburgo del 26 de agosto al 4 de septiembre de 2004, consistió en una serie de discusiones y diálogos interactivos entre gobiernos y la Cumbre Mundial, que resolvió observar completamente las recomendaciones contenidas en la Agenda 21.

Como reconocimiento a la importancia que tienen los recursos acuíferos para el desarrollo sustentable, la Asamblea General de las Naciones Unidas, proclamó el 2003 como Año Internacional del Agua y la década del 2005 al 2015 como Década Internacional para la Acción: “Agua para la Vida”, iniciándose el 22 de marzo de 2005, Día Mundial del Agua (En ese entonces 1,400 millones de personas no tenían acceso al agua potable y 2,400 millones no tenían acceso a instalaciones sanitarias adecuadas; 30 mil seres humanos se morían cada día por enfermedades debidas a la carencia o a la mala calidad de agua y de higiene, no obstante que las Naciones Unidas promovieron en 1980 “La Década Mundial del Agua y la Higiene” (1981-1991) para asegurar el acceso del agua para todos en el año 2000 (<http://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/water.htm>).

Normatividad nacional

Evolución Legislativa. La Constitución de 1857, en su artículo 42 establecía lo que debía entenderse como territorio nacional, señalando las partes integrantes de la Federación, incluyendo además diversos ordenamientos que tenían relación con las llamadas aguas de propiedad nacional. El 20 de junio de 1908, la Constitución de 1857 fue reformada, otorgando facultades al Congreso de la Unión para determinar cuáles eran aguas de jurisdicción federal, así como para expedir leyes sobre el uso y aprovechamiento de las mismas. Se puede considerar que los primeros intentos por regular el uso o aprovechamiento de las aguas y de dotarlas de carácter nacional se originan a partir de la Ley de vías generales de comunicación de 1888 que, aunque fundamentalmente se refería a aguas navegables, constituye el primer antecedente formal legislativo en este tema, el inicio y las bases de las posteriores leyes sobre las aguas mexicanas.

Ley de Aguas Nacionales

En esta Ley se pueden consultar 124 artículos que regulan la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. También contiene las modificaciones de algunos artículos, por período de gestión, así como los artículos derogados.

En esta Ley, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1° de diciembre de 1992, cuyo texto es vigente a la fecha, con la última reforma publicada DOF 11-08-2014, al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice:

Estados Unidos Mexicanos. - Presidencia de la República.

CARLOS SALINAS DE GORTARI, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, a sus habitantes sabed:

Que el H. Congreso de la Unión, se ha servido dirigirme el siguiente D E C R E T O "EL CONGRESO DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, DECRETA: LEY DE AGUAS NACIONALES TÍTULO PRIMERO Disposiciones Preliminares Capítulo Único

ARTÍCULO 1. La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

ARTÍCULO 2. Las disposiciones de esta Ley son aplicables a todas las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo. Estas disposiciones también son aplicables a los bienes nacionales que la presente Ley señala. Las disposiciones de esta Ley son aplicables a las aguas de zonas marinas mexicanas en tanto a la conservación y control de su calidad, sin menoscabo de la jurisdicción o concesión que las pudiere regir.
Artículo reformado DOF 29-04-2004.

Normatividad Estatal

En el ámbito estatal, el documento normativo que se encontró fue la Ley de Agua Potable y Alcantarillado de Campeche, expedida por decreto número cincuenta en el año de 1992, cuyas disposiciones son de orden público e interés social y regulan en el Estado Libre y Soberano de Campeche los servicios públicos de agua potable y alcantarillado.

Esta Ley tiene por objeto regular: El “Sistema de Agua Potable y Alcantarillado del Estado”; la prestación de servicios públicos de agua potable y alcantarillado, incluyendo el Saneamiento; la organización y funcionamiento de los organismos operadores del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado; la recuperación de los gastos y costos de inversión, operación, conservación y mantenimiento del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado; y el servicio al público de conducción, suministro, potabilización, distribución o transporte de agua que presten particulares.

Normatividad Municipal

El marco normativo municipal a efectos de agua, se encuentra en el Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Campeche, cuya misión es “Ser el organismo encargado de satisfacer las necesidades y demandas de los usuarios del agua potable y alcantarillado del Municipio de Campeche, ofreciendo el vital líquido en cantidad y calidad que la Sociedad requiera” y cuya visión se encuentra descrita como “Contribuir en el mejoramiento constantemente en los satisfactores de la sociedad tanto en la red de Agua Potable y Alcantarillado; así como en el tratamiento de aguas residuales para lograr ser el principal organismo en la prestación de servicios” A efectos de las atribuciones y alcances, estos se encuentran referidos en el apartado anterior, concerniente al marco normativo estatal, el cual se transcribió a la letra y se encuentra en este documento.

Estado de Campeche

Geográficamente San Francisco de Campeche se ubica entre los paralelos 19°51'00" de latitud norte, y entre los meridianos 90°31'59" de longitud oeste. Se localiza en la península de Yucatán, en el Sureste de México, limita al Norte y Noreste con el estado de Yucatán, al Este con el estado de Quintana Roo, al Sureste con Belice, al Sur con Guatemala, al Oeste con el Golfo de México y al Suroeste con el estado de Tabasco. Desde un punto de vista físico, Campeche se encuentra en una posición de transición entre la selva tropical del Peten guatemalteco y la selva baja caducifolia del extremo norte de la península de Yucatán.

El estado de Campeche cuenta con una superficie de 57,507 km². Se localiza al sureste del país. El clima es de carácter cálido subhúmedo principalmente, con una temperatura media anual entre 26 y 27°C, y una precipitación total anual que varía entre 1,200 y 2,000 mm (INEGI, 2010). Campeche tiene una población total de 822,441 personas, de las cuales el 50.4% son mujeres y el 49.6% hombres, según el Censo de Población y Vivienda 2010. El 75% de la población se encuentra en áreas urbanas. La distribución de la población según el sexo es de 49.6% de hombres y 50.4% de mujeres. Tuvo un grado promedio de escolaridad de 8.8 por debajo del promedio nacional que es de 8.9, y un alto índice de analfabetismo (7.0%) en comparación al total nacional (6.1%) (Sistema Educativo de los Estados Unidos Mexicanos, Secretaría de Educación Pública, 2012 -2013).

La temporada de lluvias está comprendida entre los meses de junio a octubre y la de estiaje (ausencia de lluvias), del mes de enero a mediados del mes de mayo. Los vientos dominantes soplan de noroeste a suroeste por la mañana y al mediodía, durante los meses de noviembre a marzo, y por la noche de noroeste a suroeste la mayor parte del año. Durante los meses de abril y mayo, los vientos tienden poco a poco a orientarse en dirección norte-sur; para los meses de junio a agosto, los vientos provienen del sureste y para los meses septiembre y octubre, el viento que proviene del norte tiende a alinearse en la dirección este-oeste.

En invierno, los Nortes, masas de aire frío y seco que se desplazan del noreste y que se originan en los Estados Unidos de Norteamérica y sur de Canadá, recogen humedad, misma que se precipitan en este territorio municipal y originan lluvias en un período que comprende los meses de noviembre a enero. Es en el verano cuando se presentan los ciclones y tormentas tropicales.

Como parte de la Región Hidrológica Yucatán-Oeste, El municipio de Campeche carece de corrientes superficiales. Por el contrario, se observa la presencia de grietas en su parte norte y noroeste, por las cuales el agua de la lluvia ha formado cauces subterráneos, sin embargo, tiene cuerpos de agua pequeños en las zonas de Edzná y Hampolol.

El nivel freático se encuentra a profundidades que van de 6 a 90 m. y su aprovechamiento agrícola se hace a través de obras de riego; su ubicación en el territorio Estatal, lo hace uno de los municipios con mayores recursos hidrológicos.

En la tabla 4.1 se observan los parámetros climáticos promedios en Campeche a través del tiempo, en donde la temperatura promedio anual es de 26°C, presentándose los niveles máximos antes del solsticio de verano con un promedio de 28°C alcanzándose una temperatura máxima histórica de 52°C.

Tabla 4.1 Parámetros climáticos promedio de Campeche (1951 – 2010)

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Annual
Temperatura máxima absoluta (°C)	38.8	39.0	41.0	44.0	45.0	43.0	40.0	40.0	39.0	40.5	38.0	40.0	45.0
Temperatura máxima media (°C)	29.2	30.7	32.8	35.0	35.9	34.9	34.5	34.2	33.4	32.2	30.7	29.4	32.7
Temperatura media (°C)	23.7	24.7	26.5	28.5	29.6	29.2	28.7	28.5	28.2	27.0	25.4	24.0	27.0
Temperatura mínima media (°C)	18.2	18.7	20.3	22.1	23.3	23.5	22.8	22.7	22.9	21.9	20.0	18.6	21.3
Temperatura mínima absoluta (°C)	8.9	9.0	10.0	13.0	2.5	17.0	18.0	19.0	18.0	15.0	12.0	9.3	2.5
Precipitación total (mm)	26.1	15.9	12.6	13.0	53.0	159.3	179.5	187.3	203.4	119.3	41.4	25.3	1036.1
Días de precipitaciones (≥ 0.1 mm)	3.9	2.4	2.0	1.3	3.8	11.6	14.8	14.6	14.4	9.4	4.7	3.5	86.4
Humedad relativa (%)	77	74	71	70	72	76	78	76	80	75	76	79	75

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, 2010 Fuente de Consulta: Weatherbase

En el programa institucional de uso eficiente del agua, para el sexenio de 2016-2021, se manejan datos considerando que en el estado de Campeche el clima se divide en 2 tipos: Subhúmedo con lluvias en verano, y Cálido húmedo con abundantes lluvias en verano. Su temperatura y precipitación media anual la podemos dividir en 4 Estaciones meteorológicas: Palizada con temperaturas promedio de 26.8 grados centígrados y precipitación de 1,906.90 mm., Campeche con temperaturas promedio de 27.1 grados centígrados y precipitaciones de 1,121.6 mm., Candelaria con temperaturas promedio de 26 grados centígrados y precipitaciones de 1,439.1 mm., y Zoh-Laguna con temperaturas de 24.4 grados centígrados y precipitaciones de 1002.4 mm., y con base en la información de las estaciones meteorológicas del estado se realizó una línea histórica de tiempo climático abarcando de 1982 a 2012, (ver tabla 4.2)

Tabla 4.2. Datos históricos del clima de San Francisco de Campeche

	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura media (°C)	23.2	24.1	26.2	28.1	28.8	28.7	28	28	27.7	26.3	24.4	23.4
Temperatura min. (°C)	18.5	18.9	20.8	22.8	23.7	24.1	23.4	23.5	23.5	22.2	20	18.8
Temperatura máx. (°C)	27.9	29.3	31.6	33.5	33.9	33.4	32.7	32.5	31.9	30.5	28.9	28
Precipitación (mm)	23	12	19	15	57	143	181	187	190	92	46	34

Fuente: CAPAE Programa Institucional de Uso eficiente del agua 2016-2021

Hay una diferencia de 178 mm de precipitación entre los meses más secos y los más húmedos. A lo largo del año, las temperaturas varían en 5.6 °C.

Situación del recurso agua de San Francisco de Campeche

Dentro del mismo Estado, el Municipio de Campeche limita al Norte con el Municipio de Tenabo; al Este con el Municipio de Hopolchén; al Sur con el Municipio de Champotón y al Oeste con el Golfo de México. Tiene una extensión territorial de 3,410.64 Km² que representa el 6% del territorio Estatal. La superficie del municipio es plana con pequeñas ondulaciones no mayores a 100 msnm. Está atravesado por la Sierra alta o Puuc que en su recorrido por la costa forma acantilados con puntas conocidas con los nombres de Maxtún y Boxol. Se ubica en la Gran Plataforma de la Península de Yucatán, compuesta de roca caliza y que se levanta por encima del mar desde hace sesenta millones de años.

La Ciudad de San Francisco de Campeche, actualmente tiene una población total de 290,804 habitantes (proyección poblacional 2016) y una densidad poblacional de 75,94 hab/ km², de acuerdo con los datos arrojados por el Censo de población y vivienda 2010 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), encontrándose la mayor concentración de población en la zona oeste de su territorio, en la que está situada la ciudad, geográficamente se encuentra ubicada a una Altitud de un metro, Latitud: 19° 51' 00" N y Longitud: 090° 31' 59" O (PNUD, 2005).

De acuerdo a la *Ley Orgánica de los Municipios del Estado de Campeche*, el municipio se divide en cuatro secciones municipales, las cuales son:

Sección Municipal de Alfredo V. Bonfil: el pueblo de Alfredo V. Bonfil como su cabecera municipal, tres ejidos y la zona arqueológica de Edzna.

Sección Municipal de Hampolol: el Pueblo de Hampolol, tres ejidos, 14 ranchos y áreas de producción hortícola de Francisco Kobén.

Sección Municipal de Pich: a esta Sección pertenece: El pueblo de Pich, su cabecera, tres pueblos seis congregaciones poblacionales y siete ranchos.

Sección Municipal de Tixmucuy: A esta Sección le pertenecen: el pueblo de Tixmucuy como cabecera, el pueblo de Pocyaxun, cinco ejidos, seis haciendas y 12 ranchos y

La Ciudad de San Francisco de Campeche, es una sección en sí, pero no es igual a las mencionadas con anterioridad, debido a que es cabecera del municipio. A San Francisco de Campeche le pertenecen: Los pueblos de Castamay, Chiná, Lerma y Samulá, seis ejidos, nueve haciendas y 48 ranchos (*Ley del Registro de Centros de Población del Estado de Campeche*, 2008).

De acuerdo al CAPAE, en el municipio de Campeche, se cuentan con 37 sistemas de agua potable, 90 fuentes de captación, 102 tanques en general, 46 superficiales y 56 elevados, con un volumen diario de extracción de 114,756.34 m³ de agua, se cuenta con 85,750 tomas en general, 81,650 domésticas y residenciales, 3,781 comerciales, 130 industriales y 189 de otro tipo, de los 290,804 habitantes, 287,014 cuentan con toma, así que se cuenta con una cobertura de 98.70%. Programa Institucional de Uso eficiente del agua (2016-2021). Acerca de la situación del agua en San Francisco de Campeche, se hará mención de los precios que para el consumidor tiene el agua potable, haciendo referencia a una reunión de la Junta de Gobierno del Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Campeche, cuya reproducción a la letra dice:

En el marco de la III Junta de Gobierno del Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Campeche (SMAPAC), presidida por Ana Martha Escalante Castillo, se aprobó actualizar las tarifas por el pago de servicio de agua potable, iniciar la campaña de descuento que aplicará durante los meses de octubre, noviembre y diciembre, reducir de cuatro a tres las zonas de servicio y crear dos nuevas tarifas para giros comerciales. En cumplimiento a los ordenamientos legales, los integrantes de la Junta de Gobierno del SMAPAC, reunidos en la Sala de Cabildos “4 de octubre”, aprobaron ajustar en un porcentaje de 15.39% las tarifas por pago de servicio de agua potable, y aplicar un 20% de descuento en el primer mes de campaña a los usuarios cumplidos, y un 100% de recargos a los morosos que acudan a ponerse al día durante los últimos tres meses del año.

Máximo Segovia Ramírez, titular del SMAPAC, expuso que en términos reales el ajuste tarifario del 15.39%, comparado con el 10.86% aplicado para el 2013, traducido en pesos es, para el caso de las tarifas más bajas, de seis pesos al mes.

“Por ejemplo, la tarifa más baja que era de 5.16 pesos, si la impactamos con el 15% que estamos manejando y lo redondeamos a pesos, nos da seis pesos al mes, estamos hablando de un incremento de 80 centavos diarios para una vivienda con tarifa de seis pesos”, apuntó.

“La tarifa de la zona media, zona 1, que estaba en 53 pesos con 68 centavos, si la impactamos con el porcentaje a aplicar, sube a 62 pesos, sube 8 pesos prácticamente, de 54 sube a 62. La tarifa más alta, la residencial, redondeada a 93 pesos, sube a 108 pesos, sube 15 pesos ya aplicando el impacto del 15%”, ejemplificó.

También se modificó el número de zonas para efectos de facturación, anteriormente eran cuatro zonas, incluyendo las Zonas 3 y 4 que correspondían a Lerma y Samulá, respectivamente, y que ahora serán una sola zona, la Z-3-L (Lerma) y Z-3-S (Samulá), únicamente para efectos administrativos al interior del sistema, sin que represente ningún cambio más para los usuarios.

En el caso de la tarifa comercial, la Junta de Gobierno autorizó crear la tarifa 5.1 y la tarifa 5.8, la primera para comercios pequeños como changarros, tiendas de abarrotes, expendios de revistas, entre otros, que tienen un bajo consumo de agua, y la tarifa 5.8 será una tarifa especial de alto consumo, en donde quedarían por ejemplo los supermercados, negocios de lavado y engrasado y otros que utilizan grandes cantidades del vital líquido.

Así mismo, se aprobó la campaña de descuento para incentivar el pago por el servicio de agua potable, la cual consiste, para los usuarios que son cumplidos y que están al día en sus pagos, aplicar un descuento del 20% en pago adelantado del 2014 durante el mes de octubre. En el mes de noviembre el descuento que se aplicará será del 15%, y en diciembre del 10%.

Adicionalmente los adultos mayores, pensionados, jubilados, y personas con discapacidad, siempre y cuando el contrato esté a nombre de ellos, tienen el 50% de descuento durante todo el año.

En el 2017 las tarifas aumentan quedando en la zona 1 con un costo de 64 pesos, en la zona 2 con 30 pesos y en la zona 3 con 47 pesos mensuales y es la tarifa vigente en el 2020, aun cuando ha habido un incremento en las tarifas de agua potable es de reconocer que sigue siendo de las tarifas más bajas en el país y es una tarifa fija por falta de medidores domiciliarios, lo que impide determinar específicamente el volumen de agua utilizado por vivienda.

Respecto al agua suministrada y desinfectada para consumo humano, no se encontraron valores específicos para la Ciudad de San Francisco de Campeche, proporcionando datos del Estado de Campeche, en un comparativo con los otros Estados que conforman en Territorio Nacional, como se describe en la siguiente tabla 4.3.

Tabla 4.3 Agua suministrada y desinfectada para consumo humano por entidad federativa

Entidad federativa	Caudal (l/s)		Cobertura %
	Suministrado	Desinfectado	
Aguascalientes	3 919.5	3 711.0	94.7
Baja California	8 637.0	8 538.2	98.9
Baja California Sur	2 800.1	2 765.2	98.8
Campeche	2 917.5	2 914.7	99.9
Chiapas	6 305.0	5 920.0	93.9
Chihuahua	13 215.4	13 215.4	100.0
Coahuila de Zaragoza	11 650.6	11 238.1	96.5
Colima	3 750.9	3 699.6	98.6
Distrito Federal	32 088.0	31 538.3	98.3
Durango	7 939.8 7	545.7	95.0
Guanajuato	13 689.2	12 709.7	92.8
Guerrero	7 752.2	7 171.1	92.5
Hidalgo	4 279.2	4 094.7	95.7
Jalisco	20 693.6	20 276.0	98.0
México	35 476.3	35 476.3	100.0
Michoacán de Ocampo	14 683.0	13 922.7	94.8
Morelos	9 941.2	9 643.1	97.0
Nayarit	3 123.8	3 099.4	99.2
Nuevo León	12 638.0	12 384.5	98.0
Oaxaca	4 935.6	4 863.6	98.5
Puebla	9 822.9	9 742.2	99.2
Querétaro de Arteaga	5 049.2	4 937.1	97.8
Quintana Roo	4 203.9	4 203.9	100.0
San Luis Potosí	5 475.6	5 060.9	92.4
Sinaloa	10 174.1	9 949.1	97.8
Sonora	13 029.6	12 726.6	97.7
Tabasco	10 949.0	10 822.0	98.8
Tamaulipas	11 591.1	11 521.8	99.4
Tlaxcala	2 312.1	2 302.5	99.6
Veracruz de Ignacio de la Llave	22 871.0	21 982.0	96.1
Yucatán	6 887.2	6 308.7	91.6
Zacatecas	6 502.9	6 423.2	98.8
Total	329 304.5	320 707.2	97.4

En la tabla se observa que casi el 100% del agua suministrada es desinfectada y apta para el consumo humano, y que solo los estados de Chihuahua, México y Quintana Roo desinfectan el 100% del agua que suministran. Desde esta perspectiva en Campeche no existen problemas de desinfección del agua suministrada a través de las redes de agua potable.

Por otra parte, desde hace varios años la CONAGUA lleva a cabo la actualización sistemática del inventario de las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, incluyendo su ubicación, capacidad y estado de funcionamiento a fin de generar y establecer programas y acciones de apoyo que conlleven a incrementar y rehabilitar dicha infraestructura de tratamiento, necesaria para sanear un mayor volumen de agua.

Para el año 2010, se estableció como meta nacional alcanzar una cobertura de tratamiento de aguas residuales del 48.5%, equivalente a un caudal tratado de $101.4\text{m}^3/\text{s}$, lo que implicaba incrementar en $13.2\text{m}^3/\text{s}$ el caudal de aguas tratadas en el ejercicio. De acuerdo con la información que recaba la CONAGUA a través de sus organismos de cuenca y direcciones locales, a diciembre de 2010 existen en el país 2 186 plantas en operación formal, 157 más que en el ejercicio anterior, con una capacidad total instalada de $126.8\text{m}^3/\text{s}$.

Las 2 186 plantas en operación procesan un caudal de $93.6\text{m}^3/\text{s}$, equivalente al 44.8% del total de las aguas residuales colectadas en los sistemas formales de alcantarillado municipales, estimado en $209.1\text{m}^3/\text{s}$. Con la puesta en operación de más plantas tratadoras, la cobertura de tratamiento de aguas residuales también se ha incrementado. Del año 2000 al 2010 la cobertura de tratamiento de aguas residuales se incrementó en 21.8%, lo que significa un caudal adicional de $47.7\text{m}^3/\text{s}$.

En la ciudad San Francisco de Campeche existen 23 plantas de tratamiento que en el año de 2016 habían sido rehabilitadas 15 y se entregaron 3 nuevas plantas de tratamiento lo que permitió aumentar el caudal de desinfección, aunque en comparación con otros estados solo el 5.6% de las aguas residuales son tratadas.

Ciclo Urbano del Agua

La metodología de Análisis de Ciclo de Vida se aplica por primera vez, en el año 2007 en un estudio para calcular el consumo energético y las emisiones asociadas al ciclo integral del agua urbana, en las distintas fases del mismo, desde la captación hasta la depuración incluyendo también la reutilización del agua, obteniéndose unos valores de entre 8 y 10Kg CO_2 por m^3 facturado. Este consumo corresponde tanto a los costos energéticos derivados de la operación del ciclo del agua como la construcción y mantenimiento de las infraestructuras hidráulicas a lo largo de todo el ciclo.

En el año 2007, Antonio Estevan realiza un Análisis del Ciclo de Vida del agua urbana, resumiendo aquí sus principales aspectos. El trabajo tenía por objetivo establecer un modelo metodológico y configurar las bases de una herramienta de cálculo que permita obtener valoraciones aproximadas de los consumos energéticos y las emisiones asociadas al ciclo integral del agua urbana, entendiendo éste como un proceso unificado e interconectado desde su principio a su fin.

Para alcanzar la finalidad perseguida se ha recurrido a las metodologías conocidas como “Análisis de Ciclo de Vida” (ACV) que extienden los análisis ambientales a todas las actividades que son necesarias para obtener el producto o servicio requerido, contabilizando tanto los consumos e impactos directos como los indirectos que se originan en cada actividad. El análisis energético de las metodologías (ACV) contemplan los siguientes aspectos:

- a. Definición de objetivos y límites de análisis, incluyendo la identificación de todas las actividades incluidas en el ciclo de vida de un producto o servicio.
- b. Valoración de los consumos energéticos ocasionados en cada actividad.
- c. Atribución de consumos energéticos a la unidad de producto o servicio.
- d. Interpretación de resultados, incluyendo análisis de verificación, sensibilidad, conclusiones y recomendaciones.

En la metodología (ACV) cuando es aplicada al ciclo de agua urbana se amplía el campo de análisis a las tres dimensiones siguientes:

1. Consideración del ciclo de vida completo del agua urbana, desde la obtención del recurso hasta su depuración y devolución a la naturaleza o a otro ciclo de uso, incluyendo la utilización de agua por el usuario y la obtención de agua caliente sanitaria (ACS).
2. Contabilización de la energía incorporada en la construcción y mantenimiento de las infraestructuras hidráulicas a lo largo de todo el ciclo.
3. Contabilización de la energía consumida en el transporte y manejo del agua urbana, incluyendo los consumos energéticos para la producción de ACS y la energía incorporada en los reactivos utilizados en los tratamientos.

Es decir, el análisis del ciclo de vida del agua obliga a sustituir el concepto tradicional de “suministro volumétrico” por el de “servicio hidráulico”, entendiéndolo éste como la sucesión de actividades que es necesario realizar para que los usuarios de una red de abastecimiento urbano puedan disponer de agua en condiciones de volumen, calidad y temperatura adecuada para prestar los servicios hidráulicos demandados, y para que las aguas residuales sean recogidas y tratadas hasta dejarlas en condiciones de ser devueltas a la naturaleza o de ser destinadas a nuevos ciclos de uso. Para realizar el análisis se ha dividido el ciclo de agua urbana en ocho fases, como se detalla en la siguiente tabla 4.4.

Tabla 4.4 Fases del ciclo de agua urbana

Etapa	Operaciones de Inversión	Operaciones de Explotación
Captación	Presas, pozos, tomas marinas	Bombeos, afecciones
Aducción	Conducciones, estación de bombeo	Bombeos, turbinaciones
Potabilización	ETAP, EDAM	Bombeos, reactivos
Distribución	Depósitos y redes urbanas	Bombeos
Utilización	Equipos usuarios (ACS), descalcificación	Calentamiento
Recogida	Alcantarillado, estación de bombeo	Bombeos
Depuración	EDAR tratamiento secundario	Bombeos reactivos
Reutilización	Tratamiento terciario con OI	Bombeos, reactivos

Fuente: Estevan, 2007

La considerable cantidad de parámetros relacionados con el consumo energético y las emisiones de CO₂, se han estructurado en forma de un modelo de simulación que permita:

1. Evaluar los consumos energéticos y las emisiones de en cada fase del ciclo.
2. Establecer la repercusión unitaria de los consumos y las emisiones CO₂ sobre la Unidad de Servicio Hidráulico (USH).
3. Comparar los consumos y emisiones de diferentes alternativas de recursos (superficiales, subterráneos, marinos) y configuraciones de sistemas.
4. El modelo que se ha diseñado para cumplir estas funciones consta de tres bloques que se desarrollan a lo largo de las ocho etapas en las que se ha dividido el ciclo del agua urbana:
 - a. Análisis de flujos de agua en cantidad y calidad.
 - b. Análisis energético de la inversión y la explotación.
 - c. Cálculo de consumos energéticos y emisiones de CO₂, global y por USH (López, 2007).

Las principales conclusiones obtenidas, todavía provisionales y revisables a medida que se vaya mejorando la información básica, son las siguientes:

La producción de ACS representa entre el 65 y el 85% del consumo energético del ciclo integral del agua urbana.

La energía incorporada en las infraestructuras y reactivos puede representar, en determinados escenarios de transporte a grandes distancias y con calidades deficientes del agua, hasta el 50% de la emisión total en el ciclo del agua fría.

La calidad del agua tiene una considerable influencia en el consumo energético a lo largo de todo el ciclo, ya que incide en el costo energético de la potabilización, en los consumos de reactivos, jabones y detergentes, en el rendimiento y durabilidad de los equipos de ACS y en los costos energéticos de la reutilización.

Las emisiones del ciclo global del agua urbana, evaluadas con un enfoque ACV, podrían oscilar entre 8 y 10Kg de CO₂ por m³ facturado. La cifra inferior representaría el uso de recursos convencionales cercanos de buena calidad y la superior recursos de baja calidad y transportados desde muy largas distancias (varios cientos de kilómetros). En el centro de ese abanico se sitúan las aguas desaladas. De estas emisiones, entre 6 y 7Kg pueden corresponder a la producción de ACS y el resto al ciclo del agua fría.

De los análisis con enfoque ACV se desprenden las siguientes líneas generales de actuación para la compensación de emisiones en cada fase del ciclo del agua:

Para todo el ciclo,

Como medidas transversales:

- a. Utilización prioritaria de aguas de buena calidad en el ciclo urbano del agua;
- b. Reducción de consumos mediante gestión de la demanda.

Fases de captación, aducción, potabilización y distribución:

- a. Medida activa clave: utilización de Fuentes de energía eléctrica renovables;
- b. Medidas preventivas: uso de recursos cercanos y reducción de pérdidas.

Fase de utilización:

- a. Medida activa clave: uso de energía solar para la producción de ACS.

Fases de alcantarillado, depuración y reutilización:

- a. Medida activa clave: recuperación de la energía de los gases de depuración;
- b. Medida preventiva: proteger la calidad de las aguas residuales en la recogida (López, 2007).

Valor de Uso

El valor de uso se define por la utilidad o capacidad que posea una cosa, mercancía o sustancia para satisfacer una necesidad humana y/o de la sociedad. Se dice del valor de uso de cualquier cosa, que su naturaleza reside en las propiedades físicas, químicas y otras propiedades naturales que el objeto de estudio posea, y también por las que éste haya adquirido a consecuencia de la actividad humana dirigida a un fin. Son valores de uso tanto los productos del trabajo como muchas otras cosas dadas por la naturaleza (aire, agua, frutos silvestres, etc.).

La teoría dice que algunas cosas satisfacen directamente las necesidades personales de los seres humanos, sirven de objetos de consumo personal (alimentos, vestido, etc.); otras sirven como medios para producir bienes materiales, es decir, son medios de producción: máquinas, materias primas, combustibles, etc. El agua comparte ambas características: satisface directamente las necesidades vitales y también es usado como medio de producción, pero, además, es connatural a la vida, lo que hace complejo su análisis desde la perspectiva del derecho a la vida, humana y de la biosfera, en relación con su valor de cambio y la privatización de la misma.

El agua es indispensable para que la vida del planeta exista, su valor de uso es por tanto y al mismo tiempo: individual, colectivo, social, de interés para humanos, plantas, animales, en general todo ser vivo. Lo anterior permite cuestionar por el valor social de uso, pero también por el valor ético frente a la vida del planeta y su sostenibilidad, algo a lo que quizá se podría llamar *valor biótico o bioético de uso del agua* (Loomis, 2000).

El ciclo del agua pasa por nuestro cuerpo, que bioquímicamente produce agua que es enviada al ambiente y circula entre la atmósfera, la biosfera, la hidrosfera y la litosfera. Se podría decir que su valor de uso deriva de ser inherente a la vida. El agua junto con el aire, se consideran los valores de uso por excelencia para la vida. El aire está en todas partes, para hacer uso del mismo, basta con respirar, considerando la calidad del aire.

El agua, constituyendo parte mayoritaria de la composición de todo cuanto existe en el planeta, no está disponible en todas partes, al menos no en su calidad de agua potable.

A medida que la población ha ido creciendo, las necesidades de agua potable se han multiplicado debido a que los seres vivos buscan el agua: seres humanos y animales caminan lo que se precise en su búsqueda; las plantas desarrollan trofismos y otras adaptaciones con tal de captar agua y hacer uso racional de la misma (Loomis, 2000).

En la Tierra hay 1 400 millones de kilómetros cúbicos de agua, de los cuales el 97% es agua salada y el 3% es agua dulce, de ese 3% tres cuartas partes corresponden a agua congelada en los Polos o es subterránea, por lo tanto, tampoco se puede utilizar para consumo humano. Lo anterior deja a los humanos cerca de un uno por ciento del total de agua en la Tierra para su consumo.

El valor social del agua, es por tanto un valor bioético planetario, siendo necesario incorporar su estudio en las disciplinas sociales, políticas y económicas con miras a buscar hacer sostenible la vida de todos cuantos dependemos y somos agua.

El valor de cambio de una cosa, mercancía o sustancia, depende según la teoría económica de su escasez y de la cantidad de trabajo que se precise para obtenerla. En el caso del agua, esta se obtiene independientemente de la acción humana, aunque la acción humana interfiera con la calidad y disponibilidad de la misma. Se puede decir que el planeta fabrica el agua que se recicla por toda la biosfera y demás capas de la tierra; la cual a su vez se purifica gracias a la acción de la evaporación (el sol) y de la transpiración (las plantas).

Los seres humanos “intermedian” el agua por su biología y actividades antrópicas, contaminándola, desperdiciándola, privatizándola, en beneficio de intereses particulares, que son de “acumulación virtual” y no de uso social y menos bioético planetario.

Se sabe que el agua que bebemos hoy la bebieron los dinosaurios, es la misma en cantidad reciclada infinidad de veces: ha sido río cristalino, agua salada, Fuente subterránea, nubes, vapor, hielo, etc., y no se puede producir más agua que la que se está reutilizando. Lo que sí se puede y debe, es llevar el agua potable hasta donde es escasa. Se puede porque hoy se cuenta con toda la tecnología para hacerlo, y se debe porque el agua como el aire nos pertenece a todos (<http://aguaplaneta.blogspot.mx/2006/05/agua-valor-de-uso-y-valor-de-cambio.html>).

El valor de cambio aparece primero como la proporción en que los valores de uso de un tipo se cambian por los de otro. Pero como esta proporción varía con el tiempo y el lugar, un valor de cambio intrínseco a la mercancía se presenta como una contradicción en el adjetivo.

Con el tiempo el valor de uso del agua fue apareciendo en la medida que se precisó llevarla a lugares distantes, especialmente con el nacimiento de las ciudades. Aparecieron reglamentaciones dentro de las ciudades estado y provincias sobre el manejo y uso del agua colectiva.

Al instaurarse la propiedad individual sobre la tierra, las Fuentes de agua dentro del terreno pasaron a ser propiedad de un señor. Los conflictos por el agua han existido ya, pero las grandes guerras mundiales por el agua ya han empezado (<http://aguaplaneta.blogspot.mx/2006/05/agua-valor-de-uso-y-valor-de-cambio.html>).

Metodología a desarrollar

Para este trabajo se estableció como objetivo el Generar un patrón de valor y uso, con respecto al agua, para mejorar la toma de decisiones del recurso en la Ciudad San Francisco de Campeche. Cuya principal hipótesis es que el nivel socio económico de la población determina positiva o negativamente el valor y uso del agua.

Población

La población de estudio estuvo contenida en el municipio de Campeche, según el INEGI (2010) la cantidad de habitantes era de 259,005; encontrándose la mayor concentración de población en la zona oeste de su territorio, en la que está situada la ciudad de San Francisco de Campeche.

De acuerdo a la *Ley Orgánica de los Municipios del Estado de Campeche*, el municipio se divide en cuatro secciones municipales, las cuales son:

Sección Municipal de: a). - Alfredo V. Bonfil, b). - Hampolol, c). - Pich, y d). - Tixmucuy, así como la Ciudad de San Francisco de Campeche, (*Ley del Registro de Centros de Población del Estado de Campeche*, 2008).

Sujetos: Después de realizar estudios preliminares, considerando el poder adquisitivo, el poder de decisión y la claridad en la percepción del tema en estudio, se determinó trabajar con el grupo etario mayor de 18 años y considerando a ambos sexos (masculino y femenino).

Muestra

El tamaño de la muestra se calculó utilizando la fórmula estadística

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

Siguiendo este esquema la N obtenida es de 9,260.65 y su 10% es de 926.065, lo que redondeado nos da una muestra de estudio conformada por 1000 personas, distribuidas en estratos, y se eligió de manera aleatoria los grupos a encuestar, quedando la elección como se describe en la tabla 4.5

Tabla 4.5 Ubicación de los puntos de muestreo en cada estrato

Estrato Municipal	Puntos de muestreo (localidad)	No de muestras	Totales/ estrato
Alfredo V. Bonfil	Pueblo Nuevo de Cayal	100	150
	Zona arqueológica de Edzná	50	
Hampolol	Pueblo de Hampolol	50	150
	Ejido de Bethania	50	
	San Francisco Kobén	50	
Pich	Bolonchén-Cahuich	100	150
	La Congregación Carlos Cano Cruz	50	
Tixmucuy	Pueblo de Pocyaxun	50	150
	Ejido de Adolfo Ruiz Cortines	25	
	Ejido de Bobolá	50	
	Ejido de Uayamón	25	
Ciudad de San Fco. de Campeche	Pueblo de Chiná	100	400
	Pueblos de Castamay	100	
	Pueblos de Lerma	150	
	Ranchos Santa Rosalía	50	
Total		1000	1000

Fuente: Romero, 2019

Instrumentos

Al inicio del presente trabajo se utilizaron cuestionarios unitarios multimodelo de cinco preguntas, que permitieron cualificar el tema y sentar el antecedente para la elaboración de los cuestionarios finales que aquí se describen, ver tabla 4.6.

Tabla 4.6 Cuestionario escalamiento Likert aplicado como instrumento de recolección de información

Pregunta	*(5)	*(4)	*(3)	*(2)	*(1)
¿Cuidas el agua?					
¿Valoras el agua?					
¿Consumes mucha agua al día?					
¿Desperdicias mucha agua al día?					
¿Crees que el agua se puede acabar?					
¿Concibes la vida en el planeta sin agua?					
¿Concibes tu vida sin agua?					
Pregunta	*(5)	*(4)	*(3)	*(2)	*(1)
¿Crees posible una vida saludable con menos agua de la que dispones hoy?					
¿Tienes problemas con el suministro de agua en tu colonia o comunidad?					
¿Tienes problemas con el suministro de agua en tu casa?					

* (1) Definitivamente no, (2) Probablemente no, (3) Indeciso Afirmación, (4) Probablemente sí, (5) Definitivamente sí. Estos serán los valores que se utilicen a lo largo del trabajo.

Fuente: Romero, 2019

El segundo cuestionario aplicado, cualitativo, se describe en la tabla 4.7

Tabla 4.7 Cuestionario con opción múltiple aplicado para cualificar el tema del agua

Pregunta abierta		Respuestas		
1	¿Cuánta agua utilizas al día?			
2	¿Utilizas la misma cantidad de agua cada día?	Sí	No	
3	¿En qué utilizas la mayor cantidad de agua?	Aseo personal	Comida	Limpieza
4	¿Qué propones para cuidar el agua?			
5	¿Qué acciones propondrías a nivel gobierno para cuidar el agua?			

Fuente: Romero, 2019

Durante la aplicación de este cuestionario se consideraron los estratos referidos en la tabla 4.2 en el grupo etario mayor de 18 años, en ambos sexos, y fueron aplicados por personal capacitado específicamente en el tema de aplicación de encuestas y cuestionarios durante un período de una semana, en el que se consideraron las encuestas preliminares y los sesgos en los resultados.

Resultados

Para el análisis de los datos se consideraron los indicadores que establece el INEGI, los cuales se describen a continuación:

1. Infraestructura de la vivienda (agua entubada, luz drenaje).
2. Calidad de la vivienda (piso que no sea de tierra, material de las paredes y techos).
3. Hacinamiento (Cuantos habitantes hay por cada habitación de la vivienda).
4. Equipamiento en la vivienda (baños, calentadores a gas, refrigerador, televisión, teléfono, vehículos).
5. Salud (Hijos sobrevivientes de mujeres de 20 a 34 años, porcentaje de derechohabientes a servicios de salud, porcentaje de gente mayor de 65 años con acceso a servicios de salud, porcentaje de personas menores de 18 años derechohabientes a servicios de salud y porcentaje de mujeres jefas de hogar derechohabientes a servicios de salud).
6. Educación (Porcentaje a alfabetismo, asistencia a diferentes niveles escolares, promedios de escolaridad, y porcentaje de hogares donde el jefe tiene primaria completa o más).
7. Empleo (porcentaje de población económicamente activa, mujeres ocupadas, niveles salariales, personas beneficiadas por los salarios).

De acuerdo al nivel socioeconómico de la población, la percepción que cada grupo tiene respecto al valor y uso del agua varía, se utilizó la clasificación por estados y estratos socioeconómicos que el INEGI publicó en el año 2010, encontrando que en esta clasificación el estado de Campeche se encuentra dentro de los más pobres del país (Figura 4.2), siendo necesario utilizar la metodología del Gobierno para medir la pobreza en México que identifica tres tipos de pobreza, de acuerdo con el nivel de ingresos, la educación, el acceso a servicios básicos y de salud, la alimentación y la vivienda de la población:

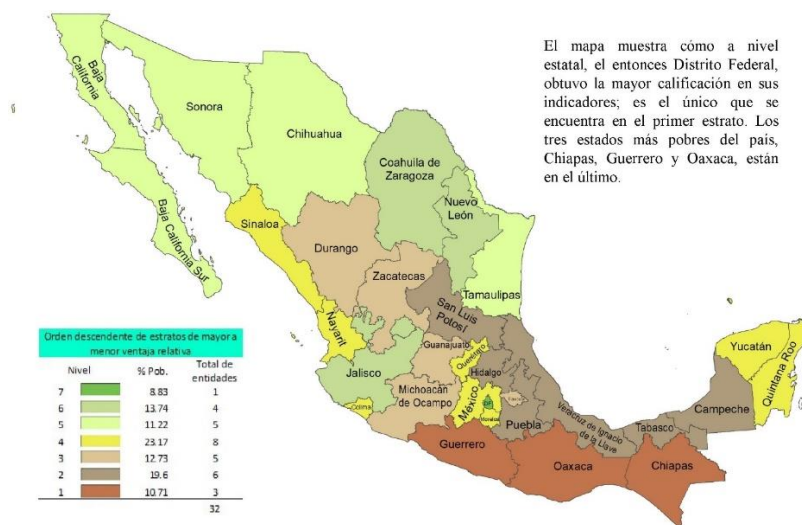
Pobreza alimentaria: es la población que cuenta con un ingreso per cápita insuficiente como para adquirir una alimentación mínimamente aceptable.

Pobreza de capacidades: es la población que, si bien puede cubrir sus necesidades mínimas de alimentación, cuenta con un ingreso per cápita insuficiente como para realizar las inversiones mínimamente aceptables en la educación y la salud de cada uno de los miembros del hogar.

Pobreza patrimonial: es la población que, si bien puede cubrir sus necesidades mínimas de alimentación, educación y salud, cuenta con un ingreso per cápita que no le es suficiente para adquirir mínimos indispensables de vivienda, vestido, calzado y transporte para cada uno de los miembros del hogar.

Seleccionando para la clasificación de los estratos socio económicos, el punto tres, referente a la pobreza patrimonial.

Figura 4.2. Mapa de la República Mexicana por estados y estrato socioeconómico promedio



Fuente: INEGI, 2010

Después de aplicar el instrumento de evaluación a los 1000 individuos en los tres niveles socioeconómicos, por nivel, se encontró la siguiente información:

En la tabla 4.8, se refleja el promedio de los resultados de las encuestas aplicadas a individuos clasificados en el Nivel 1 (Clase Baja, incluye pobreza extrema).

Tabla 4.8 Resultados promedios, en el nivel socio económico 1, obtenidos por rubro evaluado

Pregunta	*(5)	*(4)	*(3)	*(2)	*(1)
¿Cuidas el agua?			X		
¿Valoras el agua?	X				
¿Consumes mucha agua al día?				X	
¿Desperdicias mucha agua al día?					X
¿Crees que el agua se puede acabar?					X
¿Concibes la vida en el planeta sin agua?					X
¿Concibes tu vida sin agua?					X
¿Crees posible una vida saludable con menos agua de la que dispones hoy?			X		
¿Tienes problemas con el suministro de agua en tu colonia o comunidad?					X
¿Tienes problemas con el suministro de agua en tu casa?					X

Fuente: Romero, 2019

En este sector de la población el agua se considera como un elemento más de la naturaleza, que existe como el sol y las estrellas, por lo cual su cuidado es algo intangible; sin embargo, el valor que le dan al agua es alto y no hay desperdicio debido a que las actividades que realizan son básicas.

No se puede obviar que son comunidades rurales, en donde los servicios básicos que tienen son insuficientes y en este sector no se manifiestan (aunque visiblemente existen) problemas con el suministro de agua, debido a que tienen la cultura de obtener y captar agua de Fuentes ajenas a la red de agua potable y que por lo general ésta no llega a todos los predios de la comunidad.

En la tabla 4.9, se reflejan los resultados de las preguntas abiertas aplicadas a individuos clasificados en el Nivel 1 (Clase Baja, incluye pobreza extrema).

Tabla 4.9 Respuestas promedio a preguntas abiertas en el nivel socio económico 1

Pregunta abierta		Respuestas	
1	¿Cuánta agua utilizas al día?	No tienen idea, en algunos casos se reportaron valores alejados de cualquier realidad.	
2	¿Utilizas la misma cantidad de agua cada día?	√Sí	No
3	¿En qué utilizas la mayor cantidad de agua?	Aseo personal	√Comida Limpieza
4	¿Qué propones para cuidar el agua?	No contaminarla	
5	¿Qué acciones propondrías a nivel gobierno para cuidar el agua?	Preguntarle a la gente antes de decidir	

Fuente: Romero, 2019

Los resultados de la tabla 4.10 para el nivel socio económico bajo muestran desconocimiento de las cantidades de agua utilizadas por período de tiempo, teniendo la percepción de utilizar más agua en sus alimentos, cuando por sentido común, el día de lavar la ropa se consume más agua que un día normal de actividades cotidianas. Su propuesta de cuidado del agua solo implica la no contaminación, sin decir el cómo.

En la tabla 4.10, se reflejan el promedio de los resultados de las encuestas aplicadas a individuos clasificados en el Nivel Socioeconómico 2 (Clase media).

Tabla 4.10 Resultados promedios, en el nivel socio económico 2

Pregunta	*(5)	*(4)	*(3)	*(2)	*(1)
¿Cuidas el agua?	X				
¿Valoras el agua?	X				
¿Consumes mucha agua al día?		X			
¿Desperdicias mucha agua al día?				X	
¿Crees que el agua se puede acabar?			X		
¿Concibes la vida en el planeta sin agua?					X
¿Concibes tu vida sin agua?					X
¿Crees posible una vida saludable con menos agua de la que dispones hoy?					X
¿Tienes problemas con el suministro de agua en tu colonia o comunidad?		X			
¿Tienes problemas con el suministro de agua en tu casa?		X			

Fuente: Romero, 2019

Resaltando en este nivel el cuidado y valor que le dan al agua, así como la posibilidad de desperdicio de la misma y la incertidumbre de que el agua se pueda acabar. En el tema de la vida sin agua, en este sector las respuestas fueron homogéneas respecto a no concebir la vida sin agua y respecto a que la salud está vinculada con la misma. En este grupo aparecieron los problemas con el suministro de agua.

En la tabla 4.11, se reflejan los resultados de las preguntas abiertas realizadas a individuos clasificados en el Nivel 2 (Clase media).

Tabla 4.11 Respuestas promedio a preguntas abiertas en el nivel socio económico 2

Pregunta abierta		Respuestas sugeridas		
1	¿Cuánta agua utilizas al día?	15Lt con una s = 6.89		
2	¿Utilizas la misma cantidad de agua cada día?	√Sí	No	
3	¿En qué utilizas la mayor cantidad de agua?	√Aseo personal	Comida	Limpieza
4	¿Qué propones para cuidar el agua?	Reusarla y consumir menos en aseo personal y limpieza		
5	¿Qué acciones propondrías a nivel gobierno para cuidar el agua?	Cuidar que el ciclo natural del agua continúe.		

Fuente: Romero, 2019

Se encontró en la tabla 4.11 una gran dispersión en los resultados referentes al consumo de agua diario, con un promedio de 15Lt, siendo mayor el uso de agua en el aseo personal que en la alimentación, probablemente vinculado al consumo de alimentos fuera del hogar. En su propuesta para cuidar el agua destaca el reuso y disminución del agua que se utiliza en la limpieza y aseo personal.

En la tabla 4.12, se reflejan el promedio de los resultados de las encuestas aplicadas a individuos clasificados en el Nivel socio económico 3 (Clase alta).

Tabla 4.12 Resultados promedios, en el nivel socio económico 3

Pregunta	*(5)	*(4)	*(3)	*(2)	*(1)
¿Cuidas el agua?	X				
¿Valoras el agua?	X				
¿Consumes mucha agua al día?	X				
¿Desperdicias mucha agua al día?				X	
¿Crees que el agua se puede acabar?		X			
¿Concibes la vida en el planeta sin agua?					X
¿Concibes tu vida sin agua?					X
¿Crees posible una vida saludable con menos agua de la que dispones hoy?					X
¿Tienes problemas con el suministro de agua en tu colonia o comunidad?				X	
¿Tienes problemas con el suministro de agua en tu casa?					X

Fuente: Romero, 2019

Resaltando en este nivel el cuidado y valor que le dan agua, así como el consumo excesivo de la misma y la posibilidad de desperdicio, habiendo un poco de conciencia acerca de que el agua se pueda acabar. En el tema de la vida sin agua, en este sector las respuestas fueron homogéneas respecto a no concebir la vida sin agua y respecto a que la salud está vinculada con la misma. En este grupo, unitariamente no se manifiestan problemas con el suministro de agua.

En la tabla 4.13, se reflejan los resultados de las preguntas abiertas realizadas a individuos clasificados en el Nivel socio económico 3 (Clase Alta).

Tabla 4.13 Respuestas promedio a preguntas abiertas en el nivel socio económico 3

Pregunta abierta		Respuestas sugeridas		
1	¿Cuánta agua utilizas al día?	25Lt, CON UNA S= 8.9		
2	¿Utilizas la misma cantidad de agua cada día?	Sí	√No	
3	¿En qué utilizas la mayor cantidad de agua?	Aseo personal	Comida	√Limpieza
4	¿Qué propones para cuidar el agua?	Regular su uso, construir espacios para su almacenamiento		
5	¿Qué acciones propondrías a nivel gobierno para cuidar el agua?	Consultas populares para modificar las leyes		

Fuente: Romero, 2019

En la tabla 4.13, para el estrato socio económico alto, se encontró un mayor consumo de agua por día, con una dispersión muy alta y correspondiente a una $s=8.9$, ocupando un primer plano las actividades relacionadas con la limpieza, probablemente asociadas a un mayor número de bienes, áreas verdes, entre otras construcciones. En este sector de la población se propone regular las leyes para la conservación del agua, paralelamente a almacenar la misma en épocas de alta precipitación pluvial.

En el apartado de las preguntas abiertas, en el nivel 1, las personas no tienen una idea clara de la cantidad de agua que utilizan diariamente, en el nivel 2, gastan en promedio 15 litros, y en el nivel 3, 25 litros, se infiere que conforme el nivel socioeconómico avanza se hace mayor uso del recurso, y también de una mayor sensibilidad acerca de la importancia del agua. Asimismo, también proponen reusar, cuidar el recurso y regular el uso a través de modificación de las leyes.

Interpretación de la relación de valor-uso del agua para diferenciarla en los sectores muestreados

Para el caso de la Ciudad de San Francisco de Campeche, se tomó como elementos referentes la “Economía y la Ecología” que tienen una estrecha relación; en el caso de la Economía significa Administración de la Casa y Ecología significa conocimiento de la casa. Esto conduce a un punto de encuentro, donde para hablar del valor económico del agua, primero se tuvieron que entender los ciclos de agua y sus diferentes usos, para luego aplicarle la razón de ser de la economía: la escasez.

Las carencias ambientales de la teoría económica, basada en “la abundancia de recursos”, generó un problema de enfoque de los bienes y servicios ambientales conocido como “fallas de mercado”. Entre los bienes ambientales se encuentra el agua, ya que es un recurso tangible utilizado por el ser humano como insumo en la producción o en el consumo final, y que se gasta y transforma en el proceso, por lo que, a su vez, es un bien económico.

En la economía clásica, un análisis del valor de las cosas, pone como ejemplos extremos al agua y los diamantes. Por un lado, para el agua todos reconocen su tremenda utilidad (valor de uso) y su poco valor de mercado (valor de cambio – poca utilidad marginal); por el otro, para los diamantes todos reconocen su poca utilidad y su alto valor de mercado (alta utilidad marginal).

En consecuencia, es la sociedad la responsable de la forma en que valora el agua, conforme la abundancia o escasez. Actualmente, el valor económico del agua responde a las leyes del mercado, es decir: sí aumenta la demanda del líquido, y la oferta es constante, el grado de escasez es mayor y el valor tiende a incrementarse. Por ejemplo, hace unas décadas no se hubiera pensado que en la actualidad el agua para consumo humano se vendiera “embotellada” y a un precio similar que otras bebidas presentes en los supermercados (producto de las encuestas aplicadas, se registraron evidencias de asombro de adultos mayores de las zonas rurales de San Francisco de Campeche, por tener que comprar el agua y por el alto costo de la misma, siempre en comparación con una bebida de cola).

Debido a la degradación ambiental y al crecimiento poblacional, en las últimas décadas se ha evidenciado que los recursos naturales son finitos, dando inicio el desarrollo de la economía ambiental (para luego convertirse en economía ecológica), que trata de corregir este problema conceptual y asignar valores con base en el sistema de precios a los bienes y servicios ambientales.

Producto del análisis de la información obtenida, se documenta lo siguiente:

1. Independientemente de la clase social, el agua se percibe como un recurso abundante y gratuito, el costo es por el transporte y entubamiento, no se considera el proceso de desinfección o tratamiento para potabilizarla.
2. Al tener el estado un clima cálido en donde la flora y el agua es abundante se desvaloriza esta relación Flora-Agua, siendo que las zonas de recarga hídrica “productoras de agua” favorecen la regulación del ciclo hidrológico entre invierno y verano.
3. No se considera el “tratamiento” del agua después de haber sido utilizada y regresada nuevamente a la naturaleza, en parte porque en las comunidades rurales no existen plantas de tratamiento sino fosas sépticas en las viviendas, y porque las aguas grises del lavado de ropa muchas veces caen directamente al suelo y es absorbida por la tierra.

Se enfatiza que el valor del agua no es sinónimo de su costo, e inciden en él los valores culturales, morales y religiosos (usos y costumbres), que, como patrimonio intangible es invaluable.

Aunque en algunos casos se puede determinar un costo o precio con base en diferentes tipos de análisis económicos, el proceso es más difícil que en otros bienes. El agua es un bien en movimiento, del cual hay una cantidad finita, pero que al no ser estático es difícil de cuantificar. Lo que normalmente se ve como el precio o valor del agua, son: los costos de inversión de las obras de captación, así como los costos de operación y mantenimiento para extraer, transportar, purificar o limpiar el agua. En épocas recientes se habla de los servicios ambientales, donde se pretende que se reconozcan los costos de protección de los bosques por parte de los beneficiarios o usuarios del agua (FIPA, 2002) (PMIRH, 2000).

En relación a los niveles socio económicos encuestados, se encontró la interpretación de la relación de valor-uso del agua por sector muestreado, mismos que se describen en la tabla 4.14.

Tabla 4.14 Comparativo del valor – uso del agua por nivel socioeconómico

Pregunta	Nivel Socioeconómico		
	Bajo	Medio	Alto
¿Cuidas el agua?	(3) Indeciso Afirmación	(5) Definitivamente sí	(5) Definitivamente sí
¿Valoras el agua?	(5) Definitivamente sí	(5) Definitivamente sí	(5) Definitivamente sí
¿Desperdicias mucha agua al día?	(1) Definitivamente no	(2) Probablemente no	(2) Probablemente no
¿Crees que el agua se puede acabar?	(1) Definitivamente no	(3) Indeciso Afirmación	(1) Definitivamente no
¿Concibes la vida en el planeta sin agua?	(1) Definitivamente no	(1) Definitivamente no	(1) Definitivamente no
¿Concibes tu vida sin agua?	(1) Definitivamente no	(1) Definitivamente no	(1) Definitivamente no
¿Tienes problemas con el suministro de agua en tu colonia o comunidad?	(1) Definitivamente no	(4) Probablemente sí	(2) Probablemente no
¿Tienes problemas con el suministro de agua en tu casa?	(1) Definitivamente no	(4) Probablemente sí	(1) Definitivamente no
¿Cuánta agua utilizas al día?	No tienen idea, en algunos casos se reportaron valores alejados de la realidad.	15Lt con una S = 6.89	25Lt, con una S= 8.9
¿En qué utilizas la mayor cantidad de agua?	Comida	Aseo personal	Limpieza
¿Qué propones para cuidar el agua?	No contaminarla	Reusarla y consumir menos en aseo personal y limpieza	Regular su uso, construir espacios para su almacenamiento
¿Qué acciones propondrías a nivel gobierno para cuidar el agua?	Preguntarle a la gente antes de decidir	Cuidar que el ciclo natural del agua continúe.	Consultas populares para modificar las leyes

Fuente: Romero, 2019

Los tres niveles socioeconómicos coinciden en tres ítems: 1) valoran el agua, 2) no conciben su vida, 3) ni la del planeta sin agua. Encontrando en lo general un mayor respeto por el agua en el nivel 1; una mayor conciencia hacia el cuidado del agua en el nivel 2 y un mayor consumo en el nivel 3.

Patrón de valor y uso del agua para la ciudad de San Francisco de Campeche

En el caso del municipio de Campeche las cuencas o humedales están en acelerada vía de extinción en parte por el cambio climático, pero fundamentalmente por la acción humana mucho más drástica y feroz. Una situación de escasez de agua que amenaza tres aspectos fundamentales del bienestar humano: la producción de alimentos, la salud y, la estabilidad política y social por lo que en la agenda política internacional el tema de la escasez del agua se ha vuelto prioritario (Ramírez, 2013). En el marco de este trabajo, el modelo integral de gestión del agua es un intento de alejarse de las consecuencias de la escasez de agua en busca de medidas que, aunque no pueden dejar de intervenir en el ciclo natural, sean lo más inocuas posible buscando un sistema que permita el equilibrio entre la presión a la que sometemos al medio y su capacidad natural de regeneración.

Sólo de esta manera, mediante un nuevo ciclo del agua urbano en el que se apueste por la conservación de los recursos hídricos, minimizando la demanda del recurso mediante el ahorro, y el reciclaje, a la par que la generación de residuos, será posible una mejora en la calidad del agua y la preservación de los ecosistemas dependientes.

Por otra parte, se analizan dos vertientes para determinar la relación existente entre el patrón de valor y uso del agua y la toma de decisiones:

1. La Ciudad de San Francisco de Campeche está creciendo con un desarrollo urbano acelerado, situación visible y cuantificable por y con el número de fraccionamientos y construcciones en general que han aparecido en los últimos diez años, en su área conurbana es decir las secciones municipales aun cuando son consideradas ciudades, en términos llanos son aún zonas rurales, que están creciendo pero no al ritmo de la ciudad capital, y además en el referente a la actividad económica, se ocupa el sexto lugar, privilegiado, como un lugar recomendado para hacer negocios, situación que se espera incida en un mayor crecimiento; y
2. Las leyes estatales y municipales, enfatizan acerca de la administración del agua en sus diferentes “presentaciones”, no así en acciones tendientes a su conservación.

De esta manera se puede afirmar que no existe relación entre el patrón de valor y uso del agua (que dan y perciben sus habitantes) y la toma de decisiones institucionales, siendo necesario incluir el valor y uso del agua de la población en dicha toma de decisiones, esperando con ello un efecto positivo en la conservación del recurso, por ello se propone el Modelo: Sistema de Gestión Integral del Agua.

El actual modelo de gestión del agua tiene como único objetivo asegurar el suministro del recurso a la población, con base en los resultados obtenidos es necesario considerar la implementación de un nuevo modelo que, profundice más la relación entre el ciclo del agua y los nuevos crecimientos poblacionales que promueva una gestión del agua más consciente de las consecuencias de la desviación de cauces y tenga en cuenta que, a mayor suministro, mayor carga de residuales. Es decir, un sistema que permita que el agua desde su captación hasta su devolución al medio, en el ciclo al que se le denomina ciclo urbano consiga que todas sus partes funcionen complementariamente y con el único objetivo de un consumo más eficaz (Miracle, 2007).

Para ello, el modelo propuesto supone un sistema global en el que se tiene en cuenta el funcionamiento del agua tanto a nivel urbano como edificatorio procurando alargar su vida útil (con captación de pluviales, medidas de ahorro y reutilización) para, cubrir las mismas necesidades, minimizar el consumo evitando la sobreexplotación y reduciendo considerablemente la carga de aguas residuales a las que actualmente se enfrenta el municipio de Campeche y la ciudad de San Francisco de Campeche, colindante con el Golfo de México, que cada día recibe un mayor volumen de descargas de aguas negras por el crecimiento exponencial que se ha desarrollado en la zona, basado en un modelo de ocupación masiva del suelo.

El modelo propone que, en el ámbito urbano, la captación de aguas pluviales, el lógico consumo de este recurso y su reutilización tengan como objetivo prioritario el mantenimiento de la estructura hidrológica de la zona en la que se implanta el nuevo desarrollo urbano, sistema que, con la urbanización tradicional, se ve drásticamente afectado.

El sistema de apropiación del territorio vigente, es un cúmulo de problemas para los sistemas naturales de drenaje ya que, no solo anula la capacidad de absorción del terreno, con la excesiva pavimentación y el relleno indiscriminado de los puntos naturales de absorción en pro de la construcción de diversas obras, ello a pesar de que existe un programa de crecimiento urbano desde la década de 1980, que planteaba el crecimiento urbano hacia el área de Chiná (al sureste de la ciudad de San Francisco de Campeche, pero creció hacia el área de los manglares (al norte de la misma ciudad). Además se desaprovecha el recurso y lo contamina al poner el agua de lluvia en contacto con multitud de desechos contaminantes y contaminados a lo largo del recorrido diseñado para su evacuación cargando los sistemas de depuración, por ejemplo con el nuevo drenaje pluvial se ha observado el rápido desalojo del agua de lluvia hacia el mar pero también la cantidad ingente de basura que arrastra y que obstruye la salida del drenaje, ello a pesar del constante mantenimiento que se le proporciona por parte de la empresa responsable.

Por tanto, para que el crecimiento urbano no suponga un obstáculo infranqueable para el ciclo hidrológico, es fundamental, por un lado, mantener en la medida de lo posible, el recorrido natural del agua de lluvia (sin desviar los cauces naturales ni obstaculizarlos) y por otro, recoger en las zonas impermeabilizadas el agua tan rápido como sea posible para su almacenamiento en depósitos y su posterior reutilización evitando el arrastre de sustancias nocivas.

De acuerdo a estas necesidades, el modelo que se propone plantea un reparto de cargas hídricas que debe reflejarse en el proyecto desde la fase de diseño en una subdivisión del terreno donde se distinga entre las áreas que mantendrán su capacidad de absorción natural y las que, impermeabilizadas, recogerán y almacenarán el agua (Propuesta similar al Proyecto desarrollado por Eddea Arquitectura y Urbanismo S.L. Equipo de proyecto: J. M. De Cárdenas, A. Ehrenfried, M. López de Asiain, R. Gallegos, A. Barrera, B. Giugliardo, M. Sierra, R. Solís, P. Pérez. Informe del panel intergubernamental presentado en Madrid (10/04/07) sobre el Cambio Climático (IPCC).

De esta forma, la propuesta planteada soluciona tanto la hidratación del terreno, como la liberación del sistema general de saneamiento de la evacuación y depuración de un alto volumen de carga. Este último punto, ha resultado ser razón suficiente para muchos municipios que, en un ámbito muy diferente al de nuestro desarrollo, con una alta pluviosidad, necesitan minimizar la escorrentía urbana para evitar las grandes concentraciones de agua, aliviando el sistema de alcantarillado y disminuyendo considerablemente las inundaciones en las zonas que históricamente habían sido puntos de absorción y hoy son diversas construcciones.

Para la implantación del Modelo de Sistema de Gestión Integral del Agua en la ciudad de San Francisco de Campeche, se deberá dividir al municipio en parcelas a las que se les asignarán distintos grados de absorción, mismos que están documentados históricamente y relatados por historia oral. De esta manera, con una ordenación lógica del terreno y con usos asociados, estas áreas se clasificarán según favorecieran más o menos el ciclo natural de infiltración del agua en, permeables (aseguran la infiltración mediante vegetación y tratamientos del terreno para abastecer de agua las capas inferiores impidiendo escorrentías que erosionan el terreno), semipermeables (aquellos que derivan, retienen y cuando están saturados permiten la circulación hacia terrenos más profundos o acuíferos en línea con el ciclo natural), e impermeables (recogen el agua sin dejar que esta se contamine y tras un mínimo filtrado la acumula en depósitos de agua).

Como sistemas de retención del agua que no ha sido directamente infiltrada en el terreno aparecen diferentes depósitos según la circunstancia y el posterior uso que se le quiera dar. Por un lado, se tiene los depósitos de acumulación que sirven para el almacenaje del agua que, tras un simple filtrado, se encuentra lista para su reutilización (agua de riego, sistema antincendios, lavado de coches...) y por otro, los depósitos de tormenta, sistemas de seguridad y de utilización puntual a lo largo del año, que sirven para controlar las grandes avenidas de agua. El funcionamiento de este último, consiste en la captación y posterior derivación simultánea tanto hacia el terreno más profundo (mediante infiltraciones, para la recarga de acuíferos o pozos) como hacia los depósitos de acumulación.

Sólo cuando este sistema de redes empieza a saturarse, el agua se canaliza hacia desagües rápidos encaminados a la red de saneamiento que, de esta manera no se somete al sobreesfuerzo ni colapso, de esta forma se evitaría el problema habitual en la ciudad cada vez que llueve un poco más de lo normal y se aprovecharía a su máximo el llamado “megadrenaje” de reciente creación, pues no sólo desalojaría el agua sino que podría almacenarse para cumplir con las funciones arriba descritas. Además, esta red de colectores abiertos propuesta, es mucho más eficiente y versátil que los habituales cerrados diseñados con límites predeterminados, menos costosa, al ser innecesarias las grandes infraestructuras por la reducción de la carga, y mediante sencillas instalaciones hidráulicas que, favorecen el drenaje urbano y permiten la parcial reutilización de las aguas pluviales el modelo consigue minimizar el impacto de la acción antrópica, paliando los efectos generados por la urbanización.

Acciones a realizar dentro de las viviendas

Para disminuir el gasto del agua dentro del ciclo urbano, resulta necesario tener en cuenta el tratamiento que se le da dentro de cada vivienda, ya que todo el proceso que en él se desarrolla, forma parte ineludible de la gran maquinaria de captación, uso, tratamiento y reutilización del agua dentro del ciclo urbano.

Como primer punto para un funcionamiento coherente con el resto del sistema, el modelo propone que la edificación asuma la impermeabilización que ella misma le impone al terreno, convirtiéndola en captadora de agua pluvial (a través de cisternas o aljibes que todavía existen en la ciudad) que, disponible para un posterior uso, alivie la demanda de los usuarios. Por ejemplo, en las viviendas que cuentan con un patio es común que construyan una cisterna para el acopio del agua potable porque en la época de estiaje, el agua tiene poca presión para subir a los tinacos o se tandeo el servicio y este se proporciona por días o por horas.

Como apoyo a ese ahorro, alargar la vida útil del agua haciéndola cubrir todos los ciclos posibles dentro de la vivienda es fundamental y en ese sentido el modelo plantea dos actuaciones posibles, una con las aguas pluviales y otra con las aguas grises.

En el caso de San Francisco de Campeche, se propone para el diseño de la edificación considerar indicadores que proponen un urbanismo basado en tres niveles de actuación redistribuyendo las funciones del sistema entre el suelo, cubierta, y subsuelo.

En este caso, la propuesta plantea una organización semejante poniendo en valor el sistema de cubiertas (nivel superior) que pasa a colaborar con la urbanización (nivel intermedio) anteriormente tratada y el subsuelo (nivel inferior), que aloja parte de las instalaciones necesarias. De esta manera, las cubiertas pasan de ser espacios inertes a espacios verdes, recolectores del agua de lluvia sin contaminar, colaboradores a la hora de reducir el consumo de agua y, potenciadores de la biodiversidad de la zona con el resto de zonas verdes y arbolado de la ciudad y municipio.

Para favorecer el uso eficiente y conseguir una óptima gestión en la red de abastecimiento se incorporan a la instalación del agua del edificio, sistemas economizadores que permiten mantener el confort actual, reduciendo el consumo de agua caliente y fría. Estas, son pequeñas innovaciones de fácil instalación como: reductores, dispositivos anti-fugas, interruptores de ducha, cisternas con interrupción de descarga, grifería monomando, etc. (Casa del agua. Agua para toda la vida. Sistemas economizadores, (<http://www.wwf.es/casadelaagua/index.html> (15/05/07))).

Además, en las zonas con un régimen pluviométrico bajo, la reutilización del agua, tal y como se entiende dentro del ciclo hidrológico, como el uso para un determinado fin de un recurso previamente utilizado en otra necesidad, se hace indispensable.

Por ello, toda esta infraestructura encaminada a la óptima gestión del agua, que se va incorporando a las diferentes escalas, se cierra con dos circuitos de reutilización.

- a. El primero de ellos aprovecha el agua de lluvia que, tras regar la cubierta verde (lo que ya le supone un primer filtrado), se acumula en depósitos para un posterior uso; bien para riego, bien para ayudar y colaborar con el sistema de aguas grises en los momentos en que este, esté funcionando con mínimos y
- b. El segundo ciclo sería el de las aguas grises. Estas, son aguas ligeramente sucias provenientes de la cocina, bañera, lavabo, colada, regaderas, etc. que, en principio pueden resultar inservibles y, sin embargo, tras una depuración interna por decantación, pueden ser reutilizadas en aplicaciones que no requieran agua potable como la cisterna del inodoro, el riego de jardines, o la limpieza de recintos. Así se consigue, dentro de un mismo edificio, disminuir el gasto en agua potable, y reducir el vertido de aguas residuales protegiendo las reservas de agua subterránea y la red de saneamiento.

La instalación necesaria para lo anteriormente descrito, implica redes separativas tanto para aguas residuales, pluviales y grises como para el reparto de agua potable y no potable. Pero no es más que un sencillo sistema que en pocos años queda amortizado, se puede incorporar a cualquier vivienda y, sólo con la reutilización de las aguas grises se estima un ahorro de 45 litros de agua potable y residuales por persona y día (Comparativo con datos de Fernández, 2006).

Trazo del ciclo natural para la Ciudad de San Francisco de Campeche

Siguiendo el esquema universal del Ciclo Natural del Agua, y completando la propuesta de trazo del ciclo urbano, se propone la reforestación de las áreas urbanas deforestadas en su totalidad, incluyendo en las edificaciones, obligatoriamente, la presencia de un árbol como mínimo, así como, instituir normativamente la existencia de áreas verdes en cada fraccionamiento, preferentemente en las zonas declaradas humedales. Hoy día hay determinados árboles dentro de las viviendas que no pueden ser talados sino solo podados como una forma de proteger la flora (árboles como el cedro (*Cedrela odorata*), pucté (*Bucida buceras*) o guayacán *Guaiacum sanctum*) entre otros), lo que indudablemente contribuye a la captación del agua y mantenimiento del humus que evita la deforestación de los suelos.

Adicionalmente se propone instaurar un paquete de beneficios fiscales a todos los dueños de predios que conserven áreas verdes con árboles en ellas, además de arbustos, ornamentales y rastreras, y según el número de árboles y la capacidad de los mismos de contribuir al ciclo natural del agua. El modelo propuesto en el punto anterior de gestión integral del agua para espacios urbanos integra las soluciones infraestructurales generales y locales, tanto urbanística como edificatorias y puede ser aplicado en su globalidad a cualquier situación urbana, tanto para nuevos desarrollos como para espacios urbanos existentes. Constituye, por tanto, una propuesta de mejora del ciclo urbano del agua para la Ciudad de San Francisco de Campeche.

Conclusiones

Es necesario considerar el valor y uso del agua en la toma de decisiones, considerando siempre la participación activa comunitaria en acciones de preservación del recurso, para así obtener resultados tangibles en materia de cuidado del agua.

Dentro de la muestra participante en este estudio, se encontró una fuerte tendencia a considerar que los organismos que tienen la facultad de tomar decisiones en materia del agua, lo hacen sin considerar, el valor y uso asignado por la población.

Que el nivel socio económico de la población determina positiva o negativamente el valor y uso del agua.

El ciclo urbano del agua, impacta negativamente en el valor y uso del recurso.

Se validó que un patrón de valor y uso, con respecto al agua, mejora la toma de decisiones del recurso en la Ciudad San Francisco de Campeche.

De acuerdo al trabajo es necesario proporcionar a la población la educación ambiental, mediante diversas estrategias, en materia ambiental, a efecto de que se apropien del valor del recurso agua; siendo las instituciones involucradas, las educativas como las universidades y las gubernamentales, entre otras, las instancias idóneas.

Se cumplió las hipótesis planteada, porque los resultados obtenidos indican que: El nivel socio económico de la población determina el valor y uso del agua; Los ciclos urbano y natural del agua, impactan en el valor y uso del recurso; La inclusión del valor y uso del agua en la toma de decisiones, favorece la conservación del recurso y por último se recomienda realizar más estudios sobre el recurso agua desde otras perspectivas como la percepción de los costos por parte de la ciudadanía, la eficiencia del organismo operador del agua, y su financiamiento, entre otros.

Referencias

Abramovitz, Janet N. (1996). *Imperilled Waters, Impoverished Futuro: The Decline of Freshwater Ecosystems*, paper No. 128 Washington, D.C.: Worldwatch, citado por Dolatyar Mostafa y Gray Tim S. "Water Politics in the Middle East, A context for Conflict or Co-operation, 2000, MacMillan Press Ltd, Londres, Reino Unido.

Amery, Hussein A.; Wolf, Aaron T. (2000). *Water in the Middle East. A geography of peace*. 1st ed. Austin: University of Texas Press.

Aznar, J. M., Ardila, P. y Elder, S. (2002). Recursos mundiales, 2002: La guía global del planeta: la gente y los ecosistemas: se deteriora el tejido de la vida. Recursos mundiales. Madrid, Washington, D.C.: EcoEspaña Editorial; Banco Interamericano de Desarrollo; Bosques Naturales; Instituto de Recursos Mundiales.

Blake, Gerald H.; Hildesley, William J.; Pratt, Martin A.; Ridley, Rebecca J., and Schofield, Clive H. (eds). (1995). The peaceful management of transboundary resources, London Graham & Trotman, citado en Dolatyar Mostafa y Gray Tim S. "Water Politics in the Middle East, A context for Conflict or Cooperation, 2000, MacMillan Press Ltd, Londres, Reino Unido.

Blanquer, Davi. (2005). La iniciativa privada y el ciclo integral del agua, Editorial: Tirant lo Blanch, Colección: Monografías, 1ª Edición Rústica, España.

Casa del agua. Agua para toda la vida. Sistemas economizadores. <http://www.wwf.es/casadelagua/index.html> (15/05/07)

CAPAE (2016-2021) Programa Institucional del Uso Eficiente del Agua. Gobierno del Estado de Campeche. Pdf. México.

CONAGUA. (2011). Estadísticas del agua en México, México.

CONAGUA. (2009). SEMARNAT, ed. Semblanza Histórica del Agua en México. México.

Congreso de Campeche. (2011). Ley del Registro de Centros de Población del Estado de Campeche (en español) (PDF). Consultado el 5 de noviembre de 2011, México.

Estevan, Antonio. (2007). Análisis del Ciclo de Vida Urbano. CEDEX, España.

Hernández Garciadiego, R. y Herrerías Guerra, G. (2003). Agua para siempre: Obtención de agua y conservación de suelos a través de la regeneración de cuencas. En *Agua, medio ambiente y desarrollo en el siglo XXI* (pp. 135–153). Colegio de Michoacán.

Hernández Sampieri, Fernández Collado, Baptista Lucio. (2014). Metodología de la Investigación, quinta edición. Editorial Mc Graw Hill, México.

Hernández, Raúl. (2003). Patricia Ávila García, ed. Agua, medio ambiente y desarrollo en el siglo XXI: México desde una perspectiva global y regional. El Colegio de Michoacán, México.

<http://aguaplaneta.blogspot.mx/2006/05/agua-valor-de-uso-y-valor-de-cambio.html>.

<http://internationalwaterlaw.org/>

<http://www.akdeniz.edu.tr/muhfak/publications/gap.html>

<http://www.tragua.com/dublin.html>

<http://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/water.htm>

INEGI. (2010). Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

INEGI. (2010). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Principales resultados por localidad (ITER), México.

IPCC. (2018). Annex I: Glossary. En *Global warming of 1.5°C : an IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change* (pp. 541–562).

- Loomis, J. B. (2000). Environmental valuation techniques in water resource decision making. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 126(6), Israel.
- López de Asiain Alberich M., A. Ehrenfried, P. Pérez del Real. (2007). El ciclo urbano del agua: Un nuevo modelo de sistema integral de gestión. Eddea Arquitectura y Urbanismo S.L., Noviembre 2007, Año 4 N° 16 Espacio de reflexión y comunicación en Desarrollo Sostenible. Sevilla, España.
- Miracle María Rosa. (2007). Consideraciones y casos en torno al ciclo del agua. Biblioteca Hábitat. Ciudades para un futuro más sostenible. U.P.M. <http://habitat.aq.upm.es/cs/p3/a018.html>
- Meyer, Michael C. (s/a). “Los litigios son el único registro confiable de lo que significaba la ley”, en, op. cit., p. 120, Reino Unido.
- Ortiz Rendón, G. A. y De la Peña, E. D. (2013). Evolución del régimen jurídico e Institucional del Agua en Instrumentos legislativos y Económicos de Política Pública: Hacia el logro de la Gestión Integrada en México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México.
- Palerm Viqueira, J. (2004). Las galerías filtrantes o qanats en México: Introducción y tipología de técnicas. México.
- Panez, Elizabeth. (2012). Foto del ciclo del agua en material didáctico del colegio Paula Jaraquemada de Quilicura, Santiago de Chile, Chile.
- Ramírez-Barahona, S. y Eguiarte, L. E. (2013). The role of glacial cycles in promoting genetic diversity in the Neotropics: the case of cloud forests during the Last Glacial Maximum. *Ecology and Evolution*, 3(3), 725–738. <https://doi.org/10.1002>.
- UN-Water y United Nations. (2018). Sustainable development goal. 6, 6.
- UNESCO. (1999). Patrimonio Cultural. Política y Sociedad, Madrid, España.
- UNESCO. (S/A). Programa hidrológico internacional (PHI). Grupo de hidrología subterránea. Con la participación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República (Uruguay) y de la Facultad de ciencias Exactas y Naturales (UNLPam) – Argentina.
- UNESCO. (2006). 22 March - World Water Day 2006: Water and Culture. Water y world views. https://wayback.archive-it.org/10611/20160802141212/http://webworld.unesco.org/water/wwd2006/world_views/index.shtml
- WWAP. (2019). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019: No dejar a nadie atrás*. Paris, Francia. Recuperado de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367303_spa