



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

**Tesis para obtener el grado de
Maestro en Economía y Administración Pública**

**La elasticidad de la demanda del agua potable y la pérdida de
bienestar: Un estudio para la ciudad de Chetumal, Quintana Roo**

Presenta:

Citlalli Lucely Olvera Calderón

Director de tesis:

Dra. René Leticia Lozano Cortés

Chetumal, Quintana Roo, febrero de 2010



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

Tesis para obtener el grado de Maestro en Economía y Administración Pública

**La elasticidad de la demanda del agua potable y la pérdida de
bienestar: Un estudio para la ciudad de Chetumal, Quintana Roo**

Director de tesis:

Dra. René Leticia Lozano Cortés

Lectores:

Dr. Fred Wallace

Dr. Fernando Cabrera Castellanos

Chetumal, Quintana Roo, febrero de 2010

AGRADECIMIENTOS

A mi familia que durante todas las etapas de mi vida me han apoyado incondicionalmente para lograr mis retos, en especial a mi padre y a mi madre que son ejemplo claro de lucha constante. Gracias Raymundo Olvera (†), Luceli Calderón, Tania Libertad, Mariamar Elena y Tsui-Tsin Marai.

A David por apoyarme incondicionalmente en todos mis proyectos y ahora formar parte de mi vida.

A los catedráticos de la universidad por aportarme sus conocimientos y hacer de mí un ser humano productivo, en especial a la Dra. René Lozano Cortés por su apoyo constante.

A las personas que se encuentran a mi alrededor y me aportan grandes conocimientos como profesional y como persona, tanto de forma directa como indirecta. Particularmente al Ing. Roberto Mena por permitirme continuar en el camino de la investigación.

ÍNDICE

RESUMEN CAPITULAR	i
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I ASIGNACIÓN DE COMPETENCIAS EN LA PROVISIÓN DE BIENES PÚBLICOS	
1.1 COMPETENCIAS DE LOS DIFERENTES NIVELES DE GOBIERNO, SEGÚN LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS	1
1.2 EL AYUNTAMIENTO COMO ENTE LOCAL	3
1.3 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS BIENES PÚBLICOS Y PRIVADOS	4
1.4 PROVISIÓN EFICIENTE DE BIENES PÚBLICOS MEDIANTE LA CREACIÓN DE MONOPOLIOS NATURALES	9
CAPÍTULO II LA PROVISIÓN DEL AGUA POTABLE EN MÉXICO Y EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO	
2.1 ENTIDADES PARAESTATALES	14
2.2 ESTATUTOS QUE MARCAN LA PROVISIÓN DEL BIEN AGUA POTABLE	16
2.3 LA CAPA COMO PROVEEDOR DEL BIEN AGUA POTABLE EN QUINTANA ROO ..	22
2.4 AGUAKÁN, EMPRESA DE SERVICIOS CONCESIONADOS EN LOS MUNICIPIOS DE BENITO JUÁREZ E ISLA MUJERES	66
CAPÍTULO III ELASTICIDAD PRECIO DE LA DEMANDA COMO INDICADOR MICROECONÓMICO	
3.1 TEORÍA DE LA DEMANDA	70
3.2 ELASTICIDAD	73
3.3 ESTUDIOS DE LA ELASTICIDAD PRECIO DEL AGUA POTABLE	79
3.4 METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DEL COEFICIENTE DE ELASTICIDAD POTABLE 82	
3.5 CÁLCULO DE LA ELASTICIDAD PRECIO DE LA DEMANDA AGUA POTABLE	83
3.6 CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DEL MERCADO DE AGUA POTABLE	89
CONCLUSIONES	
BIBLIOGRAFÍA	

RESUMEN CAPITULAR

Capítulo 1 Incorpora los aspectos teóricos de la teoría de la hacienda pública, describiendo los tipos de bienes en la economía, las características de los bienes públicos, así como el nivel de gobierno facultado para otorgarlos.

Capítulo 2 Detalla los aspectos legales bajo los cuáles se asignan los bienes públicos, caracteriza a las empresas de estructura paraestatal, y desglosa la provisión del servicio de agua potable, siendo el productor y abastecedor la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA).

Capítulo 3 Desarrolla la metodología para la obtención de la *Elasticidad Precio de la Demanda* para la ciudad de Chetumal, así mismo, plantea el modelo econométrico de la función de demanda y el cálculo de la eficiencia con subsidios.

Conclusiones Se presentan los resultados de la investigación y la aplicación de la *Elasticidad Precio de la Demanda de Agua Potable* en el cálculo de la pérdida de eficiencia social que existiría de no otorgar un subsidio.

INTRODUCCIÓN

El Agua Potable es una de las necesidades vitales del ser humano, la cual de acuerdo con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, forma parte de los servicios que debe brindar el gobierno. Por ser de primera necesidad, es uno de los compromisos gubernamentales para destinar inversión y atender todo lo relacionado con la prestación del mismo, principalmente en la ampliación de cobertura.

En México existen valores para la elasticidad de la demanda, como los que señala el Manual de Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Agua Potable, Saneamiento y Protección a Centros de Población de la Comisión Nacional del Agua. Estos estudios datan de los años noventas y dividen al país en 6 regiones, asignándoles un valor a cada una de ellas. Sin embargo se carece de estudios particulares para diversas ciudades de la República Mexicana.

La presente investigación tiene como finalidad aplicar la teoría microeconómica, indicando que la cantidad demandada está determinada principalmente por el precio del bien, y tiene una relación negativa; resultando un coeficiente de elasticidad que permitirá observar que tanto modifican su consumo los chetumaleños, al darse una variación en el precio del servicio de agua potable. Dicha relación se analizará con información de 2004 a 2008; así mismo, se calcularán la función de demanda, el coeficiente de elasticidad y la pérdida de eficiencia social en la localidad.

CAPÍTULO I

ASIGNACIÓN DE COMPETENCIAS EN LA PROVISIÓN DE BIENES PÚBLICOS

1.1 COMPETENCIAS DE LOS DIFERENTES NIVELES DE GOBIERNO, SEGÚN LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

El Estado Mexicano se divide en tres niveles de gobierno ó unidades de diferentes tamaños que se coordinan para la ejecución de planes y programas, tal es el caso del gobierno federal, estatal y municipal. Cada uno de los niveles de gobierno se regula por diferentes leyes y reglamentos de acuerdo a sus competencias, los cuáles se establecen en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Musgrave (1992), considera que “la naturaleza limitada espacialmente de los beneficios exige, por tanto, una estructura fiscal compuesta de múltiples unidades de servicio, abarcando cada una de ellas una región de diferente extensión dentro de la cual se determine y se financie la oferta de un servicio particular”

Nuestra Carta Magna, en su Artículo 25 hace mención que corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que sea integral y sustentable, que fortalezca la soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales cuya seguridad protege la constitución.

Así el Artículo 25 constitucional, establece las funciones del Estado Mexicano, las cuáles se realizan por la existencia de “fallas en el mercado”. Esto último hace referencia a los bienes y servicios que el mercado, en competencia perfecta no puede ofrecer y que por tanto el gobierno debe proveer, con el fin de corregir dichas fallas.

El capítulo III denominado “*de la autonomía municipal*”, de la Constitución Política del Estado de Quintana Roo, establece que las leyes orgánicas municipales determinarán los servicios públicos que serán competencia de la administración municipal, siendo éstos los mismos a los que hace referencia el Artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en su fracción III.

Según el Artículo 115 de la Carta Magna, la provisión de los servicios públicos está a cargo de los gobiernos municipales, y sólo ante la excepción de que el municipio se declare incompetente para asumir la función o servicio¹, el gobierno estatal realizará tareas municipales como:

- Agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales;
- Alumbrado público,
- Limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos;
- Mercados y centrales de abasto;
- Panteones;
- Rastro;
- Calles, parques y jardines y su equipamiento;
- Seguridad pública, en los términos del Artículo 21 de la Constitución, policía preventiva municipal y de tránsito;
- Los demás que las legislaturas locales determinen según las condiciones territoriales y socio-económicas de los municipios, así como de su capacidad administrativa y financiera².

¹ Mediante un convenio de Ley, el servicio de Agua Potable y Alcantarillado será provisto por el Gobierno Estatal, dividiéndose para su mejor ejecución en Organismos Operadores Municipales, a excepción de la concesión otorgada a la empresa Aguakán en los municipios de Benito Juárez e Isla Mujeres.

² Dentro de las funciones no especificadas en la fracción III del Artículo 115 constitucional, podemos encontrar el embellecimiento y la conservación de los poblados, centros urbanos y obras de interés social, la asistencia social, los centros deportivos, los estacionamientos, el registro civil, el servicio médico de urgencias y el transporte.

Complementariamente a las legislaciones señaladas, existen los reglamentos municipales de servicios públicos, en los cuáles se declaran de utilidad pública e interés social los servicios públicos en cuanto a su funcionamiento, uso y aprovechamiento. Por tal razón, las autoridades municipales y la comunidad deben procurar el funcionamiento adecuado de los servicios, al igual que un mantenimiento constante de éstos.

1.2 EL AYUNTAMIENTO COMO ENTE LOCAL

Según el INAFED³ los servicios públicos provistos por los gobiernos locales “son todas aquellas actividades que realiza el ayuntamiento de manera uniforme y continua, para satisfacer las necesidades básicas de la comunidad”.

Dentro de la descentralización de funciones a los gobiernos locales podemos encontrar las siguientes:

- Formular, aprobar y expedir el Bando de Policía y Buen Gobierno y demás reglamentos, acuerdos y disposiciones de carácter general que se requieren para la organización y funcionamiento de la administración y de los servicios públicos,
- Analizar, discutir y aprobar el presupuesto de egresos y la iniciativa de ley de ingresos del municipio,
- Vigilar que se recauden oportuna y correctamente los ingresos municipales,
- Presentar oportunamente al congreso local las cuentas y comprobantes de recaudación y gastos de los fondos públicos,
- Celebrar convenios con las dependencias federales, estatales y con otros ayuntamientos para la realización de obras o la prestación de servicios públicos,
- Aprobar los planes y programas de desarrollo urbano municipal,
- Entre otras.

³ Instituto Nacional para el Federalismo y Desarrollo Municipal.

El desempeño de una administración municipal se puede conocer por la cantidad y calidad de los servicios públicos prestados, pues mediante éstos el gobierno muestra su función imparcial ante los habitantes, ya que son características fundamentales de los servicios, las siguientes:

- a) Planeación de los Servicios Públicos Municipales
- b) Continuidad y Permanencia
- c) Uniformidad
- d) Igualdad
- e) Adecuaciones

La prestación de servicios públicos estará basada en el conocimiento de aquellos servicios que realmente necesita la comunidad, es entonces cuando al ayuntamiento ha considerado todas las posibilidades y previsiones para establecer un servicio público; además ha contemplado aspectos tales como:

- Saber si un servicio es esencial, imprescindible o no.
- Si es obligatorio, porque la ley lo prevé;
- Si es exclusivo, porque es atendido por encargo; y
- Si es el servicio propio e impropio, cuando las necesidades colectivas así lo exijan.

1.3 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS BIENES PÚBLICOS Y PRIVADOS

La economía es la ciencia que estudia la producción, distribución y consumo de los bienes escasos, siendo éstos satisfactores a las necesidades ilimitadas de los individuos.

En 1776, la *Mano Invisible* de Adam Smith estableció, que los individuos en la búsqueda de la satisfacción de sus necesidades particulares, indirectamente fomentaban el beneficio social, estableciendo esto una de las aportaciones de este clásico en cuanto, a que para servir de mejor manera a los intereses del pueblo debía existir la intervención del Estado. Los bienes y servicios, dadas sus características se pueden clasificar en bienes privados y públicos.

1.3.1.- BIENES PRIVADOS

Los bienes privados son caracterizados por la teoría económica como aquellos bienes cuyo consumo es rival y excluyente, lo primero en el sentido de que el aumento de una unidad en su consumo, provoca un aumento en su costo marginal, y lo segundo se refiere a que en la medida que un agente económico lo consume, excluye a otro de su consumo.

Un bien privado facilita su provisión mediante la revelación de preferencias de los individuos a través de su consumo, siendo esto una de las condiciones más importantes por parte de los oferentes para determinar su producción.

El abastecimiento de los bienes privados en un mercado competitivo establece precios y cantidades únicas, en las cuáles se llega a un equilibrio denominado a nivel macroeconómico como “*Equilibrio Walrasiano*”.

1.3.2.- BIENES PÚBLICOS

Los bienes públicos, a diferencia de los privados, satisfacen necesidades colectivas, definiéndolos como las “normas, servicios y bienes a los que todos los ciudadanos de un territorio tienen igual derecho a beneficiarse –u obligación de cumplir- y se pagan con sus impuestos” (Finot, 2001:43).

La administración pública es la encargada de proporcionar los bienes públicos a través de diversos mecanismos, tales como la producción directa, las concesiones, entre otros; dependiendo de las características propias de cada bien.

Un bien público se puede caracterizar por la no rivalidad y la no exclusión, siendo siempre su beneficio marginal positivo y su costo marginal cero (Stiglitz, 2000). Así mismo, los bienes se clasifican en bienes públicos puros o mixtos, dependiendo de la estructura de los mismos.

La rivalidad en un bien “significa que si un bien es utilizado por una persona, no puede ser utilizado por otra” (Stiglitz, 2000:150), en este caso, los bienes públicos no rivales serían aquellos como el alumbrado público, ya que si una persona más disfruta del alumbrado el costo marginal es cero. La segunda característica es la exclusión, donde no es posible excluir a una persona de los beneficios de un bien (Stiglitz, 2000). En el ejemplo del alumbrado público, no se puede evitar que una persona obtenga beneficios de la luz, puesto que cobrarle el servicio generaría altos costos.

Los bienes públicos puros son aquellos donde no es posible la exclusión ni tampoco la rivalidad, es decir, no se puede excluir a nadie de la defensa nacional y el proporcionar el servicio a alguien más incurre en costos marginales iguales a cero. A diferencia de lo anterior, los bienes públicos mixtos tienen la posibilidad de poseer una u otra característica, es decir, es posible la exclusión o es posible la rivalidad, como los puentes, parques públicos, piscinas, entre otros.

Ahora que ya conocemos cuáles son los bienes públicos puros y mixtos, así como la competencia de cada uno de los niveles de gobierno para suministrarlos, comentaremos sobre la clasificación según área geográfica que impacta. Los bienes públicos pueden ser internacionales, nacionales y locales. Los bienes internacionales aquellos cuyos beneficios son de carácter mundial, es decir generan beneficios a un territorio más grande; los bienes nacionales son los que benefician a todos los ciudadanos de un país, es decir, los beneficios generados competen únicamente a personas residentes de un país, por tanto solo ellos deben pagar por los mismos; los bienes locales o también conocidos como municipales, son aquellos que benefician únicamente a los individuos que viven en una comunidad (Stiglitz, 2000).

1.3.2. a- BIENES PÚBLICOS LOCALES

Los bienes públicos locales son aquellos provistos por los municipios, de acuerdo a la Constitución Política, estableciendo así beneficios geográficamente limitados, puesto que al diferenciar las demandas de mercado podemos observar que satisfacen las necesidades de las personas residentes en un área local específica.

En el 2004, José Antonio Terán en su artículo “*Bienes Públicos y Descentralización*” clasifica a los bienes públicos locales en puros, asociados y comunitarios, por tanto:

- Los bienes públicos puros no tienen rivalidad ni exclusión. Son bienes que deben interesar a más de un consumidor, considerando que el consumo de uno no reduce el consumo del resto, es decir, el costo marginal de producción es cero, causando en algunos casos el fenómeno del “*polizón*”.⁴
- En los bienes asociados es posible la exclusión pero no la rivalidad. Este mecanismo de exclusión se logra definiendo un tamaño óptimo que evite congestión, creándose un seudomercado para eliminar el polizón o usuario gratuito.
- Los bienes comunitarios permiten la rivalidad pero no la exclusión. Debido a que no se pueden encontrar mecanismos eficientes de exclusión y el consumo disminuye la cantidad del bien o servicio, se necesita regulación para evitar la maximización del beneficio propio en desmedro del beneficio colectivo.

⁴ Polizón: Individuo que se beneficia de los bienes públicos puros, por sus características de no exclusión ni rivalidad y no paga por el uso de los mismos.

1.3.2.b- PROVISIÓN EFICIENTE DE LOS BIENES PÚBLICOS LOCALES Y LA HIPÓTESIS DE TIEBOUT

Considerando que la provisión eficiente de los bienes privados se da mediante la revelación de gustos y preferencias de la gente, nos enfrentamos ante el problema del “*polizón*” cuando deseamos proveer bienes públicos. En el caso de los bienes públicos, nos enfrentamos que dado su carácter de no excluyente y no rival, se genera el problema del “*polizón*”, lo cual lleva a una provisión ineficiente. Lo anterior, se debe a la imposibilidad de revelar las preferencias, por lo que es necesario buscar un mecanismo que permita a los individuos no subestimar los bienes públicos.

La provisión eficiente de los bienes públicos locales se justifica a través de la teoría de Tiebout, quien sostenía que los individuos podían votar con sus piernas, es decir, “que sus decisiones de vivir en un determinado municipio revelaba sus preferencias hacia los bienes públicos suministrados por el Estado” (Stiglitz, 2000:656). La competencia entre las comunidades garantiza el suministro eficiente de los bienes públicos locales, puesto que atrae mayores capitales, probablemente mano de obra capacitada, entre otras. Sin embargo, este fenómeno puede traer consigo la sobrepoblación de localidades cuyos bienes y servicios atraigan a nuevos habitantes en la búsqueda de la satisfacción de sus necesidades.

1.4 Provisión eficiente de bienes públicos mediante la creación de monopolios naturales

Algunos mercados competitivos en ocasiones suelen ser no eficientes por las fallas de mercado. Las fallas de mercado son situaciones en las cuales no funciona el mecanismo de mercado por:

Mercados incompletos

- a) Bienes públicos, bienes que pueden no tener rivalidad o exclusión y por tanto la iniciativa privada no entraría a ofrecer.
- b) Externalidades, bienes o servicios donde se provocan acciones positivas o negativas a terceras personas que no se pueden evitar.
- c) Mercados incompletos, donde existe la demanda pero no el mercado que pueda satisfacer la necesidad.
- d) Asimetría en la información, donde unos cuantos poseen información privilegiada.

Poder de mercado

- a) Pocas empresas y muchos compradores, problemas de oligopolio donde los oferentes pueden determinar los precios y cantidades de mercado y no el mecanismo de mercado.
- b) Ubicación geográfica, donde los mercados están lejos y no hay muchas posibilidades de que se invierta.
- c) Rendimientos crecientes a escala, donde no sería eficiente que entre otra empresa a competir por los altos costos que ya se tuvieron al momento de hacer la inversión inicial.
- d) Monopolios naturales, donde propiamente el único oferente determina qué y cuándo.

1.4.1.- MONOPOLIO NATURAL

Ante las fallas del mercado, en el caso concreto de bienes cuyas características son, que tienen rendimientos crecientes y economías de escala, tales como la provisión del agua potable, se deben crear monopolios naturales.

Un monopolio natural es aquella industria en la que la producción, cualquiera que sea, puede producirse de una forma más barata por una sola empresa.

La inversión inicial ó infraestructura que un negocio implementa, es uno de los factores que no genera incentivos en los demás empresarios para poner en marcha otro negocio igual, puesto que los costos son altísimos; además resultaría ineficiente porque los costos medios tienden a ser 0, según aumenta la cantidad producida.

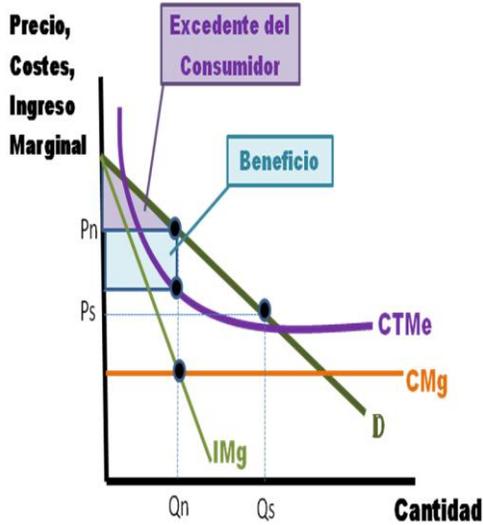
Schumpeter (2002) comenta que el monopolio favorece la innovación tecnológica al poder dedicar parte de sus beneficios a la investigación. Sin embargo, para disminuir los precios que impone el monopolio, se establece lo siguiente:

- El Estado establece impuestos especiales al monopolista para reducir sus beneficios y devolver los excedentes a la sociedad mediante el gasto público.
- Obliga al monopolista a fijar un precio igual a su coste medio. El problema de estas regulaciones es que la empresa monopolista no tiene incentivos para reducir los costes.
- Se precisa a los monopolistas a fijar los precios iguales al costo marginal, lo que fuerza al monopolio a aumentar la producción.

Los monopolios obtienen ganancias en el punto en el que $P > C_{me}$ y su $Img = C_{mg}$, sin embargo, cuando está condición no se da, tal es caso del Monopolio Natural del Agua Potable existe una pérdida, por lo que se otorga un subsidio, disminuyendo el precio al que se oferta y aumentando el excedente del consumidor, tal como se muestra en la gráfica.

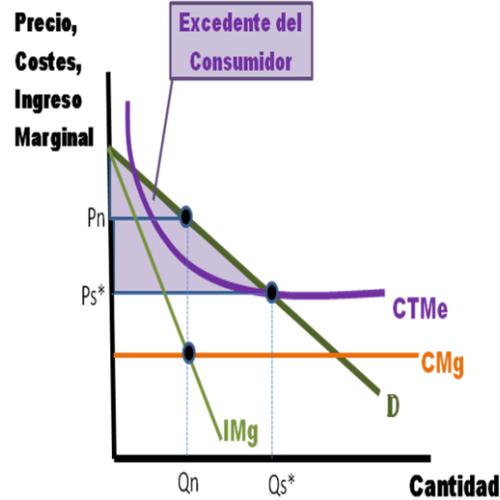
Gráfico 1.- Monopolio Natural Regulado y No Regulado

Excedente total bajo un monopolio natural no regulado



La ilustración analiza el caso de un monopolista natural. En el gráfico, cuando el monopolista puede cobrar el precio P_n , obtiene un beneficio igual al área verde; el excedente del consumidor es el área lila. Si el monopolista está regulado y debe cobrar el precio P_s , que es un precio inferior al anterior, la producción aumenta desde Q_n hasta Q_s , por lo que aumenta el excedente del consumidor.

Excedente total bajo un monopolio natural regulado



El gráfico muestra lo que sucede cuando el precio que el monopolista debe cobrar es igual al coste total medio, esto es precio igual a P_s^* . La producción aumenta hasta Q_s^* , y el excedente del consumidor para ser toda el área lila. El monopolista obtiene un beneficio igual a cero, cuando el monopolista obtiene un beneficio igual a cero, el excedente del consumidor es el mayor posible, por lo que P_s^* es el mejor precio regulado.

Fuente: Paul Krugman (2006). “Introducción a la Microeconomía”, (versión traducida por Sonia Benito Muela), España.

Cuando el monopolio no tiene ninguna regulación observamos una cantidad producida Q_n lo cual disminuye la posibilidad de entrada de los individuos al mercado, ya que el precio es muy elevado. Bajo estas condiciones el monopolista obtiene un beneficio del tamaño del rectángulo lila (ver gráfico), puesto que sus costos medios son menores a su precio de mercado, así mismo en ese punto el ingreso marginal es igual al costo marginal, lo cual le permite maximizar sus ganancias ó beneficios⁵. A diferencia de esto, cuando se produce con precios

⁵ Krugman, Paul (2006). “Introducción a la Microeconomía”, (versión traducida por Sonia Benito Muela), España.

regulados, aumentamos la cantidad demandada y con ello el excedente del consumidor, tal como lo marca el triángulo lila del gráfico de la derecha denominado “*Excedente Total bajo un Monopolio Natural Regulado*”, ayudando así a que los usuarios puedan acceder de mejor manera al mercado, puesto que el precio es menor, la cantidad ofrecida es mayor y el excedente es el mayor posible. En este caso obtenemos un beneficio en el mercado, que se estaría perdiendo de no imponer un subsidio, por lo que la eficiencia del monopolio aunado a la regulación de precios mejora las condiciones bajo las cuales se produce en mercados como el del agua potable.

Cuando hablamos de mercados regulados, hacemos referencia a precios con subsidios o precios fijos, lo cual aumenta la eficiencia del mercado ya que los usuarios pueden consumir mayores cantidades del bien, este beneficio se enfatiza cuando se trata de bienes o servicios necesarios, tal es el caso del agua potable.

1.4.2.- EFICIENCIA EN LOS MERCADOS POR LA EXISTENCIA DE MONOPOLIOS NATURALES

Cuando hablamos de la provisión fuera de la competencia perfecta, se generan pérdidas de bienestar en los mercados, y ésta depende de la elasticidad de la demanda. La pérdida irrecuperable de bienestar, según la teoría microeconómica corresponde a la disminución en los excedentes del consumidor y del productor, como resultado de nivel de producción no eficiente. Para el caso del Agua Potable, un bien indispensable para la vida del ser humano, habría pérdida del bienestar social si el producto no se subsidiara, por lo que es imprescindible dicha subvención.

Un subsidio económico mide la diferencia entre el valor del bien en su uso productivo, su costo de oportunidad y su precio real. Por lo tanto los subsidios tienen como idea primordial afectar el precio de un bien y/o servicio ya sea para beneficiar a los productores, a los consumidores o a ambos. No obstante lo que

importa es su incidencia, la cual está determinada por la elasticidad precio relativa de las curvas de oferta y demanda (Rodríguez, 2003).

Dentro de los objetivos de los subsidios se encuentran el restaurar los beneficios de producir un bien para lograr que haya disponibilidad en cantidad y calidad que de otra manera no se podría dar. Por lo que el establecer un subsidio puede ayudar a que ciertas actividades o sectores inicien y se desarrollen. Otro propósito de los subsidios es proteger a los grupos más desprotegidos de la población, puesto que los subsidios pueden ayudar a corregir las fallas de mercado.

En esta investigación se pretende determinar la pérdida de eficiencia en la distribución del Mercado de Agua Potable, de no otorgarse el subsidio que actualmente el Agua Potable posee. Los resultados se acotarán al estudio de la localidad de Chetumal, ubicada en el Estado de Quintana Roo, para el período 2004-2008.

CAPÍTULO II

LA PROVISIÓN DEL AGUA POTABLE EN MÉXICO Y EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO

2.1 ENTIDADES PARAESTATALES

El artículo 90 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece que la “Administración Pública será centralizada y paraestatal... “.

Conforme al artículo 1º de la Ley Orgánica de “la Administración Pública Federal, el Poder Ejecutivo Federal se auxilia, para cumplir con sus funciones administrativas, de las dependencias de la administración centralizada y las entidades paraestatales”. En dicho artículo también indica que la administración pública paraestatal está integrada por los organismos descentralizados, las empresas de participación estatal, las instituciones nacionales de crédito, las organizaciones auxiliares nacionales de crédito, las instituciones nacionales de seguros y fianzas y los fideicomisos.

2.1.1.- TIPOS DE ENTIDADES PARAESTATALES

Las entidades paraestatales se clasifican según las actividades que realizan y los usuarios que atienden, para ello existen diversas legislaciones que soportan sus atribuciones. Las organizaciones se dividen en las siguientes:

- Descentralizadas
- Empresas de participación estatal
- Instituciones nacionales de crédito
- Organizaciones auxiliares nacionales de crédito
- Instituciones nacionales de seguros y fianzas
 - ✓ Instituciones de seguros
 - ✓ Instituciones de fianzas
- Fideicomisos

La *Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (CAPA)* es un organismo público descentralizado, por lo que para esta investigación estudiaremos sus competencias y leyes que la rigen en la prestación del servicio de agua potable.

2.1.1.a.- ORGANISMOS DESCENTRALIZADOS

Definición

Con apoyo en el artículo 45 de la Ley Orgánica de la Administración definiremos que los organismos descentralizados son las entidades creadas por ley o decreto del Congreso de la Unión o por decreto del Ejecutivo Federal, con personalidad jurídica y patrimonio propios, cualquiera que sea la estructura legal que adopten.

Otra definición es la del derecho administrativo, para el cual, la descentralización es una forma jurídica en que se organiza la administración pública, mediante la creación de entes públicos por el legislador, dotados de personalidad jurídica y patrimonio propios, y responsables de una actividad específica de interés público. A través de esta forma de organización y acción administrativas, que es la descentralización administrativa, se atienden fundamentalmente servicios públicos específicos, tal es el caso de la provisión del Agua Potable.

Atribuciones

En cuanto a los objetivos específicos para los cuales son creados este tipo de organismos, el artículo 14 de la Ley Federal de Entidades Paraestatales, menciona que los organismos descentralizados son las personas jurídicas creadas conforme a lo dispuesto por la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal y cuyo objeto sea:

- La realización de actividades correspondientes a las áreas estratégicas;
- la prestación de un servicio público o social; o
- la obtención o aplicación de recursos para fines de asistencia o seguridad social.

2.2 ESTATUTOS LEGALES QUE MARCAN LA PROVISIÓN DEL BIEN AGUA POTABLE

2.2.1.- ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA PROVISIÓN DE AGUA POTABLE

Después de los conflictos revolucionarios en México durante 1910 y hasta 1920 se estableció en la **Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en su artículo 27**, que la propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.

De dicho artículo emana la Ley sobre Irrigación de Aguas Federales, expedida en 1926, que contempló la creación de la Comisión Nacional de Irrigación, antecedente histórico de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

Los requerimientos de agua potable y saneamiento a través de redes de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas negras, para apoyar el desarrollo socioeconómico de México, fueron atendidos con la creación de la Secretaría de Recursos Hidráulicos en 1947 y las Juntas Federales de Agua Potable, marcándose así el inicio de una acción más amplia en el desarrollo integral de los recursos hidráulicos en todos sus usos.

La Ley de Cooperación para la Dotación de Agua Potable a los Municipios, de fecha 15 de diciembre de 1956, constituye el origen de los convenios con los Ayuntamientos para proporcionar el servicio de agua potable.

El crecimiento acelerado de la población y de la urbanización de los centros de población demandaron la construcción de infraestructura para proporcionar los servicios de agua potable y alcantarillado, lo que trajo como consecuencia que se promulgaran la Ley Federal de Aguas, el 30 de diciembre de 1971, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de enero de 1972, que dio origen a la

formulación del Plan Nacional Hidráulico 1975. Posteriormente, en 1976 se integra la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

En el marco de una política de descentralización, el Gobierno Federal emite el acuerdo presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de noviembre de 1980, por el cual se entregó la operación de los Sistemas a los Gobiernos Estatales; en consecuencia mediante decreto número 14 del Poder Legislativo del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo, publicado en el Periódico Oficial, el 6 de octubre de 1981, entra en vigor la *Ley de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo*, cuyas disposiciones establecen las bases para la prestación y administración de tales servicios en la Entidad.

En el Estado de Quintana Roo, desde la expedición de la Ley de Agua Potable y Alcantarillado del 6 de octubre de 1981, se provee el vital líquido mediante un Organismo Público Descentralizado de carácter mixto (estatal y municipal), en el cual la participación de los municipios se formaliza en el seno del Consejo Directivo de dicho Organismo denominado Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (CAPA).

2.2.2.- DISPOSICIONES PARA EL USO DEL BIEN AGUA POTABLE EN MÉXICO A TRAVÉS DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES

Los recursos naturales, ubicados en determinadas áreas geográficas, se encuentran reglamentados para su uso y explotación, con la finalidad de permitir el uso sustentable de los mismos, ya que no todos tienen la facultad de reproducirse o hacerlo con rapidez. Cuando hablamos de la reglamentación del recurso agua es importante resaltar que se hace referencia a las fuentes superficiales y del subsuelo, así como a las zonas marinas mexicanas, puesto que forman parte de la riqueza nacional, y la preservación de las mismas y su preservación es de competencia del Estado Mexicano.

En el Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos se establece la creación de una ley complementaria que permita regular el uso de las aguas nacionales. La Ley de Aguas Nacionales (LAN) en su artículo 1º instaure que 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.

Por lo anterior, en el artículo 3º de la LAN se establece la definición del organismo encargado de vigilar la aplicación de los estatutos vigentes, el cual lleva por nombre “Comisión Nacional del Agua”⁶. La CONAGUA es un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con funciones de Derecho Público en materia de gestión de las aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, con autonomía para la consecución de su objeto, la realización de sus funciones y la emisión de los actos de autoridad que conforme a la LAN corresponden.

De esta institución se desprenden *Organismos de Cuencas Regionales*, los cuales de forma directa vigilan el cumplimiento de las acciones establecidas en las Leyes competentes a este tema y en las áreas geográficas a su cargo; como último nivel se encuentran las *Direcciones Locales* que son de índole estatal, éstas de forma conjunta con las Comisiones, Juntas o Concesiones se encargan de la provisión de agua potable y alcantarillado, a través de la creación de infraestructura para hacer llegar el recurso a las diferentes localidades de la República Mexicana.

En cuanto al nivel gubernamental al cual le compete la provisión del servicio de agua potable, la Carta Magna en su artículo 115 establece que pertenece a los municipios proveer del vital líquido⁷, retomándose en la Ley de Aguas Nacionales en su artículo 45. El anterior cita lo siguiente “es competencia de las autoridades

⁶ Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

⁷ Ver tema II.1. Competencias de los diferentes niveles de gobierno, según la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

municipales, con el concurso de los gobiernos de los estados en los términos de esta Ley, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales que se les hubieran asignado, incluyendo las residuales, desde el punto de su extracción o de su entrega por parte de "la Autoridad del Agua", hasta el sitio de su descarga a cuerpos receptores que sean bienes nacionales. La explotación, uso o aprovechamiento se podrá efectuar por dichas autoridades a través de sus entidades paraestatales o de concesionarios en los términos de Ley”.

Hasta ahora conocemos de donde emanan las legislaciones vigentes, así como los órganos encargados de la prestación del servicio, por lo que cabe resaltar que tan vital líquido tiene como principales usos⁸ según el Artículo 3^a de la LAN, los siguientes:

- **Acuacultura.** Uso para el cultivo, reproducción y desarrollo de cualquier especie de la fauna y flora acuáticas;
- **Agrícola.** Aplicación del agua para riego;
- **Ambiental o de conservación ecológica.** Conservación de volumen o caudal mínimo en cuerpos receptores para proteger condiciones ambientales o de equilibrio ecológico;
- **Consuntivo.** Volumen de agua de una calidad determinada que se consume al llevar a cabo una actividad específica;
- **Doméstico.** Aplicación del agua nacional para el uso particular de las personas y del hogar, riego de los jardines y de los árboles de ornato, incluyendo abrevadero de animales domésticos que no constituya una actividad lucrativa, según lo marca el artículo 115 constitucional.
- **Industrial.** Aplicación de aguas nacionales en fábricas o empresas que realicen la extracción, conservación o transformación de materias primas o minerales, el acabado de productos o la elaboración de satisfactores;

⁸ Uso según la LAN: “Aplicación del agua a una actividad que implique el consumo, parcial o total de ese recurso”.

- **Pecuario.** Cría y engorda de ganado, aves de corral y otros animales, y su preparación para la primera enajenación siempre que no comprendan la transformación de los mismos;
- **Público urbano.** Aplicación e aguas nacionales para centros de población y asentamientos humanos, a través de la red municipal;

Para el desarrollo de este trabajo nos enfocaremos en el uso doméstico de las aguas nacionales, que según el artículo 115º de la Carta Magna, la provisión del mismo, forma parte de las obligaciones del Estado Mexicano, a través de de los Municipios.

2.2.3.- LEY DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL ESTADO DE QUINTANA ROO COMO ESTATUTO REGULADOR DE LA PROVISIÓN DEL AGUA POTABLE

El agua potable es una de las necesidades vitales del ser humano, la cual según la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos forma parte de los servicios que debe brindar el sector público. Este servicio es facultad del gobierno municipal, sin embargo pese a acuerdos estatales, el Estado de Quintana Roo proporciona agua potable a los pobladores de la entidad mediante Organismos Operadores.

El 29 de septiembre de 1981, se promulgó la Ley de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (LAPA), por la cual se crea la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA), constituida con un Consejo Directivo integrado por el Gobernador del Estado como Presidente; un Secretario, y vocales. Dicho decreto delega la administración en un Director General y en los Gerentes de los Organismos Operadores.

En cuanto a los Organismo operadores, el Artículo 6º de la LAPA, establece que el agua potable deberá ser únicamente para uso doméstico, público urbano, industrial y otros; siendo el ámbito doméstico de nuestro interés.

Así mismo se establece en el artículo 36º que deberán conectarse a la red de agua potable todos aquellos propietarios o poseedores de predios edificados; de giros mercantiles e industriales y de cualquier otro que use agua potable; de predios no edificados; poseedores de predios propiedad de la Federación, del Estado, de los Municipios y de Organismos descentralizados; y de predios cuando la posesión se derive de contratos de compraventa con reserva de dominio, estableciéndose que en todos y cada uno de los mencionados, sea obligatorio, conforme a las leyes y reglamentos aplicables el uso del agua potable.

En cuanto a funciones de la CAPA, según el artículo 2º de la LAPA, quedan establecidas las siguientes:

- La distribución del agua potable y el control del drenaje;
- La vigilancia, mantenimiento, operación y reparación de plantas, instalaciones y redes correspondientes;
- La determinación, emisión y recaudación de los derechos o tarifas que causen los servicios;
- La imposición de sanciones por infracciones a esta Ley; y
- Las demás funciones y actos que señalen ésta y otras leyes.

La LAPA en su artículo 5º establece que la prestación del servicio en cada municipio (de acuerdo con las características demográficas del lugar, de la necesidad de los servicios y de los problemas urbanos) debe realizarse coordinándose el Ejecutivo del Estado, la Comisión, las Autoridades Municipales y las Autoridades o Dependencias Federativas; lo cual se cumple mediante el concurso de recursos económicos provenientes entidades municipales, estatales y federales.

2.3 LA CAPA COMO PROVEEDOR DEL BIEN AGUA POTABLE EN QUINTANA ROO

La paraestatal prestadora de los servicios de agua potable y alcantarillado en la Entidad, se titula Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo. La CAPA tiene como misión “ser un organismo líder en el sector agua y saneamiento, aceptado por la población en base a la calidad de los servicios que presta, que mediante sus procesos técnicos, comerciales y administrativos, alcanza la autosuficiencia operativa, económica y financiera, contribuyendo al desarrollo del estado en armonía con el medio ambiente”.

Lo anterior refleja una empresa comprometida con la prestación del servicio básico de agua y alcantarillado, así como la procuración del bienestar social, por lo que visiona el aseguramiento de la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento de los habitantes del Estado de Quintana Roo, con cantidad, oportunidad y calidad, estableciendo un precio justo por ellos; así como el trabajo continuo con los altos estándares de eficiencia y eficacia mediante la aplicación de normas, leyes y tecnologías, con una administración exitosa basada en la capacidad, honestidad, profesionalismo y compromiso de sus trabajadores⁹.

2.3.1.- HISTORIA DE LA COMISIÓN DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN QUINTANA ROO

A lo largo de la historia de la humanidad el agua ha sido un elemento detonante para el desarrollo de centros poblacionales, efectuándose los asentamientos de nuestros antepasados en lugares próximos a cenotes, ríos, lagos, lagunas, aguadas, entre otros accidentes geográficos dotados por la naturaleza.

Conforme pasaron los años y los territorios habitados crecían poblacionalmente, y como bien lo marca la teoría Malthusiana, los bienes crecen de forma aritmética a diferencia de la población que lo hace de forma geométrica, lo cual nos denota los

⁹ Información obtenida de la página de Internet www.capa.gob.mx.

inicios de la escasez del recurso agua y por ende el almacenamiento del mismo. Lo anterior, dio paso a la acumulación del vital líquido y con ello la administración para el abastecimiento entre la comunidad que habitaba las zonas pobladas.

El estado de Quintana Roo, a diferencia del resto de la Península de Yucatán, se ubica en una zona de manantiales (afloraciones de agua subterránea, fresca y dulce), de lagunas, aguadas naturales y cenotes, cuyo manto freático se encuentra a muy pocos metros de la superficie, lo que significa que no se necesitan sistemas especiales para tener agua de reserva, pero sí del uso sustentable del recurso para el abastecimiento presente y futuro.

A pesar de esto, la población de la entidad durante el siglo XIX y parte del XX se abastecía del bien mediante la acumulación de agua lluvia en depósitos individuales de madera llamados curbatos, esto ante la poca infraestructura desarrollada en ese período y el crecimiento poblacional constante.

En 1902 el General Ignacio A. Bravo, creó infraestructura para la provisión de los servicios de agua, luz, telégrafo y teléfono, poniendo en operación el primer sistema de agua entubada; destruidos posteriormente en 1915 por el general maya Francisco May.

En los siguientes 20 años no hubo intentos de reconstruir obras de agua entubada, hasta que el 16 de enero de 1935, el General Lázaro Cárdenas del Río nombró al general Rafael E. Melgar gobernador del entonces Territorio Federal de Quintana Roo, quien entre sus más altas prioridades tenía la de dotar con el servicio de agua a todo Quintana Roo.

En Felipe Carrillo Puerto (Santa Cruz de Bravo), se encargó de rehabilitar el sistema destruido por los mayas, encargando la supervisión de la obra al Sr. Ruperto Prado Pérez.

En términos generales, la falta de este líquido, el aislamiento y la insalubridad conformaban un perfil característico de este lugar. Por ello, los esfuerzos de las autoridades del Territorio se canalizaron a dos líneas de acción: una tradicional, por medio de la construcción de un aljibe con capacidad de almacenamiento de tres millones de litros de agua y la otra por medio de la perforación de pozos artesanales con profundidades promedio de 20 metros.

La construcción del aljibe monumental se inició el 27 de febrero de 1935 en el área que hoy ocupa el mercado Ignacio Altamirano, concluyéndose en agosto de 1936. El aljibe nombrado Lázaro Cárdenas se mantuvo en operación hasta septiembre de 1955 (con el impacto del huracán Janet), periodo en el que la gente de Payo Obispo, hoy Chetumal, obtenía este vital líquido mediante un programa de tarjetas de control canjeables cada cuatro meses, que amparaban una cantidad determinada de litros en relación al número de integrantes de cada familia.

Después del huracán Janet, acontecimiento que marcara para siempre a la ciudad de Chetumal, el aljibe se incorporó a un proyecto de dotación de agua de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, a través de 2 grandes cisternas a cielo abierto, perforadas a espaldas del aeropuerto (frente al estadio de béisbol Na'Chan -Kan) y desde las cuales, por bombeo se llevaba el agua al aljibe convertido en tanque receptor, para canalizarla a la red de distribución. Lamentablemente, dicho proyecto se enfrentó con problemas técnicos y el aljibe fue rellenado durante el mandato de Rufo Figueroa.

Para la perforación de los pozos profundos (artesianos), se contrataron los servicios técnicos de especialistas en ingeniería y en hidráulica. Los pozos, con una profundidad promedio de 20 metros, arrojaban una columna de agua de más de un metro de altura. Uno de estos pozos tenía tal caudal y potencia que permitió su entubamiento, en una línea de cien metros, aproximadamente; producían agua en abundancia pero de mala calidad: dura y de mal sabor, por lo que solo se destinó a usos domésticos.

Los pozos artesanales dejaron de considerarse como una solución a los problemas de abastecimiento de agua dulce para Chetumal hasta 1944, cuando el Gobernador Margarito Ramírez ordenó la perforación de dos nuevos pozos, por el rumbo de Calderitas, obteniendo los mismos resultados que en los primeros intentos.

En 1959 se iniciaron las primeras obras de introducción de agua potable para la ciudad de Chetumal, en la que la zona de captación se localizó en Xul-Ha, operándose por bombeo tres pozos, a través de una línea de conducción, hasta el tanque de almacenamiento, construido en un predio ubicado sobre la Av. Efraín Aguilar con Héroes y Juárez.

El sistema entró en operaciones a finales de 1961, a través del primer Sistema Federal de Agua Potable, mismo que fue inaugurado el 7 de diciembre de 1962, siendo el Presidente de la República el Lic. Adolfo López Mateos y gobernador del territorio el Ingeniero Aarón Merino Fernández.

Por Decreto Presidencial, a partir del 1 de abril de 1981, todos los Sistemas Federales de agua Potable a nivel nacional, fueron entregados a los gobiernos estatales para su administración directa.

En nuestro estado, el 29 de septiembre de 1981, se promulgó la Ley de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo, por la cual se crea la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado, constituida con un Consejo Directivo integrado por el Gobernador del Estado como Presidente; el Secretario de Obras públicas y Desarrollo Urbano como Vocal Secretario, y los (entonces) siete Presidentes Municipales como vocales. Dicho decreto delega la administración del recurso agua en un Director General y en los Gerentes de los Organismos Operadores.

A lo largo de estos 22 años, la CAPA ha venido fortaleciendo su actuación, manteniendo un alto sentido social respecto al noble fin para la que fue creada. Es

honroso mencionar que en Quintana Roo, todas las localidades con población superior a los 100 habitantes cuentan con servicio de calidad y en cantidad suficiente.

Aún en contra del vertiginoso crecimiento poblacional motivado por las expectativas crecientes de la actividad turística, en los últimos años se ha incrementado la cobertura de agua potable del 83 al 90%. En materia de drenaje y saneamiento, la cobertura ha crecido del 28 al 40%, lo que significa que la CAPA es un organismo que atiende y resuelve las problemáticas del sector.

2.3.2.- ESTRUCTURA GENERAL DE LA CAPA

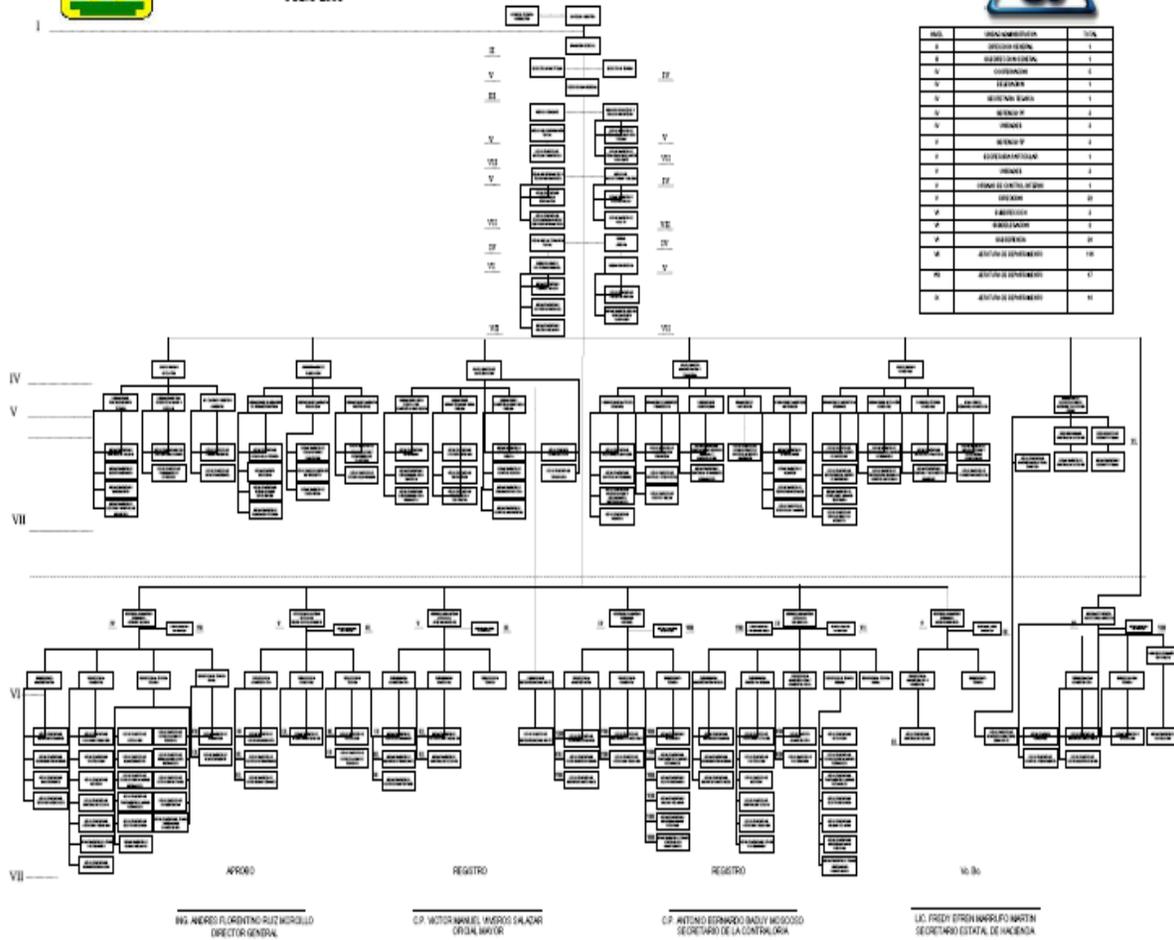
La prestación de los servicios básicos es una de las tareas básica del gobierno, ya que se satisface las necesidades primordiales del ser humano. Prestar el servicio de Agua Potable y el Alcantarillado a toda la Entidad requiere de diferenciación e integración dentro de la organización, dado que abarca varias regiones a las cuáles satisfacerles con la prestación del servicio.

A continuación se presenta el organigrama general que permite a la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado cumplir su razón de ser.

CAPÍTULO II: LA PROVISIÓN DEL AGUA POTABLE EN MÉXICO Y EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO



GOBIERNO DEL ESTADO DE QUINTANA ROO
COMISION DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
ESTRUCTURA ORGANICA AUTORIZADA
JULIO 2006



La prestación de servicios básicos a un área geográfica amplia, requiere la eficiente división de actividades por unidades de trabajo; sin embargo, CAPA tiene gran amplitud en su organigrama tanto horizontalmente como verticalmente.

El organigrama se conforma en el nivel más alto de un Consejo Directivo y uno Consultivo; en el segundo nivel, una Dirección General; en el tercer nivel está la Subdirección General; el cuarto está constituido por las Unidades, Coordinaciones y Gerencias de los Organismos Operadores (uno por municipio); posteriormente en el quinto nivel se encuentran las Direcciones donde se delegan las actividades de las Coordinaciones; en el penúltimo se ubican las Jefaturas de Departamento;

debajo de ellos los Jefes de Oficina y por último toda la base trabajadora personal a su cargo. Cabe aclarar que los organismos operadores fungen como sucursales de la CAPA en cada uno de los municipios, tendiendo dependencia total de en la toma de decisiones de la Dirección General, en cuanto a recursos materiales y económicos para la actividad.

Dada la descripción en la estructura, se puede observar diferenciación de tres tipos: vertical (por la amplitud de arriba hacia abajo de los puestos), horizontal (por la dimensión hacia los lados en la división del trabajo) y espacial (por las áreas geográficas en las cuáles se brinda el servicio de agua potable y alcantarillado).

La operación de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento son responsabilidad de los Organismos Operadores Municipales. Cabe hacer mención que, a excepción de los municipios de Benito Juárez e Isla Mujeres donde se otorgó la concesión en 1993 a Desarrollo Hidráulicos S. A. de C. V. (DHC), todos los sistemas son operados por la CAPA.

2.3.2.a.- OPERACIÓN DE LA CAPA

La CAPA opera a través de siete organismos operadores y la Concesión otorgada a Aguakán, la cual es supervisada por la Delegación Zona Norte.

Las actividades de los organismos se encuentran divididas en tres áreas, la Administrativa, la Comercial, y la de Operación ó Técnica, al mando todas de la Gerencia General. La primera comprende la parte del manejo de los recursos económicos, permitiendo alcanzar los objetivos de la prestación del servicio mediante el pago de los recursos económicos, como la mano de obra, y todos los aditamentos para el correcto funcionamiento de la infraestructura. La segunda es un área que maneja la factura y recaudación del servicio otorgado, por lo que es la encargada de obtener directamente de los usuarios el ingreso. La tercera y última es la técnica, quien funge como ente fundamental para el acceso al agua potable;

ya que supervisa el correcto funcionamiento en el proceso de extracción, conducción y distribución del vital líquido.

De forma complementaria en la ciudad de Chetumal se encuentra la Dirección General, la cual se encarga de conjuntar las actividades de todos los organismos y así conocer y administrar la situación actual del sector. Dicha oficina se compone por la Dirección General, cinco Coordinaciones de apoyo (la de Administración y Finanzas, la Comercial, la de Planeación, la de Construcción, y la Operación), y tres Unidades (la Jurídica, la de Comunicación, la de Productividad y Calidad, y la de Relaciones Públicas). Esta gran área se encarga de organizar, planear, redistribuir, entre otras acciones que lleven al adecuado servicio de agua potable en todas y cada una de las localidades del Estado de Quintana Roo.

En cuanto a la Delegación Zona Norte, su labor es supervisar las acciones emprendidas en los municipios de Isla Mujeres y Benito Juárez, así como gestionar el otorgamiento de recursos.

2.3.2.b.- LOS INGRESOS DE LA PARAESTATAL CAPA CON BASE AL MARCO JURÍDICO

La CAPA como marca la ley es un organismo público descentralizado, por lo tanto no recibe ninguna partida de recursos por parte del gobierno, sino que ésta cubre sus gastos a través de las fuentes que a continuación se describen.

La primera fuente de ingresos son los recursos propios, obtenidos del cobro del servicio de agua potable a los usuarios domésticos, comerciales, hoteleros, industriales y de servicios generales, así como por la facturación de conexiones (nuevos contratos según tipo de usuario), reconexiones (por sanciones de pago atrasado), devolución de derechos de la CONAGUA, pago de litros por segundo a empresas constructoras, agua en pipa, agua residual tratada, descargas de aguas residuales, cartas de no adeudos, cambio de propietario, duplicado de recibos,

cambio de medidores, multas a clandestinos, productos financieros, y devolución del IVA facturado. La segunda fuente de recursos se obtiene a través de concurso de recursos en los diferentes programas de índole municipal, estatal y federal, tales como **PRODDER** (Programa de Devolución de Derechos), **PIBAI** (Programa de Infraestructura Básica para Comunidades Indígena), **APASZR** (Programa para la Construcción y Rehabilitación de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales), **APASZU** (Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbana), **FIES** (Fideicomiso para la Infraestructura en los Estado), **MICROREGIONES**, **3 X 1 MIGRANTES**, **AGUA LIMPIA**, **CULTURA DEL AGUA**, entre otros. La última fuente de ingresos se obtiene mediante subsidios que el gobierno realiza ante problemas económicos en la empresa pública, tal es el caso de endeudamientos. La tercera opción para obtener recursos que financien los costos de inversión para la creación de nueva infraestructura es a través de préstamos con la banca de desarrollo.

Con base al Artículo 22 de la LAPA, los ingresos que obtenga la Comisión por prestación de los servicios a su cargo, así como los demás recursos de que disponga, deberá invertirlos para el cumplimiento de su objetivo. Así mismo, cuando el Gobierno Federal otorgue el apoyo económico a la Comisión, ésta cuidará que se utilice únicamente en los fines para los que haya sido concedido.

Los ingresos se proyectan año con año con la finalidad de saber el recurso que se tendrá disponible para la compra de insumos que utiliza la comisión, los cuáles le permiten proveer el agua potable hasta las diferentes localidades del Estado de Quintana Roo.

SERVICIOS PROPIOS	OTROS INGRESOS
1) RECAUDACIÓN A TIEMPO - FACTURA agua - FACTURA alcantarillado - FACTURA agua y alcantarillado - RECAUDACIÓN a tiempo (%) - RECAUDACIÓN agua - RECAUDACIÓN alcantarillado 2) RECAUDACIÓN POR REZAGO - DESCUENTO (%)	1) INGRESOS POR CONTRATACIÓN - CONTRATACIÓN agua - CONTRATACIÓN alcantarillado 2) INGRESOS VARIOS - RECONEXIONES - LITROS X SEGUNDO - OTROS INGRESOS

- DESCUENTO agua y alcantarillado	
- REZAGO acumulado (agua y alcantarillado)	
- RECAUDACIÓN rezago (%)	
- RECAUDACIÓN agua	
- RECAUDACIÓN alcantarillado	

2.3.2.c.- ¿CÓMO SE RIGEN LAS TARIFAS?

En cuanto a los recursos obtenidos por el cobro del consumo del vital líquido, la LAPA establece que deberán pagar un precio por dicho servicio todos aquellos que cumplan con las características señaladas en el artículo 36º, ya que están obligados a conectarse a la infraestructura de la CAPA. Así mismo, el artículo 11º dicta que estarán obligados a pagar los derechos que en la misma y demás ordenamientos aplicables se establezcan, así como dentro de los plazos que se fijen. La falta de pago oportuno obligará al usuario a cubrir recargos conforme a la tasa que se señala en las leyes fiscales vigentes en el Estado. Así mismo, queda estipulado en el art. 12º que los servicios de agua potable y alcantarillado no podrán ser objeto de exenciones de ninguna clase, tanto en favor de usuarios particulares, como de los Gobiernos y Dependencias o Entidades Federales, Estatales o Municipales, Instituciones Educativas y Culturales o de Asistencia pública o privada.

Los adeudos a cargo de usuarios de los servicios de agua potable y alcantarillado y las multas, tendrán el carácter de créditos fiscales, para cuyo cobro, la Comisión hará uso de la facultad económico-coactiva, por conducto de la Dirección de Recuperación de Adeudos y Ejecución Fiscal, dependiente de la Dirección General de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado.

En cuanto a la determinación de tarifas, el comité que integra a la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado con base a un estudio socioeconómico estableció las tarifas que deberán pagarse por el servicio, actualizándose al inicio de año por tipo de usuario. Para el caso de los usuarios domésticos, el reajuste tarifario se realiza con base al porcentaje de incremento del salario mínimo para la “región C”

ó Sur del país (publicado en el Diario Oficial de la Federación); y para el caso de los demás usuarios como comerciales, industriales, hoteleros y de servicios se modifican mensualmente utilizando como base de actualización el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC).

La estructura tarifaria comprende cinco tipos de usuarios: doméstico, comercial, industrial, hotelero y los de servicios generales a la comunidad. Actualmente los usuarios domésticos que no cuentan con medidor o que éste no funciona pagan adecuadamente una cuota fija de \$45.80/mes¹⁰, independientemente del consumo que realicen.

Los cobros del servicio de agua se realizan con base en el esquema escalonado de tarifas. Cada escalón, representa un rango de consumo, y cada rango de consumo cuenta con un límite inferior y uno superior, que representan el menor y mayor consumo que se puede hacer para ese rango.

Cada escalón, y por ende cada rango de consumo, implican un mayor precio por metro cúbico (m³) respecto al escalón anterior. Además, por el hecho de subir de un rango de consumo a otro, se paga una penalización por el primer m³ consumido.

Para calcular el monto a facturar, la CAPA ubica el rango dentro del cual se encuentra el consumo del usuario y aplica la siguiente fórmula:

$$Importe = \frac{\text{Cuota base del rango de consumo}}{\text{de consumo}} + \left(\frac{\text{No. de m}^3 \text{ que exceden del límite inferior}}{\text{límite inferior}} \right) \times \left(\frac{\text{Cuota adicional expresada en } \$/\text{m}^3}{\text{expresada en } \$/\text{m}^3} \right)$$

La clasificación por rango de consumo clasifica a los usuarios por metros cúbicos consumidos y se cobra una cantidad constante por cada M³ consumido en el rango establecido. Ejemplificando lo anterior, en la comisión existen 5 rangos de

¹⁰ Tarifa aprobada por el Consejo Directivo de la CAPA para el año 2008, publicada en el Diario Oficial de la Federación.

facturación, que para el 2006 se conformaron de la siguiente manera: el primero incluía las tomas domiciliarias de consumo de 0 a 10 M3, asumiendo un costo de \$40.24 por uno o los 10 M3; el siguiente estrato son usuarios con consumo de 11 a 20 M3 asumiendo un costo fijo de \$44.25 pesos y \$4.02 pesos por metro cúbico extra que consuma, lo que significa que si consume 11 M3 pagará \$48.27 pesos, 12 M3 pagará \$52.29, y así sucesivamente; consecutivamente se encuentra el estrato de 21 a 40 M3, luego de 41 a 60 M3, y el último de 61 a 999999 M3, realizando el cobro conforme a lo ejemplificado en el rango dos. (Ver Tabla)

A continuación se muestra el historial de tarifas establecidas para los usuarios domésticos de 2002 a 2007¹¹.

Tabla 1.- Historial de tarifas para usuarios de tipo doméstico

Rango FACTURA		Ene-03	Ene-03	Ene-04	Ene-04	Ene-05	Ene-05	Ene-06	Ene-06	Ene-07	Ene-07
min	max	TARIFA	ADICIONAL	TARIFA	ADICIONA	TARIFA	ADICIONA	TARIFA	ADICIONA	TARIFA	ADICIONA
0	10	35.40	0.00	36.99	0.00	38.69	0.00	40.24	0.00	41.81	0.00
11	20	38.93	3.54	40.68	3.70	42.55	3.87	44.25	4.02	45.98	4.18
21	40	88.62	5.27	92.61	5.51	96.87	5.76	100.74	5.99	104.67	6.22
41	60	193.61	10.56	202.32	11.04	211.63	11.55	220.10	12.01	228.68	12.48
61	999999	400.90	26.42	418.94	27.61	438.21	28.88	455.74	30.04	473.51	31.21

Como se observa en la tabla 1, el incremento tarifario es muy pequeño, por lo que la variación se reflejará de igual forma en pequeñas proporciones dado que se trata de un bien necesario; lo anterior se demostrará en el capítulo III.

Dichas tarifas son cobradas por las áreas comerciales en los diferentes organismos operadores, y posteriormente este recurso es concentrado en la Dirección General para la redistribución del mismo. El procedimiento del manejo del recurso, entre otras actividades, se basa en la LAPA y el Reglamento Interno de la CAPA.

¹¹ Se presenta únicamente el cuadro de tarifas domésticas debido a que el trabajo se enfoca al comportamiento de los usuarios domésticos.

2.3.2.d.- USUARIOS DE LA CAPA

A diciembre de 2008 la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo atendía 154,854 usuarios, de los cuáles 92.59% eran domésticos, 0.24% hoteleros, 5.58% comerciales, 0.04% industriales, y 1.55% de servicios generales. Lo anterior representa una cobertura del 100% a las comunidades mayores a 100 habitantes, sin incluir a la Delegación Zona Norte¹².

El siguiente cuadro muestra los usuarios atendidos por municipio y por tipo de

Tabla 2.- Número de usuarios por municipio y tipo de tarifa

TIPO DE TARIFA	USUARIOS POR MUNICIPIO							
	OPB	JMM	FCP	SOL	TUL	LC	COZ	TOTAL
DOM. POPULAR	29,170	8,868	14,521	32,531	4,317	6,474	12,541	108,422
DOM. MEDIO	34,079	0	0	0	0	0	0	34,079
DOM. RESIDENCIAL	871	0	0	0	0	0	0	871
HOTELERO	88	6	7	166	14	32	59	372
COMERCIAL	3,140	322	319	2,537	487	211	1,632	8,648
INDUSTRIAL	35	3	1	5	5	14	5	68
SERV. GRALES.	1,053	306	358	171	112	227	167	2,394
TOTAL	68,436	9,505	15,206	35,410	4,935	6,958	14,404	154,854

Fuente: Base de datos del MAEAS de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado

La mayor parte de los usuarios se encuentran ubicados en el municipio de Othón P. Blanco, representando el 44.19%; siguiéndole el municipio de solidaridad, a pesar de su reciente creación, contando con el 22.87% de los usuarios; posteriormente se encuentran, con poca diferencia entre su número de usuarios los municipios de Felipe Carrillo Puerto con 9.82% y Cozumel con 9.30%; luego observamos a José María Morelos con 6.14%; en penúltimo lugar a Lázaro Cárdenas con 4.49% y finalmente a Tulum con el 3.29%.

¹² Comprende los municipios de Isla Mujeres y Benito Juárez.

Es importante mencionar que la CAPA no atiende al total de la población en la Isla de Cozumel, debido a que varios de los usuarios cuentan con pozos para la extracción del bien; así mismo algunos de los hoteleros o bien tienen plantas desalinizadoras o compran agua desalada a empresas del sector privado.

Tabla 3.- Porcentaje de usuarios por municipio

USUARIOS POR MUNICIPIO	TOTAL DE USUARIOS	% DE USUARIOS
OPB	68,436	44.19%
JMM	9,505	6.14%
FCP	15,206	9.82%
SOL	35,410	22.87%
TUL	4,935	3.19%
LC	6,958	4.49%
COZ	14,404	9.30%
TOTAL	154,854	100%

Fuente: Base de datos del MAEAS de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado

De los 154,854 usuarios el 95% corresponde a los activos y el 5% a los inactivos. Cabe resaltar que a los usuarios del bien agua potable se les instala un medidor al momento de la contratación del servicio, sin embargo, con el paso del tiempo éstos se deterioran y dejan de funcionar, incurriendo en un problema en la lectura de los consumos y por ende afectando la eficiencia en la facturación y cobro del vital líquido. A continuación se muestra un cuadro con el status que tenían el total de tomas atendidas por la CAPA en el 2008.

Tabla 4.- Usuarios activos tipo de tarifa y según el status de la tomas

ACTIVOS					
TIPO DE TARIFA	TOMAS CON MEDIDOR		TOMAS SIN MEDIDOR	TOTAL DE TOMAS	TOMAS CON DRENAJE
	FUNCIONANDO	DESCOMPUESTO			
DOM. POPULAR	55,928	3,247	42,802	101,977	45,889
DOM. MEDIO	24,702	2,717	5,792	33,211	14,164
DOM. RESIDENCIAL	740	45	30	815	172
HOTELERO	336	10	7	353	219
COMERCIAL	6,744	543	1,014	8,301	4,466
INDUSTRIAL	35	11	15	61	11
SERV. GRALES.	1,097	46	1,090	2,233	396
TOTAL	89,582	6,619	50,750	146,951	65,317

Fuente: Base de datos del MAEAS de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado

Tabla 5.- Usuarios inactivos tipo de tarifa y según el status de la tomas

INACTIVOS					
TIPO DE TARIFA	TOMAS CON MEDIDOR		TOMAS SIN MEDIDOR	TOTAL DE TOMAS	TOMAS CON DRENAJE
	FUNCIONANDO	DESCOMPUESTO			
DOM. POPULAR	250	11	6,184	6,445	387
DOM. MEDIO	201	3	664	868	358
DOM. RESIDENCIAL	24	9	23	56	0
HOTELERO	7	1	11	19	7
COMERCIAL	114	13	220	347	109
INDUSTRIAL	1	0	6	7	0
SERV. GRALES.	35	2	124	161	15
TOTAL	632	39	7,232	7,903	876

Fuente: Base de datos del MAEAS de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado

En cada uno de los organismos operadores existe una base de datos donde se registra la información detallada de los usuarios, la cual lleva el nombre de "Padrón de Usuarios". Dicha base de datos cuenta con los siguientes datos:

- Información de usuario: Presenta los datos personales del usuario.
- Contrato: Indica el número de contrato de agua potable y es indispensable conocerlo para poder realizar algún trámite.
- Tarifa: Tipo de tarifa con el cual se contrató el servicio; puede ser Doméstico, Comercial, Industrial, Hotelero o Servicios Generales.

- Lecturas: Indica las lecturas del medidor del mes de consumo inmediato anterior y del mes actual.
- Consumo: Es el consumo de agua (en metros cúbicos) obtenido de la resta de la lectura del mes actual menos la del mes inmediato anterior.
- Clave de localización: Clave única a nivel estatal que indica la ubicación de la toma de agua potable.
- Medidor: Es el número de serie del medidor de agua potable.
- Periodo de consumo: Es el periodo de consumo del servicio de agua potable.
- Mes facturado: Es el mes en el cual se está realizando la facturación del periodo de consumo correspondiente.
- Estado de la toma: Indica si existe alguna anomalía con su toma de agua potable.
- Importe total: Es monto correspondiente a por la cantidad consumida al mes.

En el presente trabajo se utilizará únicamente el número de contrato (para identificar el usuario), la tarifa (puesto que se tomarán únicamente los domésticos), el consumo (ya que identifica los metros cúbicos consumidos mes tras mes, en cada año registrado), período de consumo (muestra el año de consumo), mes facturado, estado de la toma (siendo un factor determinante en el usuario que se selecciona, ya que nos interesan solamente los que cuentan con medidor funcionando ó que permiten observar lecturas reales), y el importe total (el monto que paga por el agua consumida).

2.3.2.e.- INFRAESTRUCTURA EN AGUA POTABLE

La red de abastecimiento de agua potable es un sistema de obras de ingeniería enlazadas que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural relativamente densa, el agua potable. El sistema de infraestructura de agua potable está integrado por la captación, tratamiento, conducción, regulación, distribución y suministro intradomiciliario.

El área de captación y tratamiento de agua potable hace referencia al sistema de producción y consiste en captar agua desde las fuentes de la naturaleza (en

nuestra Entidad el agua proviene de pozos profundos, que son alimentados a través del manto freático), sean éstas superficiales o subterráneas y conducirla mediante gravedad o impulsión hacia la Planta de Tratamiento, o directamente al sistema de distribución (estanques de distribución) cuando el agua cruda no requiere tratamiento y sólo cloración; tal es el caso del agua en Quintana Roo, ya que el recurso es clorado después de la extracción y enviado a los tanques de almacenamiento para su distribución a las áreas habitadas. En la Planta de Tratamiento se realiza el proceso de potabilización del agua cruda mediante procesos mecánicos y químicos, entregando como producto de salida, agua potable.

El subsistema de distribución de agua potable consiste en transportar el agua potable desde la planta de tratamiento o estanques de distribución por medio de conducciones y entregarla en la entrada de la casa o industria del usuario, (antes del medidor) mediante una red de tuberías. Este sistema comprende conducciones, red de tuberías de distinto diámetro, estanques y plantas de elevación de ser requerida impulsión.

Por último se encuentra la parte intradomiciliaria, que son las obras destinadas a conducir el agua potable desde la entrada de la casa o industria hasta los artefactos sanitarios ubicados en su interior (llaves, regaderas, etc.). Se compone de la tubería y medidor más todas las instalaciones interiores pagadas por el usuario.

2.3.3.- ORGANISMOS OPERADORES ENCARGADOS DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

El artículo 17º de la LAPA, establece que los organismos operadores son las entidades encargadas de administrar, operar y conservar los servicios públicos de distribución y abastecimiento de agua potable y los de drenaje y alcantarillado de los centros de población; para lo cual el Estado de Quintana Roo está dividido en

siete organismos operadores, de acuerdo a los municipios de la Entidad, a excepción de Isla Mujeres y Benito Juárez.

2.3.3.a.- COZUMEL

La isla de Cozumel es la mayor de las islas mexicanas del Mar Caribe y de toda la costa Atlántica del país, se encuentra separada del continente por un canal de 17.5 km. de longitud, frente a las costas de Playa del Carmen; su extensión territorial es de 647.33 km², ocupando el 1.27% de la superficie del Estado, su cabecera municipal recibe el mismo nombre.

Hidrología

No existen corrientes superficiales de agua debido a la permeabilidad del suelo. En la zona sur se localizan entradas de agua marina, conocidas como lagunas, denominadas Laguna Colombia, Laguna Ciega y Chankanab, todas ellas con agua salobre. Al igual de pueden encontrar algunos cenotes de agua dulce.

Población

Se estima que el municipio de Cozumel para el 2009 alcanza una población, según registros históricos del INEGI, de 82,921 habitantes, ante una tasa de crecimiento anual de 3.81% y un índice de hacinamiento de 3.84.

Tabla 6.- Población total del municipio de Cozumel

MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL				
	REAL				PROYECTADO
	1990	1995	2000	2005	2010
COZUMEL	38,974	48,385	60,025	73,193	86,080

Fuente: Anuarios Estadísticos del INEGI

Los habitantes de esta isla, debido a su localización geográfica y las condiciones climáticas, obtiene el recurso agua potable mediante el organismo operador Cozumel, extracción en pozos particulares, compra de agua desalinizada, y/o acumulación de agua lluvia. Por tal motivo los usuarios registrados no son en su totalidad la población de las localidades del ayuntamiento.

A continuación se presenta una tabla con el registro histórico de los diferentes tipos de usuarios del municipio de Cozumel desde 2003 hasta 2008, con la finalidad de observar el crecimiento histórico¹³.

Tabla 7.- Histórico de usuarios por tipo tarifa

COZUMEL						
TIPO DE TARIFA	TOTAL DE USUARIOS					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
DOM. POPULAR	11,437	11,710	11,810	11,981	12,250	12,541
HOTELERO	58	60	56	59	58	59
COMERCIAL	1,003	1,199	1,330	1,401	1,476	1,632
INDUSTRIAL	31	7	5	5	5	5
SERV. GRALES.	90	94	92	145	163	167
TOTAL	12,619	13,070	13,293	13,591	13,952	14,404
TASA DE CRECIM	---	3.6%	1.7%	2.2%	2.7%	3.2%

Fuente: Base de datos del MAEAS de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado

Infraestructura

➤ **Captación**

La zona de captación del sistema de agua potable cuenta con 274 pozos, de los cuales 190 se encuentran en operación, 26 se encuentran parados por infraestructura incompleta o por presentar alto contenido de cloruros y 58 están en proceso de equipamiento; el caudal de cada pozo es de 1 lps, cada uno se encuentra equipado de bombas sumergibles con capacidades de oscilan entre 1 y 2 HP. Cabe mencionar que los equipos no son iguales entre sí, debido a que aquellos pozos que se encuentran más retirados de la línea conducción requieren de equipos con mayor potencia y conforme estén más cercanos disminuye la potencia requerida , esta variación se encuentra entre un rango de 1.5 y .5 HP.

Debido a las características geológicas e hidrológicas de la zona se puede generar un desequilibrio en el sistema ya que al extraer más agua con respecto al tiempo se genera la intrusión salina, lo que pone en peligro el acuífero, por lo tanto la

¹³ Se nombrarán únicamente registros de este período debido a que la CAPA solo cuenta con dicha información.

operación del sistema de captación es muy delicada. Si se presenta una extracción superior a la determinada por el balance hidráulico se corre el riesgo de que las aguas dulces se contaminen con agua salada. El gasto medio de operación de la zona de captación en la actualidad es de 180 lps, el tiempo de bombeo de cada pozo es de 24 hrs.

La planta potabilizadora instalada en las inmediaciones de la zona de captación, tiene una capacidad de almacenamiento de 1,750 m³ distribuidos de la siguiente manera:

- Tanque superficial de 350 m³, cuenta con equipos de bombeo de 15 HP; este tanque bombea por períodos pequeños a la red de agua de la Ciudad.
- Tanque superficial de 1200 m³, equipado con 4 equipos de bombeo 2 de 40 HP y 2 de 60HP; con estos equipos se bombea directamente a la red de manera continua las 24 hrs. Del día
- Tanque elevado de 200 m³, este tanque es alimentado directamente de los equipos del tanque elevado de 1200 m³.

➤ Conducción

Como se menciona anteriormente la zona de captación cuenta con una batería de 274 pozos, lo extenso de la zona hace necesario una red interna para conducir el agua hasta el cárcamo de bombeo, esta red tiene una longitud aproximada de 110 Km., constituida de tuberías de asbesto cemento con diámetros que van de 2.5 a 14 pulgadas.

La línea de conducción que conecta al cárcamo de bombeo de la zona de captación con el cárcamo de rebombeo situado en la ciudad, es de aproximadamente de 11.34 Km. construida de asbesto cemento de 8, 12 y 14 pulgadas.

➤ Regulación

El cárcamo de rebombeo que se encuentra instalado a la salida de la Ciudad cuenta con una capacidad de almacenamiento de 710 m³ divididos en dos

tanques superficiales de 450 m³ equipado con de 4 bombas con capacidad de 60 y 40 HP; y uno de 260 m³ equipado con 4 equipos de bombeo tipo vertical.

➤ **Distribución**

La línea de distribución está conformada por circuitos y líneas con una longitud aproximada de 963 Km. con tuberías de distintos diámetros que van de 2.5 a 20 pulgadas de distintos materiales como P.V.C., asbesto-cemento y PAD.

La distribución es realiza en base a tandeos que van de 5 a 13 horas, estás de acuerdo a extensión y número de usuarios de la zona que se le este suministrando el liquido, esto implica que deban hacerse movimientos en las válvulas de seccionamiento.

Tarifas

En cuanto a las tarifas el organismo operador aplica las establecidas por el Consejo Directivo de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo, mencionadas en el apartado III.3.b.3. ¿Cómo se rigen las tarifas?. Actualmente se paga un monto mínimo de 45.80 pesos para usuarios domésticos.

Usuarios

A diciembre de 2008 la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo atendía 14,404 usuarios, de los cuáles 87.07% son domésticos, 0.41% hoteleros, 11.33% comerciales, 0.03% industriales, y 1.17% de servicios generales, lo cual representa una cobertura del 100% a las comunidades mayores a 100 habitantes.

Cabe resaltar que la CAPA no atiende al total de la población de la Isla de Cozumel, debido a que varios de los usuarios cuentan con pozos para la extracción del bien; así mismo algunos de los hoteleros o bien tienen plantas desalinizadoras o compran agua desalada a empresas del sector privado.

De los 14,404 usuarios el 99.57% corresponde a los activos y el 0.43% a los inactivos. Cabe resaltar que a los usuarios del bien Agua Potable se les instala un

medidor al momento de la contratación del servicio, sin embargo, con el paso del tiempo éstos se deterioran y dejan de funcionar, incurriendo en un problema en la lectura de los consumos y por ende afectando la eficiencia en la facturación y cobro del vital líquido. A continuación se muestra un cuadro con el status que tenían el total de tomas atendidas por la CAPA para el 2008.

Tabla 8.- Información de usuarios activos según tipo de tarifa

ACTIVOS					
TIPO DE TARIFA	TOMAS CON MEDIDOR		TOMAS SIN MEDIDOR	TOTAL DE TOMAS	TOMAS CON DRENAJE
	FUNCIONANDO	DESCOMPUESTO			
DOM. POPULAR	12,336	149	3	12,488	12,430
DOM. MEDIO	0	0	0	0	0
DOM. RESIDENCIAL	0	0	0	0	0
HOTELERO	55	4	0	59	56
COMERCIAL	1,552	71	1	1,624	1,612
INDUSTRIAL	3	2	0	5	5
SERV. GRALES.	164	2	0	166	161
TOTAL	14,110	228	4	14,342	14,264

Fuente: Base de datos del MAEAS de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado

Tabla 9.- Información de usuarios inactivos según tipo de tarifa

INACTIVOS					
TIPO DE TARIFA	TOMAS CON MEDIDOR		TOMAS SIN MEDIDOR	TOTAL DE TOMAS	TOMAS CON DRENAJE
	FUNCIONANDO	DESCOMPUESTO			
DOM. POPULAR	9	1	43	53	50
DOM. MEDIO	0	0	0	0	0
DOM. RESIDENCIAL	0	0	0	0	0
HOTELERO	0	0	0	0	0
COMERCIAL	4	3	1	8	7
INDUSTRIAL	0	0	0	0	0
SERV. GRALES.	1	0	0	1	1
TOTAL	14	4	44	62	58

Fuente: Base de datos del MAEAS de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado

2.3.3.b.- FELIPE CARRILLO PUERTO

Felipe Carrillo Puerto es municipio del estado de Quintana Roo, cuya cabecera municipal lleva el mismo nombre, situada en el centro del estado, en la zona maya, a 159 km hacia el sur de la ciudad de Chetumal y a 229 km al norte de Cancún (partiendo de FCP); su extensión territorial asciende a 13,806 km².

Hidrología

El territorio de Felipe Carrillo Puerto es prácticamente plano, sin relieves y está constituido por una planicie de roca calcárea que no retiene las corrientes superficiales, por lo que la hidrografía está constituida únicamente por los cenotes, que son afloramientos superficiales de ríos subterráneos y que tuvieron una gran importancia para la cultura maya.

La costa del municipio incluye dos grandes bahías, de norte a sur: la Bahía de la Ascensión y la Bahía del Espíritu Santo, ambas son de muy baja profundidad que no permiten el acceso a barcos de gran calado, sin embargo tienen una gran riqueza marina y forman playas y mangle en sus costas.

Población

Se estima que el municipio de Cozumel para el 2009 alcanza una población, según registros históricos del INEGI, de 69,678 habitantes, ante una tasa de crecimiento anual de 1.61% y un índice de hacinamiento de 4.93.

Tabla 10.- Población total del municipio de Felipe Carrillo Puerto

MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL				
	REAL				PROYECTADO
	1990	1995	2000	2005	2010
FELIPE CARRILLO PUERTO	47,234	56,001	60,365	65,373	73,540

Fuente: Anuarios Estadísticos del INEGI

A continuación se presenta una tabla con el registro histórico de los diferentes tipos de usuarios del municipio de Felipe Carrillo Puerto desde 2003 hasta 2008, con la finalidad de observar el crecimiento histórico¹⁴.

¹⁴ Se nombrarán únicamente registros de este período debido a que la CAPA solo cuenta con dicha información.

Tabla 11.- Histórico de usuarios por tipo tarifa

FELIPE CARRILLO PUERTO						
TIPO DE TARIFA	TOTAL DE USUARIOS					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
DOM. POPULAR	12,585	12,952	13,353	13,869	14,224	14,521
HOTELERO	4	4	4	4	4	7
COMERCIAL	246	241	245	246	245	319
INDUSTRIAL	2	2	1	1	1	1
SERV. GRALES.	306	324	330	344	347	358
TOTAL	13,143	13,523	13,933	14,464	14,821	15,206
TASA DE CRECIM	---	2.9%	3.0%	3.8%	2.5%	2.6%

Fuente: Base de datos del MAEAS de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado

Infraestructura

➤ Captación

La zona de captación del sistema de agua potable cuenta con 70 pozos profundos y 2 cenotes, todos equipados con bombas sumergibles, de combustión, y vertical, según las necesidades. La capacidad instalada de operación de la zona es de 290 l/s, y tiene un caudal producido de 98.76 l/s, con un bombeo estimado de 14 horas al día. Se cuenta con 68 tanques entre elevados y superficiales, que almacenan el recurso para luego conducirlo y distribuirlo en las áreas habitadas.

➤ Conducción

La línea de conducción es de aproximadamente de 6 Km. construida de asbesto cemento de 12, 14, 16 y 20 pulgadas.

➤ Regulación

Se cuenta con una capacidad de almacenamiento de 3,640 m³ divididos en 68 tanques elevados y superficiales de 10, 15, 20, 25, 30, 35, 100, 200 y 600 m³.

➤ Distribución

La línea de distribución está conformada por líneas con una longitud aproximada de 221.374 Km. con tuberías de distintos diámetros que van de 2 a 4 pulgadas de distintos materiales como P.V.C., asbesto-cemento y PAD.

La distribución es realiza en base a tandeos, de acuerdo a extensión y número de usuarios de la zona que se le este suministrando el liquido, esto implica que deban hacerse movimientos en las válvulas de seccionamiento.

Tarifas

En cuanto a las tarifas el organismo operador aplica las establecidas por el Consejo Directivo de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo, mencionadas en el apartado III.3.b.3. ¿Cómo se rigen las tarifas?.

Usuarios

A diciembre de 2008 la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo atendía 14,404 usuarios, de los cuáles 87.07% son domésticos, 0.41% hoteleros, 11.33% comerciales, 0.03% industriales, y 1.17% de servicios generales, lo cual representa una cobertura del 100% a las comunidades mayores a 100 habitantes. De los 14,404 usuarios el 99.57% corresponde a los activos y el 0.43% a los inactivos. Cabe resaltar que a los usuarios del bien Agua Potable se les instala un medidor al momento de la contratación del servicio, sin embargo, con el paso del tiempo éstos se deterioran y dejan de funcionar, incurriendo en un problema en la lectura de los consumos y por ende afectando la eficiencia en la facturación y cobro del vital líquido. A continuación se muestra un cuadro con el status que tenían el total de tomas atendidas por la CAPA para el 2008.

Tabla 12.- Información de usuarios activos según tipo de tarifa

ACTIVOS					
TIPO DE TARIFA	TOMAS CON MEDIDOR		TOMAS SIN MEDIDOR	TOTAL DE TOMAS	TOMAS CON DRENAJE
	FUNCIONANDO	DESCOMPUESTO			
DOM. POPULAR	12,336	149	3	12,488	12,430
DOM. MEDIO	0	0	0	0	0
DOM. RESIDENCIAL	0	0	0	0	0
HOTELERO	55	4	0	59	56
COMERCIAL	1,552	71	1	1,624	1,612
INDUSTRIAL	3	2	0	5	5
SERV. GRALES.	164	2	0	166	161
TOTAL	14,110	228	4	14,342	14,264

Fuente: Base de datos del MAEAS de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado

Tabla 13.- Información de usuarios inactivos según tipo de tarifa

INACTIVOS					
TIPO DE TARIFA	TOMAS CON MEDIDOR		TOMAS SIN MEDIDOR	TOTAL DE TOMAS	TOMAS CON DRENAJE
	FUNCIONANDO	DESCOMPUESTO			
DOM. POPULAR	9	1	43	53	50
DOM. MEDIO	0	0	0	0	0
DOM. RESIDENCIAL	0	0	0	0	0
HOTELERO	0	0	0	0	0
COMERCIAL	4	3	1	8	7
INDUSTRIAL	0	0	0	0	0
SERV. GRALES.	1	0	0	1	1
TOTAL	14	4	44	62	58

Fuente: Base de datos del MAEAS de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado

2.3.3.c.- JOSÉ MARÍA MORELOS

El municipio de José María Morelos pertenece al Estado de Quintana Roo, y su cabecera municipal lleva el mismo nombre. Se sitúa en la región centro-occidente del estado, en la zona maya, limita con los municipios de Felipe Carrillo Puerto y Othón P. Blanco, así como con los municipios de Calakmul y Hopelchén en el Estado de Campeche y con Tekax, Tzucacab y Peto de Yucatán; su extensión territorial asciende a 6,739 km².

Hidrología

El municipio es prácticamente plano, con un declive de oeste a este, sin embargo existen dos pequeñas serranías que surcan el municipio, teniendo alturas máximas de 100 y 50 metros. La hidrografía está representada únicamente por dos lagunas, la Laguna Chichankanab y la Laguna Esmeralda, así como cenotes y aguadas a lo largo de su territorio, las corrientes superficiales no existen.

Población

Se estima que el municipio de José Ma. Morelos para el 2009 alcanza una población, según registros históricos del INEGI, de 34,167 habitantes, ante una tasa de crecimiento anual de 1.07% y un índice de hacinamiento de 4.93.

Tabla 14.- Población total del municipio de José María Morelos

MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL				
	REAL				PROYECTADO
	1990	1995	2000	2005	2010
JOSE MARIA MORELOS	25,179	29,604	31,052	32,746	35,732

Fuente: Anuarios Estadísticos del INEGI

A continuación se presenta una tabla con el registro histórico de los diferentes tipos de usuarios del municipio de José María Morelos desde 2003 hasta 2008, con la finalidad de observar el crecimiento histórico¹⁵.

Tabla 15.- Histórico de usuarios por tipo tarifa

JOSÉ MARÍA MORELOS						
TIPO DE TARIFA	TOTAL DE USUARIOS					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
DOM. POPULAR	7,664	7,767	7,997	8,280	8,489	8,868
HOTELERO	5	6	6	8	6	6
COMERCIAL	181	258	275	281	315	322
INDUSTRIAL	0	3	3	3	3	3
SERV. GRALES.	276	278	284	293	304	306
TOTAL	8,126	8,312	8,565	8,865	9,117	9,505
TASA DE CRECIM	---	2.3%	3.0%	3.5%	2.8%	4.3%

Fuente: Base de datos del MAEAS de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado

Infraestructura

➤ Captación

La zona de captación del sistema de agua potable cuenta con 54 pozos profundos, todos equipados con bombas sumergibles, de combustión, y vertical, según las necesidades. La capacidad instalada de operación de la zona es de 70 l/s, y tiene un caudal producido de 38.02 l/s, con un bombeo estimado de 18 horas al día. Se cuenta con 59 tanques entre elevados y superficiales, que almacenan el recurso para luego conducirlo y distribuirlo en las áreas habitadas.

¹⁵ Se nombrarán únicamente registros de este período debido a que la CAPA solo cuenta con dicha información.

➤ **Conducción**

La línea de conducción es de aproximadamente de 10.60 Km. construida de asbesto cemento de 2 ½, 3 y 12 pulgadas.

➤ **Regulación**

Se cuenta con una capacidad de almacenamiento de 26,580 divididos en 59 tanques elevados y superficiales de 10, 15, 20, 25, 30 y 35 m³.

➤ **Distribución**

La línea de distribución está conformada por líneas con una longitud aproximada de 213 Km. con tuberías de distintos diámetros (de 2, 2 ½, 3 y 4 pulgadas) y distintos materiales como P.V.C., asbesto-cemento y PAD.

La distribución se realiza en base a tandeos, de acuerdo a extensión y número de usuarios de la zona que se le este suministrando el líquido, esto implica que deban hacerse movimientos en las válvulas de seccionamiento.

Tarifas

En cuanto a las tarifas el organismo operador aplica las establecidas por el Consejo Directivo de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo, mencionadas en el apartado III.3.b.3. ¿Cómo se rigen las tarifas?

Usuarios

A diciembre de 2008 la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo atendía 9,505 usuarios, de los cuáles 93.30% son domésticos, 0.06% hoteleros, 3.39% comerciales, 0.03% industriales, y 3.22% de servicios generales, lo cual representa una cobertura del 100% a las comunidades mayores a 100 habitantes.

De los 9,505 usuarios el 82.77% corresponde a los activos y el 17.23% a los inactivos. Cabe resaltar que a los usuarios del bien Agua Potable se les instala un

medidor al momento de la contratación del servicio, sin embargo, con el paso del tiempo éstos se deterioran y dejan de funcionar, incurriendo en un problema en la lectura de los consumos y por ende afectando la eficiencia en la facturación y cobro del vital líquido. A continuación se muestra un cuadro con el status que tenían el total de tomas atendidas por la CAPA para el 2008.

Tabla 16.- Información de usuarios activos según tipo de tarifa

ACTIVOS					
TIPO DE TARIFA	TOMAS CON MEDIDOR		TOMAS SIN MEDIDOR	TOTAL DE TOMAS	TOMAS CON DRENAJE
	FUNCIONANDO	DESCOMPUESTO			
DOM. POPULAR	1,447	100	5,740	7,287	0
DOM. MEDIO	0	0	0	0	0
DOM. RESIDENCIAL	0	0	0	0	0
HOTELERO	3	0	2	5	0
COMERCIAL	206	11	59	276	0
INDUSTRIAL	3	0	0	3	0
SERV. GRALES.	200	3	93	296	0
TOTAL	1,859	114	5,894	7,867	0

Fuente: Base de datos del MAEAS de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado

Tabla 17.- Información de usuarios inactivos según tipo de tarifa

INACTIVOS					
TIPO DE TARIFA	TOMAS CON MEDIDOR		TOMAS SIN MEDIDOR	TOTAL DE TOMAS	TOMAS CON DRENAJE
	FUNCIONANDO	DESCOMPUESTO			
DOM. POPULAR	29	2	1,550	1,581	0
DOM. MEDIO	0	0	0	0	0
DOM. RESIDENCIAL	0	0	0	0	0
HOTELERO	1	0	0	1	0
COMERCIAL	7	0	39	46	0
INDUSTRIAL	0	0	0	0	0
SERV. GRALES.	2	0	8	10	0
TOTAL	39	2	1,597	1,638	0

Fuente: Base de datos del MAEAS de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado

2.3.3.d.- LÁZARO CÁRDENAS

El municipio de Lázaro Cárdenas se ubica al norte del Estado de Quintana Roo, cuya cabecera municipal es Kantunilkín. Colinda con los municipios de Isla Mujeres, Benito Juárez y Solidaridad; su extensión territorial asciende a 3,881 km².

Hidrología

Por la formación del suelo, a base de roca caliza permeable, no existen escurrimientos de aguas superficiales. La principal laguna es Conil, también conocida como Yalahau y Punta Laguna en el sur.

Población

Se estima que el municipio de Lázaro Cárdenas para el 2009 alcanza una población, según registros históricos del INEGI, de 24,196 habitantes, ante una tasa de crecimiento anual de 1.91% y un índice de hacinamiento de 4.52.

Tabla 18.- Población total del municipio de Lázaro Cárdenas

MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL				
	REAL				PROYECTADO
	1990	1995	2000	2005	2010
LÁZARO CÁRDENAS	15,967	18,307	20,411	22,434	24,658

Fuente: Anuarios Estadísticos del INEGI

A continuación se presenta una tabla con el registro histórico de los diferentes tipos de usuarios del municipio de Lázaro Cárdenas desde 2003 hasta 2008, con la finalidad de observar el crecimiento histórico¹⁶.

Tabla 19.- Histórico de usuarios por tipo tarifa

LÁZARO CÁRDENAS						
TIPO DE TARIFA	TOTAL DE USUARIOS					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
DOM. POPULAR	5,460	5,627	5,776	6,006	6,239	6,474
HOTELERO	22	29	27	27	32	32
COMERCIAL	164	152	154	165	209	211
INDUSTRIAL	10	12	15	15	14	14
SERV. GRALES.	209	212	215	215	229	227
TOTAL	5,865	6,032	6,187	6,428	6,723	6,958
TASA DE CRECIM	---	2.8%	2.6%	3.9%	4.6%	3.5%

Fuente: Base de datos del MAEAS de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado

¹⁶ Se nombrarán únicamente registros de este período debido a que la CAPA solo cuenta con dicha información.

Infraestructura

➤ **Captación**

La zona de captación del sistema de agua potable cuenta con 17 pozos profundos, todos equipados con bombas sumergibles y verticales, según las necesidades. La capacidad instalada de operación de la zona es de 60 l/s, y tiene un caudal producido de 30 l/s, con un bombeo estimado de 18 horas al día. Se cuenta con 16 tanques entre elevados y superficiales, que almacenan el recurso para luego conducirlo y distribuirlo en las áreas habitadas.

➤ **Conducción**

La línea de conducción es de aproximadamente de 25.4 Km. construida de asbesto cemento de 2, 3, 4, 6 y 12 pulgadas.

➤ **Regulación**

Se cuenta con una capacidad de almacenamiento de 1,310 divididos en 16 tanques elevados y superficiales de 15, 25, 35, 40, 65, 150 y 400 m³.

➤ **Distribución**

La línea de distribución está conformada por líneas con una longitud aproximada de 87.6 Km. con tuberías de distintos diámetros (de 2, 2 ½, 3, 4, y 6 pulgadas) y distintos materiales como P.V.C., asbesto-cemento y PAD.

La distribución es realiza en base a tandeos, de acuerdo a extensión y número de usuarios de la zona que se le este suministrando el liquido, esto implica que deban hacerse movimientos en las válvulas de seccionamiento.

Tarifas

En cuanto a las tarifas el organismo operador aplica las establecidas por el Consejo Directivo de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo, mencionadas en el apartado III.3.b.3. ¿Cómo se rigen las tarifas?.

Usuarios

A diciembre de 2008 la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo atendía 6,506 usuarios, de los cuáles 93.04% son domésticos, 0.46% hoteleros, 3.03% comerciales, 0.20% industriales, y 3.26% de servicios generales, lo cual representa una cobertura del 100% a las comunidades mayores a 100 habitantes.

De los 6,506 usuarios el 88.44% corresponde a los activos y el 11.56% a los inactivos. Cabe resaltar que a los usuarios del bien Agua Potable se les instala un medidor al momento de la contratación del servicio, sin embargo, con el paso del tiempo éstos se deterioran y dejan de funcionar, incurriendo en un problema en la lectura de los consumos y por ende afectando la eficiencia en la facturación y cobro del vital líquido. A continuación se muestra un cuadro con el status que tenían el total de tomas atendidas por la CAPA para el 2008.

Tabla 20.- Información de usuarios activos según tipo de tarifa

ACTIVOS					
TIPO DE TARIFA	TOMAS CON MEDIDOR		TOMAS SIN MEDIDOR	TOTAL DE TOMAS	TOMAS CON DRENAJE
	FUNCIONANDO	DESCOMPUESTO			
DOM. POPULAR	255	9	5,454	5,718	87
DOM. MEDIO	0	0	0	0	0
DOM. RESIDENCIAL	0	0	0	0	0
HOTELERO	30	0	1	31	3
COMERCIAL	74	2	108	184	18
INDUSTRIAL	7	3	1	11	0
SERV. GRALES.	57	2	151	210	2
TOTAL	423	16	5,715	6,154	110

Fuente: Base de datos del MAEAS de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado

Tabla 21.- Información de usuarios inactivos según tipo de tarifa

INACTIVOS					
TIPO DE TARIFA	TOMAS CON MEDIDOR		TOMAS SIN MEDIDOR	TOTAL DE TOMAS	TOMAS CON DRENAJE
	FUNCIONANDO	DESCOMPUESTO			
DOM. POPULAR	3	1	752	756	2
DOM. MEDIO	0	0	0	0	0
DOM. RESIDENCIAL	0	0	0	0	0
HOTELERO	0	0	1	1	0
COMERCIAL	7	1	19	27	2
INDUSTRIAL	0	0	3	3	0
SERV. GRALES.	1	0	16	17	0
TOTAL	11	2	791	804	4

Fuente: Base de datos del MAEAS de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado

2.3.3.e.- OTHÓN P. BLANCO

El municipio de Othón P. Blanco pertenece al Estado de Quintana Roo, y su cabecera municipal es la misma que la capital de la Entidad, denominada Chetumal. Es el quinto ayuntamiento más grande de nuestro país, y ocupa la parte sur Quintana Roo; colinda al norte con José María Morelos y Felipe Carrillo Puerto, al oeste con Calakmul en Campeche y al sur con Belice; su extensión territorial asciende a 18,760 km².

Hidrología

El Municipio de Othón P. Blanco pertenece hidrológicamente hablando a la Región Hidrológica Yucatán Este (Quintana Roo) y a las Cuencas cerradas y Bahía de Chetumal y otras de esta misma región hidrológica.

Aunque su suelo está formado por la misma roca caliza del resto de la península que impide las corrientes de agua superficiales, en Othón P. Blanco se encuentran las únicas aguas superficiales de todo el territorio, lo que le da una muy importante característica al territorio, pues ahí podemos encontrar el Río Hondo y el Río Escondido, únicos ríos de toda la península de Yucatán.

Además, podemos encontrar una serie de lagunas, entre las que destaca la Laguna de Bacalar, Laguna Milagros, Laguna Guerrero, Laguna Agua Salada, Laguna Chile Verde y la Laguna San Felipe.

Población

Se estima que el municipio de Othón P. Blanco para el 2009 alcanza una población, según registros históricos del INEGI, de 229,506 habitantes, ante una tasa de crecimiento anual de 1.09% y un índice de hacinamiento de 4.08.

Tabla 22.- Población total del municipio de Othón P. Blanco

MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL				
	REAL				PROYECTADO
	1990	1995	2000	2005	2010
OTHÓN P. BLANCO	172,563	202,046	208,164	219,763	232,008

Fuente: Anuarios Estadísticos del INEGI

A continuación se presenta una tabla con el registro histórico de los diferentes tipos de usuarios del municipio de Othón P. Blanco desde 2003 hasta 2008, con la finalidad de observar el crecimiento histórico¹⁷.

Tabla 23.- Histórico de usuarios por tipo tarifa

OTHÓN P. BLANCO						
TIPO DE TARIFA	TOTAL DE USUARIOS					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
DOM. POPULAR	51,740	53,759	55,781	58,925	61,808	64,120
HOTELERO	66	65	63	67	78	88
COMERCIAL	2,418	2,471	2,557	2,654	2,927	3,140
INDUSTRIAL	34	35	31	32	34	35
SERV. GRALES.	930	951	934	980	1,016	1,053
TOTAL	55,188	57,281	59,366	62,658	65,863	68,436
TASA DE CRECIM	---	3.8%	3.6%	5.5%	5.1%	3.9%

Fuente: Base de datos del MAEAS de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado

¹⁷ Se nombrarán únicamente registros de este período debido a que la CAPA solo cuenta con dicha información.

Infraestructura

➤ **Captación**

La infraestructura de captación de agua potable del municipio se integra por 84 pozos, 3 cenotes, 3 acueductos y 6 pozos, todos equipados con bombas sumergibles, verticales y de combustión interna, según las necesidades. La capacidad instalada de operación de la zona es de 1,300 l/s, y tiene un caudal producido de 553 l/s, bombeando durante las 24 horas del día. Se cuenta con 93 tanques entre elevados y superficiales, que almacenan el recurso para luego conducirlo y distribuirlo en las áreas habitadas.

➤ **Conducción**

La línea de conducción es de aproximadamente de 1,014 Km. construida de asbesto cemento de 2, 3, 4 y 6 pulgadas.

➤ **Regulación**

Se cuenta con una capacidad de almacenamiento de 3,708 divididos en 93 tanques elevados y superficiales de 2, 2 ½, 3,4, 6 y 8 m³.

➤ **Distribución**

La línea de distribución está conformada por líneas con una longitud aproximada de 331.3 Km. con tuberías de distintos diámetros (de 2, 2 ½, 3, 4, 6 y 8 pulgadas) y distintos materiales como P.V.C., asbesto-cemento y PAD.

La distribución es realiza en base a tandeos, de acuerdo a extensión y número de usuarios de la zona que se le este suministrando el liquido, esto implica que deban hacerse movimientos en las válvulas de seccionamiento.

Tarifas

En cuanto a las tarifas el organismo operador aplica las establecidas por el Consejo Directivo de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo, mencionadas en el apartado III.3.b.3. ¿Cómo se rigen las tarifas?.

Usuarios

A diciembre de 2008 la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo atendía 68,436 usuarios, de los cuáles 93.69% son domésticos, 0.13% hoteleros, 4.59% comerciales, 0.05% industriales, y 1.546% de servicios generales, lo cual representa una cobertura del 100% a las comunidades mayores a 100 habitantes.

De los 68,436 usuarios el 95.08% corresponde a los activos y el 4.92% a los inactivos. Cabe resaltar que a los usuarios del bien Agua Potable se les instala un medidor al momento de la contratación del servicio, sin embargo, con el paso del tiempo éstos se deterioran y dejan de funcionar, incurriendo en un problema en la lectura de los consumos y por ende afectando la eficiencia en la facturación y cobro del vital líquido. A continuación se muestra un cuadro con el status que tenían el total de tomas atendidas por la CAPA para el 2008.

Tabla 24.- Información de usuarios activos según tipo de tarifa

ACTIVOS					
TIPO DE TARIFA	TOMAS CON MEDIDOR		TOMAS SIN MEDIDOR	TOTAL DE TOMAS	TOMAS CON DRENAJE
	FUNCIONANDO	DESCOMPUESTO			
DOM. POPULAR	9,287	757	16,944	26,988	6,499
DOM. MEDIO	24,702	2,717	5,792	33,211	14,164
DOM. RESIDENCIAL	740	45	30	815	172
HOTELERO	75	3	1	79	29
COMERCIAL	2,255	227	511	2,993	751
INDUSTRIAL	14	5	14	33	3
SERV. GRALES.	365	28	555	948	112
TOTAL	37,438	3,782	23,847	65,067	21,730

Fuente: Base de datos del MAEAS de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado

Tabla 25.- Información de usuarios inactivos según tipo de tarifa

INACTIVOS					
TIPO DE TARIFA	TOMAS CON MEDIDOR		TOMAS SIN MEDIDOR	TOTAL DE TOMAS	TOMAS CON DRENAJE
	FUNCIONANDO	DESCOMPUESTO			
DOM. POPULAR	47	2	2,133	2,182	62
DOM. MEDIO	201	3	664	868	358
DOM. RESIDENCIAL	24	9	23	56	0
HOTELERO	6	0	3	9	4
COMERCIAL	57	4	86	147	12
INDUSTRIAL	1	0	1	2	0
SERV. GRALES.	27	2	76	105	6
TOTAL	363	20	2,986	3,369	442

Fuente: Base de datos del MAEAS de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado

2.3.3.f.- SOLIDARIDAD

Solidaridad es un municipio del Estado de Quintana Roo, su cabecera municipal es la ciudad de Playa del Carmen. Se ubica al oeste del Estado, y limita con los municipios de Benito Juárez, Lázaro Cárdenas y Tulum; su extensión territorial asciende a 2,278.04 km².

Hidrología

Su superficie está formada por roca calcárea que no permite que se formen corrientes de agua superficiales, sino que las aguas se trasminan al subsuelo donde forman ríos subterráneos que afloran a la superficie en los cenotes, que junto con varias lagunas son los principales cuerpos de agua del municipio, que son Laguna La Unión, Laguna Chumpoko, Laguna Campeche, Laguna Boca Paila, Laguna San Miguel, Laguna Catoche, Laguna Cobá, Laguna Verde y Laguna Nochacam.

Población

Se estima que el municipio de Othón P. Blanco para el 2009 alcanza una población, según registros históricos del INEGI, de 244,436 habitantes, ante una tasa de crecimiento anual de 18.14% y un índice de hacinamiento de 3.65.

Tabla 26.- Población total del municipio de Solidaridad

MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL				
	REAL				PROYECTADO
	1990	1995	2000	2005	2010
SOLIDARIDAD	7650	14,056	57,019	120,722	303,711

Fuente: Anuarios Estadísticos del INEGI

A continuación se presenta una tabla con el registro histórico de los diferentes tipos de usuarios del municipio de Solidaridad desde 2003 hasta 2008, con la finalidad de observar el crecimiento histórico¹⁸.

Tabla 27.- Histórico de usuarios por tipo tarifa

SOLIDARIDAD						
TIPO DE TARIFA	TOTAL DE USUARIOS					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
DOM. POPULAR	10,155	15,067	19,693	23,303	28,284	32,531
HOTELERO	149	151	155	157	162	166
COMERCIAL	1,617	1,775	1,968	2,080	2,286	2,537
INDUSTRIAL	5	5	4	5	5	5
SERV. GRALES.	80	90	107	129	145	171
TOTAL	12,006	17,088	21,927	25,674	30,882	35,410
TASA DE CRECIM	---	42.3%	28.3%	17.1%	20.3%	14.7%

Fuente: Base de datos del MAEAS de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado

Infraestructura

➤ Captación

La infraestructura de captación de agua potable del municipio se integra por 26 pozos, todos equipados según las necesidades. La capacidad instalada de operación de la zona es de 680 l/s, y tiene un caudal producido de 337 l/s, bombeando durante las 24 horas del día. Se cuenta con 21 tanques entre elevados y superficiales, que almacenan el recurso para luego conducirlo y distribuirlo en las áreas habitadas.

¹⁸ Se nombrarán únicamente registros de este período debido a que la CAPA solo cuenta con dicha información.

➤ **Conducción**

La línea de conducción es de aproximadamente de 34.820 Km. construida de asbesto cemento de 2, 2 ½, 3, 4, 6 y 20 pulgadas.

➤ **Regulación**

Se cuenta con una capacidad de almacenamiento de 2,967 divididos en 21 tanques elevados y superficiales de 2, 2 ½, 3,4, 6 y 8 m3.

➤ **Distribución**

La línea de distribución está conformada por líneas con una longitud aproximada de 89.9 Km. con tuberías de distintos diámetros (de 2, 2 ½, 3, 4, 6 y 8 pulgadas) y distintos materiales como P.V.C., asbesto-cemento y PAD.

La distribución es realiza en base a tandeos, de acuerdo a extensión y número de usuarios de la zona que se le este suministrando el liquido, esto implica que deban hacerse movimientos en las válvulas de seccionamiento.

Tarifas

En cuanto a las tarifas el organismo operador aplica las establecidas por el Consejo Directivo de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo, mencionadas en el apartado III.3.b.3. ¿Cómo se rigen las tarifas?.

Usuarios

A diciembre de 2008 la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo atendía 35,410 usuarios, de los cuáles 91.87% son domésticos, 0.47% hoteleros, 7.16% comerciales, 0.01% industriales, y 0.48% de servicios generales, lo cual representa una cobertura del 100% a las comunidades mayores a 100 habitantes.

De los 35,410 usuarios el 98.64% corresponde a los activos y el 1.36% a los inactivos. Cabe resaltar que a los usuarios del bien Agua Potable se les instala un

medidor al momento de la contratación del servicio, sin embargo, con el paso del tiempo éstos se deterioran y dejan de funcionar, incurriendo en un problema en la lectura de los consumos y por ende afectando la eficiencia en la facturación y cobro del vital líquido. A continuación se muestra un cuadro con el status que tenían el total de tomas atendidas por la CAPA para el 2008.

Tabla 28.- Información de usuarios activos según tipo de tarifa

ACTIVOS					
TIPO DE TARIFA	TOMAS CON MEDIDOR		TOMAS SIN MEDIDOR	TOTAL DE TOMAS	TOMAS CON DRENAJE
	FUNCIONANDO	DESCOMPUESTO			
DOM. POPULAR	29,185	2,063	919	32,167	26,260
DOM. MEDIO	0	0	0	0	0
DOM. RESIDENCIAL	0	0	0	0	0
HOTELERO	155	2	1	158	131
COMERCIAL	2,169	195	75	2,439	2,063
INDUSTRIAL	4	1	0	5	3
SERV. GRALES.	151	7	3	161	121
TOTAL	31,664	2,268	998	34,930	28,578

Fuente: Base de datos del MAEAS de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado

Tabla 29.- Información de usuarios inactivos según tipo de tarifa

INACTIVOS					
TIPO DE TARIFA	TOMAS CON MEDIDOR		TOMAS SIN MEDIDOR	TOTAL DE TOMAS	TOMAS CON DRENAJE
	FUNCIONANDO	DESCOMPUESTO			
DOM. POPULAR	139	5	220	364	272
DOM. MEDIO	0	0	0	0	0
DOM. RESIDENCIAL	0	0	0	0	0
HOTELERO	0	1	7	8	3
COMERCIAL	34	5	59	98	88
INDUSTRIAL	0	0	0	0	0
SERV. GRALES.	1	0	9	10	8
TOTAL	174	11	295	480	371

Fuente: Base de datos del MAEAS de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado

2.3.3.g.- TULUM

Tulum es el noveno municipio del Estado de Quintana Roo, y su cabecera municipal lleva el mismo nombre. Se ubica al centro-norte del Estado, en la Riviera Maya, y sus límites son al norte con Solidaridad, al sur con Felipe Carrillo Puerto y al extremo este con Valladolid, Yucatán; su extensión territorial asciende a 2,090.43 km².

Hidrología

De la misma manera no existen corrientes de agua superficiales, por la composición del suelo (a base de roca calcárea sumamente permeable), lo que causa que las aguas que caen por lluvia no puedan ser retenidas en la superficie, en cambio esto favorece la formación de ríos subterráneos que han hecho famosa a la región, así mismo los cenotes formados al colapsar los techos de los ríos subterráneos.

En el sur de la zona se encuentran diversas lagunas como la Laguna Campeche, Laguna Boca Paila, Laguna San Miguel, Laguna Xamach y Laguna Catoche; así mismo en la zona oeste del municipio se encuentran la Laguna Cobá, la Laguna Verde y la Laguna Nochacam en las inmediaciones de la zona arqueológica de Cobá. Hidrológicamente casi todo el territorio pertenece a la Región Hidrológica Yucatán Norte (Yucatán) y a la Cuenca Quintana Roo de la misma, solo dos pequeñas porciones del extremo sur del municipio limítrofes con el de Carrillo Puerto se encuentran en la Región Hidrológica Yucatán Este (Quintana Roo) y en las Cuencas Cerradas y de Bahía de Chetumal.

Población

Se estima que el municipio de Othón P. Blanco para el 2009 alcanza una población, según registros históricos del INEGI, de 27,757 habitantes, ante una tasa de crecimiento anual de 17.04% y un índice de hacinamiento de 3.93.

Tabla 30.- Población total del municipio de Tulum

MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL				
	REAL				PROYECTADO
	1990	1995	2000	2005	2010
TULUM	2,111	3,603	6,733	14,790	32,488

Fuente: Anuarios Estadísticos del INEGI

A continuación se presenta una tabla con el registro histórico de los diferentes tipos de usuarios del municipio de Tulum desde 2003 hasta 2008, con la finalidad de observar el crecimiento histórico¹⁹.

Tabla 31.- Histórico de usuarios por tipo tarifa

TULUM						
TIPO DE TARIFA	TOTAL DE USUARIOS					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
DOM. POPULAR	3,332	3,588	3,827	4,033	4,172	4,317
HOTELERO	7	7	7	10	12	14
COMERCIAL	226	283	357	384	439	487
INDUSTRIAL	5	5	5	5	5	5
SERV. GRALES.	75	91	98	103	106	112
TOTAL	3,645	3,974	4,294	4,535	4,734	4,935
TASA DE CRECIM	---	9.0%	8.1%	5.6%	4.4%	4.2%

Fuente: Base de datos del MAEAS de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado

Infraestructura

➤ Captación

La infraestructura de captación de agua potable del municipio se integra por 5 pozos, equipados según las necesidades. La capacidad instalada de operación de la zona es de 150 l/s, y tiene un caudal producido de 28.4 l/s, bombeando durante las 24 horas del día.

¹⁹ Se nombrarán únicamente registros de este período debido a que la CAPA solo cuenta con dicha información.

➤ Conducción

La línea de conducción es de aproximadamente de 9.147 Km. construida de asbesto cemento de 8 pulgadas.

➤ Regulación

Se cuenta con un tanque superficial de almacenamiento de 400 de capacidad.

➤ Distribución

La línea de distribución está conformada por líneas con una longitud aproximada de 14.2 Km. con tuberías de distintos diámetros (de 2, 2 ½, 3, 4, 6 y 8 pulgadas) y distintos materiales como P.V.C., asbesto-cemento y PAD.

La distribución es realiza en base a tandeos, de acuerdo a extensión y número de usuarios de la zona que se le este suministrando el liquido, esto implica que deban hacerse movimientos en las válvulas de seccionamiento.

Tarifas

En cuanto a las tarifas el organismo operador aplica las establecidas por el Consejo Directivo de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo, mencionadas en el apartado III.3.b.3. ¿Cómo se rigen las tarifas?.

Usuarios

A diciembre de 2008 la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo atendía 4,395 usuarios, de los cuáles 87.48% son domésticos, 0.28% hoteleros, 9.87% comerciales, 0.10% industriales, y 2.27% de servicios generales, lo cual representa una cobertura del 100% a las comunidades mayores a 100 habitantes.

De los 4,395 usuarios el 97.33% corresponde a los activos y el 2.67% a los inactivos. Cabe resaltar que a los usuarios del bien Agua Potable se les instala un medidor al momento de la contratación del servicio, sin embargo, con el paso del

tiempo éstos se deterioran y dejan de funcionar, incurriendo en un problema en la lectura de los consumos y por ende afectando la eficiencia en la facturación y cobro del vital líquido. A continuación se muestra un cuadro con el status que tenían el total de tomas atendidas por la CAPA para el 2008.

Tabla 32.- Información de usuarios activos según tipo de tarifa

ACTIVOS					
TIPO DE TARIFA	TOMAS CON MEDIDOR		TOMAS SIN MEDIDOR	TOTAL DE TOMAS	TOMAS CON DRENAJE
	FUNCIONANDO	DESCOMPUESTO			
DOM. POPULAR	2,852	113	1,232	4,197	499
DOM. MEDIO	0	0	0	0	0
DOM. RESIDENCIAL	0	0	0	0	0
HOTELERO	13	1	0	14	0
COMERCIAL	430	34	15	479	22
INDUSTRIAL	4	0	0	4	0
SERV. GRALES.	97	3	9	109	0
TOTAL	3,396	151	1,256	4,803	521

Fuente: Base de datos del MAEAS de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado

Tabla 33.- Información de usuarios inactivos según tipo de tarifa

INACTIVOS					
TIPO DE TARIFA	TOMAS CON MEDIDOR		TOMAS SIN MEDIDOR	TOTAL DE TOMAS	TOMAS CON DRENAJE
	FUNCIONANDO	DESCOMPUESTO			
DOM. POPULAR	20	0	100	120	1
DOM. MEDIO	0	0	0	0	0
DOM. RESIDENCIAL	0	0	0	0	0
HOTELERO	0	0	0	0	0
COMERCIAL	5	0	3	8	0
INDUSTRIAL	0	0	1	1	0
SERV. GRALES.	2	0	1	3	0
TOTAL	27	0	105	132	1

Fuente: Base de datos del MAEAS de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado

2.4 AGUAKÁN, EMPRESA DE SERVICIOS CONCESIONADOS EN LOS MUNICIPIOS DE BENITO JUÁREZ E ISLA MUEJRES EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO

El servicio de agua potable es una obligación de los municipios, sin embargo, como se mencionó en apartados anteriores, cuando éstos no pueden proporcionarlo se le adjudica al Estado; si aún así el servicio es dificultoso, se celebra un contrato de concesión con el sector privado. Lo anterior, surgió con los ayuntamientos de Isla Mujeres y Benito Juárez, pues ante el crecimiento acelerado de las localidades, el Gobierno de Quintana Roo no pudo enfrentar los niveles de inversión en infraestructura necesarios para satisfacer la demanda del lugar, otorgando en 1993 a Desarrollos Hidráulicos de Cancún -DHC- la concesión integral de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de ambos municipios. DHC usa como marca operadora AGUAKAN.

Historia

En 1990 Grupo Mexicano de Desarrollo (GMD) y el Gobierno del Estado de Quintana Roo celebraron un contrato de Asociación en Participación, surgiendo así Desarrollos Hidráulicos de Cancún (DHC). Posteriormente en 1992, bajo contrato de obra, se construye un acueducto para llevar agua en bloque a Cancún e inicia la construcción de la Planta de Aguas Residuales Caribe 2000; así el 19 de octubre de 1993, el Gobierno del Estado de Quintana Roo y los municipios de Benito Juárez e Isla Mujeres otorgan a DHC, la concesión integral por 30 años para prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado y saneamiento en las ciudades de este municipio; en este mismo año, inicia operaciones la Planta Caribe 2000.

El primero de enero de 1994 inicia operaciones DHC. Se nombra a la CAPA como autoridad normativa en materia de agua potable y alcantarillado en el Estado y como representante técnico de los concedentes para todo lo relacionado con las responsabilidades de la concesionaria.

En 1999 se anexa a DHC, la empresa Azurix comprando el 49.9 por ciento de la inversión; con esto la empresa tiene la bondad de crear mayor y mejor infraestructura en beneficio de los habitantes de la zona. Como parte del crecimiento de la región, se construye la Planta Norte, entrando en operaciones en mayo del 2000. Así mismo, a finales de 2001 inician las obras de construcción del Acuífero. Y posteriormente en mayo de 2005, inicia operaciones la Planta Norponiente.

En el mes de julio de 2002, Azurix es adquirida por BAL-ONDEO, asociación compuesta por Industrias Peñoles y SUEZ Environnement. 2006: AGUAKAN recibe la certificación ISO 9001:2000 para las operaciones de su laboratorio de medición ubicado en las instalaciones del kilómetro 0+000 de la Zona Hotelera.

El 23 de enero del 2007, AGUAKAN recibe el Certificado de Industria Limpia y obtiene un reconocimiento público al cumplimiento de la normatividad nacional e internacional, así como de sus buenas prácticas operativas y de ingeniería garantizando un nivel de desempeño y de protección ambiental.

Actividades de Aquakán

Extracción: El proceso de captación consiste en extraer el agua del medio natural. AGUAKAN vigila este proceso para asegurar que el agua no esté contaminada.

Potabilización: el agua extraída de los 161 pozos de extracción se canaliza a las tuberías principales. En esta etapa, AGUAKAN le agrega pequeñas cantidades de cloro para limpiarla y eliminar los microbios que pudiera contener y asegurar que se pueda beber libremente.

Almacenamiento: El agua se almacena en 12 cárcamos (depósitos, tanques) con 9,000 m³ de capacidad. AGUAKAN controla permanentemente estas instalaciones para que reciba en su casa agua de buena calidad.

Distribución: Debido a las condiciones orográficas del suelo, el agua no tiene la suficiente fuerza para llegar a todos los hogares y establecimientos que la necesitan, por lo que AGUAKAN opera estaciones de rebombeo, las cuales están ubicadas estratégicamente a lo largo de la ciudad. Éstas toman el agua que AGUAKAN extrae y le dan el último empujón para que llegue a las tomas de cada casa.

Tratamiento de Aguas Residuales: Ya que ha utilizado el agua, AGUAKAN la recolecta a través del sistema de drenaje y la lleva a las plantas de tratamiento. Ahí, AGUAKAN la limpia para dejarla libre de contaminantes y en condiciones óptimas para regresar a la naturaleza lejos de dónde la sustrae.

Infraestructura

Actualmente se cuentan con 161 pozos de captación que sirven para extraer el recurso del manto freático, luego se conduce a 12 tanques para almacenar 9,000 m³ de agua potable, posteriormente se conduce a 49 estaciones de rebombeo para impulsar el agua potable dentro de las tuberías de distribución que equivalen a poco más de 1,600 km de tubería que va de las plantas de rebombeo a los hogares. Así mismo, se cuenta con un laboratorio para certificar la calidad del bien que se proporciona a la ciudadanía.

Población

Se estima que el municipio de Isla Mujeres y Benito Juárez para el 2009 alcanzan una población, según registros históricos del INEGI, de 734,844 y 15,169 habitantes respectivamente, ante una tasa de crecimiento anual de 6.42 y 3.31%.

Tabla 34.- Población total de los municipios de Benito Juárez e Isla Mujeres

MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL				
	REAL				PROYECTADO
	1990	1995	2000	2005	2010
BENITO JUÁREZ	176,765	311,696	419,815	572,973	782,006
ISLA MUJERES	10,666	8,750	11,313	13,315	15,671

Fuente: Anuarios Estadísticos del INEGI

Usuarios

A diciembre de 2008 la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo atendía 160,695 usuarios, de los cuáles 93.65% son domésticos, 5.48% hoteleros, 0.10% comerciales, 0.35% industriales, y 0.18% de servicios generales, lo cual representa una cobertura del 100% a las comunidades mayores a 100 habitantes.

A continuación se muestra un cuadro con el status que tenían el total de tomas atendidas por la CAPA para el 2008.

Tabla 35.- Histórico de usuarios por tipo tarifa y status de la toma domiciliaria

TIPO DE TARIFA	TOMAS CON MEDIDOR		TOMAS SIN MEDIDOR	TOTAL DE TOMAS	TOMAS CON DRENAJE
	FUNCIONANDO	DESCOMPUESTO			
DOM. POPULAR	105,619	1,056	43,820	150,495	126,442
DOM. MEDIO	0	0	0	0	0
DOM. RESIDENCIAL	0	0	0	0	0
HOTELERO	7,158	0	1,894	9,052	7,381
COMERCIAL	147	0	40	187	134
INDUSTRIAL	576	0	121	697	474
SERV. GRALES.	259	0	5	264	237
TOTAL	113,759	1,056	45,880	160,695	134,668

Fuente: Base de datos del MAEAS de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado

CAPÍTULO III

ELASTICIDAD PRECIO DE LA DEMANDA COMO INDICADOR MICROECONÓMICO

3.1 TEORÍA DE LA DEMANDA

La conducta del consumidor se refleja en el mercado a través de la demanda, que es la cantidad que está dispuesto a comprar el individuo ante los diferentes precios. La Teoría de la Demanda busca dar validez empírica a la hipótesis de que los consumidores actuamos como si supiéramos la cuantificación de la utilidad que nos reporta el consumo de cada bien y tomamos decisiones con base en esa información.

La cantidad de un bien o servicio particular que un individuo está dispuesto a comprar depende de muchos factores, entre los que destacan: el precio del bien, el precio de los bienes relacionados (sustitutos y complementarios), el ingreso, y las preferencias. La función de demanda es la relación que existe entre la cantidad demandada de un bien y su precio, manteniendo constantes a todos los demás factores que determinan la cantidad a comprar.

Por lo que podemos expresar la función de la demanda de x como:

$$Q_{dx} = f(P_x, P_y, P_z, Y, GP) \dots\dots\dots(1)$$

Donde:

Q_{dx} = Cantidad demandada

P_x = Precio del bien en estudio (ej. Precio del agua potable)

P_y = Precio del bien sustituto

P_z = Precio del bien complementario

Y = Ingreso

GP = Gustos y Preferencias

Una vez que se conocen las variables dependientes e independientes de la función de demanda, formalizaremos la función:

$$Q_x = A + \alpha P_x + \beta P_y + \gamma P_z + \phi Y + \delta GP \dots\dots\dots(2)$$

Donde:

- 1) A es la demanda autónoma, ya que incluye todos los factores determinantes del consumo que no se especifican en la función.
- 2) α , β , γ , ϕ , δ son los coeficientes que determinan:
 - el signo del cambio en la demanda ante un cambio en la variable
 - la magnitud del cambio en la demanda ante un cambio en la variable
- 3) Q_{d_x} , P_x , P_y , Y , GP variables determinantes de la demanda (ver ecuación (1))

Si expresamos la ecuación de la demanda del bien x en términos de su precio, suponiendo que todo lo demás permanece constante, la ecuación se define como:

$$Q_x = A^* - \alpha P_x \dots\dots\dots(3)$$

Donde

Q_x = Cantidad demandada del bien (en unidades consumidas)

A^* = Demanda autónoma (bajo el supuesto de que todo lo demás permanece constante, la A^* engloba $A, \alpha, \beta, \gamma, \phi, \delta$)

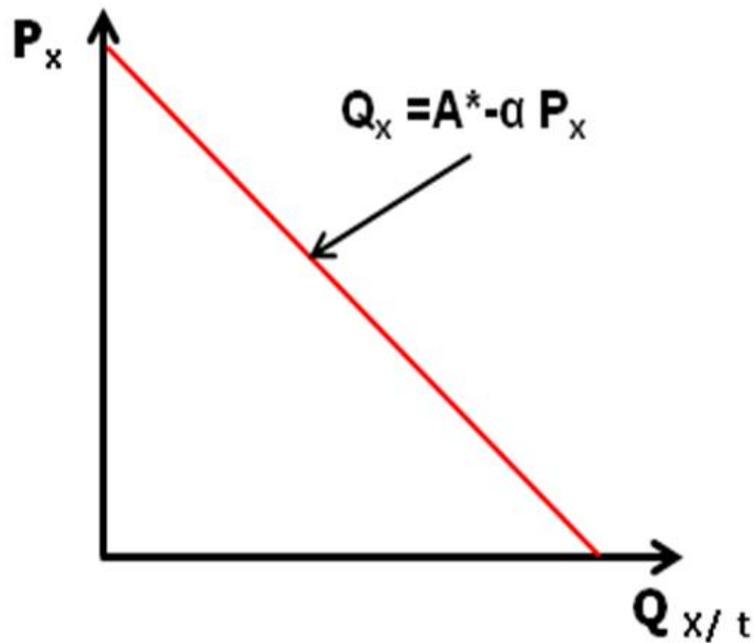
α = relación entre la cantidad y el precio (coeficiente de impacto)

P_x = precio del bien x (en unidades monetarias)

De acuerdo a la ley de Rendimientos Decrecientes, cuando aumenta el precio de un bien la utilidad marginal por peso gastado disminuye, por lo que reducimos su

consumo e incrementamos el de los otros bienes. Esto determina que, en general, el signo del parámetro α sea negativo, a lo que se denomina Ley de la Demanda. Asimismo, α es la pendiente de la curva y muestra el grado de respuesta de la cantidad demandada del bien cuando varía su precio, manteniendo constantes a todos los demás factores que determinan la demanda (precio de otros bienes, ingresos, gustos, etc.).

Para representar gráficamente la curva de la demanda se ha convenido en invertir los ejes, poniendo a la variable dependiente (cantidad por unidad de tiempo) en la abscisa, y al precio (variable independiente) en la ordenada. En este sentido, la "curva" de la demanda tiene una forma como la que se presenta en la siguiente gráfica (aunque en ocasiones puede ser que en realidad se trate de una hipérbola):



Gráfica 3.1 Curva de demanda

3.2 ELASTICIDAD

El concepto de elasticidad es la medición del impacto, o del grado de variación de las demandas o las ofertas de los productos dadas diversas variaciones de precios²⁰.

3.2.1 ELASTICIDAD INGRESO

La elasticidad ingreso de la demanda mide la sensibilidad en la cantidad demandada, ante cambios en los ingresos de los consumidores. Es la variación porcentual de la cantidad demandada cuando el ingreso aumenta en un cierto porcentaje. De acuerdo con esta elasticidad se pueden clasificar los bienes como:

- Bienes normales: elasticidad ingreso positiva entre 0 y 1%. Un aumento en 1% en el ingreso provoca aumentos en menor proporción en la demanda del bien, por ejemplo alimentos básicos.
- Bienes superiores: elasticidad ingreso positiva y mayor que 1%. Un aumento de 1% en el ingreso provoca aumentos en la demanda de más de 1%, por ejemplo vestidos, vinos, cortes finos.
- Bienes inferiores: elasticidad ingreso negativa. Un aumento de 1% en el ingreso provoca disminución en la demanda, por ejemplo frijoles, tortillas, viajes en el metro, etc.

El promedio ponderado de las elasticidades-ingresos de todos los bienes que consume una persona o grupo, sumaran 1, ya que el gasto total de los consumidores, es el ingreso total de los productores y este se maximiza cuando la demanda es de elasticidad unitaria con relación al ingreso.

²⁰ Varian, “**Microeconomía Intermedia**”. Antoni Bosch Editor. España, 1994.

3.2.2 ELASTICIDAD CRUZADA

La elasticidad cruzada de la demanda mide la sensibilidad de la cantidad demandada de un bien, ante las variaciones de los precios de los bienes relacionados con dicho bien. El indicador resultante permite definir si se trata de bienes sustitutos o complementarios perfectos, considerando lo siguiente:

- Bienes sustitutos: Elasticidad cruzada positiva. Un aumento en el precio de x , conduce a un aumento en la demanda de y .
- Bienes complementarios: Elasticidad cruzada negativa. Un aumento en el precio de x , provoca una disminución en la demanda de y .

3.2.3 ELASTICIDAD PUNTO

Es una medida válida en tramos muy cercanos de la curva, es decir cuando hablamos de cambios “pequeños” en precios o cantidades.

3.2.4 ELASTICIDAD ARCO

Es una medida de la sensibilidad promedio de la demanda ante cambios en el precio, considera un tramo de la curva de demanda en cualquier función de demanda.

3.2.5 ELASTICIDAD PRECIO DE LA DEMANDA

Esta elasticidad mide la variación de la cantidad demandada ante una variación del precio y queda expresada por la siguiente función:

$$EP_x = \frac{\Delta Q_x / Q_x}{\Delta P_x / P_x} = \frac{\Delta Q_x}{\Delta P_x} \cdot \frac{P_x}{Q_x} \dots\dots\dots(4)$$

Donde:

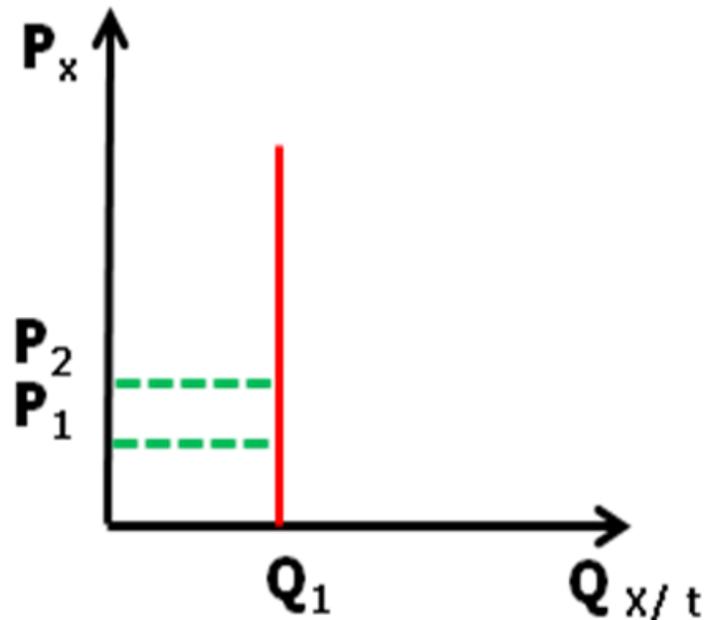
EP_x = es la elasticidad precio de la demanda

$\Delta Q_x / Q_x$: Es la variación de la cantidad y $\Delta P_x / P_x$ la variación del precio,

La demanda de un bien es elástica si la cantidad demandada responde significativamente a una variación del precio, e inelástica si la cantidad demandada responde muy levemente a una variación del precio.

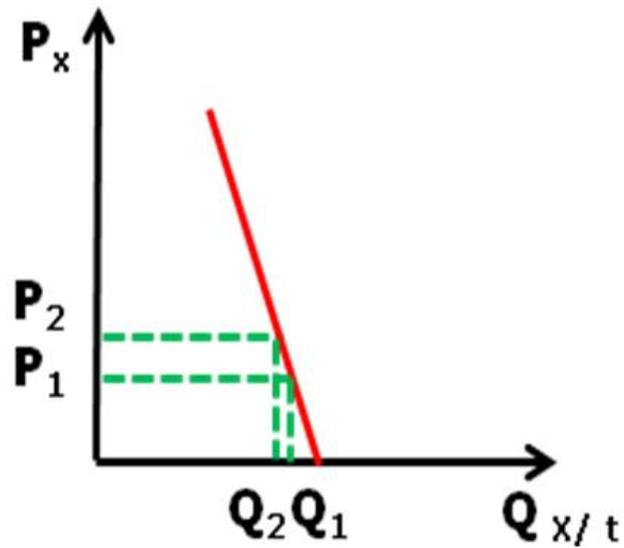
Según el valor de la elasticidad, éstas pueden ser:

- 1) Demanda perfectamente inelástica ($E = 0$).- Significa que ante un cambio en el precio la cantidad demandada permanece constante.



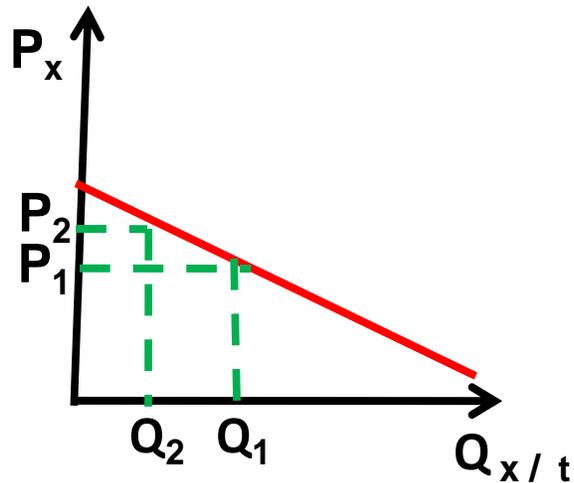
Gráfica 3.2 Demanda perfectamente inelástica ($E = 0$)

- 2) Demanda Inelástica ($0 < E < 1$).- Ante una variación porcentual considerable de los precios la variación porcentual de la cantidad demanda presente una variación poco significativa. Ver gráfica 1.7



Gráfica 3.3 Demanda Inelástica ($0 < E < 1$)

- 3) Demanda elástica ($E > 1$).- A un determinado cambio porcentual en el precio le corresponde un cambio porcentual mayor en la cantidad demandada. Esto implica que ante un aumento en el precio la cantidad demandada disminuirá más que proporcionalmente (Ver gráfica 3.5).



Gráfica 3.4.- Demanda elástica ($E > 1$)

- 4) Demanda perfectamente elástica ($E = \text{Infinito}$).- Cuando a un determinado cambio porcentual en el precio le corresponde un cambio porcentual mayor en la cantidad demandada.

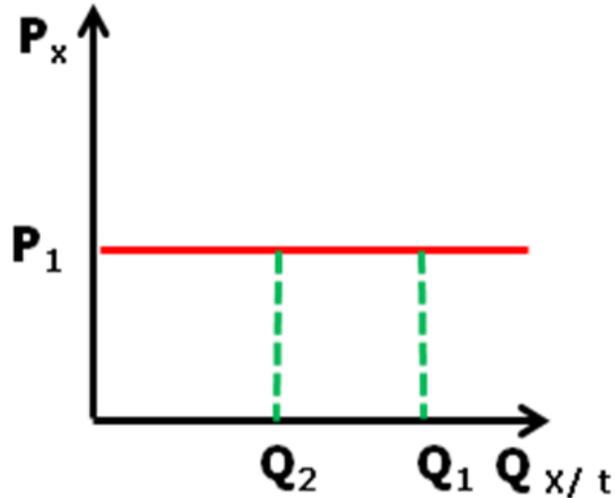


Gráfico 3.5-. Demanda perfectamente elástica ($E = \text{Infinito}$)

La elasticidad de la demanda al igual que la pendiente de la curva, varía a lo largo de ésta, como se puede apreciar en el siguiente gráfico.

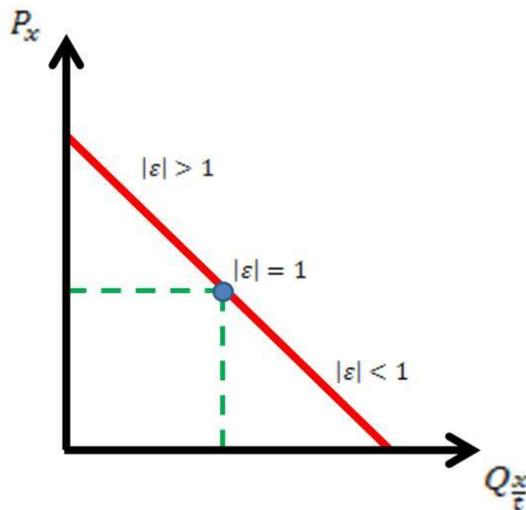


Gráfico 3.6-. Variaciones de la Elasticidad

Factores que determinan que una demanda sea elástica o inelástica²¹

- a) Bien necesario versus bien de lujo. Los bienes necesarios suelen tener una demanda inelástica. Su demanda oscila poco ante variaciones de precio (la gente va a seguir comprando ese bien porque tienen necesidad del mismo).

Por ejemplo, la insulina es un bien necesario para un diabético, por lo que presenta una demanda muy inelástica. Aunque suba su precio (dentro de ciertos límites) el diabético seguirá consumiendo la misma cantidad de insulina, ya que es necesaria para sobrevivir. Por el contrario, la demanda de bienes de lujo suele ser muy elástica. Al no ser bienes necesarios el consumidor puede prescindir de ellos en un momento determinado. Esto determina que su demanda reaccione con intensidad ante variaciones del precio. Por ejemplo, los cruceros de placer. Si su precio sube considerablemente muchas personas renunciarán al mismo y buscarán un tipo de vacaciones alternativas. En cambio si su precio baja la demanda se disparará.

- b) Existencia o no de bienes sustitutos cercanos. Si existen bienes sustitutos cercanos la demanda tenderá a ser más elástica ya que ante una subida de precio muchos consumidores comprarán el bien sustituto.

Por ejemplo, el aceite de oliva tiene un sustituto cercano que es el aceite de girasol. Si el precio del aceite de oliva sube considerablemente muchos consumidores comprarán aceite de girasol. Cuando no existen bienes sustitutos cercanos la demanda suele ser más inelástica. Por ejemplo, la leche no tiene un sustituto cercano, presentando una demanda inelástica. Aunque suba su precio la gente no tendrá más remedio que seguir comprando leche.

- c) Horizonte temporal: los bienes suelen tener una demanda más elástica cuando se analiza un horizonte temporal mayor.

²¹ Parkin (2006). “**Microeconomía**”. 7ª edición, Editorial Pearson.

Por ejemplo, si sube el precio de la gasolina (dentro de ciertos límites) el consumidor tendrá que seguir llenando el tanque de su vehículo por lo que la cantidad demandada no sufrirá en el corto plazo una gran variación. A largo plazo la situación cambia, ya que muchos consumidores a la hora de renovar su coche elegirán uno con motor diesel, lo que hará caer la demanda de gasolina.

3.3 ESTUDIOS DE LA ELASTICIDAD PRECIO DEL AGUA POTABLE

3.3.1 ESTUDIO DE LA CONAGUA PARA QUINTANA ROO

Un estudio realizado por la Comisión Nacional del Agua en 1992 para el Estado de Quintana Roo, denominado “*Guía Para la Elaboración de Estudios de Factibilidad Técnica, Económica, Financiera e Institucional para el Mejoramiento de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*” determinó que la elasticidad precio del servicio para el estado de Quintana Roo es de -0.29%. El indicador denota que ante un aumento en el precio del agua potable, los individuos disminuirán menos que proporcionalmente su cantidad demandada (por cada 1% que aumente el precio, la cantidad demandada disminuirá en 0.29%).

Este parámetro se utiliza actualmente en las evaluaciones sociales de los proyectos de los diferentes municipios de la Entidad; sin embargo, debido a que generaliza el comportamiento de los usuarios de las diversas zonas, el presente trabajo tiene como objetivo especificar dicho indicador para tres localidades estableciendo la metodología como una fuente alterna para el cálculo en otras ciudades del Estado.

3.3.2 NOTAS SOBRE LA ELASTICIDAD PRECIO-DEMANDA

Un estudio realizado por Ignacio Vélez Pareja en Septiembre de 2002 para la ciudad de Cali, Colombia, plantea la elasticidad a través de una regresión econométrica. Este cálculo identifica dos variables que explican la cantidad

consumida de los individuos, siendo la principal, el precio porque el estimador obtenido representa la elasticidad precio de la demanda del Agua Potable. La regresión considera la cantidad consumida en función del Precio desfasado en un período y la cantidad consumida desfasada en dos períodos:

$$Q_t = e^c \cdot P_{t-1}^{\beta_1} \cdot Q_{t-2}^{\beta_2} \dots\dots\dots(5)$$

Donde:

Q_t = Cantidad demandada del agua potable en el período t

e^c = Intercepto de la ecuación

P_{t-1} = Precio del bien agua potable en el período $t - 1$

Q_{t-2} = Cantidad consumida en el período $t - 2$

β_1 = Coeficiente de la elasticidad precio de la demanda de agua potable

β_2 = Coeficiente de elasticidad del ingreso

Donde las variables tienen periodicidad mensual y para efectos de la linealización del modelo se aplica logaritmo natural a los datos.

$$\ln(Q_t) = \ln(C) + \beta_1 \ln(P_{t-1}) + \beta_2 \ln(Q_{t-2}) \dots\dots\dots(6)$$

El resultado de dicho estudio es igual a -0.36, lo cual indica que ante un aumento del precio del bien agua potable, la cantidad demandada disminuirá menos que proporcionalmente.

3.3.3 Metodologías de Evaluación Socioeconómica para Proyectos de Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento y Protección a Centros de Población

En junio de 2007, Héctor Madrid Luna y Raymundo Díaz Noria en la investigación denominada "Metodologías de Evaluación Socioeconómica para Proyectos de Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento y Protección a Centros de Población", citan el planteamiento de un modelo econométrico para el cálculo de la elasticidad

precio de la demanda²², incluyendo en este trabajo la función y forma de la demanda. Dicha regresión, establece a la cantidad demanda como variable dependiente y al precio, el ingreso y el índice de hacinamiento como independientes, con una periodicidad mensual.

$$Q = Y^i N^n P^e \dots\dots\dots(7)$$

Donde:

Q = Cantidad demandada de agua potable

Y = Ingreso mensual de los usuarios del servicio

N = Índice de hacinamiento

P = Precio del bien agua potable

i = Coeficiente de elasticidad del ingreso

n = Coeficiente de elasticidad del índice de hacinamiento

e = Coeficiente de elasticidad del precio del agua potable

La función de demanda propuesta, con forma hiperbólica es la siguiente:

$$Q = A \cdot P^e \dots\dots\dots(8)$$

Donde:

Q = Cantidad demandada de agua potable

A = Demanda autónoma, es decir, engloba Y^i y N^n (ver ecuación 3)

P = Precio del bien agua potable

e = Coeficiente de elasticidad del precio del agua potable

Las metodologías de ambos trabajos dieron como resultado el planteamiento de un modelo econométrico con variables mensuales, donde la cantidad demandada está en función principalmente de los precios (variable en estudio por la elasticidad) y la cantidad demandada desfasada en dos períodos (por cuestiones del cobro en el Estado), y como variables secundarias el índice de hacinamiento, el drenaje, el ingreso y la disponibilidad a pagar por parte de los usuarios.

²² CNA. "Estudio de Evaluación Socioeconómica del Proyecto de Reuso de las Aguas Residuales Tratadas en Tijuana, B.C.", 2007.

3.4 METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DEL COEFICIENTE DE ELASTICIDAD

3.4.1 Análisis de la Función de Demanda

Los bienes y servicios tienen diversas funciones que representan su comportamiento y ello depende del tipo de bien de que se trate, así como lo revisado en el marco teórico (gustos y preferencias, ingreso disponible, precios, bienes sustitutos y/o complementarios, entre otras). El agua potable es un bien necesario que enfrenta una curva decreciente con pendiente negativa, debido a que los individuos reaccionan de forma inversa en su consumo ante un alza o baja del precio. Lo anterior, se representa en la siguiente curva de demanda del agua potable:

$$Q = AP^e \dots\dots\dots(8)$$

3.4.2 ESTABLECER LA MODELACIÓN

Las variables analizadas nos permiten identificar los factores que pueden determinar la cantidad demandada de agua potable, por lo que con base al apartado *IV.1 Teoría de la Demanda*, desagregaremos de la función el término “A”.

La teoría económica indica que la cantidad demandada se explica por el precio del bien, el precio de los bienes sustitutos y complementarios, el ingreso y los gustos y preferencias, expresándolo de la siguiente forma:

$$Q_x = A \pm \alpha P_x \pm \beta P_y \pm \gamma P_z \pm \phi Y \pm \delta GP \dots\dots\dots(ver 2)$$

Donde:

- 4) A es la demanda autónoma, ya que incluye todos los factores determinantes del consumo que no se especifican en la función.
- 5) α , β , γ , ϕ , δ son los coeficientes que determinan:
 - el signo del cambio en la demanda ante un cambio en la variable
 - la magnitud del cambio en la demanda ante un cambio en la variable

6) Q_{dx} , P_x , P_y , Y , GP variables determinantes de la demanda (ver ecuación (1))

Lo anterior, permite modelar de la siguiente manera, la función de demanda de agua potable de la ciudad de Chetumal, Quintana Roo:

$$Q_t = P^{\beta_1} \cdot Q_{t-2}^{\beta_2} \cdot H^{\beta_3} \cdot Y^{\beta_4} \dots\dots\dots(9)$$

Donde:

Q_t = Consumo en metros cúbicos al mes (m^3/mes)

P = Precio por metro cúbico (m^3) consumido

β_1 = Elasticidad precio del agua potable

Q_{t-2} = Consumo (también en m^3/mes) desfasado en dos períodos

β_2 = Elasticidad de la cantidad consumida en el período $t - 2$

H = Hacinamiento

β_3 = Elasticidad del índice de hacinamiento

Y = Ingreso (en pesos al mes por hogar)

β_4 = Elasticidad del ingreso

Con dicha ecuación, en los siguientes apartados, modelaremos la función y curva de demanda del agua potable de la localidad de Chetumal, Quintana Roo.

3.5 CÁLCULO DE LA ELASTICIDAD PRECIO DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE

Para el cálculo de la elasticidad precio del agua realizaremos una regresión econométrica, con datos panel. Partiremos del supuesto de que a mayor precio en el bien agua menor cantidad consumida y viceversa, para lo cual obtenemos una curva de demanda decreciente y con pendiente negativa. Bajo esta condición plantearemos el modelo inicial generalizando la relación entre las variables que determinarán el coeficiente de elasticidad en el período que comprende del 2004 al 2008.

3.5.1 GENERALIDADES

Basados en la selección de variables previamente identificadas en el capítulo dos tales como la cantidad consumida, el precio, el clima, el índice de hacinamiento, el ingreso, el drenaje sanitario y la disposición a pagar más por el servicio, comenzaremos especificando cuáles serán utilizadas en los modelos econométricos de cada una de las localidades.

La cantidad consumida, el precio por metro cúbico de agua, y el drenaje sanitario se emplearán en las tres localidades debido a que se encuentran en la base de datos de la Comisión de Agua Potable. El clima es una variable importante cuando las variaciones efectuadas son considerablemente cambiantes, por ejemplo cuando las temperaturas llegan a ser extremas, por lo que para este estudio y las características del sistema Chetumal, no consideraremos dichos datos. El índice de hacinamiento es el número de individuos que habitan en un hogar. Esta información se puede obtener de los usuarios mediante encuesta o a través del traslape del mapa comercial de las localidades con el mapa por AGEB's del INEGI, por lo que debido a las limitantes de los recursos económicos para aplicar un cuestionario de encuesta a los usuarios, optaremos por la segunda metodología (únicamente para el caso de Chetumal). Finalmente se encuentra ingreso de las personas, el cual, por falta de información (ya que no se cuenta con bases de datos de encuestas previas) y ante métodos estadísticos auxiliares se utilizó el modelo de Montecarlo para determinar la renta de los usuarios del agua potable, según el mes y año analizado.

Debido a que la información se encontraba por usuario, se promediaron los valores de las variables de estudio, para cada uno de los meses del período 2004 a 2008.

3.5.2 CÁLCULO DE LA ELASTICIDAD PRECIO DE LA DEMANDA DE LA LOCALIDAD DE CHETUMAL

Chetumal es la cabecera municipal del Ayuntamiento de Othón P. Blanco, ubicado en el estado de Quintana Roo.

El cálculo del indicador de elasticidad precio de la demanda del agua potable en la localidad en estudio, permitiría conocer el impacto que tendría un aumento de los precios en la demanda de los chetumaleños; por tal motivo el modelo econométrico que a continuación se presenta, interrelaciona las variables precio y cantidad, considerando al precio como un determinante de gran peso en el consumo. El indicador comprende el período de 2004 a 2008, con una periodicidad mensual para el consumo de los usuarios muestra.

La investigación tiene como propósito demostrar que entre la cantidad demandada y el precio existe una relación inversa, y dado que el agua es un bien necesario, la curva debe tener un comportamiento inelástico, en donde ante una variación en el precio, la cantidad varía menos que proporcionalmente.

Estudios como el de Vélez Pareja y el de la CONAGUA, muestran un comportamiento en la elasticidad precio del agua de -0.... y -0.29 respectivamente; por lo que al correr el modelo esperamos obtener un coeficiente β_1 muy cercano a dicha información.

a) Modelo Econométrico

$$\ln(Q_t) = \ln(A^*) + \beta_1 \ln(P) + \varepsilon \dots\dots\dots(10)$$

Donde:

Var	Concepto	Unidad de Medida
Q_t	Cantidad Consumida en el período t	Metros Cúbicos
A	Intercepto del Modelo	-----
P	Precio del Agua (Monto Facturado / M ³)	Pesos mexicanos
β_1	Elasticidad Precio de la Demanda	Puntos porcentuales

Fuente: Elaboración Propia.

El resultado de la regresión econométrica es el siguiente:

Variable	Coefficiente	Valor del coeficiente	Error estándar	Probabilidad
c	c	1.305577	0.058889	0.0000
P	β_1	-0.299704	0.076274	0.0002

Aplicando los resultados de la regresión, obtenemos lo siguiente:

$$\ln(Q_t) = 1.305577 - 0.299704 \ln(P) + \varepsilon$$

La regresión resultante comprueba lo planteado en la teoría. La relación inversa entre la variable precio y cantidad demandada se observa en el signo negativo de del coeficiente que acompaña a la variable independiente (P), así mismo denota que ante un aumento en el precio del bien agua potable, la cantidad consumida disminuye menos que proporcionalmente (por cada 1% que aumente el precio del M^3 del Agua Potable, los Chetumaleños disminuirán su cantidad consumida en **0.2999704**).

El valor de la R^2 fue de 0.216119, a pesar de que la econometría indica que el valor debe ser más grande, alcanzando números de 0.7 o más, este modelo no se utilizará para proyectar, ni medir que tanto explica una variable a la otra; por lo que los valores de la C y β serán aceptados. Cabe mencionar que con una probabilidad de 0.0000, los coeficientes obtenidos son aceptados con más del 99% de confianza.

Durante la investigación se realizaron diferentes regresiones econométricas con diversas variables, tales como la cantidad desfasada en dos períodos, el ingreso y el índice de hacinamiento. De las pruebas concluimos que el modelo que mejor denota el comportamiento de la demanda del agua potable el que solo corre al precio con el consumo, englobando los demás determinantes en la demanda autónoma.

3.5.3 CÁLCULO DE LA CURVA DE DEMANDA DE AGUA POTABLE EN CHETUMAL

El cálculo de la curva de demanda de agua potable se obtiene sustituyendo en la función de demanda los valores obtenidos en la regresión econométrica. A continuación se describe el desarrollo de la ecuación.

$$\ln(Q_t) = \ln(A^*) + \beta_1 \ln(P) + \varepsilon \dots\dots\dots(\text{ver } 10)$$

Sustituyendo valores:

$$\ln(Q_t) = 1.305577 - 0.299704 \ln(P) + \varepsilon \dots\dots\dots(11)$$

Función de demanda en su forma exponencial:

$$Q_D = 1.305577 * (P^{-0.299704}) \dots\dots\dots(12)$$

El cálculo de la función y curva de demanda de agua potable requiere de la constante A . Para obtenerla, se utiliza el promedio de la cantidad demandada (11.9 M³) y el promedio del precio (\$ 5.9) del total de los datos, por lo que obtenemos lo siguiente:

Función de demanda

$$Q_D = A * P^{-0.299704} \dots\dots\dots(13)$$

Cálculo de la constante A :

$$A = \frac{Q_D}{P^{\beta_1}}$$

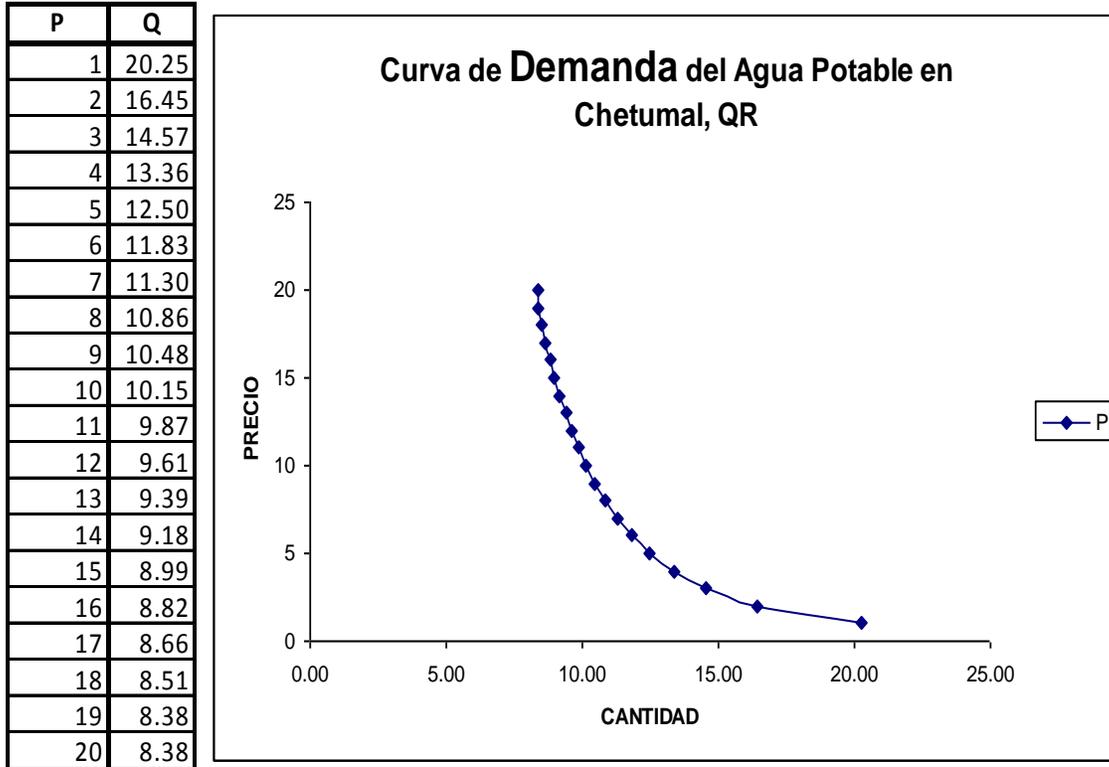
Sustituyendo:

$$A = \frac{11.9}{5.9^{-0.299704}} = 20.2462$$

Por lo tanto, la función de la Demanda de Agua Potable para Chetumal se resume como:

$$Q_D = 20.2462 P^{-0.299704} \dots\dots\dots(14)$$

Gráfico 3.



Fuente: Elaboración Propia.

3.6 CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DEL MERCADO DE AGUA POTABLE

Cuando hablamos de la provisión fuera de la competencia perfecta, se generan pérdidas de bienestar en los mercados, y ésta depende de la elasticidad de la demanda. La pérdida irrecuperable de bienestar, según la teoría microeconómica corresponde a la disminución en los excedentes del consumidor y del productor, como resultado del nivel de producción no eficiente. Dicha pérdida social o distorsión en los mercados, es ocasionada por la imposición de impuestos o subsidios, provocando que el mercado no funcione correctamente. En el caso de los bienes públicos que forman monopolios naturales, tal es el caso del Agua Potable, un bien indispensable para la vida del ser humano, habría pérdida del bienestar social si el producto no se subsidiara, por lo que es imprescindible dicha subvención.

Debido a que uno de los objetivos de los subsidios es proteger a los grupos más desprotegidos de la población, mercados que funcionan con monopolios naturales, como el del agua potable, al ser subsidiados permiten a los consumidores acceder a una mayor cantidad del bien público. Esto hace referencia a que la no aplicación del subsidio implicaría una pérdida de eficiencia.

La sección iluminada de rosa, corresponde a la pérdida de eficiencia que existiría en el mercado si el gobierno no interviniera subsidiando el precio del bien agua potable, por lo que para conocer el impacto, se tomó el precio base por M3 de agua potable ($P_{\text{sub}}=4.55$)²³, y se sustituyó en la función de demanda $Q_D = 20.2462 P^{-0.299704}$.

²³ Precio regulado en el monopolio natural, proviene del costo por unidad consumida, según la base de precios para 2008 en el Organismo Operador Othón P. Blanco.

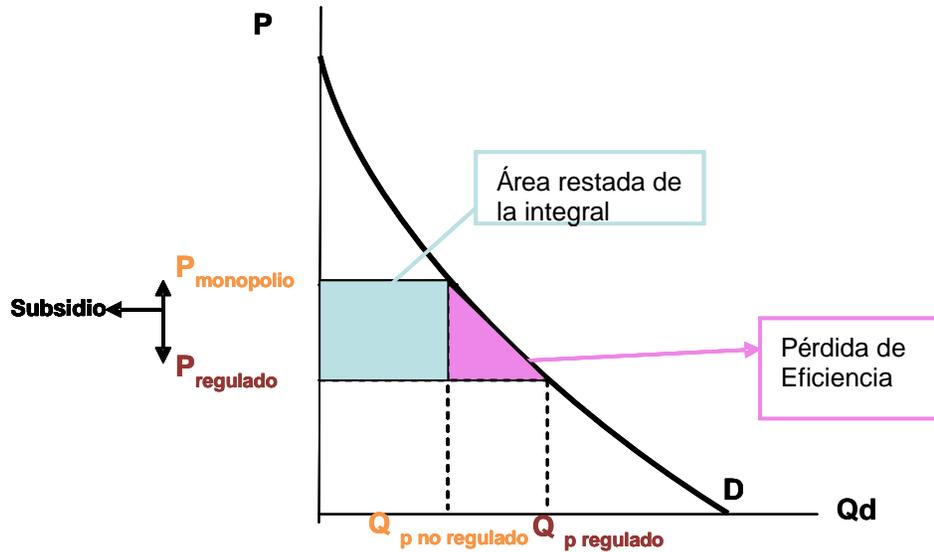


Gráfico 3.7 - Medición de la Pérdida de Eficiencia

Datos con subsidio:

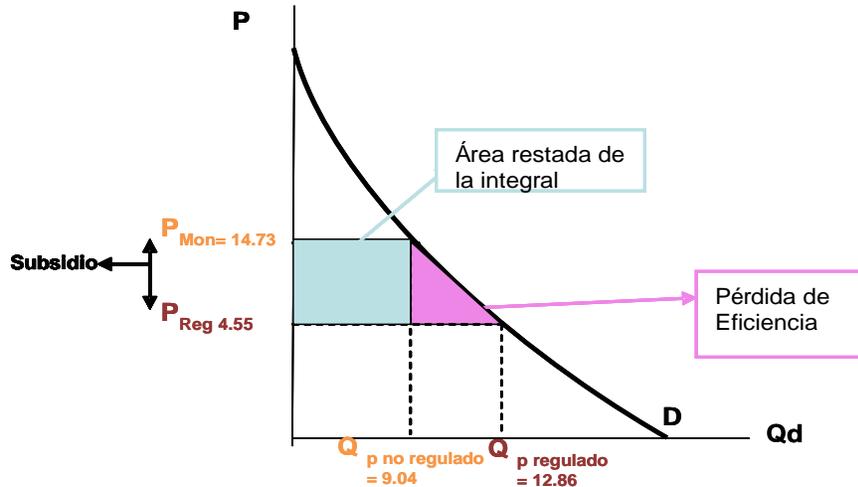
Cabe resaltar que el subsidio otorgado es monetariamente al productor, sin embargo, el impacto es al consumidor, dado que ya no enfrenta precios de mercado monopolista altos.

Si $P = 4.55$, y lo sustituimos en $Q_D = 20.2462 P^{-0.299704}$,
Entonces $Q_D = 12.86$

Datos sin subsidio

Para el cálculo de la cantidad consumida sin subsidio se tomará un recibo de agua potable con consumo promedio (10 M3 al mes por toma domiciliaria), dividiendo el monto a pagar por los metros cobrados (10 M3); lo cual nos da como resultado un $P_{sin-sub}=14.73$ pesos mexicanos.

Si $P = 14.73$, y lo sustituimos en $Q_D = 20.2462 P^{-0.299704}$,
Entonces $Q_D = 9.04$



El cálculo del área rosa se obtiene con la integral de la función de demanda, lo cual comprende también la parte azul, por lo que el siguiente procedimiento nos muestra el desglose de la integral.

$$\text{Si } \int_b^a X^n dx = \frac{X^{n+1}}{n+1} \Big|_b^a \dots\dots\dots(18)$$

Aplicamos la integral a la función de demanda calculada en la sección 3.5.3

$$20.24617641 \int_{4.55}^{14.73} P^{-0.299704} dP = 20.24617641 \frac{P^{0.7003}}{0.7003} \Big|_{4.55}^{14.73}$$

$$\frac{20.24617641}{0.7003} [14.73^{0.7003} - 4.55^{0.7003}] = 28.91072(3.688593)$$

Por lo tanto, el área de las dos áreas coloreadas es igual a 106.639867

Descontando el área azul $[(14.73 - 4.55) * 9.04] = 92.0272$ del área total, obtenemos el área denominada "pérdida social" de: 14.612667 pesos.

El 14.612667 indica la magnitud de la pérdida de bienestar que existiría en el mercado del agua potable de la ciudad de Chetumal, si el gobierno no asignara un subsidio al precio del vital líquido, ya que la pérdida de bienestar depende de cuánto responde la cantidad demandada al cambio en el precio.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

El comportamiento de los individuos en una economía depende de diversas situaciones tales como los precios, el ingreso, los gustos y preferencias, entre otras. El objeto de estudio de esta investigación se centró principalmente en el análisis de la conducta de las personas ante variaciones en los precios de los bienes y servicios, es decir, el cálculo de la *Elasticidad Precio de la Demanda del Agua Potable*.

Las formas de medir el cambio porcentual en la cantidad demandada ante variaciones de los precios en el Agua Potable tiene connotaciones especiales, dentro de las cuáles podemos mencionar que es un servicio necesario y tiene cambios poco significativos en sus precios. La primera característica hace referencia a que su comportamiento es inverso, aumentando la cantidad demandada cuando el precio baja y viceversa otorgando un signo negativo a su coeficiente de elasticidad. Los cambios poco variables en sus precios permiten determinar la forma funcional de la curva de la demanda, siendo como describe Nicholson, una hipérbola la que mejor manifiesta esta característica.

Los estudios realizados acerca del cálculo de la elasticidad convergen en la forma exponencial de la curva de demanda, poniendo en función de la cantidad demandada diversas variables independientes que determinan el coeficiente. Vélez Pareja en un estudio realizado para la ciudad de Cali, Colombia propone a la cantidad desfasada en dos períodos y al precio desfasado en un período como los principales determinantes de la cantidad demandada y por ende en el modelo econométrico efectuado obtiene como resultado una elasticidad acorde a lo que la teoría económica plantea (-0.36%).

A diferencia de este autor, Madrid Luna y Díaz Noria citan el estudio de evaluación Socioeconómica del Proyecto de Reuso de Aguas Residuales Tratadas en Tijuana B.C., donde se concluye que el consumo del Agua Potable está en función del ingreso, el índice de hacinamiento y el precio, aplicando el modelo a la ciudad de Tijuana. Considerando las dos metodologías sugeridas se modeló la demanda de agua potable, estableciendo a la cantidad demandada en función del precio. Cabe mencionar que durante la investigación se corrió a las variables cantidad demandada en función del precio, la cantidad desfasada en dos períodos, el índice de hacinamiento, y el ingreso, siendo poco significativas la relación entre las últimas tres.

La aplicación del modelo con los datos de la ciudad de Chetumal, Quintana Roo, dio como resultado un coeficiente de elasticidad precio de la demanda de -0.299704 , lo cual indica que los chetumaleños ante una aumento en los precios disminuyen su cantidad demandada en -0.299704% , lo cual los convierte en individuos poco sensibles a los precios, ya que al ser un bien necesario se observa que aunque sus precios sean altos la gente no dejará de consumirlo.

El indicador y la función de demanda del agua potable resultantes, se aplicaron para el cálculo de la pérdida social, lo cual nos permitió observar que de no otorgarse un subsidio al precio del vital líquido, existiría una pérdida de eficiencia social de 14.612667 , provocando una disminución en los excedentes tanto del consumidor como del productor. Las elasticidades estimadas es muy cercana a las obtenidas en las investigaciones referenciadas en el trabajo, sobretodo la propuesta por la CNA en 1992 para el Estado de Quintana Roo que es de -0.29% .

En general la determinación de valores específicos a las condiciones de una región, sobretodo en el caso del comportamiento de los individuos en su consumo ante cambios en los precios, permite establecer situaciones apegadas al área de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

Libros:

1. Ayala Espino, José. “**Economía del Sector Público Mexicano**”. Facultad de Economía, UNAM
2. Benegas Lynch (h), Alberto. “**Bienes Públicos, Externalidades y los Free-Riders: El Argumento Reconsiderado**”. Fundación Friedrich a. Von Hayek.
3. Cachanosky, Juan Carlos. “**Externalidades y Fallas del Mercado**”.
4. Guzmán G., Alfonso. “**Los subsidios en los Servicios de Acueducto y Alcantarillado en Colombia**”. Diciembre. 1996.
5. Hoppe, Hans-Hermann. “**Falacias de la Teoría de los Bienes Públicos y la Producción de Seguridad**”.
6. Krugman, Paul (2006). “Introducción a la Microeconomía”, (*versión traducida por Dra. Sonia Benito Muela*), España.
7. Letelier, I. “**Estado, Política y Gobierno. El aporte de la ciencia económica**”. Estado, Gobierno, Gestión Pública, INAP, Universidad de Chile. 2003.
8. Letelier, I. “La Regulación del Mercado”. Documento de Apoyo Docente N° 4. Departamento de Gobierno y Gestión Pública. Universidad de Chile. 2006.
9. Macón Jorge, “**Economía del Sector Público**”. Colombia, 2002.
10. Musgrave, Richard A. y Musgrave Peggy B. (1992) “**Hacienda Pública teórica y aplicada**”. Quinta Edición, Editorial McGraw-Hill. México.
11. Nicholson, Walter. “**Teoría Microeconómica: Principios Básicos y Aplicaciones**”. Mc Graw-Hill. 1997.
12. Stiglitz, E Joseph. (2001) “**La Economía del Sector Público**”. Tercera Edición, Antoni Bosch Editor, España.

13. Schumpeter, Joseph A. (2002). **“Ciclos económicos: análisis teórico, histórico y estadístico del proceso capitalista”**. Editorial Prensas Universitarias de Zaragoza. España.
14. Rosen Harvey. **“Teoría de la Hacienda Pública”**. McGraw-Hill
15. Varian, **“Microeconomía Intermedia”**. Antoni Bosch Editor. España, 1994.
16. Yepes, Guillermo y Klas Ringskog. **“Estudio de Oferta y Demanda Servicios de Agua Potable y Alcantarillado”**. Lima y Callao. SEDEPAL y Ministerio de Economía y Finanzas. Abril 5, 2002.
17. CNA. **“Estudio de Evaluación Socioeconómica del Proyecto de Reuso de las Aguas Residuales Tratadas en Tijuana, B.C.”**. 2007.

Revistas:

1. Finot, Iván. (2001) **“Descentralización en América Latina: teoría y Práctica”**. Editorial ILPES-CEPAL, Santiago de Chile.
2. Méndez Morales, José Silvestre (2002). **“Economía y la Empresa”**. segunda edición. Editorial McGraw-Hill. México. (HB71 M46 2002)
3. Terán C., José Antonio. (2004) Revista Umbrales: **“Bienes Públicos y Descentralización”**. FORODAC.

Sitios Web:

1. Letelier Saavedra Leonardo. Las Fallas del Mercado (Notas Docentes No. 5 Marzo 2006).
(http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/ap/instituto_de_asuntos_publicos/I200637958dad5letelier.pdf)
2. Miró Rocasolano, Pablo. El Teorema de Coase y sus Implicaciones según "El Problema del Coste Social".
(<http://www.eumed.net/cursecon/colaboraciones/Miro-Coase.htm>)
3. Okumura Suzuki, Pablo Arturo. Apuntes en torno a las fallas de mercado y El monopolio natural

http://www.coes.org.pe/DATAWEB/2008/VARIOS/ARTICULOS/Monopolio_Natural_articulo.pdf

1. Okumura S., Pablo Arturo. Subsidios Cruzados en Servicio de Agua Potable en el Perú. (http://www.teleley.com/articulos/art_051206.pdf)
2. Parkin, Michael. Microeconomía.

http://74.125.155.132/search?q=cache:rkLfYcSe1mIJ:www.anahuac.mx/economia/clases/eficiencia_yequidad.ppt+subsidio+perdida+de+eficiencia+en+la+p%C3%A9rdida+de+los+bienes&cd=8&hl=es&ct=clnk&gl=mx

3. Rodríguez Sánchez, José Iván. El impacto de los subsidios a la electricidad en México: Implicaciones económicas y ambientales mediante un modelo de equilibrio general computable. Universidad de Las Américas Puebla. 2003.

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mec/rodriguez_s_ji/portada.html

4. Rossi Lanina y Rossi Máximo. Fallas del Mercado (Notas Docentes)

(<http://decon.edu.uy/~mito/nota%20fallas%20de%20mercado.pdf>)

5. Urbiztondo, Santiago. Buenos Modales Regulatorios: El límite a los subsidios cruzados.

(http://www.fiel.org/publicaciones/Novedades/Tarifa_Social_Urbiztondo_IAE_.pdf)

6. Yepes, Guillermo. Los subsidios cruzados en los servicios de agua potable y saneamiento

(<http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=352883>)

7. Administración pública Municipal

(http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/ELOC_Administracion_publica_municipa2)

8. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo

(http://www.idrc.ca/es/ev-122762-201-1-DO_TOPIC.html)

9. La Administración de los Servicios Públicos Municipales Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. (http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/ELOC_La_administracion_de_los_servicios_publicos_m)

10. Los Fallos del Mercado.

(<http://74.125.155.132/search?q=cache:jHgnHf1O13sJ:www4.ujaen.es/~fguardia/externalidades%2520y%2520bienes%2520publicos.doc+Tema+13+los+fallos+del+mercado&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=mx>)

11. Monopolio Natural y Regulación Económica. Universidad de la República
(Notas docentes).

(<http://decon.edu.uy/~mito/monopolio%20natural.pdf>)