



UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

FACULTAD DE ECONOMÍA Y CIENCIAS EMPRESARIALES

**TÍTULO: ANÁLISIS DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE EN AMÉRICA
LATINA**

Trabajo de titulación que se presenta como requisito previo a optar el grado de:

INGENIERO EN CIENCIAS EMPRESARIALES

Nombre del Estudiante:

KEVIN PAUL LOAIZA VACA

Nombre del Tutor:

ECON. EMILIO GALLARDO

SAMBORONDÓN, SEPTIEMBRE 2018

Resumen

El crecimiento acelerado de las ciudades en todo el mundo ha llevado a un proceso de urbanización de la población, pasando del 45% de población urbana hace 50 años, a casi un 75% de población urbana en la actualidad. Las necesidades de agua generan un problema específico de extracción, acumulación, distribución y costeo del líquido vital, dando la posibilidad de estudiar este factor en el entorno de vida de los ciudadanos. El presente trabajo realiza una revisión de la situación del costo de producción y distribución del agua en algunos países de la región latina, así como de la calidad de la misma y las fuentes de las que se provee la población. Mediante un estudio estadístico correlacional presenta resultados que indican que el agua en fuentes no adecuadas es más cara y de menor calidad proponiendo un aumento en la cobertura del agua por tubería. El modelo lineal obtenido presenta datos significativos y con posibilidad de incluir factores adicionales en modelos más complejos.

Palabras clave: costo del agua, modelo de regresión lineal, fuentes de agua potable.

Abstract

The accelerated growth of cities around the world has led to a process of urbanization of the population, from 45% of the urban population 50 years ago, to almost 75% of the urban population today. The needs of water generate a specific problem of extraction, accumulation, distribution and costing of the vital liquid, giving the possibility of studying this factor in the life environment of the citizens. The present work makes a review of the situation of the cost of production and distribution of water in some countries of the Latin region, as well as the quality of it and the sources from which the population is provided. By means of a correlational statistical study it presents results that indicate that the water in inadequate sources is more expensive and of lower quality proposing an increase in the coverage of the water by pipeline. The linear model obtained presents significant data and with the possibility of including additional factors in more complex models.

Keywords: water cost, linear regression model, drinking water sources.

Introducción

El crecimiento acelerado de las ciudades en todo el mundo ha llevado a un proceso de urbanización de la población, pasando del 45% de población urbana hace 50 años, a casi un 75% de población urbana en la actualidad. Las necesidades de agua generan un problema específico de extracción, acumulación, distribución y costeo del líquido vital, dando la posibilidad de estudiar este factor en el entorno de vida de los ciudadanos.

El desarrollo de ciudades inteligentes con una adecuada planificación exige contar con herramientas de información para la toma de decisiones, lo cual se obtendrá con la investigación aquí propuesta.

El agua del mundo existe de manera natural bajo distintas formas y en distintos lugares: en el aire, en la superficie, bajo el suelo y en los océanos, pero sólo el 2.5% del agua total es agua dulce, aunque de éste valor no todo está disponible, pues únicamente el 0.4% del agua dulce está en condiciones aptas para ser utilizadas por los seres vivos (Castañeda, 2010, pág. 5).

En estimaciones recientes (Mengo, 2010), se calcula que de los 6.250 millones de personas en el mundo, 1.100 millones de habitantes no tienen acceso a agua potable. Se estima que para el 2050 la demanda será de un 56% mayor que el suministro. Actualmente 300 millones de personas en el mundo pagan por el servicio del agua potable. Cada día 2 millones de personas mueren por alguna enfermedad vinculada a la falta de agua potable. Solo el 2.5% es potable 37 de los 1.400 millones de km³ que hay en la tierra.

El suministro de agua potable se ha convertido en una prioridad durante los últimos años para los países de América latina. La población ha tenido un acelerado crecimiento demográfico a partir de los años cincuenta, a esto se suma el crecimiento de la población urbana en zonas áridas y semiáridas; donde el agua apta para el consumo es escasa. Ante esta situación se han impulsado proyectos para aumentar la cobertura de servicios de agua potable y saneamiento en la mayor parte de las ciudades.

En América se ha implementado una herramienta fundamental que consiste en medir la calidad del agua que será distribuida para la población, pues conocemos que las aguas superficiales están sometidas a contaminación natural (arrastre de material disuelto y presencia de materia orgánica natural MON) y de origen antrópico como descargas de aguas residuales domésticas, escorrentía agrícola, efluentes de procesos industriales, entre otros.

El mayor impacto sobre la salud pública se da a través de los sistemas de abastecimiento de agua; la alteración de las características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas de la fuente de abastecimiento incide directamente sobre el nivel de riesgo sanitario presente en el agua.

En la mayor parte de los países en desarrollo, el riesgo microbiológico es bastante marcado asociado principalmente a un inadecuado saneamiento, lo que se confirma en la Agenda 21 de la conferencia de las naciones unidas sobre el medio ambiente y desarrollo afirma que el 80% aproximadamente de la enfermedades tienen por causa el consumo de agua contaminada.

Marco teórico

Situación en la región

Debido a las serias deficiencias institucionales, económicas y sociales que atravesaba el Perú, todo este cambio ha requerido una transición lenta, que exige voluntad y compromiso, no solo al interior del sector sino del entorno político, económico y social general en el que se desenvuelve la actividad. Actualmente se evidencian grandes cambios sin embargo la precariedad operativa y la debilidad institucional no ha tenido la prioridad que la situación demanda, lo cual ha provocado más difícil el avance de un proceso tan complejo como el abastecimiento del agua.

La preocupación de las autoridades gubernamentales para mejorar la calidad y la distribución de este servicio ha demostrado grandes avances debido a la creación de organismos encargados de controlar y planificar los proyectos para el abastecimiento de este servicio, sin embargo el proceso ha sufrido demoras por diferentes factores entre ellos la inversión.

Históricamente en Perú se ha entendido por saneamiento, a la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento (Ruiz, 2010), creando una división según la atención estuviera dirigida a poblaciones tanto urbana como rural. Por un largo tiempo los ámbitos urbanos como rural estuvieron bajo la dirección de ministerios diferentes: las localidades urbanas estuvieron bajo la administración del ministerio de fomento y obras públicas (MFOP), mientras que las rurales le correspondía al ministerio de salud (MINSA). Desde la reforma de los años noventa, la prestación de los servicios de todo el territorio está bajo la dirección del ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (MVCS).

En el ámbito urbano desde el 2000 hasta el 2008 se presentaron una serie de cambios en la forma de administrar la prestación de agua potable: con la creación del MVCS se establece un departamento de dirección nacional de saneamiento (DNS), donde se organiza el programa agua para todos (PAPT) responsable de la ejecución de los programas y proyectos priorizados por la DNS.

En el marco legal también existieron reformas, pues aquí se comienza a simplificar el sistema tarifario para lo cual queda sin efecto el proceso gradual de implementación del sistema que contemplaba tres etapas, con la finalidad de limitar la interferencia política de los municipios y tener representantes de otros actores comprometidos con la prestación del servicio, se reestructura la composición de directorios de las empresas municipales, además se permite la creación de pequeñas empresas de saneamiento (PES) que podrán atender a la población entre 15 a 40 mil habitantes.

La inversión total durante este periodo fue de 1.9 mil millones de dólares del cual solo el 1.8 (95%) corresponde al ámbito rural. el incremento de cobertura hasta el año 2007 eran del 6% en agua potable y 9% de tratamiento de aguas residuales. entre el 2007 y 2008 se realizó un 57% de inversión total esto debido en gran parte al funcionamiento del PAPT (Ruiz, 2010).

El PAPT ha transferido fondos del tesoro público, destinados para la ejecución de proyectos de ampliación y mejoramiento de servicios a las EPS, municipios y regiones. El progreso que se ha venido ejecutando durante este último periodo son lentos, pues el origen de estos problemas está relacionados con la estructura organizativa de la empresa, a esto suma la poca disponibilidad que tienen de los recursos y la aplicación un sistema tarifario correcto, además se refleja la ausencia de una visión a largo plazo por parte de

la política que aún no establece un órgano encargado a la distribución de agua potable acta para la población.

En el ámbito rural la inversión en los servicios de agua potable han sido muy escasos, en la década de los noventa la epidemia de cólera que se presentó obligó a las autoridades a incrementar la inversión para las zonas rurales (Ruiz, 2010). A partir del año 2000 se modificó el reglamento de la ley general de servicios de saneamiento para estas localidades.

Las municipalidades son las encargadas de promover este servicio para cada habitante del distrito, en que deberán desarrollar su propio plan de distribución, mantenimiento y asistencia técnica, sin embargo este cambio no considero la capacidad de cada distrito de abastecer a la población agua potable por lo que aún no sea podido poner en práctica.

A pesar de todos los esfuerzos realizados especialmente en las áreas urbanas, en la actualidad aún se reflejan altos índices de déficit de cobertura en las zonas marginales y la calidad del servicio es precaria en la mayor parte de los casos.

En las zonas rurales la situación no presenta grandes avances, pues el mayor problema que se refleja es el alto índice de contaminación, producido por la liberación de aguas servidas sin haber tenido un tratamiento adecuado. La siguiente imagen presentada muestra la situación de Perú basados en los objetivos de desarrollo sostenible del milenio y como se encuentra atrasado a diferencia de otros países, pues las zonas urbanas y rurales no han presentado grandes avances en cuanto al agua potable como saneamiento.

Tabla 2. Porcentaje de avances de los ODM

	Agua potable			Saneamiento		
	Cobertura en 1990	Cobertura en 2008	Meta en 2015	Cobertura en 1990	Cobertura en 2008	Meta en 2015
Áreas urbanas	88	90	94	71	81	86
Áreas rurales	45	61	73	16	36	58
Total	75	82	88	54	68	77

Fuente: Programa conjunto de vigilancia (JMP) del abastecimiento de agua potable y saneamiento, 2010

En cuanto a la calidad del agua que se distribuye, Perú cuenta con un sistema de vigilancia y control que se encarga de analizar que el agua cumpla con todas las especificaciones requeridas para la distribución de este servicio.

Este programa analiza una serie de parámetros físicos, químicos, bacteriológicos, entre otros. La falta de normas que regulen la calidad de este servicio limita el desarrollo de estos programas y dificulta la labor fiscalizadora.

La EPS es el organismo encargado de llevar el control de desinfección de las aguas, para esto se establece números y otras de muestras a tomar, conforme a lo que especifica el reglamento, además deben llevar un registro sobre los resultados obtenidos que serán presentados a la persona encargada de revisarlos, la EPS tiene una gran tarea para garantizar a la población agua potable completamente limpia. (Ruiz, 2010).

El servicio de agua potable en México se desarrolla, observando que en la última década el crecimiento poblacional creció con una tasa anual del 5%, en las zonas rurales el incremento fue del 2%, mientras que en las urbanas es del 6 %. El consejo nacional de población (CONAPO 2008) estima que la cantidad de habitantes seguirá en aumento durante las tres décadas siguientes especialmente en las ciudades que cuentan con un gran número de habitantes (Pablos, 2010).

Conocemos que el agua es un recurso muy limitado, pues mientras más aumente la población menor será la disponibilidad de agua, se estima que para el 2030 este recurso se habrá reducido a 3783m³/hab a nivel nacional. En las áreas donde se evidencia más índice de crecimiento poblacional la situación es más crítica donde la disponibilidad de agua es de 1734m³/hab, mientras que en las áreas menos pobladas es de 13097 m³/hab (Pablos, 2010).

En México los organismos que se encargan de promover este servicio se encuentran con retos y problemas constantes que van desde la poca disponibilidad de agua y la constante evolución de su infraestructura que cada vez exige mejor la calidad de agua que ofrecen y a esto se suma la organización con la que cuentan.

El factor que más afecta al mejoramiento de este servicio comienza por parte de las autoridades al no existir una continua dirección y manejo en los proyectos que realizan, además la falta de participación de empresas privadas contribuyen a que el manejo de este recurso resulte más complicado.

Las empresas privadas inyectan recursos frescos directamente a la mejora del desempeño del organismo sin obligaciones políticas y permiten la continuidad y profesionalización de las diferentes funciones de un organismo operador. Sin embargo la participación del sector privado no es garantía ni condición indispensable de una mejora en su desempeño, pero aumenta la probabilidad de que esta mejora se lleve a cabo en un tiempo menor que las entidades públicas (Catelazo González, 2002).

En los últimos años la apertura de los organismos ha mostrado grandes cambios como el de buscar métodos y estrategias más eficientes (Cázares, 2006), que contribuyan con el mejoramiento de este servicio, además se buscar realizar cambios en cuanto a la tarifa que se maneja.

El costo de la tarifa es uno de los factores en los que se puede cimentar un verdadero desarrollo sustentable en la gestión del agua. La tarifa del agua debe reflejar los costos del agua para lograr cobertura (acceso de la mayoría de los consumidores a servicios de agua apropiados) y para garantizar la fiabilidad del servicio también deben incorporar las necesidades de inversión a futuro.

El análisis y la comparación de las tarifas es también un buen medio para identificar fortalezas y debilidades de los organismos que les ayudaría a encauzar de manera más efectiva sus esfuerzos de mejora continua. Es necesario recordar que la tarifa del agua no es lo mismo que el costo del agua ya que la tarifa considera tanto subsidios como ganancias y pérdidas. Si se considera movilizar al sector privado para mejorar el servicio. (Cázares, 2006)

El municipio es la entidad encargada de fijar las tarifas de agua potable, dependiendo de cada legislación el costo varía, en algunas entidades la tarifa es aprobada por el congreso local de la entidad, mientras que en otras el gobierno o el consejo directivo operador de agua potable del municipio o localidad. Las tarifas del agua tienen como objetivo recuperar los costos incurridos por la entidad que presta el servicio de abastecimiento de agua a la población (CONAGUA, 2016).

La manera de medir el costo que se va a cobrar va a depender a algunos factores como el tipo de usuario este puede ser doméstico, comercial o industrial, etc. Además también varía de acuerdo al nivel socioeconómico en el que se le asignan valores menores a diferencia de aquellos de son considerados viven en mejores condiciones.

La tarifa del servicio es medido de acuerdo al consumo, que en su mayoría son bloques incrementales, es decir a mayor consumo el precio por metro cubico es mayor, otro mecanismo que también se toma en cuenta es el que se conoce como cuota fija, que

es cuando el usuario cancela cierta cantidad independientemente de lo que ha consumido en el mes.

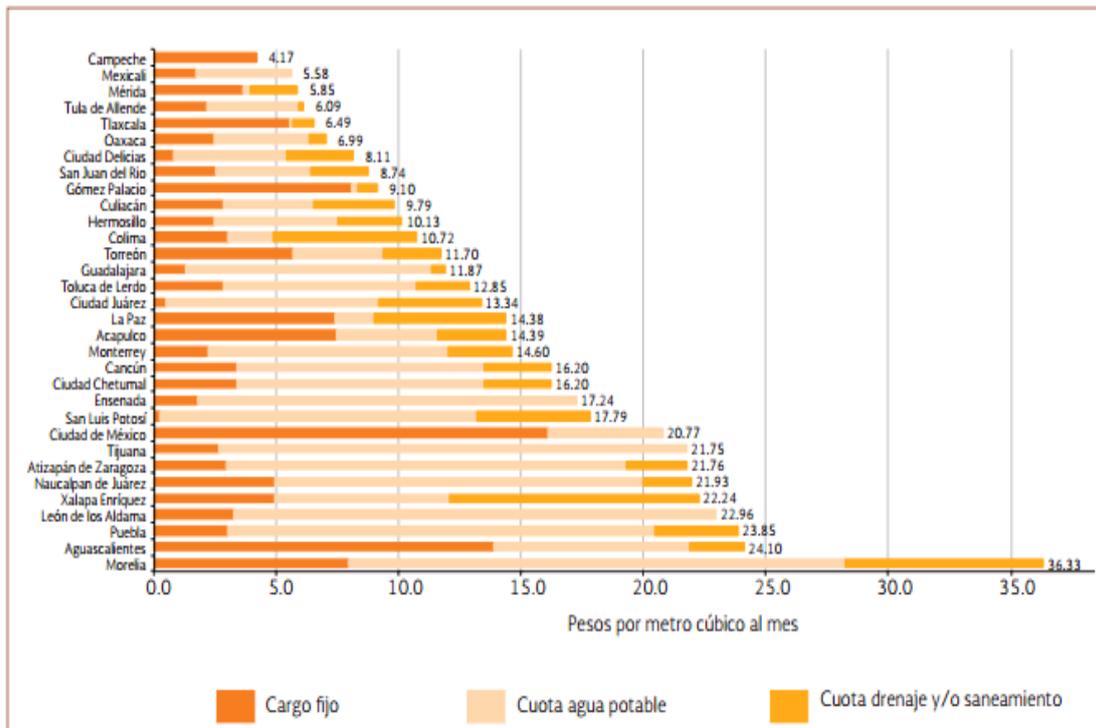
Generalmente se consideran algunos puntos para calcular la tarifa de agua que se cobrara posteriormente al usuario:

- Cargos fijos, este valor es independiente del volumen empleado.
- Cargos variables, por concepto de suministro del agua, de acuerdo al volumen empleado.
- Otros cargos variables, es el cobro del alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, generalmente aplicados como un porcentaje de los cargos por concepto de abastecimiento de agua (CONAGUA, 2015, pág. 166).

Es necesario mencionar que, con el nivel de la tarifa establecida, la entidad que presta el servicio lleva a cabo la facturación a los usuarios como paso necesario para el cobro del servicio. Existen pagos que se llevan a cabo en el mismo periodo de facturación, mientras que otros pagos corresponden a facturaciones previas, como multas o recargos (CONAGUA, 2016).

La siguiente imagen explica la tarifa del agua potable, alcantarillado y saneamiento de algunas ciudades de México, tomando en consideración un consumo de 30 m³ mensual para uso doméstico.

Figura 1. Índice de tarifas domésticas de agua potable en ciudades selectas



Fuente: CONAGUA, 2016

El financiamiento externo y cooperación internacional dentro de los recursos destinados al sector se encuentran los provenientes de los organismos financieros internacionales, así también como las cooperaciones técnicas (CONAGUA, 2016), que tienen el objetivo expreso de transferir conocimientos y destrezas. En financiamiento externo, durante el 2015 la Conagua ejerció dos proyectos con un desembolso en ese año por 154 millones de dólares, en los temas de:

- Mejoramiento de eficiencias de organismos operadores (Prome), financiado por el BIRF.

- Agua potable y saneamiento para comunidades rurales (Prossapys IV), financiado por el BID.
- Se formalizó otro proyecto de crédito externo con el BID para el desarrollo integral de organismos operadores de agua y saneamiento por un monto aproximado de 200 millones de dólares.

Durante el 2015, las cooperaciones técnicas con organismos financieros internacionales fueron en los temas de uso eficiente de energía (BID); fortalecimiento de la sostenibilidad de servicios de agua potable y saneamiento en comunidades rurales; y políticas públicas con la cooperación franco-alemana, para el que se firmó un segundo préstamo por aproximadamente 100 millones de euros.

Se concluyó el diagnóstico para el manejo integral de cuencas para el Sistema Cutzamala (BM) y se acordó una asesoría para su difusión. Se formalizaron cooperaciones técnicas y acuerdos de colaboración para los temas de reservas de agua (segunda fase, con BM); medio ambiente en los gobiernos municipales; y priorización de inversiones, asociaciones público-privadas y plataformas multi-actores (BM).

En el 2015 la Conagua tuvo acciones bilaterales con 5 países y multilaterales con diversas organizaciones internacionales, entre las que destacan la propuesta mexicana del Panel Intergubernamental del Agua; acciones en el marco del Programa Hidrológico Internacional y del Consejo Mundial del Agua; participación en el VII Foro Mundial del Agua, la 21ª Conferencia de las Partes (COP) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático 2015, y en eventos de la Conferencia de Directores Iberoamericanos del Agua CODIA (CONAGUA, 2016).

Colombia cuenta con uno de los recursos hídricos de agua dulce más ricos del mundo, tiene siete áreas hidrográficas. La riqueza hídrica está representada por la extensa red fluvial superficial que cubre al país; las favorables condiciones de almacenamiento de aguas subterráneas; la existencia de cuerpos lenticos, distribuidos en buena parte de la superficie total, y la presencia de grandes extensiones de humedales.

En Colombia el deterioro del recurso hídrico está asociado principalmente con vertimiento de aguas residuales provenientes de industrias, casas, producción agrícola y ganadera a esto se suman actividades fluviales y marítimas de sustancias peligrosas como el petróleo, las aguas de extracción minera y los residuos sólidos son factores que también contribuyen al deterioro del recurso hídrico (Torres & Hernán, 2009).

Los conflictos por el uso del agua en Colombia se manifiestan de diversas maneras (Bermúdez, 2014). Con el avance del modelo de modernidad asumido por el Estado colombiano durante los últimos siglos, la minería, agricultura y expansión urbana, han propiciado una fuerte presión sobre el agua generando disputas su posesión, en las que los agentes más débiles terminan adecuándose a las condiciones de dominio impuestas por los agentes más fuertes.

A lo largo de las últimas décadas, el país ha contado con una extensa normatividad para el manejo del agua, en la que se visualiza un fuerte dominio del tecnicismo como una forma unívoca del manejo del agua, en particular, y de la naturaleza, general. Por otro lado, las distintas formas de participación solo aparecen recientemente con la modernización del Estado y la entrada de la idea de democracia participativa; sin embargo, esta dimensión social no ha llegado a consolidarse por distintos motivos, principalmente por el desconcierto histórico que sufre la sociedad colombiana, la cual se

ha venido enfrentando a situaciones de violencia y conflicto ante los cuales el Estado no ha respondido acertadamente (Bermúdez, 2014).

Un promedio del 78% de la población colombiana tiene acceso a agua potable, teniendo presente que algunos departamentos los problemas de calidad del agua para el consumo es muy evidente en los hogares de las personas (Torres & Hernán, 2009). La manera de medir la calidad de este servicio incluye algunos indicadores como la cobertura, continuidad, cantidad y la percepción del usuario sobre estas variables también influye en la medición de la calidad de este servicio. Para esto explicaremos cada uno de los componentes de cómo se mide el agua:

- Cobertura: Esta determinado por la cantidad de viviendas y la responsabilidad definida por los límites territoriales. La forma de medir la cobertura es mediante censos y catastro de los usuarios
- Continuidad: Es el equivalente al número de horas en que se presta el servicio, para esto se suman las horas en que el servicio no se tuvo el servicio por daño en el sistema, mantenimiento y otras razones, el resultado obtenido de las horas que no se tuvo este servicio se divide por horas al año y se multiplica por 24 horas. En este cálculo no se toma en cuenta cuando el servicio fue interrumpido por fenómenos naturales; existen casos donde también se toma en cuenta la duración que estuvo suspendido el servicio
- Cantidad: es la cantidad de agua que recibe el usuario en su vivienda, expresado en litros por día. Se calcula según disponibilidad de los datos:
 1. Se mide el volumen del agua medido en el último mes y se divide por el total de usuarios registrados en el sistema.

2. Cuando no se puede medir por micro medición existe otro método que es el de macro-medicación en el que se utiliza un factor de pérdida del 30% y se divide para la cantidad de usuarios.
 3. En el caso en que la macro-mediación no existe, se mide el caudal promedio que entra al tanque de almacenamiento, se investigan las pérdidas en el sistema o se concluye con pérdida del 50% y se obtiene el volumen diario y se divide para la cantidad de usuarios del sistema.
 4. Existen casos en que no existen datos de la cantidad de consumo y se lo califica como deficiente, debido a que no puede existir un sistema sin datos del consumo que no permite conocer la sostenibilidad de este servicio.
- Satisfacción del usuario: mediante talleres y encuestas que se realizan a los usuarios de la comunidad se puede medir el nivel de satisfacción donde se realizan preguntas respecto a la calidad, cantidad y continuidad que han tenido por parte de este servicio al final de la encuesta se analiza por rango desde el más alto que es bueno y el más bajo que es considerado como deficiente se concluye el nivel de satisfacción que ha tenido el usuario (Smith, 2012).

El gobierno ha tenido sucesivas reformas que tiene como único objetivo superar la falta de este servicio especialmente para las personas que no tienen acceso a este recurso. El sistema tarifario que se ha venido manejando durante los últimos 20 años aproximadamente que se ha venido perfeccionado a lo largo del tiempo. Consiste en realizar una división geográfica que cada municipio realiza, se procede con los lineamientos del departamento administrativo nacional de estadísticas (DANE) (Lenteni, 2011).

Se clasifica a los usuarios en diferentes estratos socioeconómicos, algunos pagan tarifas mayores a comparación de los que el pago es muy bajo debido a su situación económica, este cobro sirve como aporte para financiar el subsidio a los usuarios de estratos más bajos a quienes se les cobra tarifas muy bajas.

A pesar de que Colombia cuenta con una gran cantidad de recursos en especial el del agua un problema que se tiene presente es que el agua apta para el consumo humano es muy escasa; en algunas ciudades de este país el municipio que presenta valores alarmantes acerca de la escasez de este recurso según valores presentador por el IDEAM estudio realizado en el 2015.

De acuerdo con el análisis realizado para el 2025 más del 66% de la población podría estar en riesgo desabastecimiento del agua potable. En la actualidad se promueven proyectos para la conservación como el reciclaje, manejo correcto de este recurso en los hogares y en la comunidad (Castañeda, 2010).

En los últimos años se ha tratado de mantener políticas sectoriales sobre el mejoramiento del agua potable y el acceso de este recurso a ciudades que se encuentran más apartadas. El progreso de este proyecto ha sido significativo para el municipio de Colombia, sin embargo este proceso aun depende en gran parte de presupuesto que viene del estado que impide la inversión de empresas privada provocando que el proceso de abastecimiento sea lento y de baja calidad (Gustavo Ferro, 2012).

En cuanto a los costos de conexión las empresas prestadoras de este servicio otorgarán plazos para amortizar los cargos de conexión domiciliaria, incluyendo la acometida y el medidor, los cuales serán obligatorios para los estratos de usuarios correspondientes a los niveles socioeconómicos más bajos. Por otra parte, los costos de

conexión de estos estratos, podrán ser cubiertos por el municipio o el Gobierno Nacional a través de aportes presupuestarios destinados para tal fin (Mantilla, 2011).

En Colombia existen aproximadamente 12 mil organizaciones comunitarias que se encargan de distribuir agua potable sin necesidad de que el estado sea el que intervenga en este proceso esto equivale a casi el 40% de la población en zonas rurales. El sistema acueducto que utilizan fue construido por las mismas comunidades como una solución al problema que ni el estado, ni organizaciones privadas pueden resolver.

Actualmente existen aproximadamente 12 mil acueductos a nivel nacional. Las características que tienen estos sistemas son muy disímiles, lo que evidencia una vez más la riqueza con que cuenta la sociedad para hacerle frente a la ausencia y problemas del Estado y del mercado. El papel de estas comunidades se convierte en una herramienta fundamental para entender cómo manejar es recurso de manera correcta (Mesa, 2013).

Una solución que el gobierno de Colombia busco para mejorar el abastecimiento de agua potable en sectores rurales y urbanos donde viven personas en pobreza extrema fue pedir apoyo financiero de al banco interamericano de desarrollo. Además también tienen como objetivo mejorar la sostenibilidad del servicio, para esto es necesario realizar nuevos proyectos con métodos diferentes a los que ya se han venido trabajando (Smith, 2012).

El instituto CINARA de la universidad del valle en Cali, Colombia y el IRC (international water and sanitación centre) de los países han trabajado conjuntamente en los nuevos proyectos e iniciativas que van encaminados a potencializar el servicio del agua en zonas rurales (Smith, 2012).

Otra alternativa que se presenta para mejorar la cobertura de este servicio es la creación de nuevos departamentos para afrontar las limitaciones que se han observado como:

1. Desaprovechamiento de las economías de escala y desorden estructural de la industria
2. División de las diversas fuentes de financiamiento
3. Planificaciones deficientes que refleja la falta de integridad y de visión del proyecto
4. El limitado acceso al crédito
5. Demora en los procesos de modernización (Lentini, 2010)

Se propone la creación de nuevas empresas departamentales a través de la unión de los municipios y prestación de sus infraestructuras, con el objetivo de que se permitan articular planes integrales de inversión que formen parte del compromiso de la gestión empresarial. Se pretende que las empresas departamentales asuman de manera directa o indirecta el uso de las infraestructuras de prestación de los servicios de parte de quienes la componen, para así generar estructuras empresariales eficientes y despolitizadas.

Se prevé que para la solución de este problema se ejecutaran tres fases en las que se pretende mejorar el servicio de agua potable:

- La fase de diagnóstico que es la primera se llevará a cabo la visión regional, donde se identificará los potenciales esquemas regionales de prestación del servicio para el aprovechamiento de economías en la administración, además abarcan aspectos técnicos, ambientales, financieros y sociales, que se harán sobre los municipios e instituciones departamentales.

- En la segunda fase, se enfoca en la estructuración de los municipios y departamentos requieren dar viabilidad financiera a los planes. los aportes del estado y la adopción de un esquema financiero se formaliza con la firma de un convenio de apoyo financiero entre la gobernación y el ministerio encargado de administrar este recurso. Los municipios firman un convenio con la gobernación, donde se establece los requerimientos para el compromiso de recursos y su intención de vinculación.
- En la tercera fase, la implementación y el seguimiento del esquema propuesto la gobernación debe especificar y ejecutar el plan ya antes definido, el seguimiento de los contratos y el manejo financiero también forman parte de esta fase.

El gobierno colombiano firmó los convenios para impulsar el proyecto de los municipios como: Guajira, Cesa y Magdalena. Para el 2010 el 90% de los municipios ya estará en marcha con sus esquemas ya antes propuestos (Lentini, 2010).

Como hemos analizado Colombia enfrenta un gran reto de mejorar el servicio de abastecimiento de agua potable no solo en zonas urbanas sino también en las rurales; pues estos sectores son los que se ven más afectados en cuanto a la calidad de agua que llega a sus hogares.

Además debe perfeccionar el sistema que se manejan en muchos municipios; un factor importante en el que se debe enfocar es en buscar más financiamiento de parte de empresas privadas que son las que pueden aportar en el mejoramiento de este servicio, conocemos que la inversión que se debe hacer es alta pero con la colaboración de las empresas privadas este financiamiento sería mucho más factible para el estado sin contar que la calidad de agua también mejoraría al contar con más apoyo por parte de otras entidades.

Situación en Ecuador

Ecuador es conocido por ser un país con una gran mega diversidad inmensa en su flora y fauna, además cuenta con una disponibilidad de recurso hídrico más rico del mundo, sin embargo esta ventaja no ha permitido que se satisfaga la necesidad de abastecer con agua potable a toda la población tanto urbana como rural.

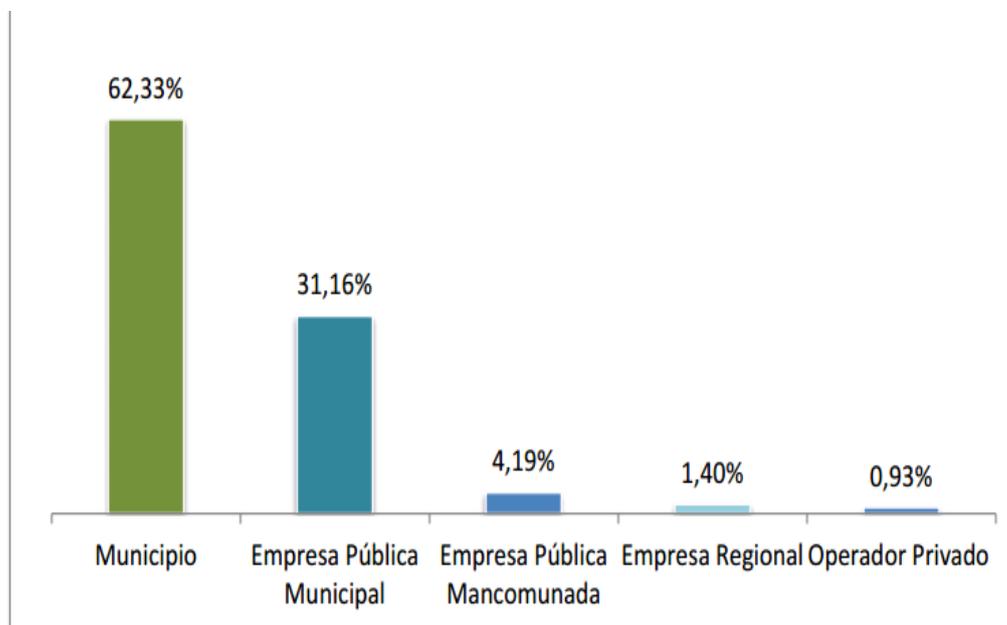
El estado a través del plan nacional del Buen Vivir y la estrategia Nacional para la igualdad y erradicación de la Pobreza (ENIEP), han priorizado el abastecimiento de agua potable en la agenda de desarrollo del país, la secretaria Nacional del agua (SENAGUA) presenta el plan estratégico nacional de agua potable y saneamiento con el objetivo de reforzar los esfuerzos y establecer el direccionamiento del proyecto durante los próximos diez años (Secretaria Nacional del Agua, 2016).

En el país existen dos maneras para la prestación del servicio de agua potable (Moscoso, 2017), la primera es a través de entidades públicas que es de manera más directa y entre las que más destaca son es la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito (EPMAPS), otra que también destaca sobre el servicio que ofrece es la Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable y saneamiento Ambiental de Cuenca (ETAPA EP) que es un modelo seguir para los otros municipios de las diferentes ciudades. La segunda forma es la que maneja el municipio de Guayaquil que ha preferido utilizar los servicios de la empresa privada INTERAGUA S.A., que es supervisada bajo la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil (EMAPAG).

En Ecuador 6 de cada 10 gobiernos municipales gestionan la prestación de agua potable a través del municipio, 3 mediante empresa pública municipal y la diferencia con

empresa pública mancomunada, empresa regional y operador privado (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2016)

Figura 2. Modelo de gestión implementado por los municipios



Fuente: Registro de gestión de agua potable y alcantarillado, 2016

En cuanto a la calidad de agua las entidades tanto pública como privada están bajo la obligación de velar por que este servicio reciba el tratamiento necesario en los laboratorios (Saabedra, 2010). En Quevedo la entidad encargada de suministrar este servicio es la empresa pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Quevedo

(EPMAPAQ) que se creó en septiembre del 2010 como ordenanza municipal según con lo establecido en el COOTAD (Código Orgánico de Organización Territorial, autónoma y descentralización) esta empresa gestiona el consumo de agua para los habitantes de todo el cantón cuenta nueve estaciones de bombeo que alimentan a los sectores de áreas urbanas como: Guayacán, Parroquia 7 de Octubre, Parroquia 17, entre otras.

Según los estudios realizados sobre el índice de contaminación del agua considera que los niveles de contaminación aumentan de acuerdo a la época en que se encuentran por ejemplo en las épocas más lluviosas se presenta contaminación microbiológica, especialmente de coliformes fecales, cuya presencia es de 1 NMP/100ml, concluyendo que el agua no está apta para el consumo humano.

Según el decreto estipulado por el INEM la ausencia de microorganismos en el agua debe ser de 0 presente por cada 100 mililitros de agua. La presencia de Coliformes fecales en el agua es significativa por lo que se sugiere que la población no debe consumir este líquido vital (Renato Baque Mite, 2016).

El INEC definió un indicador para medir la calidad del servicio de agua potable (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2017). El porcentaje de la población que utiliza suministros seguros de agua para el consumo; el manejo seguro que implica que en los hogares se utilice este servicio ya mejorado; además que se distribuya en las cantidades necesarias y esté libre de contaminación. Para ello se toman en cuenta algunos factores como:

- Tipo de suministro y fuente principal; antes no se analizaba los diferentes usos que se le da al agua (primario y secundario)
- Calidad; se mide mediante un test de ausencia o presencia bacteriológica de E.coli

- Cercanía, la distancia que se encuentra este recurso pues si el agua se encuentra lejos los usuarios podrían limitar su uso o acudir a fuentes donde el agua no esta acta para el consumo.
- Suficiencia de agua para beber; la falta de continuidad del servicio influye en el consumo insuficiente que provoca el almacenamiento de agua no salobre en muchos hogares (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2017).

Tabla 3. Indicador del índice de calidad de agua potable

Agua	=	Tipo de suministro / fuente principal	+	Calidad	+	Cercanía	+	Suficiencia
Manejo seguro		Tipo A		Si		Vivienda / terreno		Si
Básico 1		Tipo A		Si		Vivienda / terreno		No
		Tipo A		Si		< o igual a 30 minutos de viaje a pie		.
Básico 2		Tipo A		No		Vivienda / terreno		.
		Tipo A		No		< o igual a 30 minutos de viaje a pie		.
Limitado		Tipo A		.		> 30 minutos de viaje a pie		.
No mejorado		Tipo B		.		.		.
Superficial		Tipo C		.		.		.

Tipo A: tubería*/ pozo o manantial protegido/ agua embotellada o funda (fuente secundaria: tubería)

Tipo B: carro repartidor/pozo o manantial no protegido/ agua lluvia / agua embotellada o funda (fuente secundaria: no tubería)

Tipo C: río o acequia, otros

* red pública, pila o llave pública, otra fuente por tubería

Fuente primaria: Agua para beber

Fuente secundaria: Agua para otros usos

Calidad: sin bacteria E-coli

Suficiencia: Personas que acceden a las cantidades necesarias de agua para beber en las últimas dos semanas

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, 2017

El 70.1% de ecuatorianos se beneficia de beber agua de fuentes mejoradas como: tubería, pozos, manantiales, agua embotellada y de manera suficiente y descontaminada de material fecal. A nivel urbano del 15.4% de agua contaminada, el 28.6% es agua embotellada o embazada. En la siguiente imagen se presenta el porcentaje de agua no

contaminada y contaminada en las áreas rurales y urbanas (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2017).

A pesar de que las cantidades son alentadoras en las zonas urbanas las empresas encargadas del abastecimiento de agua potable tienen un gran reto de mejorar la calidad del servicio en las zonas rurales que es donde más existe el porcentaje de agua contaminada, además otro problema es el acceso que tienen a ella que en muchos casos se ven obligado a utilizar agua que no está completamente libre de bacterias.

Las JAAP de Imbabura, Las tarifas van de \$0.5 dólares estadounidenses a \$3 dólares mensuales y el pago es en función de una cantidad determinada al mes de agua (varía de sistema a sistema, aunque en todos las Juntas visitadas el monto base de agua es 15 m³). Si los usuarios rebasan dicha cantidad el cobro adicional es por metro cúbico (Günther, 2013).

Las tarifas se establecen de acuerdo a los costos de mantenimiento del sistema. Son las JAAP las que establecen el monto de la tarifa por el servicio básico y en función de la aceptación de la comunidad y de los costos de mantenimiento del sistema. Sin embargo, el MIDUVI ha hecho intentos por sensibilizar a los miembros de las JAAP respecto a la necesidad de subir las, de acuerdo a un conjunto de criterios de sostenibilidad de los sistemas.

Otro factor a tomar en cuenta es la cobertura que las personas tienen a este servicio pues en algunos cantones el acceso al agua es muy complicado abastecerse a los usuarios con este servicio. El país tiene un gran desafío de reducir el índice de personas que no tienen acceso a este recurso, en las provincias donde más se evidencia la falta de acceso a este servicio son Chimborazo donde la cobertura solo alcanza el 42.4% y Sucumbíos donde la el acceso es del 40.6% de la población (SENPLADES, 2014).

Metodología

Se han realizado variados estudios econométricos para analizar el impacto económico, medio ambiental y social de diferentes variables o factores demográficos y sociales en el modo de vida y prosperidad de una población.

En la actualidad, el estudio de las ciudades inteligentes (Lopes & Oliveira, 2017) y su desarrollo promueven la investigación de los aspectos y comportamientos de la población de una ciudad para establecer si la utilización de los recursos se realiza en forma adecuada para lograr su sostenibilidad y el bienestar de las personas que allí habitan (Schleich & Hillenbrand, 2009).

El presente estudio investiga la relación del tipo de fuente de agua que utilizan los hogares y su relación con el gasto mensual realizado por el consumo del mismo.

Para esto, se recurrió a los datos obtenidos en la encuesta de Condiciones de Vida realizada por el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (2015) y se procedió a su depuración para posteriormente aplicar un modelo de regresión lineal que permita establecer parámetros cuantitativos de análisis y reflexión para ser utilizados como herramientas para la toma de decisiones en el ámbito de políticas públicas en zonas urbanas del Ecuador (Palacios, 2000).

La posibilidad de establecer adecuadas políticas de planificación se entrelaza con la posibilidad de modelos empresariales sostenibles y con una adecuada responsabilidad social (Mohr, Webb, & Harris, 2001).

El modelo econométrico generado se convertirá en punto de partida para nuevos estudios transversales una vez que la data esté disponible y con estudios en otros factores que influyen en el área de economía urbana (Wooldridge, 2010).

La variable VI22A (valor pagado por el agua) es una variable de tipo numérico medida en dólares y se la considera variable dependiente en el modelo propuesto versus la variable VI17 (de dónde proviene el agua) la cual es la variable independiente de tipo numérica discreta categórica que representa las diferentes fuentes de agua a las que accede la población. Ambas son tomadas del archivo ECV6R_VIVIENDA.SAV en formato del software SPSS de la Encuesta de Condiciones de Vida (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2015). El modelo que se propone utilizando regresión lineal es:

$$VI22A = \beta_0 + \beta_1 VI17 \quad (1)$$

La variable categórica VI17 presenta la siguiente codificación numérica de acuerdo a las fuentes de agua:

1. Red pública
2. Otra fuente por tubería
3. Carro repartidor / triciclo
4. Pozo
5. Río vertiente o acequia
6. Otros

Con esto se observa que al aumentar el número de la codificación la fuente de agua es más informal o con menor calidad.

Aplicando el software SPSS a los datos disponibles de 20168 hogares a nivel nacional de la base indicada luego de eliminar los datos nulos o vacíos, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 3. Resultado de coeficientes del modelo

Coeficientes^a

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	9,669	,177		54,478	,000
	VI17. De donde se obtiene el agua	-,553	,130	-,030	-4,251	,000

a. Variable dependiente: VI22A. Valor pagado por el agua

Tabla 4. Estadísticos descriptivos de los datos

Estadísticos descriptivos			
	Media	Desviación estándar	N
VI22A. Valor pagado por el agua	8,9952	11,33739	20168
VI17. De donde se obtiene el agua	1,22	,614	20168

De esta forma se puede definir un modelo relacional con la ecuación 2 de la siguiente forma:

$$VI22A = 9.669 - 0.553 VI17 \quad (2)$$

Al observar la correlación del modelo, se observa una predictibilidad moderada de -0.30 para la situación planteada, que permite realizar observaciones y conclusiones con los resultados, como se observa en la Tabla 5.

Tabla 5. Correlación del modelo

Correlaciones

		VI22A. Valor pagado por el agua	VI17. De donde se obtiene el agua
Correlación de Pearson	VI22A. Valor pagado por el agua	1,000	-,030
	VI17. De donde se obtiene el agua	-,030	1,000
Sig. (unilateral)	VI22A. Valor pagado por el agua	.	,000
	VI17. De donde se obtiene el agua	,000	.
N	VI22A. Valor pagado por el agua	20168	20168
	VI17. De donde se obtiene el agua	20168	20168

El resultado de la prueba ANOVA es el mostrado en la Tabla 6.

Tabla 6. Prueba ANOVA

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	2320,786	1	2320,786	18,071	,000 ^b
	Residuo	2589873,649	20166	128,428		
	Total	2592194,435	20167			

a. Variable dependiente: VI22A. Valor pagado por el agua

b. Predictores: (Constante), VI17. De donde se obtiene el agua

Los resultados obtenidos permiten dar paso a las conclusiones basado en el análisis estadístico de los datos, coeficientes y pruebas generados por el software para las respuestas dadas por 20168 hogares en el país.

Conclusiones

Frente a los objetivos planteados por la propuesta de investigación y los resultados obtenidos con el modelo lineal planteado se puede concluir que:

Con respecto al objetivo uno se ha obtenido un modelo de regresión que muestra una significativa relación entre las variables. La pendiente de -0.553 dólares es una disminución poco significativa en el precio del agua por el hecho de perder calidad y salubridad en el agua, como por ejemplo al pasar de la categoría 3 de carro repartidor o tanquero a la categoría 4 de agua de pozo, y peor aún al pasar a la 5 que es agua cruda o de acequia.

Esto indica que el agua de menor calidad es en realidad muy cara por el hecho de bajar mucho su salubridad y su potencial para el consumo humano.

El objetivo dos respecto a los coeficientes del modelo de regresión ha resultado en un valor mínimo del consumo de agua potable del orden de 9.669 dólares tomando como partida el agua que viene en tubería de empresa potabilizadora pública. Junto con el valor de la pendiente de -0.553 dólares por cambio de fuente de agua muestran un escenario de costo de agua elevado en el mercado ecuatoriano.

En concordancia con el tercer objetivo del presente análisis se puede recomendar el aumento de la cobertura del agua potable por tubería ya que a pesar de ser levemente más costosa tiene la ventaja de ser de mejor calidad.

Referencias

- Bermúdez, O. B. (3 de septiembre de 2014). La gestión de la cuencas hidrográficas en Colombia y su papel en la solución de conflictos para el uso del agua. *caderno prudentino de geografia*, 106-125.
- Castañeda, N. P. (2010). *Propuestas de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia como alternativa para el ahorro del agua potable en la institucion educativa María Auxiliadora de Caldas Antioquia*. universidad de Antioquia . Medellín : sistema de bibliotecas .
- Catelazo González, C. (2002). *Propuesta de Participación del Sector Privado para el Mejoramiento de Un Organismo Operador de Agua Potable*. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), Monterrey, N.L.

- Cázares, E. (2006). *Análisis comparativo de los costos y tarifas de agua potable entre los organismos operadores de los servicios de agua y drenaje en la México-EUA*. Centros de Estudio del Agua y Banco de Desarrollo de América del Norte .
- CONAGUA. (2015). *Estadísticas del Agua en México*. México.
- CONAGUA. (2016). *Estadísticas del agua en México*. Coyoacán-México.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2010). *Econometría* (Quinta ed.). México: McGrawHill.
- Günther, A. S.-M. (12 de Abril de 2013). LA GESTIÓN COMUNITARIA DEL AGUA EN MÉXICO Y ECUADOR: OTROS ACERCAMIENTOS A LA SUSTENTABILIDAD. *Ra Ximhai*, 9(2), 175.
- Gustavo Ferro, E. L. (2012). *Infraestructura y equidad social: Experiencia en agua potable, saneamiento y transporte público urbano de pasajeros en América Latina* . Santiago .
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2016). *Estadística de información ambiental económica en gobiernos autónomos descentralizados municipales 2015 (agua y alcantarillado)*. Ecuador .
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2015). *Enuesta de Condiciones de Vida 2013-2014*. Quito: INEC.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2017). *Medición de los indicadores ODS de agua, saneamiento e higiene (ASH) en Ecuador*. Ecuador.
- Jouravlev, A. (2004). *Los servicios de agua potable y saneamiento en el umbral del siglo xx*. Naciones Unidas CEPAL , Santiago de Chile.
- Lentini, E. (2011). *servicios de agua potable y saneamiento: lecciones de experiencia relevante*. santiago de chile: CEPAL- coleccion de proyectos.
- Lentini, G. F. (2010). *Economías de escala en los servicios de agua potable y alcantarillado* . Naciones Unidas CEPAL . Santiago de Chile : editorial gtz .
- Lopes, I. M., & Oliveira, P. (2017). Can a small city be considered a smart city? *Procedia Computer Science*, 121, 617-624.
- Mantilla, W. C. (2011). *Políticas públicas para la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento en reas rurales*. Santiago de Chile : Naciones Unidas CEPAL .
- Martin Soulier Faure, J. D. (2013). *Agua Potable, Saneamiento y los Objetivos de Desarrollo del Milenio en América Latina y el Caribe*.

- Mengo, R. I. (2010). *Latinoamérica y el agua potable: poder en el presente, dominio en el futuro*. Córdoba.
- Mesa, J. M. (2013). *Comunidades organizadas y el servicio público de agua potable en Colombia: una defensa de la tercera opción económica desde la teoría del recurso del uso común*. Medellín - Colombia: ecos de economía.
- Mohr, L., Webb, D., & Harris, K. (2001). Do Consumers Expect Companies to be Socially Responsible? The Impact of Corporate Social Responsibility on Buying Behavior. *The Journal of Consumer Affairs*(35), 45-72.
- Moscoso, A. M. (2017). *El derecho al agua en Ecuador* . Cuenca-Ecuador: Universidad de Cuenca .
- Organización Panamericana de la Salud. (2001). *Informe de Acceso al Agua Potable en Latinoamérica*. Lima: OPS.
- Pablos, A. S. (2010). *Escenarios de demanda y políticas para la administración del agua potable en México: el caso de Hermosillo, Sonora*. Hermosillo: scielo.
- Palacios. (2000). Aprendizaje Organizacional: Conceptos, procesos y estrategias. *Hitos de Ciencias Económico Administrativas*, 6(15), 31-38.
- Renato Baque Mite, L. S. (2016). *Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador* . Quevedo: Revista ciencia UNEMI .
- Ruiz, L. O. (2010). *Servicios de agua potable y saneamiento en Perú: beneficios potenciales y determinante del éxito* . Santiago de Chile: CEPAL- colección documentos de proyectos .
- Saabedra, B. R. (2010). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO DE LAS COMUNIDADES DEL CANTÓN COTACACHI Y PROPUESTA DE MEDIDAS CORRECTIVAS*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra .
- Schleich, J., & Hillenbrand, T. (2009). Determinants of residential water demand in Germany. *Ecological Economics*, 68(6), 1756-1769.
- Secretaría Nacional del Agua. (2016). *Estrategia Nacional de Agua Potable y Saneamiento*. Guayaquil: revista SENAGUA.
- SENPLADES. (julio de 2014). *Agua potable y alcantarillado para erradicar la pobreza en Ecuador*. Ecuador.
- Smith, S. (2012). *Gobernanza y sostenibilidad de los sistemas de agua potable y saneamiento rurales en Colombia*. editorial BID.
- Sridhar, K., & Mathur, O. (2011). *Pricing Urban Water - A Marginal Cost Approach*. Bengaluru: UNU - WIDER.

Torres, P., & Hernán, C. (Octubre de 2009). índices de calidad del agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano, una revisión crítica. *Ingeniería Universidad de Medellín*.

Wooldridge, J. M. (2010). *Introducción a la Econometría - Un enfoque moderno*. México D.F.: Cengage Learning Editores S.A.