

Leyva Morales, Carlos Enrique; Caro Encalada, Manuel Jesús; Estrella Escalante, Carlos Alberto de Fátima

Article

La evaluación socioeconómica de proyectos: El caso de la ampliación del Sistema de Agua Potable de Pisté, Yucatán (República Mexicana)

Atlantic Review of Economics

Provided in Cooperation with:

Economists Association of A Coruña

Suggested Citation: Leyva Morales, Carlos Enrique; Caro Encalada, Manuel Jesús; Estrella Escalante, Carlos Alberto de Fátima (2012) : La evaluación socioeconómica de proyectos: El caso de la ampliación del Sistema de Agua Potable de Pisté, Yucatán (República Mexicana), Atlantic Review of Economics, ISSN 2174-3835, Colegio de Economistas de A Coruña, A Coruña, Vol. 2

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/146562>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

**La evaluación socioeconómica de
proyectos: el caso de la ampliación del
Sistema de Agua Potable de Pisté, Yucatán
(República Mexicana)**

MGPP. Carlos Enrique Leyva Morales

clmoral@uady.mx

Universidad Autónoma de Yucatán

Dr. Manuel Jesús Caro Encalada

mcencala@hotmail.mx

Universidad Autónoma de Yucatán

MGPP. Carlos Alberto de Fátima Estrella Escalante

estrellaescalante@hotmail.com

Gobierno del Estado de Yucatán

Resumen

Se evalúa la eficiencia del Sistema de Agua Potable de la comisaría de Pisté, Yucatán; analizando las alternativas de solución y determinando la conveniencia de realizar los respectivos proyectos de ampliación y mejora. El trabajo se basó en la elaboración de una matriz del marco lógico de la alternativa que resulto de la combinación de los proyectos que atienden los problemas identificados la cual se analizó conforme al marco teórico de la evaluación socioeconómica de proyectos de agua potable propuesto por el Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (1977). Los cálculos de la evaluación se realizaron aplicando los principios propuestos por Iturri (2009) y Gala (2004) obteniéndose los flujos netos de comparar los costos y los beneficios legítimamente atribuibles a las alternativas planteadas. Se encontró que, la evaluación demuestra que la gente más pobre de Pisté (83 familias donde no llega la red de agua potable) es la que paga los mayores costos por obtener el agua para su consumo (\$ 15.07 por m³ de agua), con el proyecto estos habitantes pagarían \$ 2.45 por m³. Que para su población la alternativa más rentable desde el punto de vista social, es llevar a cabo conjuntamente la ampliación de la red de distribución y la construcción del tanque elevado, los indicadores de rentabilidad del proyecto revelan un Valor Actual Neto de \$ 67,975 con una Tasa Interna de Retorno Social del 13.01%, asegurándose con esto un servicio de suministro continuo (de 100 l/hab./día desde el 2009 hasta el año 2028). Y que el proyecto tendrá que incorporar el componente de la tarificación del servicio, dado que con esto los beneficios aumentan en un 33.88%, consecuencia de que no se desperdiciaría agua, ni tampoco se incentivarían las conexiones clandestinas.

Abstract

It assesses the efficiency of the drinking water system for the station of Pisté, Yucatán; analyzing solution alternatives and determining the desirability of making the respective expansion and improvement projects. The work was based on the elaboration of a logical framework matrix of the alternative which resulted from the combination of the projects that address the problems identified which was analyzed in accordance with the theoretical framework of the socio-economic evaluation of drinking water projects proposed by the Studies Center for the preparation and socio-economic evaluation of projects (1977). Calculations of the evaluation were carried out by applying the principles proposed by Iturri (2009) and Gala (2004) with net flows to compare costs

and legitimately attributable to the alternatives proposed benefits. It was found that, the evaluation shows that the poorest people of Piste (83 families where isn't the drinking water network) is that pays higher costs to obtain water for consumption (\$ 15.07 per cubic meter of water); with the project these inhabitants would pay \$2.45 per cubic meter. For its population the more cost-effective alternative from the social point of view, is to carry out jointly the expansion of the distribution network and the construction of the elevated tank, as the profitability of the project indicators reveal a net present value of \$67,975 with an Internal rate of Social return of 13.01%, ensuring a service of continuous supply (of 100 lt/hab./day from 2009 until the year 2028). And that the project will have to incorporate the component of the pricing of the service, given that this benefits increase at a 33.88%, due to not waste water, nor propelled the clandestine connections.

Palabras Clave: Evaluación socioeconómica, sistema de agua potable, Yucatán

Keywords: Socio-economic evaluation, system of drinking water, Yucatán

Clasificación Jel: C6, E2, I3, Q3

1.- Introducción

Según se señala en el Programa Nacional Hídrico (Comisión Nacional del Agua, 2008), “poco más del 97% del volumen de agua existente en el planeta es salada, contenida en océanos y mares; mientras que apenas algo menos del 3% es dulce o de baja salinidad”. Del volumen total de agua dulce, estimado en 38 millones de km³, poco más del 75% está concentrado en casquetes polares, nieves eternas y glaciares; 21% está almacenado en el subsuelo, y el 4% restante corresponde a los cuerpos y cursos de agua superficial (lagos y ríos). El agua dulce almacenada en el subsuelo es muy superior a la existente en las corrientes superficiales; pero sólo es aprovechable en parte, debido a limitaciones físicas y económicas.

Por otra parte, en el Foro Mundial del Agua del 2006, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) reconoció que el problema es que “el agua es un recurso que se da sentado en muchos lugares, siendo muy escaso para los 1.100 millones de personas que carecen de acceso al agua potable, a las que habría que sumar otros 2.400 millones que no tienen acceso a un saneamiento adecuado” (Noto, 2008). Además, “más de 2.200 millones de habitantes de los países subdesarrollados, la mayoría niños, mueren todos los años de enfermedades asociadas con la falta de agua potable, saneamiento adecuado e higiene” (Tibaijuka, 2006), es decir sufren enfermedades provocadas, directa o indirectamente, por el consumo de agua o alimentos contaminados, o por los organismos causantes de enfermedades que se desarrollan en el agua. A lo anterior, hay que adicionar que “en la mayoría de las regiones, el problema no es la falta de agua dulce potable sino, más bien, la mala gestión y distribución de los recursos hídricos y sus métodos, por ejemplo, la mayor parte del agua dulce se utiliza para la agricultura, mientras que una cantidad sustancial se pierde en el proceso de riego (la mayoría de los sistemas de riego funcionan de manera ineficiente y se pierde aproximadamente el 60 % del agua que se extrae, que se evapora o vuelve al cauce de los ríos y acuíferos subterráneos). Y que, casi la mitad del agua de los sistemas de suministro de agua potable de los países en desarrollo se pierde por filtraciones, conexiones ilícitas y vandalismo” (UNESCO, 2011). Lo descrito, lleva a considerar las recomendaciones del Segundo Foro Mundial sobre el Agua, celebrado en el año 2000 en La Haya: “que para la dotación de los servicios requeridos de agua potable es primordial la participación de los usuarios y la tarificación de los servicios que refleje el costo total a fin de estar en condiciones de incrementar la inversión pública que permita cubrir la calidad y cantidad del agua que demanda la población” (Consejo Mundial del Agua, 2000).

México, un país rico en recursos naturales, obtiene el agua que consume la población de fuentes tales como ríos, arroyos y acuíferos del subsuelo. Estos acuíferos se recargan de forma natural en época de lluvias. Sin embargo, la época de lluvias tiene una duración promedio de cuatro meses lo que propicia una escasa captación. Aunado a esto, del total de

agua captada por lluvias, aproximadamente el 70% se evapora. La desproporción que existe entre la cantidad de agua que se capta por escurrimiento y las extensiones territoriales que comprenden aunado a la corta temporada de lluvias hace que la disponibilidad del agua sea cada vez menor (Rodríguez, 2009).

A esto hay que aunar otra serie de problemas también importantes en el manejo de este recurso en las ciudades del país. Al respecto, el estudio sobre “Los problemas del abastecimiento de agua potable en una ciudad media” (Durán J. y Torres R. s.f.) concluye que “en muchas ciudades del país, el abastecimiento del agua potable carece de políticas financieras e institucionales y de problemas técnicos y administrativos, que se manifiestan en falta de solvencia y de liquidez financiera, de insuficiente o inadecuada infraestructura de las redes y equipos para proporcionar la calidad del agua, así como en una inequitativa distribución, ya que solamente se atiende a determinados sectores de estas ciudades”. Por su parte el documento “Aspectos Relevantes de la Política del Agua en México, en el Marco de Desarrollo Sustentable” (Ortiz, 1996), señala que “solamente el 5 % del agua extraída es de uso municipal. Como consecuencia del incremento de la población urbana, la demanda del agua potable en general, rebasa la capacidad que pueden ofrecer los sistemas municipales”. Uno de los aspectos que destaca es, que “para estar en posibilidades de contar con una administración eficiente de dichos servicios, es preciso obtener los recursos suficientes a través de cobrar el agua, al precio que recupere los costos de producción”. La oferta y demanda están fijadas por el precio, independientemente de que el agua se señale como un bien público¹ o mejor expresado: “del público”, la realidad es que, si bien el agua como recurso natural debe estar disponible sin limitaciones para cualquier mexicano, tiene un costo para extraerla, “potabilizarla” y llevarla hasta los hogares o donde lo requieran los usuarios. Sin embargo, es común que las autoridades municipales consideren que no se debe cobrar tarifa alguna por el servicio del agua, y por tanto lo subsidian con el erario público, pero resulta insuficiente en algún momento, debido a la demanda creciente de la población. Este tipo de políticas provocan escasez en el suministro del agua potable y finalmente conducen a que la población pague más por la que requieren.

En este contexto, actualmente en la localidad de Pisté, comisaría del municipio de Tinum, Yucatán, se presenta una problemática de insuficiente abasto de agua potable para satisfacer la demanda de la población. El Ayuntamiento del municipio, es quien tiene la atribución para proporcionar el suministro de agua potable a través de la infraestructura y la administración del sistema existente, sin embargo, al igual que la mayoría de los 2 mil 430 municipios mexicanos (INDETEC, 2000), las carencias de Tinum superan por mucho los recursos para afrontar las responsabilidades que les otorgaron las reformas constitucionales de 1983 y 1999 en cuanto a la administración del servicio de agua potable (INDESOL, 2002). Es por ello que el presente trabajo se formuló como objetivo general a alcanzar el siguiente:

¹ Tradicionalmente, un bien público es aquel que pertenece o es proveído por el Estado. En las teorías económicas modernas, un bien se define de uso público, siempre y cuando su uso “esté disponible a todos y del cual el uso por una persona no substraer del uso por otros” (McGill Buchanan, 1979)

Evaluar la eficiencia del Sistema de Agua Potable de la comisaría de Pisté para identificar, valorar y comparar los costos y beneficios de dicho servicio desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto, analizar las alternativas de solución y determinar la conveniencia de realizar, en su caso, los respectivos proyectos de ampliación y mejora.

2.- Metodología

El trabajo se basó en un diseño de comprobación del tipo no experimental transversal, en su variante descriptiva, cuyo propósito consistió en analizar la incidencia e interrelación entre las variables consideradas, las cuales se observaron sin alterar ni el contexto ni las inconstantes que se presentaron en la realidad en un mismo momento. Se diagnosticó y analizó la capacidad técnico productiva del SAP de la localidad de Pisté, con el propósito de evaluar desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto, los costos y beneficios económicos que reciben con el servicio de dicho sistema y proponer alternativas de solución.

Se realizó, como punto de partida, una revisión de literatura de fuentes primarias, destacan: los libros editados por el Centro de Estudios para la preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP) instaurado por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público a través del Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, Sociedad Nacional de Crédito (BANOBRA) sobre el tema de la evaluación socioeconómica de proyectos; el Perfil Socioeconómico de los Municipios del Estado de Yucatán, editado por el Gobierno del Estado de Yucatán; los libros editados por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) sobre el subsector de agua potable y saneamiento; y de fuentes secundarias, como por ejemplo las memorias de los foros mundiales del agua organizados por el Consejo Mundial del Agua (WWC). La revisión anterior se complementó con el acopio de la información registrada sobre los planos de las redes, de la zona de captación y de los equipos, que se encontraron disponibles en la Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Yucatán (JAPAY) y la CONAGUA. Los instrumentos utilizados para recopilar la información documental señalada fueron fichas bibliográficas.

Para este tipo de trabajos, también se requiere investigación de campo, misma que se inició con la aplicación de entrevistas a informantes clave quienes fueron principalmente: a) el empleado del municipio encargado de operar el servicio (el fontanero), b) las autoridades municipales del gobierno en turno; c) la Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Yucatán; y d) la Comisión Nacional del Agua. Estas indagaciones se realizaron con una guía de entrevista que tuvo como propósito identificar correctamente el problema que se planeaba abordar, sus causas y sus efectos, de acuerdo a la metodología del marco lógico. En sí, la guía se basó en preguntar a cada entrevistado cómo percibe la eficiencia del servicio de agua potable (SAP), las causas de los problemas que se enfrentan y el monto y tipo de cobro del servicio.

El resultado de las entrevistas realizadas se expresó en un árbol de problemas y a partir de este se construyó el árbol de objetivos que planteo las alternativas de solución. Posteriormente se realizó la matriz del marco lógico (Banco Interamericano de Desarrollo, 1993) de la alternativa que resulto de la combinación de los proyectos que atienden los problemas identificados. Y seguidamente se analizó esta alternativa conforme al marco teórico de la evaluación socioeconómica de proyectos de agua potable propuesto por el Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (1977).

También se realizó una inspección del estado físico de los componentes de la infraestructura del sistema y se documentó con fotografías y una bitácora de campo para el registro de las características técnicas.

Con los datos de los planos y los registros levantados en la bitácora del estado físico de los componentes se hicieron los cálculos de las capacidades hidromecánicas del sistema de agua potable, conforme a las normas de diseño establecidas por la CONAGUA, y con este diagnóstico se estimó la capacidad de producción del agua que proporciona dicho sistema (oferta).

Para estimar la demanda de agua potable, se consideró el número de habitantes reportados en los censos del INEGI y la dotación de agua por habitante considerada por la CONAGUA para este tipo de comunidades.

Finalmente se realizaron los cálculos de la evaluación socioeconómica del proyecto aplicando los principios propuestos por Iturri Cervini (2009) y Gala Palacios (2004), donde se obtuvieron los flujos netos del resultado de comparar los costos y los beneficios legítimamente atribuibles a las alternativas planteadas.

3.- Aspectos sociodemográficos

La comisaría de Pisté forma parte del municipio de Tinum la cual se encuentra ubicada a 120 Km de la ciudad de Mérida, Yucatán. La comisaría está localizada en la región denominada oriente del Estado (Figura 1); sus coordenadas son 20°41'53" Latitud Norte, 88°35'19" Longitud Oeste y posee una altura promedio de 20 metros sobre el nivel del mar (Secretaría de Gobernación, 2002).



Figura 1. Croquis de localización de la localidad de Pisté, municipio de Tinum, Yucatán.

La población total de la comisaria es de 4,467 habitantes, con un total de 1,335 viviendas, 936 de estas tienen piso con materiales diferentes a la tierra, 913 cuentan con servicios de agua potable y 971 disponen de energía eléctrica (INEGI, 2001). El 43.95 % de la población económicamente activa del municipio se ocupa en el sector terciario; el 36.87 % en el sector primario y el 17.88 % en el secundario (Secretaría de Gobernación, 1988).

4.- Situación actual del SAP

El proyecto a evaluar surge porque en la actualidad el Sistema de Agua Potable de la localidad presenta bajas de presión en las zonas altas del poblado, y se acrecienta en épocas de sequía. Tomando como referencia un plano de la localidad que data de 1991, se ubicaron las zonas de captación y se pudo observar que el sistema no cuenta con circuitos, propiciando que a las zonas altas no les llegue el suministro de agua con el volumen y presión adecuada.

En las franjas alejadas del centro, la red se ha ido construyendo fuera de las normas técnicas establecidas por la CONAGUA, con poliductos que la población desconecta para habilitar "tomas comunales" con tal de obtener el agua al ras del suelo originando fugas continuas que provocan baja presión en la red. Algunos usuarios, principalmente comerciantes o restauranteros conectados a la red, han instalado bombas de agua para succionarla y llevarla a sus depósitos, consecuentemente abaten el caudal y la presión del sistema. Por otra parte, los usuarios han desmantelado los medidores que en años anteriores se instalaron y aproximadamente la mitad de estos, paga la cuota mensual de \$ 20.00, que recauda personal designado por la jurisdicción municipal.

Los elementos que integran el sistema de suministro de agua potable en la comunidad de Pisté, Yucatán, son los siguientes:

- Sistema de captación.- Cuenta con tres pozos profundos. Los equipos de bombeo como sus casetas, la alimentación eléctrica y cercados están en buen estado.
- Sistema de regulación.- Cuenta con un tanque elevado de 10 m de altura y con una capacidad de almacenamiento de 100 m³ que en la actualidad se encuentra en malas condiciones y no se utiliza.
- Red de distribución.- Las redes de distribución se encuentran en aparente buen estado, pero no cuentan con cajas de operación de válvulas.
- Tomas domiciliarias.- Se estima que hay 800 tomas domiciliarias aproximadamente; tomas con y sin caseta, fugas en tomas domiciliarias y algunas instaladas en terrenos sin vivienda o viviendas desocupadas.

El SAP cuenta con un horario de servicio de bombeo y abastecimiento a los usuarios que va: en “temporada de lluvias” de 7:00 a 14:00 hrs y en “temporada de sequías” de 7:00 a 11:00 hrs y de 16:00 a 20:00 hrs. El mantenimiento que el Ayuntamiento le da a la red de distribución de agua potable generalmente es para reparación de fugas menores en las tuberías de distribución (en promedio semanalmente reparan 10 fugas). Cuando se trata de reparaciones que no puede solucionar el personal de la comisaría, empleados de la Junta de Agua Potable de Yucatán acuden a esta para atenderlas.

La red de distribución existente no alcanza a cubrir completamente las zonas sur y norponiente, ni tampoco la periferia de la población, por lo que aproximadamente 80 familias se ven obligadas a acarrear agua a su domicilio a partir de una toma habilitada en la calle (Figura 2).

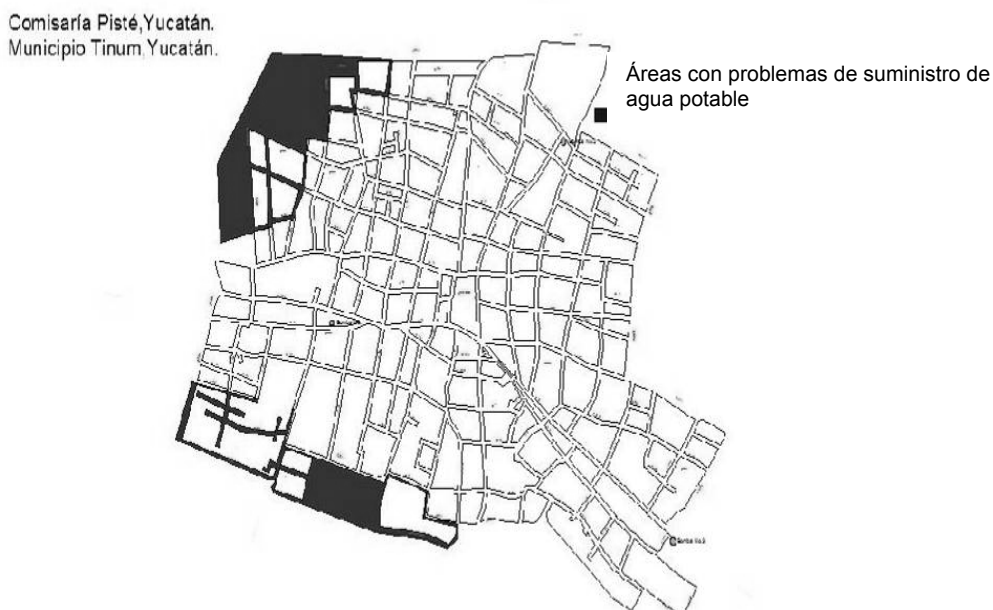


Figura 2. Croquis de localización de las zonas donde se presentan las problemáticas más importantes (Elaboración propia con datos de campo)

Para otros pobladores de las zonas altas, el agua llega a su toma domiciliaria con muy baja o nula presión, por lo que realizan una serie de maniobras para suministrarse agua, como por ejemplo la construcción de pozos y cisternas en sus predios. También es usual que para beber, las familias compren el agua envasada en botellones de 20 litros, ya que la ofrecen como “agua purificada”.

El tiempo que dura el servicio de bombeo es interrumpido en ciertas horas del día por lo que los usuarios se ven obligados a llenar distintos tipos de contenedores como cubos, bidones y recipientes plásticos, usando integrantes de la familia.

5.- Oferta de agua potable

La comunidad cuenta con un sistema de abastecimiento directo de agua potable con cuatro zonas de captación y distribución, con las siguientes características:

- Bomba 1: Pozo profundo de 18 metros, Turbina de 25 HP, con una capacidad de extracción de 20 litros por segundo (lps), Dosificador de hipoclorito, Caseta de control electromecánico y Arrancador electromagnético de 220 Volts.
- Bomba 2: Pozo profundo de 18 metros, Turbina de 20 HP, con una capacidad de extracción de 15 lps, Dosificador de hipoclorito, Caseta de control electromecánico y Arrancador electromagnético de 220 Volts.
- Bomba 3: Pozo profundo de 18 metros, Turbina de 20 HP, con una capacidad de extracción de 15 lps., Dosificador de hipoclorito, Caseta de control electromecánico y arrancador electromagnético de 220 Volts.
- Bomba 4: Pozo profundo de 18 metros, Turbina de 15 HP, con una capacidad de extracción de 10 lps., Dosificador de hipoclorito, Caseta de control electromecánico y Arrancador electromagnético de 220 Volts.

El sistema no cuenta con tanque de regulación y la red de distribución cubre solamente 913 viviendas. Y en la localidad se han identificado dos periodos de consumo durante el año; uno alto que comprende desde el mes de marzo hasta el mes de septiembre (7 meses) y uno bajo del mes de octubre al mes de febrero (5 meses). A estos periodos de consumo se ajusta la oferta, ya que durante el periodo alto la bomba extractora es operada durante 9 horas continuas al día, de 7 A.m. a 4 P.m., mientras que en el periodo bajo es operada 8 horas, de 7 A.m. a 3 P.m. De lo anterior se obtiene que la capacidad actual de suministro del sistema es de 486,000 y 432,000 litros diarios para el periodo de consumo alto y bajo respectivamente (108.8 y 96.7 l/hab./día).

6.- Demanda de agua potable

En la comunidad de Pisté existen tres tipos de consumidores:

- a) 83 viviendas que no se encuentran conectadas al sistema porque no les llega la de red de distribución, por lo que tienen que extraer agua de otras fuentes y/o acarrearla desde las “tomas comunales” para su abastecimiento.
- b) 776 viviendas conectadas al sistema que no tienen como almacenar el agua potable y que por consiguiente sólo pueden obtenerla durante las horas que permanece encendida la bomba extractora.
- c) 137 viviendas conectadas al sistema de abastecimiento, que cuentan con tinacos para el almacenamiento de agua. Por esta razón, estas viviendas no tienen déficit de agua durante las horas en que no hay bombeo y su consumo actual es de 100 l/hab./día durante todo el año.

El consumo actual de las familias que acarrean agua, se determinó mediante una encuesta en viviendas que no se encuentran conectadas al sistema efectuando mediciones de los tiempos para obtener el agua. Los resultados fueron:

Viviendas que realizan “acarreo” de agua potable

a) Periodo de consumo alto:

- Consumo actual diario por persona: 64.13 l/hab./día
- Consumo actual diario por vivienda: 320.65 litros
- Tiempo invertido diario para el acarreo por persona: 9.37 minutos
- Salario por jornada de 8 horas: \$ 49.50
- Costo diario por familia: \$ 4.83
- Costo actual por metro cúbico \$ 15.07

El consumo total de las 83 familias durante el periodo fue de 26,614 litros diarios.

b) Periodo de consumo bajo:

- Se consideró que durante el periodo bajo los habitantes reducen su consumo en un 15%.
- Consumo actual diario por persona: 54.51 l/hab./día
- Consumo actual diario por vivienda: 272.55 litros.
- Tiempo invertido diario para el acarreo por persona: 7.97 minutos
- Salario por jornada de 8 horas: \$ 49.50
- Costo diario por familia: \$ 4.11
- Costo actual por metro cúbico: \$ 15.07

El consumo total de las 83 familias durante el periodo fue de 22,622 litros diarios.

Viviendas sin almacenamiento conectadas al sistema

Para determinar el consumo actual de agua de estas viviendas durante el periodo alto de consumo, se consultaron estudios previos en localidades con población similar y características socioeconómicas semejantes a Pisté, obteniéndose lo siguiente: El consumo de agua es de 90 litros diarios por persona desglosada de la siguiente manera: para beber 4%, para la preparación de alimentos 10%, para baño y aseo personal 50%, para lavar utensilios de cocina y ropa 15%, para regar plantas 10% y para otros usos no especificados 11%. Por lo tanto, el consumo actual por vivienda durante el periodo alto es de 450 litros diarios y el consumo total de las 776 viviendas es de 349,200 litros al día. Para el periodo bajo la dotación disminuye a 76.5 litros diarios por habitante y el consumo total de las 776 viviendas a 296,820 litros al día.

7.- Optimización de la situación actual

Es necesario conocer los beneficios que aporta una situación actual optimizada, para no atribuirle beneficios ilegítimos a los proyectos. Y a partir de esta situación se compara la situación con proyecto. Por ello, en la evaluación socioeconómica de proyectos se proponen “medidas de optimización” que eliminen obvias ineficiencias de la situación actual. En este estudio se consideraron las siguientes medidas de optimización:

- Reparar las fugas del sistema para obtener los consumos considerados en el apartado siguiente.
- Ampliar el horario de operación durante todo el año a 10 horas diarias con el fin de dotar a la población con los 100 l/hab./día.

8- Situación sin proyecto

Al aplicar las medidas de optimización antes referidas, se estableció la situación actual optimizada. Así, los costos y beneficios del proyecto considerado se identificarán, cuantificarán y valorarán comparando la situación con el proyecto con la situación actual sin él, en un horizonte de evaluación de 20 años.

Antes de pensar en la ejecución de los proyectos que resolverían la problemática de la situación actual en Pisté, se buscó conocer si el caudal que proporcionará el sistema de 15 lps. es suficiente para abastecer la demanda de la población durante la vida útil del proyecto. Para ello, se calculó la demanda de agua potable de la comunidad en lps. durante ese período, utilizando una dotación con proyecto de 100 l/hab./día. En la tabla 1 se muestra la proyección de la demanda, tomando como base la población actual y proyectando una tasa de crecimiento anual de la comunidad del 1.79%.

Tabla 1. Proyección de la demanda

| Año | Población (habitantes) | Gasto medio diario ^a (lps) | Gasto diario ^b (lps) | Gasto máximo horario ^c (lps) |
|------|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|---|
| 2008 | 4467 | 5.17 | 6.20 | 9.31 |
| 2013 | 4881 | 5.65 | 6.78 | 10.17 |
| 2018 | 5334 | 6.17 | 7.41 | 11.11 |
| 2023 | 5829 | 6.75 | 8.10 | 12.14 |
| 2028 | 6369 | 7.37 | 8.85 | 13.27 |

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

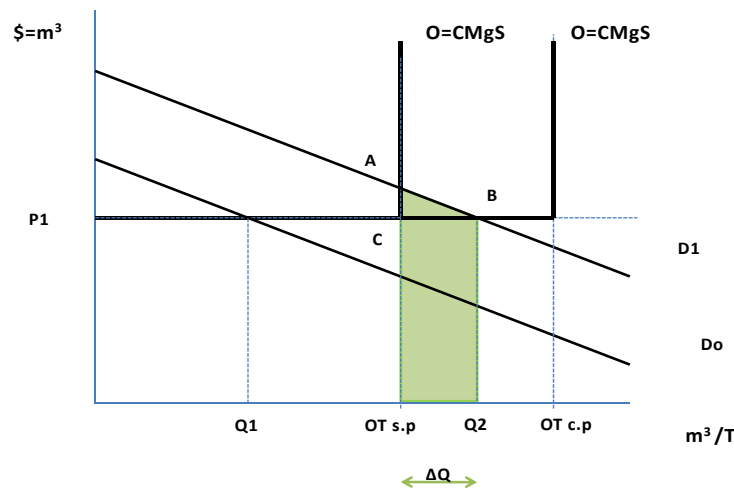
- El gasto medio diario es la cantidad promedio de agua requerida para satisfacer las necesidades de una población en un día. Gasto medio diario = $[Dotación (l/hab./día) \times Población (hab.)] / 86400 (seg./día)$
- Gasto máximo diario = Gasto medio diario x Coeficiente de variación diaria (1.2) CONAGUA.
- Gasto máximo horario = Gasto máximo diario x Coeficiente de variación horario (1.5) CONAGUA.

La capacidad o tamaño de las obras desde la fuente de abastecimiento y hasta la conducción de entrada al tanque de regularización se diseñó con el gasto máximo diario calculado para el periodo del proyecto. De lo anterior, se concluye que el caudal que proporcionará el sistema es suficiente para abastecer la demanda de la población hasta el año 2028.

9.- Situación con el proyecto

El proyecto consiste en la ampliación de la red de distribución para la incorporación de 83 viviendas a la misma y en la construcción de un tanque elevado con una capacidad de 75 m³ para regularizar el suministro de agua potable a la red de distribución. La interpretación económica de lo anterior se presenta en la siguiente gráfica, en donde como se puede observar en la situación sin proyecto, cuya capacidad máxima del sistema es OT s.p. y la demanda que enfrenta el organismo de agua es D₀. Dada una tarifa P₁, en esta situación se estaría consumiendo el total de la cantidad máxima ofrecida por el sistema (OTs.p.). Con el proyecto se ocasionara un desplazamiento de la cantidad demandada (D₁), que en caso de mantener la misma capacidad, al precio P₁ se tendría un exceso de demanda correspondiente a ΔQ. En este caso, el beneficio por ampliar la oferta de agua desde OTs.p. hasta OTc.p. está dado por la cantidad adicional consumida gracias al proyecto. Es decir, sin proyecto se podría consumir una cantidad OT s.p. de agua y con proyecto se consumiría Q₂; por lo tanto, el beneficio es el consumo de ΔQ m³ adicionales de agua, los cuales son valorados con el área bajo la curva de

demanda, misma que al no existir externalidades refleja el beneficio marginal social de consumir un bien” (CEPEP, 1977).



Fuente CEPEP, 1977

Grafica 1 Beneficios por mayor consumo de agua potable en Pisté

La conexión de 83 viviendas tendría como beneficio directo un mayor consumo de agua potable de las familias que no están conectadas a la red de distribución. Pero para que este proyecto maximice el beneficio de “mayor consumo de agua” requiere de la construcción del tanque elevado (La capacidad de este se determinó calculando la cantidad de agua requerida una vez concluido el horario de bombeo). Es decir, si no se construye el tanque y se conectan solamente las viviendas, estas familias consumirían durante el periodo alto y bajo 90 y 76.5 l/hab./día respectivamente; sin embargo, al construirse también el tanque aquellas consumirían 100 l/hab./día en ambos periodos. Por otra parte, si sólo se construye el tanque, se obtendrían beneficios solamente para las 913 familias que están conectadas a la red de distribución.

En resumen:

- En la situación actual, los habitantes de las 83 viviendas que tienen que realizar “acarreo” para abastecerse de agua potable consumen en el periodo alto y bajo 64.13 y 54.51 l/hab./día respectivamente. Con el proyecto, estos consumidores eliminarían las molestias del “acarreo” y aumentarían su consumo a 100 l/hab./día para ambos periodos.
- En la situación actual, la dotación de las 776 viviendas conectadas a la red de agua potable es de 90 y 76.5 l/hab./día para el periodo alto y bajo respectivamente, ya que el bombeo se realiza de manera directa a la red de distribución y no cuentan con almacenamiento de agua. Con el proyecto, estos consumidores eliminarían el problema de la falta de suministro durante la noche, por lo que su consumo pasaría a ser de 100 l/hab./día.

10.- Evaluación socioeconómica

Los proyectos de agua potable pueden ser separados en proyectos de extracción, conducción y distribución, los cuales tienen costos y beneficios perfectamente separables entre sí. En el caso de Pisté, debido a la complementariedad que existe entre los proyectos de ampliación de la red de distribución y construcción del tanque elevado, se realizó la evaluación de la alternativa considerando ambos componentes conjuntamente, y asegurando que el 100% de las familias de la comunidad alcancen el consumo establecido de 100 l/hab./día.

Identificación, cuantificación y valoración de los costos

- Costos de inversión.- Estos costos incluyen todos los materiales y mano de obra necesarios para realizar ambos componentes. Los costos de inversión del tanque elevado son de \$ 728,511 y los de la ampliación de \$ 433,894. El monto total de la inversión para este proyecto sería de \$ 1'172,405 (Tabla 2).

Tabla 2. Costos de inversión privados tanque elevado y ampliación de red

| Concepto | Monto (\$) |
|---------------------------|------------------|
| Tanque elevado: | |
| Trabajos preliminares | 1,274 |
| Cimentación | 85,333 |
| Estructuras | 380,176 |
| Albañilería y acabados | 88,517 |
| Instalaciones hidráulicas | 102,526 |
| Obra exterior | 70,686 |
| Subtotal | 728,511 |
| Ampliación de red: | |
| Suministro e instalación | 443,894 |
| Subtotal | 443,894 |
| Total | 1'172,405 |

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

En la tabla 3 a continuación se muestran los porcentajes que corresponden a la mano de obra (calificada, semicalificada y no calificada) y materiales (comerciables y no comerciables) de los costos de inversión señalados en la tabla 2, y como se puede observar se dieron variaciones en los porcentajes de ponderación de los costos de la mano de obra y materiales según la partida o concepto de obra. Por ejemplo, los factores de ajuste a los materiales según fueran comerciables o no, se caracterizaron por presentar en cada uno de los porcentajes de ponderación una participación del 20% para los materiales comerciables y del 80% para los no comerciables.

| Concepto | Mano de obra (%) | Mat. (%) | Total (%) | Mano de obra (%) | | | Materiales (%) | |
|---------------------------|------------------|----------|-----------|------------------|----------|---------|----------------|---------|
| | | | | Cal. | Semical. | No cal. | Com. | No com. |
| Tanque elevado | | | | | | | | |
| Trabajos preliminares | 40 | 60 | 100 | 20 | 40 | 40 | 20 | 80 |
| Cimentación | 30 | 70 | 100 | 20 | 40 | 40 | 20 | 80 |
| Estructuras | 40 | 60 | 100 | 30 | 35 | 35 | 20 | 80 |
| Albañilería y acabados | 80 | 20 | 100 | 25 | 40 | 35 | 20 | 80 |
| Instalaciones hidráulicas | 50 | 50 | 100 | 40 | 30 | 30 | 20 | 80 |
| Obra exterior | 30 | 70 | 100 | 50 | 25 | 25 | 20 | 80 |
| Ampliación de red | | | | | | | | |
| Suministro e instalación | 50 | 50 | 100 | 45 | 25 | 30 | 20 | 80 |

Tabla 3.-Determinación de porcentajes de mano de obra y materiales de costos de inversión

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

La evaluación social de un proyecto de inversión requiere de un precio que mida el costo y beneficio que desde el punto de vista social implica utilizar, generar o liberar divisas (Iturri Cervini, 2009). El ajuste realizado a precios sociales (Gala P. & Hernández R., 2004) se puede apreciar en la tabla 4 donde se señalan los costos privados cuyo factor de ajuste es unitario y los precios sociales ajustados. Estos precios sociales se obtuvieron a partir de los precios de mercado, efectuando los siguientes ajustes:

La mano de obra se ajustó cada tipo por el factor que se indica a continuación:

| | |
|-----------------|-----|
| Calificada: | 1.0 |
| Semicalificada: | 0.8 |
| No calificada: | 0.7 |

En tanto que en los bienes comerciables internacionalmente se dedujo el arancel promedio estimado en 25% y se ajustó por el factor de 1.11 correspondiente al tipo de cambio social. Y en los bienes no comerciables internacionalmente se estimó que el precio de mercado sin IVA representaba adecuadamente el precio social.

Tabla 4. Costos de inversión privados y sociales.

| CONCEPTO | PRIVADOS SIN IVA | | | SOCIALES AJUSTADOS | | | | | |
|---------------------------|-------------------|---------|--------------|--------------------|----------|----------|-----------------|----------|------------------|
| | Mano de Mat. obra | | Total | Mano de obra (\$) | | | Materiales (\$) | | |
| | (\$) | (\$) | (\$) | Cal. | Semical. | No cal. | Com. | No com. | |
| Tanque elevado | | | | | | | | | |
| Trabajos preliminares | 509 | 764 | 1,274 | 102 | 163 | 143 | 127 | 611 | |
| Cimentación | 25,600 | 59,733 | 85,333 | 5,120 | 8,192 | 7,168 | 9,946 | 47,786 | |
| Estructuras | 152,070 | 228,105 | 380,176 | 45,621 | 42,580 | 37,257 | 37,980 | 182,484 | |
| Albañilería y acabados | 70,813 | 17,703 | 88,517 | 17,703 | 22,660 | 17,349 | 2,948 | 14,163 | |
| Instalaciones hidráulicas | 51,263 | 51,263 | 102,526 | 20,505 | 12,303 | 10,765 | 8,535 | 41,011 | |
| Obra exterior | 21,206 | 49,480 | 70,686 | 10,603 | 4,241 | 3,711 | 8,238 | 39,584 | |
| Subtotal | 321,462 | 407,049 | 728,511 | 99,654 | 90,139 | 76,393 | 67,774 | 325,639 | |
| Ampliación de red | | | | | | | | | |
| Suministro e instalación | 221,992 | 221,992 | 443,984 | 99,896 | 44,398 | 46,618 | 36,962 | 177,594 | |
| Subtotal | 221,992 | 221,992 | 443,984 | 99,896 | 44,398 | 46,618 | 36,962 | 177,594 | |
| | | | Total | 1,172,49 | 199,551 | 134,538 | 123,012 | 104,735 | 503,233 |
| | | | 5 | | | | | | |
| | | | | | | Subtotal | 457,100 | Subtotal | 607,968 |
| | | | | | | | Total | | 1'065,068 |
| | | | | | | | | | 8 |

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

Por lo tanto, el costo social de inversión para el tanque elevado ascendería a \$ 659,600 y el de la ampliación de red a \$ 405,469, por lo que el costo social de inversión total sería de \$ **1'065,068**.

- Costos de operación y mantenimiento.- Los costos de operación y mantenimiento anuales para el proyecto durante el horizonte de evaluación no se conocen por lo que se supondrá que representarán el 15% del monto de inversión social del tanque elevado igual a \$ **98,940/año**.
- Externalidades negativas.- Las externalidades negativas son identificadas para el presente proyecto como el incremento en la contaminación del medio ambiente que provocaría la descarga adicional de las aguas residuales. Dada la dificultad en su estimación, en este estudio se manejó como intangible.

Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios

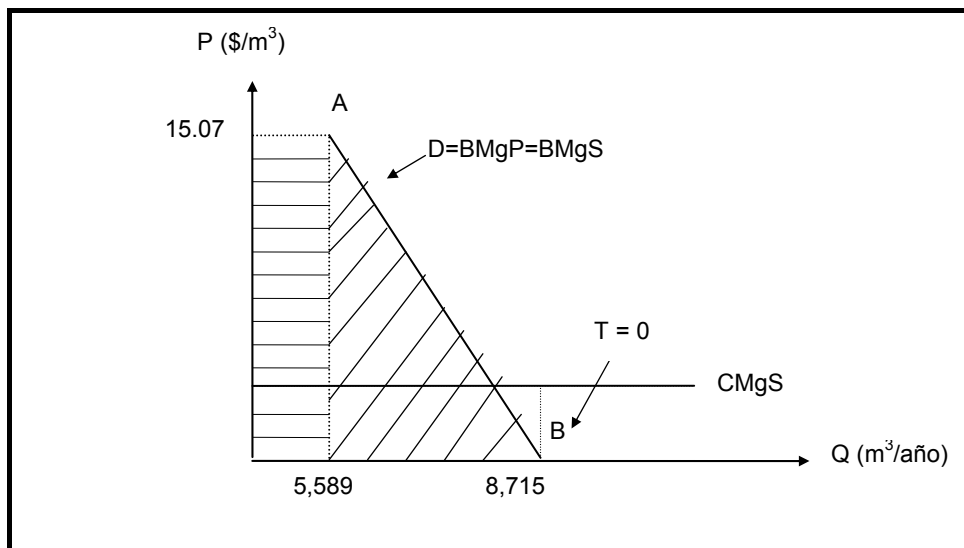
- **Beneficios de las 83 familias que realizan “acarreo” de agua.**

Los beneficios del proyecto contemplan en primer término los relacionados con las 83 familias que realizan “acarreo” de agua actualmente al incorporarse a la red de agua potable, que en concreto serían: i) Un ahorro de recursos gastados en el acarreo y ii) Un mayor consumo de agua potable.

Para la valoración de los beneficios se obtuvo una curva de demanda lineal basada en dos puntos de equilibrio para los habitantes de las 83 familias de Pisté que realizan “acarreo”. La propuesta del proyecto indica que la tarifa variable (T) que se les cobraría a los nuevos usuarios sería de cero, ya que el cobro sería a través de cuota fija.

a) Periodo de consumo alto

En la Gráfica 2 a continuación se muestra la curva de demanda para los habitantes de las 83 familias durante el periodo de consumo alto. Para obtener el valor en el eje de las abscisas del punto “A”, se multiplicó el índice de hacinamiento de la comunidad (5) x el número de familias que acarreoan agua (83) x la dotación en la situación actual (64.13 l/hab./día) x 210 días al año, y se dividió entre mil. En el caso del punto “B” se realizó la misma operación pero considerando la dotación en la situación con proyecto (100 l/hab./día).



Gráfica 2. Curva de demanda lineal $T=\$0.00$ (Situación con proyecto, periodo de consumo alto)

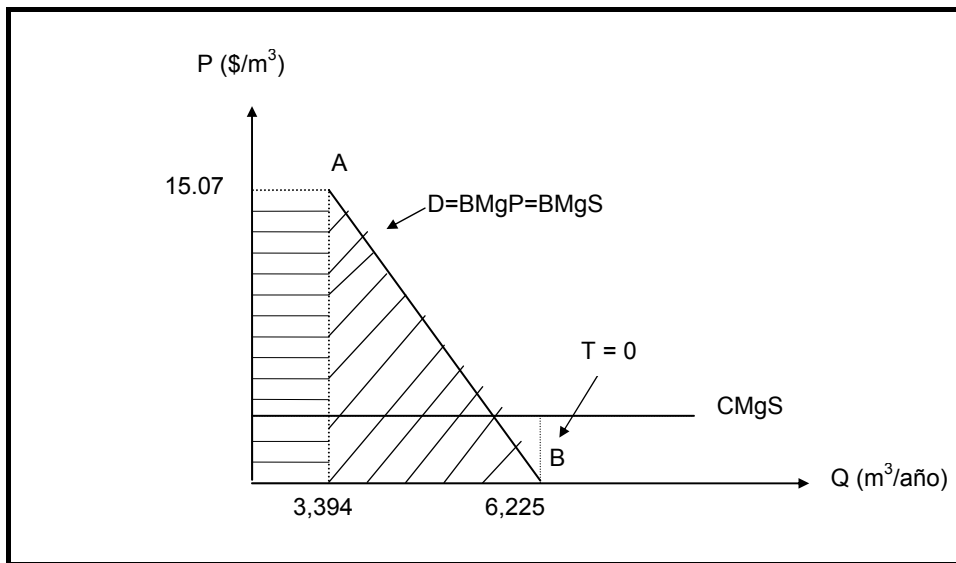
Dado que cada persona destina 9.37 minutos diarios al acarreo. Esto indica que el total de familias destina a esta actividad un total de 13,613 horas/año. De tal manera que si el salario por jornada de 8 horas en la región es de \$ 49.50 o bien \$6.19 por hora, las personas que realizan “acarreo” podrían realizar otro tipo de actividades recibiendo este salario. De lo anterior se obtiene que el beneficio por el ahorro de recursos o el costo de oportunidad del tiempo gastado en el acarreo represente **84,265 \$/año**. En la gráfica, el área formada por las coordenadas del punto “A” representa este beneficio ($15.07 \text{ \$/m}^3 \times 5,589 \text{ m}^3/\text{año}$).

Para obtener el beneficio del mayor consumo de agua, se calculó el área bajo la curva de demanda comprendida entre los puntos “A” y “B”. Siendo el resultado el siguiente: $[(8,715 \text{ m}^3/\text{año} - 5589 \text{ m}^3/\text{año}) \times 15.07 \text{ \$/m}^3] / 2 = 23,555 \text{ \$/año}$

b) Periodo de consumo bajo

De la misma manera que se realizó la valoración de los beneficios para el periodo de consumo alto, se hizo el cálculo para el bajo, obteniendo los siguientes resultados (Gráfica 3):

- i) Ahorro del tiempo gastado en el acarreo: **51,148 \\$/año**
- ii) Mayor consumo de agua: **21,332 \\$/año**



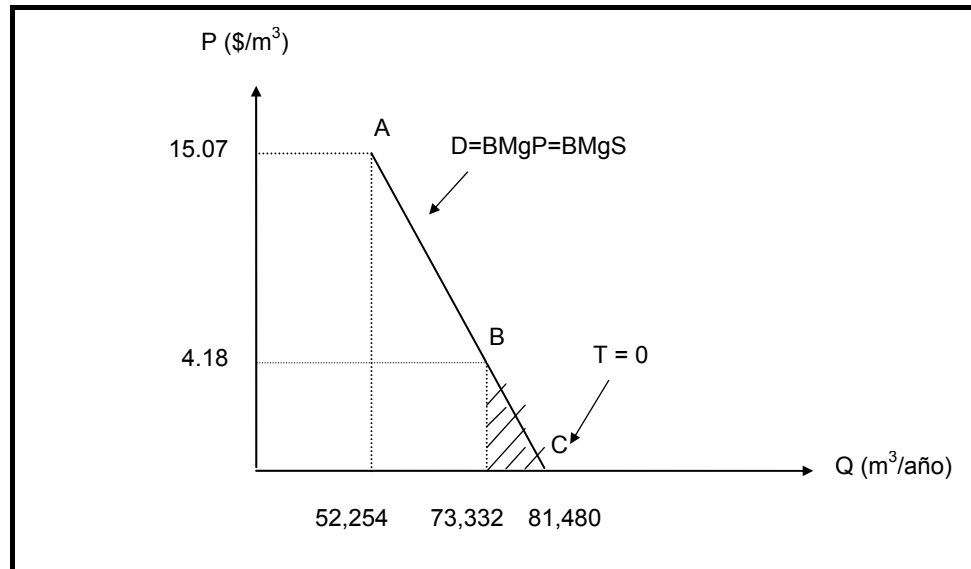
Gráfica 3. Curva de demanda lineal $T=\$0.00$ (Situación con proyecto, periodo de consumo bajo)

Beneficio de las 776 familias sin almacenamiento conectadas a la red.

Al construir el tanque elevado como obra “complementaria” para la incorporación de las 83 viviendas, los habitantes de las 776 viviendas conectadas a la red de agua potable que no cuentan con almacenamiento, recibirían como beneficio inmediato el consumo de agua durante las horas de la noche. La cuantificación de este beneficio se realizó obteniendo una curva de demanda lineal basada en dos puntos de equilibrio para las 776 familias, separando los periodos de consumo alto y bajo. Los resultados fueron los siguientes:

a) Periodo de consumo alto. En la situación sin proyecto, los consumidores se ubican en el punto “B” de su curva de demanda. El proyecto les permite trasladarse al punto “C” aumentando su cantidad demandada. Por ello, obtienen un beneficio que se valora como el área bajo la curva de demanda entre esos dos puntos (Gráfica 4). Debido a la falta de información y dado que las 83 viviendas sin conexión a la red y las 776 sin almacenamiento conectadas, son del mismo nivel socioeconómico y no tienen drenaje sanitario, se determinó el punto “A” utilizando el supuesto de que las 776 viviendas no estuvieran conectadas al sistema. El punto “B” de la curva se obtuvo multiplicando el índice de hacinamiento de la comunidad (5)

x el número de viviendas sin almacenamiento (776) x la dotación en la situación actual (90 l/hab./día) x 210 días al año, y se dividió entre mil. En el caso del punto “C” se realizó la misma operación pero considerando la dotación en la situación con proyecto (100 l/hab./día).



Gráfica 4. Curva de demanda lineal, T=\$0.00 (Situación con proyecto, periodo de consumo alto)

Para calcular el valor del punto “B” en el eje de las ordenadas o de los precios, se estableció que la ecuación de la recta define la curva de demanda lineal. Conociendo las coordenadas del punto “A” y el punto “C”, se obtuvo la siguiente ecuación:

$$\frac{P - P_c}{Q - Q_c} = \frac{P_a - P_c}{Q_a - Q_c}$$

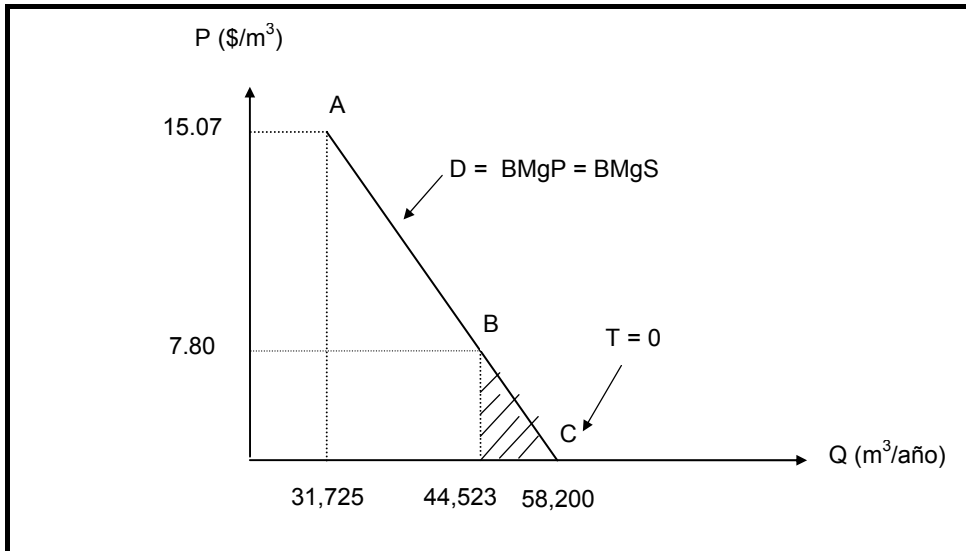
Sustituyendo:
$$\frac{P - 0}{Q - 81,480} = \frac{15.07 - 0}{52,254 - 81,480}$$

Despejando P en términos de Q: $P = 42.014 - 0.000516Q$

De tal manera, si $Q = 73,332$, entonces $P = 4.18$

De lo anterior se obtuvo que el beneficio “mayor consumo de agua” valorado como el área bajo la curva de demanda comprendida entre los puntos “B” y “C”, sería de: $[(81,480 \text{ m}^3/\text{año} - 73,332 \text{ m}^3/\text{año}) \times 4.18 \text{ $/m}^3] / 2 = 17,030 \text{ $/año}$.

b) Periodo de consumo bajo. De la misma manera como se realizó la valoración de este beneficio en el periodo alto, se hizo para el bajo obteniéndose los siguientes resultados (Gráfica 5):



Gráfica 5. Curva de demanda lineal, T=\$0.00 (Situación con proyecto, periodo de consumo bajo)

La ecuación de la recta quedo como: $P = 33.13 - 0.000569Q$

Por lo tanto, si $Q = 44,523$, entonces $P = 7.80$

Así, el beneficio anual en este periodo sería de: $[(58,200 - 44,523) \times 7.8]/2 = \mathbf{\$53,341/año}$.

Beneficio total

De acuerdo a los resultados obtenidos en los cálculos previos, la Tabla 5 muestra los beneficios totales generados por el proyecto.

Tabla 5 Beneficios del proyecto de la construcción del tanque elevado

| BENEFICIOS | 83 familias sin conexión | 776 familias sin almacenamiento |
|---|---------------------------------|--|
| Ahorro de recursos gastados en el acarreo | | |
| Periodo alto | \$ 84,265 /año | ---- |
| Periodo bajo | \$ 51,148 /año | ---- |
| Mayor consumo de agua | | |
| Periodo alto | \$ 23,555 /año | \$ 17,030 /año |
| Periodo bajo | \$ 21,332 /año | \$ 53,341 /año |
| Subtotal | \$ 180,300 /año | \$ 70,371 /año |
| TOTAL | \$ 250,671 /año | |

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

Como se puede observar la población de Pisté percibiría ingresos por ahorro de recursos y por mayor consumo de agua equivalentes a \$ 250,671.00 anuales, resultando los más beneficiados las 83 familias que actualmente no están conectadas al sistema.

Evaluación socioeconómica del proyecto

Los beneficios totales anuales derivados del proyecto serían de \$ 250,671. En tanto que el Valor Actual de los Beneficios (VAB) durante el horizonte de evaluación, sería de \$ 1'872,069.

En lo que respecta al Valor Actual de los Costos (VAC) durante este mismo horizonte estos serían de \$ 1'804,094.

Como resultado de la evolución de los dos flujos anteriores el Valor Actual Neto Social (VANS) del proyecto sería de \$ 67,975 cifra que indica que es rentable socialmente. Por su parte, la Tasa Interna de Retorno Social (TIRS) del proyecto fue del 13.01%, que resultó mayor a la tasa de descuento social utilizada del 12% (Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 2008), indicando al igual que el VANS la rentabilidad social del proyecto.

A continuación se analizan las distintas situaciones del proyecto incorporando los datos calculados con anterioridad y se proporcionan los flujos de efectivo para cada una de ellas.

Situación actual

Costos de operar el sistema actualmente

- | | |
|--|-----------------|
| a. Costo por consumo de energía eléctrica del sistema de bombeo: | \$ 19,382 / mes |
| b. Costo de mantenimiento de equipos de bombeo: | \$ 105 / mes |
| c. Costo por desinfección de agua (hipoclorito de sodio): | \$ 1,976 / mes |
| d. Costo por operación y mantenimiento (2 personas): | \$ 1,260 / mes |
| e. Costo de reparaciones de fugas: | \$ 2,508 / mes |

Por lo tanto, el costo total en el que se incurre por la operación y mantenimiento del sistema es de \$ 25,231/mes, es decir **\$ 302,772/año**.

Costos de la población cuya vivienda está conectada a la red pero que no cuenta con almacenamiento de agua.

- | | |
|--|------------------|
| a. Costo por consumo de agua embotellada | \$ 186,240 / mes |
|--|------------------|

Costos de la población cuya vivienda no está conectada a la red

- | | |
|--|--------------------|
| a. Costos del tiempo gastado por acarreos: | \$ 11,284.42 / mes |
|--|--------------------|

El costo total en el que incurre la población es de \$ 197,524.42/mes, **\$ 2'370,294/año**.

Situación optimizada

Los problemas de dotación de agua potable en las zonas que cuentan con la red de distribución, podrían resolverse con la reparación total de fugas del poblado, estas se presentan principalmente en las tuberías de 2½", 3" y 4" pulgadas, y el costo aproximado de su reparación sería de \$ 20,071 pesos.

Para que la red trabaje de una forma eficiente, se tiene que agregar a las reparaciones de las fugas en tuberías, un horario más amplio de abastecimiento pasando de los dos horarios actuales a un horario único y de mayor extensión, 10 horas seguidas de 7 am a 5 pm, esto ocasionaría que la red se presurice y la población cuente con la dotación de 100 l/hab./día recomendado.

Dos de los problemas que resultan por no aplicar las optimizaciones anteriores son: 1) La contaminación que trae consigo las fugas, ya que a través de estas entran partículas nocivas en el horario donde el agua no es abastecida, lo que ocasiona el surgimiento de enfermedades (en su mayoría son gastrointestinales) y 2) Los golpes de ariete que se presentan durante el encendido de las bombas, que puede ocasionar más fugas o roturas en las tuberías.

Una alternativa de solución, para la optimización en las zonas que no cuentan con la red de distribución, sería la instalación de tomas comunitarias situadas en lugares estratégicos (considerando 8 tomas con un valor total de \$ 39,493) donde las personas se trasladarían un mínimo de distancia disminuyendo el costo de acarreo por cubetas; se construirían luego de la reparación de las fugas ya que si no se realiza la poca presión ocasionaría que no llegue el agua a estos lugares.

Costos de operar el sistema

- | | |
|--|-----------------|
| a. Costo por consumo de energía eléctrica del sistema de bombeo: | \$ 22,646 / mes |
| b. Costo de mantenimiento de equipos de bombeo: | \$ 63 / mes |
| c. Costo por desinfección de agua (hipoclorito de sodio): | \$ 1,976 / mes |
| d. Costo por operación y mantenimiento (2 personas): | \$ 1,260 / mes |
| e. Costo de reparaciones de fugas: | \$ 1,254 / mes |

Por consiguiente el costo total en el que se incurre por la operación y mantenimiento del sistema es de \$ 27,199/mes, es decir **\$ 326,388/año**.

Costos de la población cuya vivienda está conectada a la red pero que no cuenta con almacenamiento de agua.

- | | |
|--|------------------|
| a. Costo por consumo de agua embotellada | \$ 124,160 / mes |
|--|------------------|

Costos de la población cuya vivienda no está conectada a la red

- | | |
|--|------------------|
| a. Costos del tiempo gastado por acarreos: | \$ 5,642.21/ mes |
|--|------------------|

Por tanto el costo total en el que incurre la población es de \$ 129,802.21/mes, **\$ 1'557,627/año**.

Beneficios al operar el sistema

- | | |
|--|----------------|
| a. Disminución del mantenimiento (ahorro) | \$ 42 / mes |
| b. Disminución de reparaciones de fugas (ahorro) | \$ 1,254 / mes |

El beneficio total al operar el sistema será de \$ 1,296/mes y de **\$ 15,552/año**.

Beneficios de la población cuya vivienda está conectada a la red pero que no cuenta con almacenamiento de agua.

- | | |
|--|-----------------|
| a. Ahorro por no consumir agua embotellada | \$ 62,080 / mes |
|--|-----------------|

Beneficios de la población cuya vivienda no está conectada a la red

- a. Ahorro del tiempo gastado por acarreo: \$ 5,642.21/ mes

El beneficio total para la población será de \$ 67,722.21/mes, es decir **\$ 812,667/año**.

Situación con proyectoCostos de operar el sistema

- a. Costo por consumo de energía eléctrica del sistema de bombeo: \$ 19,382 / mes
 b. Costo de mantenimiento de equipos de bombeo: \$ 105 / mes
 c. Costo por desinfección de agua (hipoclorito de sodio): \$ 1,976 / mes
 d. Costo por operación y mantenimiento (2 personas): \$ 9,505 / mes
 e. Costo de reparaciones de fugas: \$ 2,508 / mes

El costo total en el que se incurre por la operación y mantenimiento del sistema será de \$ 33,476/mes, **\$ 401,712/año**.

Beneficios de la población cuya vivienda está conectada a la red pero que no cuenta con almacenamiento de agua.

- a. Ahorro por no consumir agua embotellada \$ 186,240 / mes
 b. Mayor consumo de agua \$ 5,864 / mes

Beneficios de la población cuya vivienda no está conectada a la red

- a. Ahorro del tiempo gastado por acarreo: \$ 11,284 / mes
 b. Mayor consumo de agua \$ 3,740 / mes

El beneficio total para la población será de \$ 207,128/mes, o sea **\$ 2'485,536/año**.

Situación con proyecto de tarificación

Se puede complementar el proyecto con una propuesta de tarificación en el municipio. Para llevar a cabo esta medida, es necesario el suministro e instalación de medidores en todas las tomas. En la actualidad serían 996 piezas a un costo aproximado de \$ 783.00. La correspondiente tarifa social sería la que cubriera los costos de operación y mantenimiento del sistema, es decir \$ 37.42 por m³.

Los beneficios adicionales por el cobro de las tarifas serían: \$ 33,476 / mes

11.- Conclusiones

Sobre la capacidad técnico-productiva del Sistema de Agua Potable de Pisté, se puede señalar que el subsistema de captación tiene el caudal suficiente para dotar la cantidad de agua para atender la demanda actual de la localidad y hasta el año 2028. Sin embargo, al no contar con un tanque elevado en buenas condiciones, para regularizar el almacenamiento, ni tampoco tener una red en buenas condiciones en todos los sectores del lugar, no es posible proveer el servicio de forma continua ni en la cantidad que demanda la comunidad.

El estudio mostró también, que al no cobrarse el consumo real del agua, por una parte se producen desperdicios del líquido y por otra no se pueden cubrir los costos de la operación y del mantenimiento que requiere el sistema, ni tampoco pueden realizarse ampliaciones del servicio. De tal manera que la administración municipal trata de abatir dicho déficit financiero con el tandeo del servicio, lo cual origina que el 86 % de las viviendas no dispongan de este en forma continua, porque no cuentan con tinacos o porque ni siquiera están conectadas a la red.

El resultado de la evaluación socioeconómica demostró que la gente más pobre de Pisté, las 83 familias que habitan en las zonas donde no llega la red de agua potable, es la que paga los mayores costos por obtener el agua para su consumo (actualmente esas familias, solamente en acarreos, invierten el equivalente a \$ 135,413.00 anuales), ya que en promedio, erogan \$ 15.07 por m³ de agua. Con el proyecto los habitantes de Pisté pagarían \$ 2.45 por m³. Como punto de comparación, aunque se trata de poblaciones diferentes y que por tanto los costos de producción son diferentes, se hace referencia al parámetro del costo actual del agua en la región: así se tiene que en la ciudad de Mérida se paga \$1.90 por la misma cantidad del vital líquido en tanto que en la ciudad de Campeche el monto que se paga es de \$ 1.00 (CONAGUA, 2004).

La evaluación concluye que para la población de Pisté, la alternativa más rentable desde el punto de vista social, es llevar a cabo conjuntamente la ampliación de la red de distribución y la construcción del tanque elevado, para asegurar un servicio de suministro continuo, de tal manera que la población reciba la cantidad de 100 l/hab./día desde el 2009 hasta el año 2028. Dicho proyecto tendrá que incorporar el componente de la tarificación del servicio, dado que, con esta medida, los beneficios para la sociedad aumentan en un 33.88%, como consecuencia de que no se desperdiciaría el agua, ni tampoco se incentivarían las conexiones clandestinas. Lo anterior es congruente con las recomendaciones reseñadas en recientes foros mundiales sobre el agua.

Por su parte, los indicadores de rentabilidad del proyecto referido, revelan un Valor Actual Neto de \$ 67,975 con una Tasa Interna de Retorno Social (TIRS) del 13.01%, mayor que la tasa social de descuento estimada en 12 % para el país. Asimismo, con el proyecto se verían beneficiados tanto los habitantes de las familias que no están conectadas a la red, como los que actualmente reciben el agua durante ciertas horas del día, con sendos beneficios anuales por \$ 180,300.00 y \$ 70,371.00.

Es importante señalar que a pesar de que los beneficios sociales del proyecto evaluado de la ampliación del SAP de Pisté, supera con mucho sus costos, en la realidad se presentan complicaciones debido a que las autoridades encargadas de realizarlo no están dispuestas a cobrar el consumo vía tarifas, si acaso, ante la presión de la comunidad, gestionan apoyos para que otras instancias del gobierno (federal o estatal) les otorguen recursos para proyectos que, en el mejor de los casos, se plantean solamente con argumentos del “tipo técnico”. Esto los conduce a realizar obras innecesarias como pueden ser el cambio de los equipos de bombeo o bien la perforación de otros pozos.

Finalmente, no hay que olvidar que “el punto básico de la Evaluación Social o mejor denominada Evaluación Socioeconómica de Proyectos, consiste en aportar información a las autoridades respecto al uso de los recursos públicos. Lo cual permite en materia de política pública resolver la disyuntiva entre que la sociedad permita que el uso de sus recursos se asigne sobre la base de “corazonadas”, “fines políticos” o encuestas de opinión, o que se establezca un esquema ordenado a través del cual los posibles proyectos de inversión demuestren, sin lugar a dudas, su rentabilidad social, antes de aspirar a recibir recursos.

BIBLIOGRAFÍA

BID, Banco interamericano de Desarrollo. "Manual de Gestión del ciclo de un proyecto. Enfoque integrado y Marco Lógico". 1993. Recuperado el 2011, de <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/2/5542/lcl1321eCap2.pdf> docencia.unet.edu.ve/.../archivos/Matriz_de_Marco_Logico.pdf

Centro de Estudios Para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos, CEPEP. "Guía Para La Identificación y Formulación De Proyectos de Agua Potable y Saneamiento". Biblioproyectos. (C. d. Proyectos, Ed.). 1977, México, D.F., México.

CONAGUA. "Rangos mínimos y máximos de tarifas de agua potable en México". 2004. Recuperado el 2011, de <http://www.conagua.com/Elibros/Espaniol/subsectoraguaysaneamiento>

CONAGUA, Comisión Nacional del Agua. "Programa Nacional Hídrico 2007-2012". 2008, México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Consejo Mundial del Agua. "II Foro Mundial del Agua". 2000. Recuperado el 2011, de http://www.worldwatercouncil.org/index.php?id=16&L=0target%3D_black%22o

Durán Juárez, J. M., & Torres Rodríguez, A. "Los problemas del abastecimiento de agua potable en una ciudad media". (s.f.). Obtenido de <http://www.oieau.fr/ciedd/contributions/at2/contribution/rendon.htm>

Gala P., J., & Hernández R., C. "Evaluación Privada (Financiera) Y Evaluación Social (Socioeconómica) De Proyectos, Diferencias y Similitudes". Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos del Banco Nacional d. 2004. En Banobras (Ed.), Apuntes Sobre Evaluación Social de Proyectos. México, D.F.: Centro de Estudios Para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos, CEPEP.

INDESOL. "Las intermunicipalidades: práctica de cooperación entre municipios para el fortalecimiento institucional, el desarrollo social y un ordenamiento racion". 2002. En L. S. Río, Perfil y perspectivas de los municipios mexicanos para la construcción de una política social de Estado (pág. 157), México, D.F.: Talleres Gráficos de México.

INDETEC. "Índices de marginación municipal". Índices de Marginación 2000, 2000, pp. 25.

INEGI. "Anuario estadístico. Yucatán". 2001, México.

Iturri Cervini, H. "El costo de oportunidad de la divisa y la evaluación social de proyectos". 2009. Recuperado el 2011, de <http://www.analisiseconomico.com.mx/pdf/3505.pdf>

Noto, B. "Los foros Mundiales del Agua". 2008. Recuperado el 2011, de <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/foros-mundiales-agua/foros-mundiales-agua.pdf>

Ortiz Rendón, G. "Aspectos relevantes de la política del agua en México, en el marco de desarrollo sustentable". 1996. Recuperado el 2011, de <http://www.oieau.fr/ciedd/contributions/at2/contribution/rendon.htm>

Rodríguez, R. "La problemática actual del agua". 2009. Recuperado el 2011, de <http://www.monografias.com/trabajos14/problemadelagua/problemadelagua.shtml>

Secretaría de Gobernación Centro Nacional de Estudios Municipales, Gobierno del Estado de Yucatán. "Los Municipios de Yucatán", colección "Enciclopedia de los Municipios de México". 1988, México: Talleres Gráficos de la Nación.

Secretaría de Gobernación, "Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Sistema Nacional de Información Municipal". *Los municipios de México*. 2002, México.

Secretaría de Hacienda y Crédito Público. "Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión". (P. Ejecutivo, Ed.) *Diario Oficial de la Federación*, 18 de marzo de 2008, pp. 2-13, primera sección.

Tibajuka, A. K. "Agua y Saneamiento para Todos". IV Foro Mundial del Agua, Programa de las Naciones Unidas (pág. Discurso principal). 2006, México: Consejo Mundial del Agua.

Unesco, Organización de las naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. "Agua". *Unesco*. 2011. Disponible en <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/>