

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE AGUA POTABLE BASADO EN UN ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA TARIFAS Y ENERGÍA ELÉCTRICA

Xitlali Virginia Delgado Galván¹; Rafael Octavio Sainz Zamora²

Resumen – En virtud de los problemas y limitaciones que existen en el sector del agua potable, se requieren fuertes inversiones para realizar proyectos de infraestructura y de mejoramiento de la eficiencia administrativa de los organismos encargados de proporcionar el suministro, no obstante, muchos son los organismos operadores que no cuentan con recursos para destinar a la ejecución de dichos proyectos. Con el propósito de mitigar esta problemática se desarrolla la presente metodología con el fin de que se evalúe la rentabilidad de proyectos de agua potable, basándose en dos elementos críticos, como son la tarifa cobrada y el costo de la energía eléctrica utilizada. Considerando que un análisis de sensibilidad de estos dos conceptos, permite determinar el intervalo de viabilidad del proyecto, tomando en cuenta que las medidas de rentabilidad se calcularán en función de los valores máximos permisibles de estos parámetros.

Abstract – Due to the problems and limitations that exist in the sector of drinking water supply, strong investments are needed to realize infrastructure projects and to improve the administrative efficiency of the organisms that provide the supply of drinking water, nevertheless, many organisms do not possess resources to destine to the execution of the above mentioned projects. With the intention of mitigating this problematic, the present methodology evaluate the profitability of drinking water projects, based on critical elements, as the tariff and the cost of the used electric power. Considering that a sensitivity analysis of these two concepts allows determining the viability interval of the project, given that the measurements of profitability will be calculated depending on the maximum permissible values of these parameters.

Palabras clave: Evaluación de proyectos, análisis de sensibilidad, agua potable, tarifas.

Keywords: Projects evaluation, sensitivity analysis, drinking water, tariffs.

¹ Universidad Politécnica de Valencia – Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente – Grupo Multidisciplinar de Modelación de Fluidos – Camino de Vera S/N – CP E46022 – Valencia (España) – Tel: (+34) 96 3879890 – Fax: (+34) 96 3877981 E-mail: xitdelga@doctor.upv.es

² Instituto Mexicano de Tecnología del Agua – Subcoordinación de Tecnología Económica y Financiera del Agua – Paseo Cuauhnahuac 8532 – CP 62550 – Jiutepec, Morelos (México) – Tel: (+52) 777 3293600 ext. 132 E-mail: rsainz@tlaloc.imta.mx

INTRODUCCIÓN

Un proyecto de inversión se define como un conjunto de acciones destinadas a satisfacer una necesidad, resolver un problema o hacer un negocio. Para realizar dichas acciones se requiere de recursos humanos, materiales y económicos, por los que se compete con otros proyectos. La finalidad de un proyecto es su materialización o realización, para ello los recursos se combinan y transforman de manera que el producto obtenido genere ingresos superiores al valor de los recursos utilizados.

Para poder llevar a cabo cualquier tipo de proyecto primero debe evaluarse desde diferentes perspectivas para determinar su viabilidad y rentabilidad. En este caso en particular, se tratará de una evaluación económica, la cual se lleva a cabo mediante una comparación de los ingresos y egresos económicos que se tendrían con el desarrollo de un proyecto dado, para con ello decidir si conviene llevarlo a cabo o no. Hablando de evaluaciones económicas podemos encontrar dos tipos principales, evaluación privada y social. La evaluación privada contempla únicamente el análisis de ingresos y egresos económicos que realice el dueño del proyecto. Mientras que la evaluación social de proyectos o evaluación socioeconómica contempla los efectos del proyecto en el bienestar de la comunidad.

La metodología que se propone es una metodología de evaluación socioeconómica, en virtud de que toma en cuenta los beneficios que tendrá la sociedad con el desarrollo de proyectos. Además de que la evaluación se hace a valor agregado, es decir, se lleva a cabo un análisis diferencial, tomando en cuenta solo la aportación real del proyecto, lo que significa que a la situación con proyecto, se le resta la situación sin proyecto, de esta manera se toman en cuenta los flujos de efectivo que se tendrían con la realización del proyecto y los que se tienen actualmente.

Uno de los principales objetivos de la metodología es que sea aplicable a todos los proyectos del rubro del agua potable. Conociendo el tipo de proyectos a llevarse a cabo, se puede definir el impacto que tendrá sobre todos los involucrados en él, estos son no solo el organismo operador y los actuales o nuevos usuarios beneficiados, sino también los gobiernos, la mano de obra que construirá las obras de los proyectos y otros involucrados.

Para poder evaluar si los proyectos son rentables se requiere información del organismo operador, de los usuarios, de los gobiernos y de algunos datos emitidos por agencias de información. Estos datos se utilizan para formar los flujos de efectivo o flujos de ingresos y egresos, que nos darán el resultado de viabilidad de llevar a cabo los proyectos, las medidas de rentabilidad utilizadas para evaluar son el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

El *VPN* es el valor actual equivalente en unidades monetarias del flujo de todos los ingresos y egresos durante la vida útil de un proyecto. El criterio de decisión basado en el *VPN* establece que si el *VPN* es mayor que cero el proyecto es rentable y debe aceptarse, si el *VPN* es igual que cero es indiferente realizar o no el proyecto, y si el *VPN* es menor que cero el proyecto debe rechazarse por que no es rentable. Existen varias maneras de expresar el *VPN*, la fórmula generalizada más conocida es:

$$VPN = \sum_{t=1}^n \frac{Bt - Ct}{(1+i)^t} \quad (1)$$

donde :

Bt = beneficios en el año t

Ct = costos en el año t

i = tasa de descuento

n = número de años del horizonte de evaluación

Según su definición, la *TIR* es la tasa de descuento que hace que el *VPN* sea igual a cero. El método que determina la *TIR* consiste en actualizar el flujo de efectivo a diferentes tasas de interés, hasta determinar la tasa que logra que el valor presente neto sea igual a cero, que no es otra cosa que el de igualar beneficios y costos. La expresión matemática de la tasa interna de retorno es:

$$TIR = \sum_{t=1}^n \frac{Bt - Ct}{(1+i)^t} = 0 \quad (2)$$

Con el resultado de la evaluación socioeconómica se analizará la sensibilidad de dos parámetros fundamentales, uno de ingresos y otro de egresos, la tarifa y la energía eléctrica, respectivamente. Para con ello determinar hasta qué punto el proyecto puede seguir siendo rentable o hasta qué punto el organismo operador tiene la capacidad de pago.

Es bien sabido que los organismos operadores no establecen sus tarifas, sin embargo, esta metodología pretende ser una herramienta útil para que ellos tengan argumentos sólidos para explicar a aquellos que si tienen la posibilidad de establecerlas, el por qué deben modificarse sus tarifas, por qué requieren ser subsidiados o algún financiamiento.

TIPOS DE PROYECTO DE AGUA POTABLE

Los proyectos que pueden llevarse a cabo para el rubro de agua potable, son de dos tipos, proyectos de infraestructura y proyectos para incrementar la eficiencia. Los primeros, como su nombre lo dice se tratan de la construcción, mantenimiento, rehabilitación y

ampliación de obras o instrumentos hidráulicos. Los segundos, corresponden a las acciones de tipo administrativo para la consolidación y mejoramiento de los organismos operadores.

Los proyectos pueden tener alguno de los efectos sociales y económicos siguientes:

1. Aumento en la oferta de agua que provoca una mayor disponibilidad por habitante. El proyecto pretende incrementar la dotación de agua a aquellos usuarios que ya disponen del servicio.
2. Aumento en la oferta de agua encaminada a incrementar la cobertura del servicio, es el caso más general, pretende incrementar el suministro actual a los usuarios existentes y así mismo, incorporar al servicio a nuevos usuarios.
3. Aumento en la cobertura del servicio sin una mayor disponibilidad del agua, lo cual contempla incorporar un mayor número de usuarios que actualmente no reciben el servicio, pero la oferta permanece constante.
4. Aumento en la calidad del servicio de agua.
5. Disminución de costos de suministro.

INFORMACIÓN NECESARIA

Los organismos operadores y los organismos gubernamentales son las principales fuentes de información para obtener los datos que se requieren para realizar una evaluación económica y social de proyectos. La información necesaria contempla los siguientes aspectos:

Descripción del organismo operador y su infraestructura actual. Incluye la investigación sobre la constitución, organización y administración del organismo; así como un diagnóstico físico y operativo de la infraestructura de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, contemplando la oferta de agua, sus dimensiones y capacidades, cobertura, medición, población con suministro alterno, entre otras cosas.

Demanda de agua potable. Se debe hacer una investigación para determinar la demanda individual, la población que se desea atender, su tasa de crecimiento, las características socioeconómicas de la población, demandas totales, pérdidas, balances entre oferta y demanda de agua, así como toda la información que se tenga en cuanto a consumos de agua potable.

Costos. Se necesita hacer una investigación sobre los costos de operación, administración y mantenimiento de los sistemas de abasto de agua potable y el organismo operador, haciendo una diferenciación entre los costos fijos y variables, tomando en cuenta

que el costo de la energía eléctrica utilizada para el bombeo y rebombeo de agua corresponde a los costos variables. En esta información se incluye los niveles de pago por derechos federales de extracción y descargas de aguas residuales.

Tarifas. Estructuras tarifarias estipuladas por el servicio que brinda el organismo operador, contemplando la forma y desglose de su registro por zonas y periodos de consumo; uso de medidores o sin medición; restricciones de servicio o tandeos. De igual manera las tarifas por el suministro alternativo de agua (pipas, acarreo, etc.).

Programas y proyectos integrales. Contempla las acciones tomadas para el mejoramiento del sistema, así como su financiamiento, estudios y programación. De igual manera, se deben incluir los costos de operación y mantenimiento que se tendrían con la puesta en marcha de los proyectos.

La calidad y cantidad de información varía de un organismo operador a otro. Por eso la metodología que se propone considera que existen datos que para algunos casos deberán de tomarse y estimarse de información entre otras ciudades, con el fin de obtener parámetros de las ciudades donde se dispone de información completa, y así aplicarlos en casos con menor cantidad o calidad de información. Los datos específicos se observan en la figura 1.

USUARIOS	TARIFAS	COSTOS	PROYECTOS
Número de usuarios (<i>nu</i>)	Tarifas base (<i>t</i>)	Costos de conservación operación y mantenimiento	Tasa de descuento
Ingresos anuales por familia de cada grupo (<i>ing</i>)	Disponibilidad bruta de agua anual		Años totales de inversión
Crecimiento anual de cada grupo (<i>ca</i>)	Disponibilidad neta de agua anual	Porcentaje que ajusta los precios de cuenta	Vida útil del proyecto
Elasticidad demanda-ingreso (<i>edi</i>)	Tarifa por el suministro alternativo (<i>talt</i>)	Apoyos del gobierno federal y estatal en los gastos de operación (subsidios y transferencias)	Inversiones anuales a precios de mercado
Ingreso medio familiar anual de los jornaleros	Elasticidad demanda-precio (<i>edp</i>)		Participación anual federal, estatal, organismo operador y crédito
	Costos por conexión al sistema (<i>cox</i>)	Instalación y mantenimiento de tinacos, alibes v motobombas.	Inversiones anuales de mano de obra
	Demanda observada (<i>ti</i>)		Costos de operación y mantenimiento del proyecto

Figura 1. Datos específicos.

ECUACIONES BÁSICAS DE LA METODOLOGÍA

1. Cantidad demandada por toma al precio por m³(*du*).

$$du = (ti)(t)^{edp} (ing)^{edi} \quad (3)$$

2. Cantidad consumida anual por todos los usuarios (*dg*).

$$dg = (du)(nu) \quad (4)$$

3. Producto demanda observada e ingresos (*k*).

$$k = (ti)(ing)^{edi} \quad (5)$$

4. Disposición a pagar (*p*).

$$p = \left(\frac{nu}{1000} \right) \left\{ (k)(talt)^{(1+edp)} + \frac{(k)^{\left(-\frac{1}{edp}\right)}}{1 + (1/edp)} \left[(du)^{\left(1+\frac{1}{edp}\right)} - \left[(k)^{\left(1+\frac{1}{edp}\right)} (talt)^{(1+edp)} \right] \right] \right\} \quad (6)$$

5. Tarifas globales del organismo operador (*tg*).

$$tg = (t)(dg) \quad (7)$$

FLUJOS DE EFECTIVO

Tomando en cuenta la vida útil del proyecto, para cada año desde 1 hasta n, se distinguen los flujos de ingresos y egresos tal como se observa en la tabla 1, tomando en cuenta que se debe hacer para la situación con y sin proyecto, para de ahí realizar el análisis diferencial, y de esta manera determinar el aporte real del proyecto. La evaluación se realiza precisamente a esas diferencias anuales de los flujos de efectivo, con la finalidad de obtener el *VPN* y la *TIR*, para de esta manera determinar si la realización de los proyectos resulta o no rentable

Tabla 1. Flujos de ingresos y egresos.

Usuarios	+Disposición a pagar
	-Tarifas globales del organismo operador
	-Derechos de conexión
	-Tarifas por el suministro alterno
	-Instalación y mantenimiento de tinacos, aljibes y motobombas.

Organismo operador	+Tarifas globales del organismo operador
	+Derechos de conexión
	+Apoyos de gobiernos para la operación
	-Costos de conservación, operación y mantenimiento.
	-Inversiones
Jornaleros	+Ingresos adicionales de jornaleros
Gobiernos	- Apoyos de gobiernos para la operación
	-Inversiones
	Total

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Posterior a la evaluación, se lleva a cabo el análisis de sensibilidad para tarifas, la finalidad de esta propuesta es obtener una herramienta que a partir del VPN busque tarifa máxima o mínima que el organismo operador podría cobrar para que sus proyectos continuaran siendo o se convirtieran en rentables. En el caso del análisis de sensibilidad para energía eléctrica, este dará el costo máximo de energía que el organismo operador tendría capacidad de pagar con la ejecución de los proyectos. Estos valores máximos o mínimos se obtienen cuando finalmente se logra hacer el VPN igual a cero y la TIR igual a la tasa de descuento del proyecto, como se observa en las figuras 1 y 2.

La metodología propone hacer una primera evaluación con los datos base, a partir de ellos se determina por vez primera el VPN. Si el VPN es mayor que cero, los proyectos son rentables, y a la tarifa se le aumenta A (los valores de A son arbitrarios, dependen solamente de la persona que realice la evaluación). Con ese aumento en la tarifa se hace otra evaluación, si se determina que el VPN sigue siendo mayor que cero, se repite la operación, hasta que el valor presente sea igual a cero. Es entonces cuando se tiene la tarifa máxima que puede soportar el proyecto, es decir, la tarifa máxima posible para que el proyecto continúe siendo rentable.

En el caso de que la primera evaluación nos arroje un VPN menor que cero, a la tarifa base se le resta A (al igual que en el caso anterior, A es arbitrariamente propuesto por el evaluador). Con esa reducción de tarifa se hace otra evaluación, así sucesivamente hasta que el VPN sea igual a cero, que es cuando se tiene la tarifa mínima que puede aceptar el proyecto, esto es lo mínimo que tendría que cobrar el organismo operador para que sus proyectos fueran rentables, con este dato se podría sugerir un subsidio o un financiamiento.

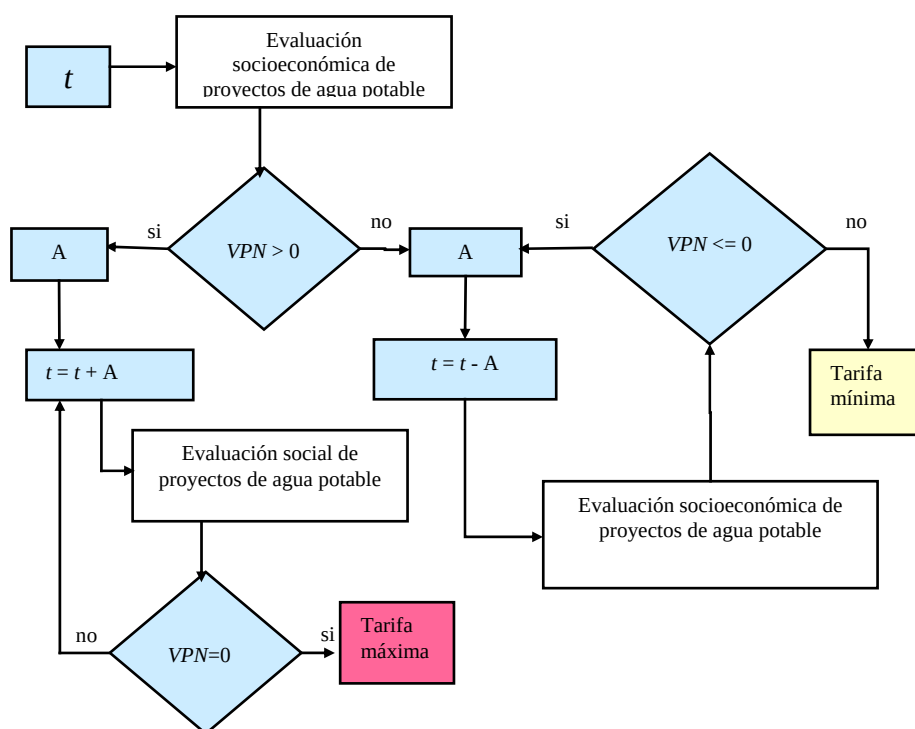


Figura 2. Análisis de sensibilidad de tarifas.

En el caso de la energía eléctrica, si se conoce este dato por m^3 se utiliza este dato, en caso contrario, este costo se considera como un porcentaje de los costos variables por m^3 . Así, en primera instancia se realiza una evaluación con los datos de partida o los datos base, si al obtener el VPN resulta positivo, esto es que los proyectos son rentables, entonces, Al costo de la energía eléctrica o al porcentaje de los costos variables se le aumenta A (los valores de A son arbitrarios, dependen solamente de la persona que realice la evaluación). Se sigue el mismo procedimiento hasta lograr que el VPN sea igual a cero, y es de esta manera como se obtiene el costo máximo de energía eléctrica que acepta el proyecto o la capacidad de pago que tendría el organismo operador de energía eléctrica que haría que sus proyectos continuaran siendo rentables. En el caso de que en la primera evaluación el VPN sea menor que cero, los proyectos no son rentables y a partir de ellos se podría solicitar un subsidio o un financiamiento; con esta evaluación se tendrá el costo máximo de energía que puede soportar el proyecto de manera directa, sin embargo, para este caso particular, se sugiere el desarrollo de un proyecto de disminución de costos.

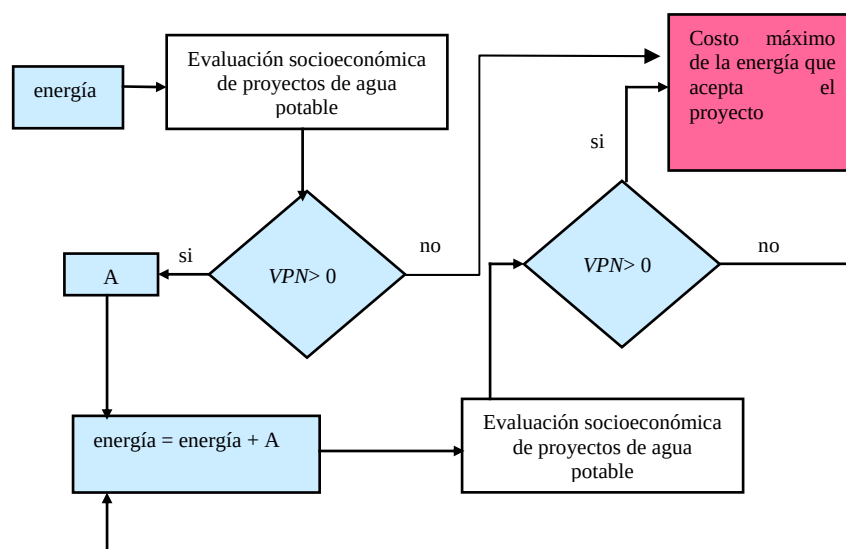


Figura 3. Análisis de sensibilidad de energía eléctrica.

CONCLUSIONES

Con la finalidad de que la metodología que se propone pueda ser utilizada para evaluar cualquier proyecto de agua potable en México, se aplican datos establecidos por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público para que una evaluación socioeconómica sea aceptable, de esta manera se asegura que las evaluaciones que se efectúen sean consistentes con sus requerimientos; en caso de otros países, se deben utilizar los datos requeridos por sus propias instituciones.

La metodología aquí propuesta puede ser utilizada por cualquier organismo operador. Por otro lado, la información que se requiere para su aplicación no resulta tan compleja, además, en caso de que por algún motivo no se cuente con ella, existe la posibilidad de adecuar o utilizar los datos que existen.

Se logra, a través de la evaluación socioeconómica, determinar si es rentable llevar a cabo proyectos de agua potable o si en un momento dado es preferible solo efectuar una optimización de la situación actual, con ello se establece una base sólida para decidir si conviene invertir en los proyectos o si es posible resolver la problemática existente con solo realizar algunas pequeñas modificaciones, adecuaciones o simplemente dar mantenimiento a la infraestructura actual.

Los resultados del análisis de sensibilidad logran establecer el rango de los parámetros, tarifas y energía eléctrica en que los proyectos son rentables; utilizando como cota inferior la tarifa que actualmente cobra o el costo de energía eléctrica por metro cúbico

que gasta el organismo, y como cota superior la tarifa máxima o el costo máximo de energía que permite que el proyecto sea rentable.

En el caso del análisis de sensibilidad para tarifas, los datos resultantes pueden servir a los organismos para sugerir a los encargados de establecer tarifas, el establecimiento de una tarifa mas adecuada a las condiciones del organismo, a los proyectos que debe ejecutar y a las condiciones socioeconómicas de los usuarios; o bien, para en un momento dado, solicitar el financiamiento o subsidio por parte de los gobiernos.

En lo que se refiere al análisis de sensibilidad para energía eléctrica, los resultados de este análisis determinan la capacidad de pago de energía eléctrica que tiene el organismo, haciendo hincapié en que de excederse este límite sus proyectos no serían rentables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP), *Apuntes sobre evaluación social de proyectos*, BANOBRAS, México, 1999, 472 pp
- Comisión Nacional del Agua, *Situación del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento a diciembre de 2002*, México, D.F., 2003, 48 pp
- Comisión Nacional del Agua, *Estudio de obtención de curvas de demanda de agua potable mediante la aplicación directa de encuestas en 24 localidades del país*, México, 1990
- Comisión Nacional del Agua, *Estadísticas del Agua en México*, edición 2004, México, 2004, 141 pp
- Consultoría y estudios, S.C., *Proyectos de abastecimiento de agua potable en zonas urbanas*, Comisión Nacional del Agua
- Hernández Hernández Abraham, Hernández Villalobos Abraham, *Formulación y evaluación de proyectos de inversión*, Ed. ECAFSA, México D.F., 1998, 393 pp
- Jansson Molina, Axel Adolf, *Formulación y evaluación de proyectos de inversión*, Ediciones Universidad Tecnológica Metropolitana, Santiago de Chile, s/a, 393 pp
- Raúl Coss Bu, *Análisis y evaluación de proyectos de inversión*, Ed. Limusa, México, D.F., 2001, 375 pp
- Sapag Chain, Nassir y Sapag Chain, Reinaldo, *Preparación y evaluación de proyectos*, 3ª. Edición, Ed. Mc-Graw Hill, Colombia, 1995, 404 pp