

RESUMEN EJECUTIVO

1. Origen, antecedentes y diagnóstico general del proyecto

1.1 Origen del proyecto

En Saltillo, Coahuila, la dependencia que opera y administra el servicio público de agua potable es el Sistema Municipal de Aguas y Saneamiento (SIMAS). Esta dependencia enfrenta en su funcionamiento problemas de abastecimiento, distribución y administración; razón por la cual, el Secretario de Finanzas del Gobierno de Coahuila solicitó a la Coordinación de Evaluación de Proyectos y Estudios Especiales (CEPEP), del Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C. (BANOBRAS) evaluar en el II Certificado CEPEP-ITESM el “Proyecto Integral Abastecimiento, Distribución y Administración del Agua Potable para la Ciudad de Saltillo”, con el propósito de que se determinaran y evaluaran posibles alternativas de solución a los problemas detectados en el Sistema.

1.2 Antecedentes

Una característica común de las ciudades del norte del país, es tener alternativas costosas de abastecimiento de agua potable en comparación al resto del país.

Durante 1995, para abastecer de agua a la población de Saltillo (aprox. 520,000 habitantes), el SIMAS, extrajo entre 1,400 y 1,700 litros por segundo (lps.) desde mantos freáticos. Logrando una cobertura del 95% del servicio.

La mancha urbana de Saltillo se caracteriza por tener zonas accidentadas (40% del área total), teniendo más de 400 m. de desnivel ascendiendo de norte a sur, lo que ayuda la conducción del agua por gravedad y disminuir costos por rebombeo.

El municipio de Saltillo tiene clima semi-desértico, durante el año la temperatura tiene poca variabilidad y las temperaturas más altas son en verano, cuando se presenta el mayor régimen de lluvias, razón por la cual la estacionalidad en la demanda es mínima. La precipitación anual promedio es de 494 mm.

El crecimiento poblacional esperado según proyecciones del Fideicomiso del Agua (FIDAGUA) es de 4.27% anual. El Sistema se abastece desde mantos freáticos a través de 32 pozos distribuidos en 6 zonas fuera de la mancha urbana, además de 10 pozos dentro de ésta. La distancia promedio de conducción es de 17 kilómetros, desde su lugar de extracción. El agua se extrae en promedio desde una profundidad de 372 m., lo que eleva el costo marginal de producción.

1.3 Diagnóstico general

A continuación se listan los problemas relevantes en el proceso integral para dar el servicio de agua potable a la Ciudad de Saltillo:

Abastecimiento: se tienen contempladas diversas alternativas para proveer de agua a la población de Saltillo, pero cada vez es más costoso encontrar y perforar pozos, ya que las distancias de éstos son más lejanas de la mancha urbana y el agua se encuentra a una mayor profundidad.

Distribución: se presentan pérdidas de agua (pérdidas físicas, ocasionadas por tuberías rotas -aproximadamente de 25 a 30% del gasto extraído-). Si se realizan inversiones para incrementar la oferta de agua y antes no se atendiera estas pérdidas, se tendría al menos la misma proporción de pérdidas.

Debido al tandeo se aumenta el costo de mantenimiento de las tuberías, pues al cerrar y abrir las válvulas reguladoras con una frecuencia mayor a la de diseño, las válvulas se desgastan prematuramente; además, estos cierres ocasionan choques del agua en los codos de la tubería, provocando desgastes sobre normales hasta romperlas.

Administración: una área importante del SIMAS es la administración, ya que en ella se detectaron problemas relativos a micromedidores y tarifas.

- i) Micromedidores: sólo 55% de los usuarios conectados al SIMAS tienen una tarifa de acuerdo a su consumo, el 45% restante no cuenta con medidor o no funciona adecuadamente. Lo cual repercute en la facturación y que la gente no pague de acuerdo a lo que consume.

- ii) Tarifas: debido a que no se cobra de acuerdo al costo marginal, la distribución del agua es poco eficiente, ya que induce a tener que tandeear el agua, lo que provoca que gente con menor disponibilidad a pagar por el agua la reciba mientras otra con mayor disponibilidad se quede sin ella.

La actual estructura tarifaria es compleja y poco práctica para el usuario al manejar tantos rangos de consumo con tarifas diferentes (144). Además, no se garantiza que se cubran los costos operativos y los principios económicos indispensables como son eficiencia económica y social, rentabilidad, equidad y simplicidad.

La eficiencia operacional que se considera aceptable para la mayoría de los Sistemas está por arriba del 70%. Se define a ésta como la relación entre el volumen extraído contra el volumen entregado (facturado) de agua. En el SIMAS la eficiencia operacional es menor al 50%, es decir, de cada 100 litros que se extraen de las fuentes de captación, sólo se logran facturar 50 litros o menos, debido a las pérdidas físicas y comerciales.

Las pérdidas físicas representan aproximadamente entre 25 y 30% y las pérdidas comerciales entre 15 y 25%. Se considera prioritario disminuir las conexiones ilegales o usuarios clandestinos, quienes están conectados físicamente a la red de distribución pero no se les factura ni cobra el consumo de agua, por lo que repercute en la eficiencia económica del Sistema.

Otro problema son los usuarios que no pagan el servicio, como escuelas, parques y dependencias del gobierno; y el condonar a los trabajadores del SIMAS 50% del pago por el uso del agua consumida, lo que representa una pérdida económica para el Sistema.

De los problemas detectados se decidió abordar el de tarificación, debido que al establecer una nueva estructura tarifaria basada en costos marginales el SIMAS logrará cubrir: i) costos de operación y mantenimiento, ii) costos administrativos (servicio al cliente, disminución de pérdidas comerciales), iii) costos financieros (para la ampliación de la oferta) y iv) inducir al Sistema a ser eficiente.

2. Diagnóstico del sistema tarifario

El sistema tarifario distingue nueve tipos de usuario: popular, interés social, residencial, comercial, industrial, ejidos, empleados, tarifa especial B y servicios especiales, teniendo 16 rangos para cada usuario. En el cuadro N°1 se observa que el 93% de los usuarios pertenecen al tipo doméstico (popular, interés social y residencial) y consumen el 81% del agua. El consumo promedio de los usuarios domésticos es de 15.74 m³/mes, de acuerdo al volumen facturado.

Cuadro N° 1 Distribución y consumo del padrón de usuarios. Diciembre 1995

Tipo de usuario	Número de usuarios	% del total	Volumen (m ³)	% del total consumido	Consumo promedio (m ³)
Popular	16,196	15.82	191,499	10.37	11.82
Interés social	71,718	70.04	1'081,388	58.57	15.08
Residencial	7,208	7.04	223,951	12.13	31.07
Comercial	5,781	5.65	202,789	10.98	35.08
Industrial	105	0.10	29,361	1.59	279.63
Otros	1,388	1.35	117,361	6.36	84.55
Total	102,396	100.00	1'846,349	100.00	18.03

FUENTE: SIMAS, Informe de rangos de consumo (Saltillo, Coah. diciembre 1995)

La estructura tarifaria actual contempla una cuota fija para cada nivel mínimo de consumo por tipo de usuario (1-10 m³/mes); mientras que para consumos superiores, se contemplan 15 rangos a un precio variable, con cambios de 1 a 5 centavos entre rangos. El cobro se aplica en forma escalonada, por ejemplo, si un usuario de interés social consume 10 m³/mes o menos, paga \$4.87 (cuota fija), si consume 11 m³/mes paga \$1.03 por todos los m³ consumidos (precio variable) x 11= \$11.33, es decir, el m³ adicional le cuesta \$6.46 y de manera similar al pasar a diferentes rangos de consumo.

El problema más importante para la autosuficiencia del Sistema es que del volumen extraído, se factura menos del 50%, del cual se cobra a tiempo el 65% y se tiene un 3% de incobrables.

3. Objetivo del estudio

El presente estudio tiene como objetivo abordar el problema relativo al sistema tarifario en cuanto constituye la medida económica para facilitar la optimización del sistema de abastecimiento del agua potable en la Ciudad de Saltillo, requisito para evaluar uno o más proyectos de inversión tendientes a incrementar la oferta de agua potable.

4. Sistema tarifario en general

El proyecto de tarificación que se evaluó considera dos enfoques: tarificación a costo marginal de corto plazo y de largo plazo. Con ello se obtienen beneficios y costos sociales de pasar de la tarifa actual, donde se aplica el tandeo, a una tarifa basada en costos marginales y sin tandeo.

Tarificar a costo marginal de corto plazo asegura el uso eficiente de los recursos, ya que se difieren (postergan o adelantan) las inversiones al momento óptimo, y el agua se entrega a los usuarios que más valoran el agua. Su desventaja es la variabilidad en precios ante cambios en la demanda, lo que dificulta su aplicación. Por el contrario, en la tarificación a costo marginal de largo plazo, el precio es estable en el tiempo, por lo que es más fácil de aplicarla, su desventaja es que es menos eficiente que la de corto plazo.

- Empresa modelo: Con la finalidad de no cobrar al usuario las ineficiencias del SIMAS, las tarifas se calculan suponiendo una empresa ficticia diseñada con costos de una empresa eficiente, denominada “Empresa modelo”, la cual permite un 20% de ineficiencia; por concepto de pérdidas comerciales (5%) y físicas (15%). Además de considerar un 3% de cuentas incobrables en la cantidad facturada.

4.1 Propuesta tarifaria

El proyecto de tarificación propuesto se evaluó en un periodo de 15 años para el corto plazo y 35 años para el largo plazo, con una tasa social de descuento de 18%¹ en términos reales.

- Determinación de la demanda: La demanda se estimó por medio de una muestra representativa del total de usuarios. Para el diseño de la muestra se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones: i) los usuarios de la muestra deben contar con suministro de agua todo el día y con medidores funcionando

1. Proporcionada el CEPEP, BANOBRAS, S.N.C.

correctamente, ii) en cuanto al nivel de ingresos se tomó el 92% del consumo de los usuarios que representan a los usuarios domésticos (popular, interés social y residencial) y comerciales.

Para proyectar la demanda se consideraron tasas de crecimiento anual para la población de 4.27%² (usuarios domésticos) y de 3.27% para el número de usuarios comerciales³. Así también, se consideró que la curva de demanda tiene una forma hiperbólica con elasticidad precio constante, y con elasticidad de -0.33 para usuarios domésticos y de -0.20 para usuarios comerciales⁴.

- Determinación de la oferta: debido a que la red de distribución de agua de Saltillo no está sectorizada, no es posible conocer el costo específico de abastecer a cada uno, por lo que los costos de abastecer de agua a cada uno de los sectores se suponen iguales.

Cuadro 2 Determinación del costo marginal

Costos de energía eléctrica (\$/m ³)	Costo de cloración (\$/m ³)	Costo – mantenimiento de la conducción (\$/m ³)	Costo del agua cruda (\$/m ³)	Costo marginal (\$/m ³)
0.28	0.023	0.061	0.0875	0.45

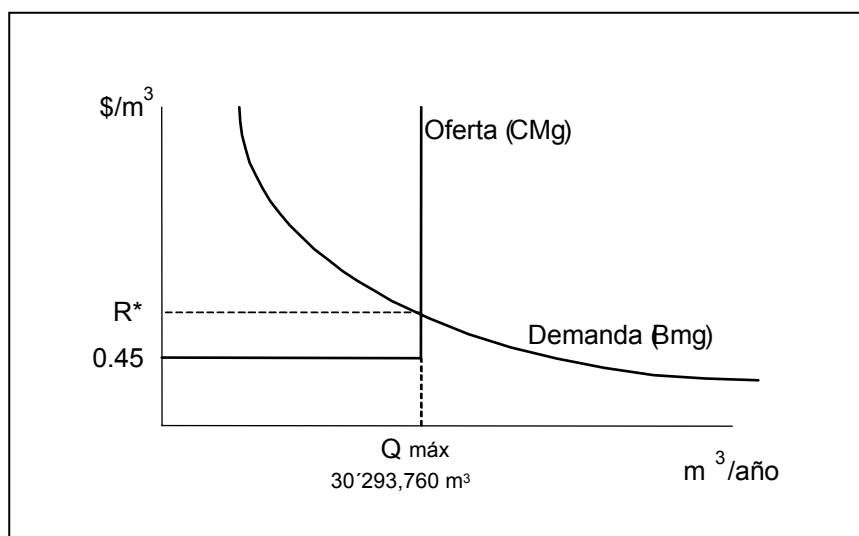
Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por SIMAS.

El costo marginal de producción de agua es de \$0.45/m³ (cuadro N°2). Este costo y la capacidad de operación del Sistema determinan la curva de oferta de agua potable. La capacidad de oferta del Sistema fue de 30'293,760 m³ anuales a diciembre de 1995 (ver gráfica N° 1).

2. Dato proporcionado por FIDAGUA.

3. Obtenidas del "Plan maestro para el mejoramiento de los servicios de agua potable, alcantarillado, saneamiento y consolidación del organismo operador de la Cd. de Saltillo, Coah." Comisión Nacional del Agua. Saltillo, Coah., noviembre de 1992.

4. Datos obtenidos de: "Guía para la elaboración de estudios de factibilidad técnica, económica, financiera e institucional para el mejoramiento de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento". Comisión Nacional del Agua.



Gráfica 1 Oferta y demanda, a diciembre de 1995

En donde R^* es el costo marginal o precio de restricción del agua. Durante el período de evaluación el aumento de oferta se da por los programas de inversión del SIMAS y FIDAGUA. El SIMAS contempla realizar un programa de corrección de fugas físicas entre 1996 y 1999, en el cual se incluyen adquisiciones de micro y macromedidores, detectores de fugas y reparación de la infraestructura. Por su parte, FIDAGUA planea dotar a la ciudad de un caudal adicional de 250 lps., mediante la perforación de nuevos pozos, que serán conectados al Sistema.

5. Evaluación de la tarifa a costo marginal de corto plazo

La tarificación a costo marginal supone un valor actual neto (VAN) del Sistema igual a cero, esto es que la empresa sólo gana el costo de oportunidad de su inversión. Si el VAN es negativo se establece un cargo fijo a los usuarios; por el contrario, si es positivo se establece un pago fijo.

5.1 Obtención del cobro/pago fijo

De acuerdo a las proyecciones de la demanda y oferta, en el cuadro N° 3 se presentan los precios de equilibrio. Para el horizonte de estudio, la diferencia de ingresos, costos variables, costos fijos e inversiones del Sistema, dan un VAN de \$6'699,096; lo cual corresponde a un pago anual de \$1'315,721, que divididos entre el número de usuarios equivale a \$1.14/mes/usuario, para 1996. En el cuadro N° 3 se presentan las tarifas para cada año y el pago fijo por parte de los usuarios al Sistema.

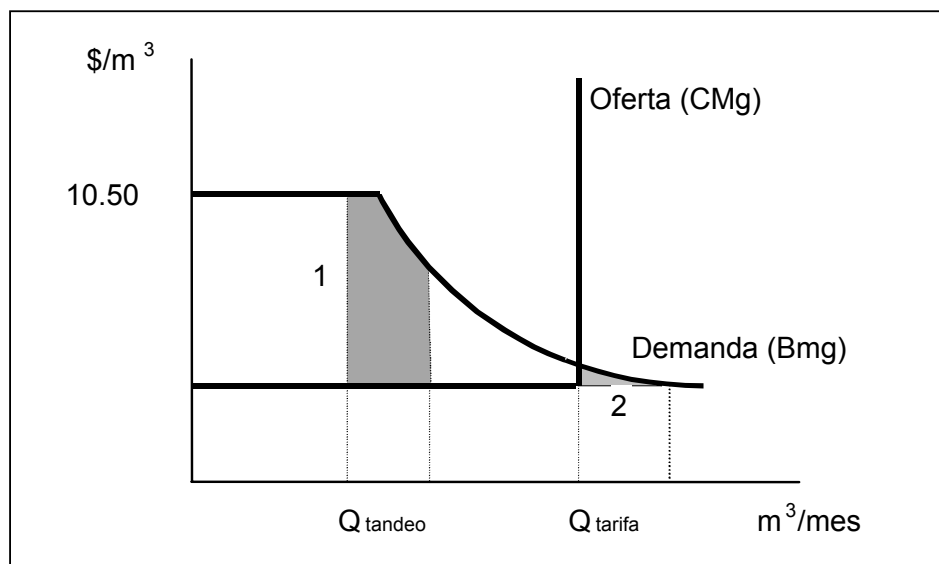
Cuadro 3 Tarifa propuesta en base a costo marginal de corto plazo
(pesos a diciembre de 1995)

Año	Precio (\$/m ³)	Pago fijo (\$/mes)	Año	Precio (\$/m ³)	Pago fijo (\$/mes)
1996	1.94	1.14	2004	1.13	0.66
1997	1.52	1.00	2005	1.28	0.63
1998	1.29	0.89	2006	1.46	0.61
1999	1.46	0.85	2007	1.12	0.58
2000	1.29	0.78	2008	1.28	0.56
2001	1.20	0.75	2009	1.45	0.54
2002	1.36	0.72	2010	1.17	0.51
2003	0.99	0.69			

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por el SIMAS.

5.2 Beneficios sociales

- a) Por redistribución de agua: se definen como la diferencia entre el costo social en que se incurre al existir tandeo, área 1 (gráfica N°2), y el existente al aplicar una tarifa, área 2. Para evitar sobre estimar los beneficios, se considerará un precio tope por m³, el cual corresponde al precio que le costaría al consumidor obtener agua fuera del Sistema, que se considera de \$10.50/m³ de obtenerlo por medio de pipa (camión cisterna). El valor presente (al 1 de enero de 1996) de los beneficios por redistribución es de \$68'588,110.



Gráfica 2 Costo social del tandeo contra tarifa

- b) Por diferir inversiones: se produce al postergar una inversión cuando el costo social de no hacer una inversión es menor al costo anual equivalente (CAE) de hacer esta inversión, en caso contrario se obtiene un beneficio por adelantar la inversión. En la situación sin proyecto se consideró el programa de inversiones del SIMAS y FIDAGUA. De acuerdo a los resultados, el VP (al 1 de enero de 1996) de los beneficios por postergar inversiones es de \$776,549.

5.3 Rentabilidad del proyecto

Para calcular la rentabilidad del proyecto, se cuantifica el VP de los beneficios sociales, y como resultado de lo anterior se tiene:

$$\text{VAN del Proyecto} = \$69'364,659$$

6. Evaluación de la tarifa a costo marginal de largo plazo

Se incluye en este estudio un ejercicio de tarificación a costo marginal de largo plazo, ya que en la práctica se ha observado que es el de mayor aceptación por parte de los usuarios, debido principalmente a la estabilidad de precios.

6.1 Tarifa propuesta

Para poder determinar el precio de largo plazo se compara la demanda con la oferta, en caso de ser necesario se ampliará la oferta, implicando nuevos costos para el Sistema (tanto por la inversión, operación y mantenimiento). En el cuadro N° 4 se muestran las inversiones requeridas por el Sistema para establecer la tarifa a costo marginal de corto plazo como de largo plazo.

Cuadro 4 Plan de inversiones. (pesos de diciembre de 1995)

Año	Inversión (\$)	Concepto	Δ Oferta (m ³)
Tarificación a costo marginal de corto plazo			
1996	6'880,000	Pérdidas físicas: macromedición, detector de fugas e infraestructura, y clandestinaje.	1'298,304
1997	7'440,000	Infraestructura y pérdidas físicas	1'298,304
1999	9'240,000	Infraestructura y pérdidas físicas	1'731,072
2000	0	Este incremento en oferta se da por motivo de las inversiones anteriores	2'163,840
2002, 2006 y 2009	24'000,000 c/u	Perforación y conducción de agua de nuevos pozos	7'253,280 c/u
Tarificación a costo marginal de largo plazo			
1996	6'880,000	Pérdidas físicas: macromedición, detector de fugas e infraestructura, y clandestinaje.	1'298,304
1996	100,671,334	Se considera como inversión el valor actual de la empresa	0
1997	7'440,000	Infraestructura y pérdidas físicas	1'298,304
1998	9'240,000	Infraestructura y pérdidas físicas	1'731,072
1999	0	Este incremento en oferta se da por motivo de las inversiones anteriores	2'163,840
2000, 03,06,09	24'000,000	Perforación y conducción de agua de nuevos pozos	7'253,280 c/u
2031	(44'046,267)	Valor de rescate de la empresa	0

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por SIMAS.

El VP del agua entregada es 233'704,196 m³. Se supuso que la empresa se revaloraría al 20% de su cantidad que sus inversiones, es decir el valor de rescate es el 20% de la suma del valor de la empresa más las nuevas inversiones. De esta forma el VP, de las inversiones menos el valor de rescate, es de \$147'647,741. El VP de los costos variables del Sistema es de \$105'166,888, por lo que el precio de por m³ es de:

$$\text{PrecioLP} = \frac{\text{VP costos variables} + \text{VP inversiones}}{\text{VP cantidad disponible}} = \$1.08 / \text{m}^3$$

Este precio será el que enfrentarán los consumidores para los 35 años de estudio, aunque se recomienda hacer revisiones al menos cada 5 años.

6.2 Obtención del cobro fijo:

En el horizonte de estudio la suma entre los ingresos incobrables y los costos fijos, dan un VP de \$119'538,446. Por lo tanto, la tarifa propuesta en base a costo marginal de largo plazo para el horizonte de esta evaluación, sería de \$1.08/m³ y un cobro fijo de \$11.48/mes/usuario.

6.3 Beneficios sociales

Beneficios por consumo de agua: \$7'979,666.

6.4 Rentabilidad del proyecto VAN = \$7'979,666.

7. Conclusiones

- Tarificar tanto a costo marginal de corto como de largo plazo, genera proyectos rentables. El resultado de aplicar la nueva tarifa a corto plazo arroja un VAN de \$69'364,659, la nueva tarifa a largo plazo arroja un VAN de \$7'979,666.; lo cual manifiesta que son proyectos rentables para la sociedad y también para el Sistema, ya que minimizan los costos para la sociedad.
- El proyecto más rentable es el de tarificar a costo marginal de corto plazo, ya que es el método más eficiente desde el punto de vista económico, pero la variabilidad en los precios por m³ del agua dificultan su aplicación.

8. Recomendaciones

- Debido a su aplicación práctica y de que resulta ser un proyecto rentable (VAN = \$7'979,666.), se recomienda elaborar a la brevedad posible un estudio a nivel de prefactibilidad para tarificar a costo marginal de largo plazo.
- Replantear las políticas comerciales del Sistema en cuanto a la prestación del servicio de agua potable y drenaje, a escuelas, dependencias de gobierno y parques públicos, que no pagan el costo real de su consumo.
- Estudiar alternativas para efficientizar el área administrativa del Sistema, utilizando herramientas de mercadotecnia y cobranza.

- Elaborar un estudio de equidad para aplicar la estructura tarifaria propuesta, determinando si es conveniente otorgar un subsidio para asegurar el consumo de acuerdo a las “Necesidades básicas” y de ser así determinar el monto del mismo.
- Paralelo a la optimización del Sistema, se recomienda realizar un programa para la instalación de micromedidores.
- Realizar un mecanismo para la implementación de la nueva tarifa a costo marginal en forma gradual. Se sugiere divulgar ampliamente la aplicación de esta tarifa, con los diferentes organismos sociales y medios de comunicación.

9. Limitaciones y supuestos

- En la determinación de los beneficios por redistribución, se supuso que el costo del tandeo se daba en un punto medio de la demanda, ya que al prescindir de agua, no se conoce en qué punto de la demanda se encuentran los individuos que no pueden consumir debido al tandeo.
- De acuerdo a estimaciones de FIDAGUA, las inversiones en nuevos pozos costarán \$24'000,000 y aportarán cada una un total de 250 litros por segundo.
- Para determinar la curva de demanda por agua, se utilizó la estimación de la elasticidad precio por agua, entregada por un estudio que CONAGUA realizó en 1992. Así también, en base al mismo estudio se supuso una curva de demanda hiperbólica con elasticidad precio constante.
- Para el caso de la tarificación a costo marginal de largo plazo se supuso que el valor residual de la empresa al final del periodo de evaluación era el 20% de la suma del valor actual de la empresa más el monto de todas las inversiones realizadas durante el mismo periodo, todo en términos reales.
- Se supone que las reducciones en pérdidas físicas y comerciales se logran en los tiempos programados y se mantienen todo el periodo de evaluación.
- Se suponen constantes las proporciones de consumo (92%) y del número de usuarios del Sistema (98.5%), que representan los usuarios domésticos y comerciales, durante todo el periodo de evaluación.

- Se supone que se mantiene constante durante el periodo de evaluación, el monto de facturas incobrables en 3%.
- Se supone constante durante el periodo de evaluación, la tasa social de descuento de 18% anual en términos reales.
- Por carecer de información suficiente acerca de los montos de inversión, la evaluación se realizó con precios de mercado.
- Las inversiones se consideran efectuadas el 1° de enero y los flujos el 31 de diciembre de cada año.
- El precio promedio por metro cúbico que enfrentarán los usuarios considerados en este estudio (domésticos y comerciales) en la situación sin proyecto, se supuso constante para todo el período de evaluación, \$ 1.12 / m³ en términos reales.