



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MÉXICO

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ARAGÓN**

**“LA EVALUACIÓN SOCIAL EN MÉXICO:  
EL CASO DE LA AMPLIACIÓN DE LA  
PLANTA DESALADORA DE LOS CABOS,  
BAJA CALIFORNIA SUR”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**LICENCIADO EN ECONOMÍA**

**P R E S E N T A:**

**ERIKA YAZMÍN JAIME BUENROSTRO**

**ASESOR**

**LIC. ROMÁN MORENO SOTO**



FES Aragón

**MÉXICO 2012**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



---

---

## JURADO ASIGNADO

**Presidente:** Lic. ROBERTO HERRERA DE LEÓN

**Secretario:** Lic. GELACIO MARTÍN SÁNCHEZ

**Vocal:** Mtro. JORGE ORLANDO TELLITUD SALGADO

**1er. Suplente:** Mtro. SALOMÓN GUZMÁN RODRÍGUEZ

**2do. Suplente:** Lic. ROMÁN MORENO SOTO

Lugar dónde se realizó el examen profesional:

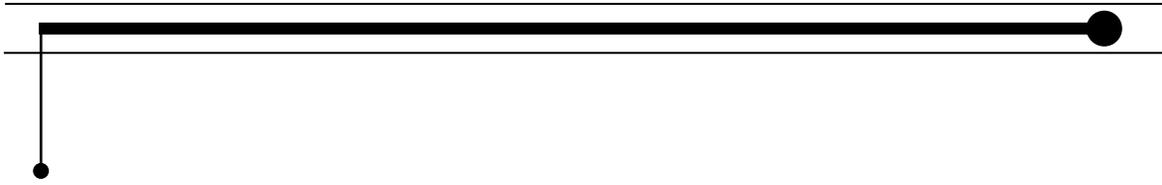
Netzahualcóyotl, Estado de México.

**Asesor de Tesis**

Román Moreno Soto

---

Firma



*Niño de primavera,  
que un golpe de viento  
te quiera llevar,  
ponme un beso  
donde tengo el miedo  
y ponme otro beso  
donde nunca más.*

...

*Niño del otoño,  
que algún mes de octubre  
se te llevará con él,  
Ponme un beso  
donde las estrellas  
y ponme otro beso  
para no volver.*

...

*Para cuando me vaya  
no habrá amanecido  
ni para el amor, ni para el olvido.  
Para cuando me vaya  
la vida nos premia  
poniendo los sueños de penitencia*

...

*Para cuando me vaya de Nacha Guevara.*

---

## **Dedicatorias.**

*A mis padres, por otorgarme el don de la vida y regalarme los instrumentos para enfrentarla en especial a mi madre, María Buenrostro Ramírez.*

*A mis hermanas Rosa Liliana y Maribel por el inmenso cariño que nos tenemos y por apoyarme en esta y todas las travesías de mi vida.*

*A Román, por el apoyo brindado, porque sabes la importancia que tiene esta investigación, por todo el cariño, por regalarme los momentos más importantes de mi vida...*

*A mis sobrinos Danerick Moisés, Daphne Lizet y Fernanda Joselline, para que este trabajo los aliente y motive en su vida.*

*A mis tíos Rubén, Fortunato, Guadalupe, Jesús Alejandro y Elvira, en agradecimiento por todo el apoyo, las enseñanzas y los consejos...*

*A Carlos Francisco Martínez Hernández † por los momentos maravillosos, el apoyo, las palabras de aliento y el inmenso cariño que nunca morirá...*

*Si en todas partes estás, en el agua y en la tierra, en el aire que me encierra  
y en el incendio voraz; si a todas partes vas conmigo en el pensamiento y  
en el soplo de mi aliento...*

...

*Poema Décima Muerte de Xavier Villaurrutia.*

*A Vianet Alberto, Lilia Cervantes, Yadira López, Ana Laura Inocente, Teresa Morales, Adriana Olguín, Patricia Alpizar y Adriana Martínez... por su apoyo, su valiosa amistad y el gran cariño que nos une...*

*Porque la vida es un camino hacia el futuro!*

***En especial a todas a todas aquellas personas que financiaron mi educación...  
Muchas Gracias!!!***

---



## ***Agradecimientos.***

En primer termino quiero agradecer a mi asesor, Lic. ROMÁN MORENO SOTO por la confianza, el apoyo, la entrega y dedicación a esta tesis. También aprovecho para agradecer a mis sinodales la paciencia, sus valiosos comentarios y su compromiso, muchas gracias, Lic. GELACIO MARTÍN SÁNCHEZ, Mtro. SALOMÓN GUZMÁN RODRÍGUEZ, Mtro. JORGE ORLANDO TELLITUD SALGADO y Lic. ROBERTO HERRERA DE LEÓN.

Lic. Gelacio Martín Sánchez por todo el apoyo brindado para la culminación de este trabajo así como la gran amistad que nos une.

Mtro. Daniel Martínez Salinas por el apoyo, los consejos y el temple que me transmitió para la culminación de esta tesis.

Dr. Lénine Rojas Olivas por enseñarme las leyes que rigen la producción, distribución y circulación, sin las cuales no me podría llamar economista.

Mtro. Javier Meixueiro Garmendia † por las enseñanzas en la evaluación social así como la pasión por la economía, por defender sus ideas!, y defender los verdaderos proyectos y reprobar los que sólo justificaban recursos! Por enseñarme la diferencia entre una evaluación y una justificación, por todo lo grande que fue...

Mtro. Efraín Gala Palacios por sus consejos, enseñanzas y experiencias en la evaluación social de proyectos.

# Índice.

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>4</b>
<b>LA EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS.....</b>	<b>4</b>
1.1 Desarrollo económico-programas y proyectos-.....	6
1.2 Ciclo de vida del proyecto.....	10
1.3 Diferencia de la evaluación social con respecto a la privada.....	14
1.4 Metodología y conceptos de la evaluación social.....	18
1.4.1 Valor social de la producción de un bien domestico sin impuestos y subsidios.....	21
1.4.2 Costo social de los insumos de un bien domestico sin impuestos y subsidios.....	29
1.4.3 Principios generales para la valorar beneficios y costos.....	35
1.4.4 Efectos del proyecto.....	37
a) Efectos indirectos.....	37
b) Externalidades del proyecto.....	38
c) Efectos intangibles.....	40
1.5 La evaluación social en México.....	42
1.5.1 La normatividad de la evaluación social en México.....	42
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>51</b>
<b>METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LOS COSTOS Y BENEFICIOS EN PROYECTOS DE AGUA POTABLE EN MÉXICO.....</b>	<b>51</b>
2.1 Antecedentes.....	53
2.2 Aspectos generales de los sistemas de agua potable.....	55
2.3 Metodología de proyectos de agua potable.....	57
2.3.1 Resumen ejecutivo.....	57
2.3.2 Situación sin proyecto y posibles soluciones.....	57
2.3.2.1 Objetivo del estudio.....	58
2.3.2.2 Situación sin proyecto.....	59
2.3.2.3 Estimación de la demanda.....	61
2.3.2.4 Estimación de la oferta.....	65
2.3.3 Descripción del Proyecto.....	66
a) Tipos de proyectos.....	66
b) Descripción operativa.....	68

2.3.4 Situación con proyecto. ....	69
2.3.5 Evaluación del proyecto.....	70
2.3.5.1 Identificación de los costos. ....	70
2.3.5.2 Identificación de los beneficios.....	71
2.3.5.3 Criterios de evaluación.....	77
a) Valor Presente Neto (VPN). ....	78
b) Tasa Interna de Retorno (TIR). ....	79
c) Tasa de Rendimiento Inmediato (TRI).....	82
d) Costo Anual Equivalente (CAE): .....	83
2.3.6 Análisis de sensibilidad y riesgos. ....	84

### **CAPÍTULO III ..... 86**

#### **EVALUACIÓN SOCIAL DE LA AMPLIACIÓN A LA PLANTA DESALADORA DE LOS CABOS, BAJA CALIFORNIA SUR ..... 86**

3.1 El problema del agua potable en México. ....	88
3.2 Situación sin proyecto y posibles soluciones.....	92
3.2.1 Diagnóstico de la situación actual.....	93
a) Ubicación del proyecto .....	93
3.2.2 Oferta. ....	95
a) Costo marginal social. ....	97
3.2.3 Demanda. ....	99
a) Doméstico popular. ....	101
b) Comercial.....	105
3.2.4 Metodología para la estimación de la demanda.....	108
3.2.5 Interacción oferta - demanda .....	115
3.2.6 Problemática.....	118
3.3 Descripción de la situación actual optimizada. ....	118
3.4 Situación sin proyecto.....	122
3.5 Descripción del proyecto.....	123
3.6 Situación con proyecto.....	128
3.6.1 Oferta.....	128
3.6.2 Demanda.....	128
3.6.3 Interacción Oferta – Demanda. ....	128
3.7 Evaluación del proyecto. ....	130
3.7.1 Valoración de costos y beneficios. ....	130
3.7.2 VPN, TRI y TIR.....	133
3.8 Alternativa de solución.....	134
3.8.1 Cálculo del VPN, TRI y TIR de la alternativa de solución.....	137

### **CONCLUSIONES ..... 138**

### **ANEXOS ..... 142**

Anexo A. Características socioeconómicas y geográficas del Municipio de Los Cabos. ....	143
Anexo B. Descripción del sistema de agua potable de Los Cabos. ....	147
Anexo C Tarifas por tipo de usuario.....	155



Anexo D. Muestreo (Llamadas telefónicas).....	156
Anexo E. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización en México. ....	157
Anexo F Interacción de la cantidad demandada y la oferta máxima en la situación actual.....	159
Anexo G Ecuaciones de demanda de mercado y tarifa a corto plazo.....	160
Anexo H Proyecciones del déficit en la zona de influencia, situación sin proyecto.....	161
Anexo I Mecanismo de Osmosis Inversa.....	162
Anexo J Proyecciones del déficit en la zona de estudio, situación con proyecto. ....	163
Anexo K Cuantificación de los costos del proyecto (millones de pesos de 2011).....	164
Anexo L Cuantificación de los beneficios del proyecto (millones de pesos de 2011) .....	165
Anexo M Flujo de efectivo y VPN de la evaluación social a la planta desaladora de Los Cabos, Baja California Sur, (millones de pesos de 2011).....	166
Anexo N Componentes de los costos de operación y mantenimiento (millones de pesos de 2011) .....	167
Anexo Ñ Flujo de efectivo de la evaluación de la alternativa (millones de pesos de 2011). ....	168
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>169</b>

## Índice de cuadros.

Cuadro 1.2.1 Ciclo de vida del proyecto por fases y etapas. ....	13
Cuadro 1.5.1 Tipos de proyectos que requieren registro en cartera de la SHCP, por tipos de obras y sectores a los que se destinan. ....	46
Cuadro 1.5.2 Estudio Requerido por Monto y Tipo de PPI .....	48
Cuadro 2.1.1. Descripción del sistema de agua potable. ....	55
Cuadro 2.3.1. Tipos de proyectos de agua potable. ....	67
Cuadro 2.3.2. Costos de los proyectos de agua potable.....	71
Cuadro 2.3.3. Beneficios del los proyectos de agua potable de acuerdo al CEPEP. ....	72
Cuadro 2.3.4. Beneficios del los proyectos de agua potable de acuerdo a la CONAGUA.....	73
Cuadro 3.2.1 Oferta de agua de la planta desaladora.....	96
Cuadro 3.2.2 Agua de pipas. ....	97
Cuadro 3.2.3 Cantidad demandada de agua de los usuarios domésticos populares con servicio continuo. ....	103
Cuadro 3.2.4 Cantidad demandada de agua de usuarios domésticos populares con servicio intermitente (tandeo). ....	104
Cuadro 3.2.5 Cantidad demandada de agua de usuarios comerciales con servicio continuo. ....	107
Cuadro 3.2.6 Cantidad demandada de agua de usuarios comerciales con servicio intermitente (tandeo) .....	107
Cuadro 3.2.7 Estacionalidad en el consumo del usuario doméstico popular. ....	108
Cuadro 3.2.8 Estacionalidad en el consumo del usuario comercial .....	109
Cuadro 3.2.9 Cantidad demandada promedio por tipo de usuario. ....	110
Cuadro 3.2.10 Número total de tomas por tipo de usuario.....	114
Cuadro 3.2.11 Interacción de la cantidad demandada y la oferta máxima en la situación actual... ..	116
Cuadro 3.2.12 Tasa de Crecimiento de la demanda. ....	117
Cuadro 3.3.1 Aplicación de las tarifas por tipo de usuario. ....	121
Cuadro 3.5.1 Costos de inversión (millones de pesos de 2011). ....	126
Cuadro 3.5.2 Costos de operación y mantenimiento ( millones de pesos de 2011) .....	127
Cuadro 3.7.1 Cuantificación de los costos del proyecto (millones de pesos de 2011). ....	130
Cuadro 3.7.2 Cuantificación de los costos del proyecto (millones de pesos de 2011) .....	132
Cuadro 3.7.3 Flujo de efectivo y VPN de la evaluación social a la planta desaladora de Los Cabos, Baja California Sur, (millones de pesos de 2011). ....	133
Cuadro 3.8.1 Valor de la producción, 2011 .....	135
Cuadro 3.7.2 Componentes de la inversión (millones de pesos de 2011).....	136
Cuadro 3.8.3 Componentes de los costos de operación y mantenimiento (millones de pesos de 2011).....	136
Cuadro 3.8.4 Flujo de efectivo de la evaluación de la alternativa (millones de pesos de 2011). ....	137

## Índice de gráficas.

Gráfica 1.4.1 Descripción del mercado de un bien doméstico. ....	23
Gráfica 1.4.2 Oferta de los otros productores. ....	24
Gráfica 1.4.3 Incremento en el consumo. ....	26
Gráfica 1.4.4 Beneficios del proyecto. ....	27
Gráfica 1.4.5 Mercado de un insumo doméstico. ....	30
Gráfica 1.4.6 Equilibrio en la situación con proyecto. ....	31
Gráfica 1.4.7 Demanda de los otros demandantes. ....	32
Gráfica 1.4.8 Costos del proyecto. ....	34
Gráfica 2.3.1. Precio y consumo de agua en la situación sin proyecto. ....	63
Gráfica 2.3.2. Consumo de agua en la situación sin proyecto (cuota fija). ....	63
Gráfica 2.3.3. Estimación de otro punto de la demanda. ....	64
Gráfica 2.3.4 Ejemplo de oferta. ....	66
Gráfica 2.3.5 Precios y consumos de agua en las situaciones sin y con proyecto. ....	70
Gráfica 2.3.6. Beneficios por liberación de recursos y mayor consumo de agua. ....	72
Gráfica 2.3.7 Relación entre VAN y TIR. ....	80
Gráfica 3.2.1 Costo marginal social de producción de agua potable. ....	98
Gráfica 3.2.2 Función de demanda de los usuarios domésticos populares. ....	112
Gráfica 3.2.3 Función de demanda de los usuarios comerciales. ....	113
Gráfica 3.1.4 Función de la demanda de mercado. ....	115
Gráfica 3.3.1 Optimización. ....	119
Gráfica 3.3.2 Aplicación de la tarifa a corto plazo. ....	120
Gráfica 3.6.1 Situación con proyecto. ....	129
Gráfica 3.7.1 Beneficios por año. ....	131

## Índice de figuras.

Figura 1.2.1 Ciclo de vida del proyecto por fases y etapas. ....	10
Figura 1.5.1 Integración del sistema de inversión pública de la unidad de inversiones. ....	43
Figura 2.3.1 Elementos de la situación sin proyecto y posibles soluciones.....	58
Figura 2.3.2. Optimizaciones aplicables a proyectos de agua potable.....	60
Figura 2.3.3. Factores de la demanda de agua potable. ....	62
Figura 3.2.1 Ubicación del proyecto. ....	93
Figura 3.2.3 Componentes de la red del sistema de abastecimiento.....	95
Figura 3.2.4 Ubicación de las colonias en la zona de estudio. ....	99
Figura 3.2.5 Ubicación de las colonias con servicio continuo en la zona de estudio. ....	100
Figura 3.2.6 Ubicación de las colonias con servicio intermitente (tandeo) en la zona de estudio. ....	100
Figura 3.2.7 Viviendas en la zona de estudio.....	102
Figura 3.2.8 Descripción del almacenamiento de agua en la zona de estudio. ....	105
Figura 3.2.9 Usuarios comerciales en la zona de estudio. ....	106
Figura 3.8.1 Ubicación de la alternativa Ojo de Agua Santa Rosa.....	134

## Introducción.

El objetivo básico de todo estudio económico de un proyecto es evaluarlo con otros proyectos de acuerdo a una determinada escala de valores, a fin de establecer un orden de prelación para asignarle recursos. En este sentido, el problema teórico resulta de establecer un criterio de evaluación dónde, por un lado, se cuantifique el interés del empresario privado y por el otro, los que interesan a la comunidad en su conjunto, éstos últimos se denominan criterios sociales de evaluación.

Es decir, *la evaluación social*, consiste en identificar, cuantificar y valorar costos y beneficios para toda la vida del proyecto pretendiendo determinar si a un país, Entidad , Municipio o región como conjunto, le conviene o no ejecutar un proyecto.

En las evaluaciones socioeconómicas de servicios públicos como el agua potable<sup>1</sup>, se consideran dos fundamentos esenciales, por un lado la eficiencia en el uso de los recursos productivos y el de justicia, en donde cada persona recibe el beneficio social de tener agua potable.

México tiene un promedio de agua potable limitado y mal distribuido, especialmente en la región del noroeste, en dónde la península de California posee insuficientes fuentes de agua dulce.

Recientemente, el Municipio de Los Cabos en el Estado de Baja California Sur, ha resultado tener problemas con el abasto de agua potable, principalmente en Cabo San Lucas, donde la problemática es que la principal actividad

---

<sup>1</sup> De acuerdo a la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en su artículo 27 La

económica -el turismo-, , trajo consigo la necesidad de crear nuevos espacios, provocando migración de mano de obra calificada y no calificada para la construcción y servicios, entre otros. Dicha migración se estableció principalmente al norte de la localidad de Cabo San Lucas, formando colonias populares carentes de servicios públicos, entre ellos el agua potable. Para darle solución a este problema, se ha estimado que el volumen de agua potable para abastecer las colonias debería ser 0.600 m<sup>3</sup>/s aproximadamente<sup>2</sup>; sin embargo, la oferta existente es insuficiente, por lo que surgió la necesidad de abastecerlas a través de fuentes diferentes a las tradicionales -agua subterránea o superficial-, tales como la desalación de agua de mar por medio de una planta desaladora.

Ésta planta desaladora de Los Cabos comenzó operaciones en 2006 y más que una instalación hidráulica de alta tecnología es un hito en la historia moderna de México, pues se mencionó que permitiría dotar de agua potable a las colonias populares de Cabo San Lucas.

Actualmente, la planta desaladora produce un volumen inferior a los 0.200 m<sup>3</sup>/s que se habían estimado en el proyecto y más de la mitad de las viviendas de las colonias populares<sup>3</sup> al norte de Cabo San Lucas tienen tandeo, es decir, se les suministra agua un día a la semana a cada una, con un promedio de 12 horas de suministro continuo y una presión promedio de 50% en la toma domiciliaria, ante esta situación, se ha insistido sobre la necesidad de construir un segundo módulo que permita producir otros 0.200 m<sup>3</sup>/s de agua potable.

Ésta es la justificación del proyecto de la ampliación a la planta desaladora de Los Cabos, de manera que para determinar su viabilidad económica tenemos que responder las siguientes interrogantes: ¿los beneficios de la ampliación son mayores a los costos de su ejecución durante el horizonte de evaluación?, ¿hay alguna optimización antes de ejecutar el proyecto?, ¿existen otras alternativas para dar solución al problema de desabasto de agua potable y éstas son

---

<sup>2</sup> Las unidades están expresadas en metros cúbicos por segundo (m<sup>3</sup>/s)

<sup>3</sup> Las colonias son: Palmas, Mesa Colorada, Caribe Invi, Caribe Bajo, Leonardo Gastelum, Lomas del Sol, Cangrejos, Hojazen, Lomas del Faro y 4 de Marzo.

provenientes de las fuentes de abastecimiento convencionales (superficiales o subterráneas)?

Así, el objetivo de la presente investigación es realizar un análisis costo beneficio utilizando la metodología de la evaluación social para los proyectos de agua potable para calcular los indicadores Valor Presente Neto (VPN), Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) I y Tasa Interna de Retorno (TIR), y con ello determinar la viabilidad económica del proyecto de ampliación.

La investigación se integra de tres capítulos, en el capítulo I se explica la conexión entre desarrollo económico, los programas y proyectos, definimos que es un proyecto y su ciclo de vida, posteriormente detallamos la diferencia entre la evaluación privada y la social, la metodología para la evaluación social de proyectos y la identificación de los costos y beneficios sociales atribuibles al proyecto. En el capítulo 2 se plantea la metodología aplicable a proyectos de agua potable de acuerdo al Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP) y la compararemos con la formulada por parte de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). En el capítulo 3 evaluaremos la ampliación de la Planta Desaladora de Los Cabos y determinaremos bajo los criterios metodológicos enunciados arriba su viabilidad económica. Al final se anotan las conclusiones, la bibliografía y un anexo compuesto con algunos aspectos representativos de la evaluación del proyecto.

---

# ***Capítulo I***

## **La evaluación social de proyectos**

*En este capítulo se explicará la metodología de la evaluación social y su aplicación en nuestro país. Para ello, se definirá lo que entendemos por desarrollo económico y su vinculación con los programas y proyectos, después explicaremos qué es un proyecto y su ciclo de vida, y se expondrá a detalle la diferencia entre la evaluación privada y social.*

*Posteriormente, se presenta la metodología para la evaluación social, la cual consiste en identificar, cuantificar y valorar costos y beneficios, definiendo cada uno de ellos para toda la vida del proyecto.*

*Para explicar estos tópicos, haremos uso de los apuntes de las clases que impartió la Profesora Coloma Ferra en el marco de la Especialidad en Evaluación Financiera y Socioeconómica de Proyectos, del Centro de Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CESP) en el Instituto Tecnológico de México (ITAM), en marzo de 2011.*

*Asimismo, detallaremos cada uno de los elementos que integran un beneficio y costo social. Por último se explicará el contexto de la aplicación de la evaluación social de proyectos en México, exponiendo su marco jurídico normativo, las dependencias encargadas de fungir como rectoras de dicha actividad y los lineamientos del sistema de inversión pública, de acuerdo al documento “Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos” de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SCHP).*

## 1.1 Desarrollo económico-programas y proyectos-

En la actualidad hay un consenso entre los economistas, al afirmar que existe una marcada distinción entre el crecimiento económico con respecto al desarrollo económico, por un lado, el **crecimiento económico** es “únicamente” el incremento del Producto Nacional cuando, al aumentarse el Producto, el incremento es superior al crecimiento de la población, sin que ello implique en general una mejoría del nivel de vida y cultural de esta, en tanto que el **desarrollo económico** implica que además del crecimiento del Producto sobre la Población, dicho incremento sirva para aumentar sustancialmente (aunque sea en forma comparativa) ese nivel de vida<sup>4</sup>. Adicionalmente algunos autores afirman que el desarrollo económico requiere un esfuerzo deliberado, orientado de modo específico a obtener un timo más activo de crecimiento del ingreso por habitante<sup>5</sup>. Este esfuerzo implica la necesidad de abordar el problema del desarrollo económico en toda su extensión, desde las técnicas de programación global y sectorial, como las relativas a la preparación y evaluación de proyectos de inversión. El problema comprende además, importantes relaciones conexas relativas a la política económica, la gestión gubernamental y la ejecución de proyectos en función de los objetivos del desarrollo económico.

En México, le corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático,<sup>6</sup> y que, mediante el fomento del crecimiento económico, el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución.<sup>7</sup>

---

<sup>4</sup> José Luis, Ceceña Cervantes, *Introducción a la Economía Política de la Planificación Económica Nacional*, Editorial F.C.E., México 1975, pág. 21. Citado por Román Moreno Soto *Participaciones en ingresos Federales no pagadas a los Municipios del Estado de Chiapas, en el periodo 1980-2006*, México, UNAM, Facultad de Estudios Superiores Aragón, pág. 202. (Tesis de Licenciatura en Economía).

<sup>5</sup> Naciones Unidas, *Manual de proyectos de desarrollo económico, estudio preparado por el programa CEPAL/AAT de capacitación en materia de desarrollo económico*, México 1958, pág. 9.

<sup>6</sup> Entendiéndose por democracia: un sistema de vida fundado en el constante mejoramiento económico, social y cultural del pueblo, Artículo 3ro, fracción segunda, apartado a), de la Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos.

<sup>7</sup> Artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Por lo tanto, **el Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional**, y llevará al cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga la Constitución. Asimismo, al desarrollo económico nacional concurrirán, con responsabilidad social, el sector público, el sector social y el sector privado, sin menoscabo de otras formas de actividad económica que contribuyan al desarrollo de la Nación.<sup>8</sup>

En este sentido, dado que el Estado deberá planificar, la Ley de Planeación, establece en los artículos 22 y 23 que el Plan Nacional de Desarrollo indicará los distintos **programas sectoriales**, institucionales, regionales y especiales, que las dependencias de la Administración Pública Federal de acuerdo a los artículos 9, 15 y 16 de la misma ley y obliga a que se conduzcan con congruencia a la planeación nacional del desarrollo.

Dentro de estos programas sectoriales, se encuentra el Programa Nacional de Desarrollo el cual presenta la estrategia del Gobierno Federal para lograr los objetivos conforme al Plan,<sup>9</sup> bajo este esquema la preparación, evaluación y ejecución de proyectos, constituye la fase final de la formulación de los programas del desarrollo y el elemento de enlace con la práctica que suponen estos programas.

Es decir, para hacer compatible el proyecto con el desarrollo económico es necesario indicar las metas u objetivos de la política económica y social vigente así como sus medidas específicas puestas en acción. El sentido de interdependencia entre la realización del proyecto y las circunstancias económicas y sociales en que se realizará deben estar presentes en todo el proyecto, situando a éste como parte de una política económica.<sup>10</sup>

De esta forma puede hablarse de proyectos sociales, refiriéndose a aquellos que por sus resultados –productos directos o indirectos y efectos primarios y

---

<sup>8</sup> *Ídem.*

<sup>9</sup> La Secretaría de Hacienda y Crédito Público es la encargada de su elaboración conforme a los artículos 9 y 31 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.

<sup>10</sup> En este sentido podemos decir que la Política Económica es el instrumento para alcanzar los objetivos planteados en la programación económica, mediante la instrumentación de los mecanismos necesarios para ello.

secundarios- representan un aporte significativo a la materialización de los objetivos del desarrollo, así, el proyecto se presenta como el eslabón final de una cadena de decisiones, donde los Planes y Programas son antecedentes, aunque el orden cronológico de sus formulaciones no siempre sea el mismo, ni coincida con el orden lógico, de tal suerte que el objetivo es que puedan garantizar el éxito del Proyecto y por consiguiente del Programa.

*Entonces; el proyecto se define como el conjunto de antecedentes que permiten estimar las ventajas y desventajas económicas que se derivan de asignar ciertos recursos de un país, para la producción de determinados bienes o servicios.* Asimismo, un proyecto<sup>11</sup> es la búsqueda de una solución al planteamiento de un problema tendente a resolver, una necesidad humana, de tal suerte que puede haber diferentes ideas, inversiones de modo distinto, tecnología y metodologías con diverso enfoque, pero todas ellas destinadas a satisfacer las necesidades del ser humano en todas sus facetas, como pueden ser: educación, alimentación, salud, ambiente, cultura, etcétera. En este sentido, los proyectos de inversión se pueden describir como un plan que, sí se le asigna determinado monto de capital y se le proporcionan insumos de varios tipos, podrá producir un bien o un servicio, útil al ser humano o a la sociedad en general.<sup>12</sup>

Esta visión de generar un bien a la sociedad, es lo que da vida a un proyecto social, los proyectos sociales son parte de la planificación económica, algunos incluidos en el Plan Nacional de Desarrollo y por ende sus recursos son ingresos del erario público, cuyo origen e importancia radica en el tiempo social disponible que puede la sociedad destinar a la producción de mercancías<sup>13</sup> para la satisfacción de sus necesidades.

Como el tiempo, tanto de las personas que producen los recursos económicos con que se hacen los proyectos, como de quienes los efectúan es limitado, podemos decir, en este sentido, que el tiempo es una categoría económica social, luego

---

<sup>11</sup> Gabriel Baca Urbina, *Evaluación de proyectos*, México, McGraw-Hill, 1998, pág. 5.

<sup>12</sup> *Ídem.*

<sup>13</sup> La ley del valor determina que parte del volumen global de tiempo disponible, puede la sociedad, destinar a la producción de mercancías, esto al constante desequilibrio en las esferas de producción.

entonces, llevar a cabo un proyecto implica una responsabilidad social, por ello, se hace necesaria la evaluación social a fin de establecer un orden de prelación para asignarle recursos.<sup>14</sup>

Por lo tanto, la evaluación social, tiene como objetivo resolver una necesidad a través de la ejecución de un plan de acciones y se asignan recursos (costos) para atender las necesidades que dan origen al proyecto con la generación de bienes y servicios (beneficios).

Es decir, un proyecto consiste en utilizar insumos (recursos) con objetivo de producir un bien o servicio demandado por la sociedad. Utilizar los insumos y asignarlos a un proceso productivo implica un costo, y, el que éstos satisfagan una necesidad social es un beneficio, así un proyecto, de acuerdo a Ernesto R, Fontaine<sup>15</sup> es cualquier fuente de costos y beneficios que se presentan en distintos periodos de tiempo.

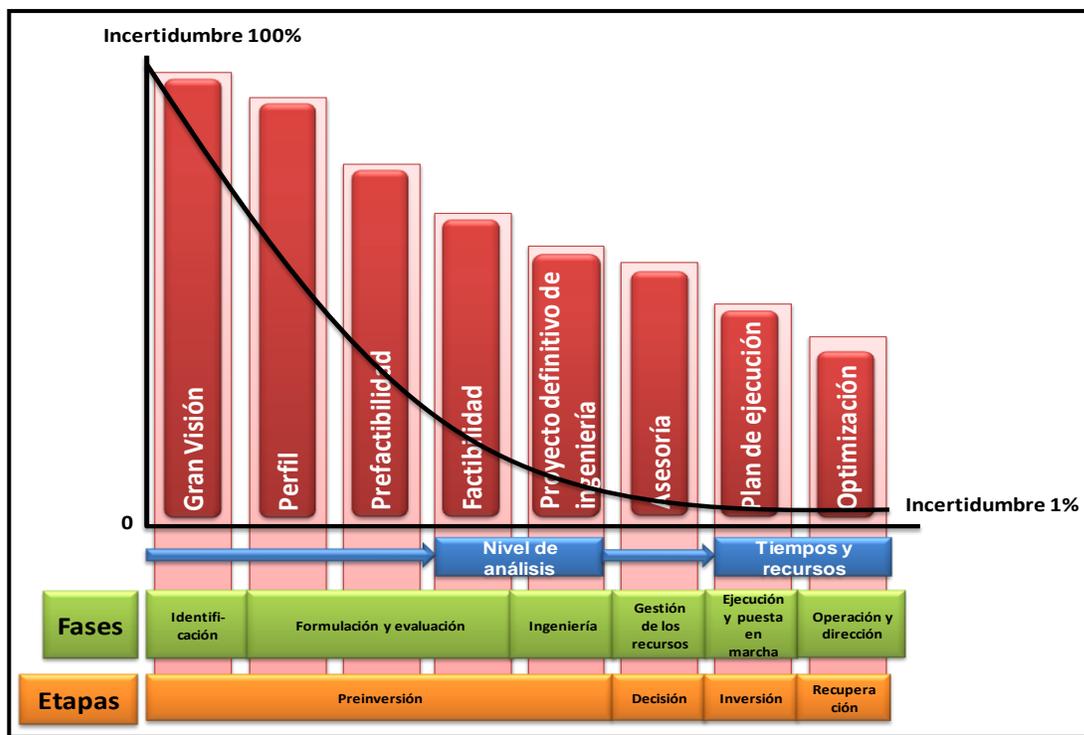
---

<sup>14</sup> Los programas y proyectos registrados en la cartera de inversión serán analizados por la Comisión Intersecretarial de Gasto Financiamiento, la cual determinará la prelación para su inclusión en el proyecto de Presupuesto de Egresos, así como el orden de su ejecución, para establecer un orden de los programas y proyectos de inversión en su conjunto y maximizar el impacto que puedan tener para incrementar el beneficio social, observando principalmente los criterios siguientes: *Rentabilidad socioeconómica, Reducción de la pobreza extrema, Desarrollo Regional, y Concurrencia con otros programas y proyectos de inversión*, Art. 34 fracción IV de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.

<sup>15</sup> Ernesto R. Fontaine, *Evaluación social de proyectos*, Santiago, Instituto de Economía de la Universidad Católica de Chile, Alfaomega, 1999, pág. 21.

## 1.2 Ciclo de vida del proyecto.

El ciclo de vida es el conjunto de etapas por el cual atraviesa el proyecto, desde que se le concibe a nivel idea. Durante este ciclo, los proyectos se estudian con creciente profundidad, sólo los proyectos cuya viabilidad haya sido comprobada pueden llegar a las etapas más elevadas del ciclo.<sup>16</sup> En este sentido, el ciclo de vida del proyecto, de acuerdo a Nacional Financiera<sup>17</sup>, es una desagregación de las etapas comprendidas en el proceso de inversión, las cuales son: preinversión, decisión, inversión y recuperación<sup>18</sup>, como se muestra en la figura 1.2.1.



**Figura 1.2.1 Ciclo de vida del proyecto por fases y etapas.**

Fuente: Nacional Financiera, S.N.C. (NAFINSA), *Guía para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión*, octava reimpresión, México, 2000, p. 13.

<sup>16</sup>Apuntes de clases con el profesor M.D.I, Javier Meixueiro Garmendia, ITAM, Enero de 2011.

<sup>17</sup> Nacional Financiera, S.N.C. (NAFINSA), *Guía para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión*, octava reimpresión, México, 2000, pág. 5.

<sup>18</sup> *Ibíd.*, pág. 9

A continuación, describimos brevemente las actividades de las etapas y sus respectivas fases que integran el ciclo de vida del proyecto:

- **Preinversión:**

- ✓ **Identificación:** tiene como finalidad detectar necesidades y recursos para buscar su satisfacción y aprovechamiento eficiente, contiene el diagnóstico, pronóstico e imagen objetivo; tiene como resultado definir las estrategias y líneas de acción, se posiciona a nivel de Gran visión y se desarrollan estudios regionales, sectoriales, programas de inversión y plan maestro.
- ✓ **Formulación y evaluación:** tiene como finalidad generar y seleccionar opciones y determinar la más eficiente para satisfacer una necesidad específica o aprovechar un recurso, además contiene el análisis de evaluación de opciones, dando como resultado la más óptima y su viabilidad técnica, económica y financiera, se posiciona a nivel de estudio Perfil, Prefactibilidad y Factibilidad y se realizan los estudios de mercado, técnico, tecnológico, financiero, de evaluación y organización.
- ✓ **Ingeniería del proyecto:** su finalidad es contar con los elementos de diseño construcción y especificaciones necesarias, contiene el desarrollo de la ingeniería básica y de detalle, su resultado es diseñar las memorias de cálculo, los diseños, así como las especificaciones y planos; su nivel de estudios es un Proyecto definitivo de ingeniería y sus tipos de estudios son de ingeniería básica e ingeniería a detalle.

- **Decisión:**

- ✓ **Gestión de recursos:** se refiere a la definición del tipo de agrupación social, para formalizarla y obtener los recursos, a través de las negociaciones jurídicas, financieras y laborales, para dar la capacidad

jurídica y los recursos requeridos por la inversión; su nivel de estudio es la asesoría y se realizan los estudios financieros, jurídicos y laborales.

- **Inversión:**

- ✓ **Ejecución y puesta en marcha:** tiene como finalidad disponer de los recursos humanos, físicos y financieros a través de los programas de construcción, instalación y montaje, reclutamiento, selección y formación de recursos humanos, así como pruebas de máquina y equipo, para desarrollar la infraestructura física, laboral y directiva, ajustes de máquina y equipo; se desarrolla un Plan de ejecución para iniciar los programas de construcción, instalación y montaje, las adquisiciones, formación de recursos humanos, financieros y la puesta en marcha.

- **Recuperación:**

- ✓ **Operación y dirección:** tiene como finalidad generar eficientemente beneficios económicos y sociales a través de la planeación, organización, dirección, evaluación y control para la producción de satisfactores eficaces, su nivel de estudios es la Optimización y se realizan los estudios para la eficiencia de proceso, desarrollo organizacional, planeación financiera y mercadotecnia.

Los estudios de *pre* inversión en las fases de perfil, prefactibilidad y factibilidad, mencionados arriba, normalmente contemplan diversos aspectos que pueden ser resumidos a través de seis módulos como se muestra a continuación.<sup>19</sup>

---

<sup>19</sup> Apuntes de clases con el profesor M.D.I, Javier Meixueiro Garmendia, ITAM, Enero de 2011.

**Cuadro 1.2.1 Ciclo de vida del proyecto por fases y etapas.**

Tipo	Descripción
Estudio de mercado	Se analiza el comportamiento histórico de la oferta, la demanda y los precios. Se estima la demanda actual y potencial para los bienes o servicios frente a la oferta existente; asimismo, los precios o la necesidad relativa de servicios son estimados, cuantificados y justificados.
Estudio técnico	Comprende la cuantificación de las inversiones así como de los insumos y costos asociados a la operación y mantenimiento del proyecto. En éste módulo debe incluirse el análisis requerido para la obtención de la alternativa de mínimo costo, la cual hay que diferir de la más barata.
Estudio ambiental	Se establece el impacto al medio ambiente y las acciones para prevenir o mitigar cualquier efecto adverso.
Estudio jurídico y administrativo	Se analiza al promotor del proyecto y su personalidad jurídica. Se identifican los requerimientos para administrar y operar el proyecto conforme al marco jurídico vigente.
Estudio financiero	Se determinan y analizan los costos de inversión, los ingresos, los costos de operación y los gastos. Con base en el flujo de efectivo se obtiene la viabilidad privada del proyecto y se precisan las alternativas de financiamiento. En éste módulo se incluye el análisis de los estados financieros históricos y sus proyecciones.
Estudio de evaluación económica	Integra los ajustes a las variables financieras, de manera que los costos y beneficios del proyecto puedan ser evaluados desde el punto de vista de la sociedad.

Fuente: Nacional Financiera, S.N.C. (NAFINSA), Guía para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión octava reimpresión, México, 2000, p. 13.

En suma, podemos decir que todo proyecto tiene un ciclo de vida, pero lo que determina la manera en que será formulado y evaluado, es de acuerdo a su naturaleza social o privada. En el siguiente apartado haremos la distinción entre la evaluación de un proyecto privado y uno social.

### 1.3 Diferencia de la evaluación social con respecto a la privada.

La evaluación privada de un proyecto persigue establecer el aumento que en la riqueza de su dueño provocará su ejecución, es decir, el *valor presente de los flujos de beneficios netos* privados legítimamente atribuibles al proyecto.

Para ello se deberá, primero, identificar los beneficios y costos pertinentes a cada año de un horizonte de evaluación, para lo cual deberán compararse las llamadas situaciones “con” y “sin” el proyecto, correctamente definidas; luego, éstos deberán medirse con unidades universalmente aceptadas, los beneficios así medidos deberán valorarse con los precios que le pagarán en el mercado por los bienes y servicios producidos por el proyecto en cada uno de esos años, mientras que los costos se valorarán a los precios que el proyecto deberá pagar cada año en el mercado de los insumos —bienes y servicios— que éste utilizará en su producción. Por último, los flujos anuales así establecidos se descuentan a las tasas de “costo de capital” que tendrá el dueño del proyecto en cada uno de esos años<sup>20</sup>.

Usando la terminología de un evaluador de proyectos, se calcula el Valor Actual Neto (VAN)<sup>21</sup> privado de los beneficios y costos directos del proyecto. Si la tasa de costo del capital para el dueño del proyecto fuese constante e igual a “*r*” durante todo el horizonte de evaluación, el Valor Actual de los Beneficios Netos Privados directos del proyecto puede escribirse como en (i), donde la primera sumatoria se refiere a los años desde cero hasta “*n*”, que es el horizonte de evaluación, y las segundas sumatorias se refieren a los distintos bienes y servicios “*i*” vendidos, la primera, y los distintos bienes y servicios “*j*” comprados como insumos, la segunda;  $X_{it}$  es la cantidad del bien o servicio “*i*” producido en el año “*t*”,

---

<sup>20</sup> Ernesto R. Fontaine, “La evaluación privada y social de proyectos: el rol del Estado”, en *Panorama socioeconómico*, Chile, Universidad de Talca, Volumen 26, número 036, enero-junio, 2008, pág. 8.

<sup>21</sup> Valor actual neto procede de la expresión inglesa *Net present value*. El acrónimo es NPV en inglés y VAN en español. Es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto. Véase: Gabriel Baca Urbina, *Fundamentos de Ingeniería Económica*, México, McGraw-Hill, 1994, pp. 57-59.

y  $P_{it}$  es su precio de mercado en esos años. Los  $Y_{jt}$  se refieren a las cantidades empleadas de cada insumo “j” en esos mismos años “t”.<sup>22</sup>

$$(i) \text{ VABNP} = \sum(\sum X_{it} P_{it} - \sum Y_{jt} P_{jt}) (1+r)^{-t}$$

De esta forma, cuando la evaluación de un proyecto se hace desde el punto de vista de un inversionista en particular se considera que los costos y beneficios que se deben identificar, medir y valorar son aquellos que resultan relevantes desde el punto de vista de este inversionista privado; pero cuando se desea conocer el efecto de un proyecto para toda la sociedad se deben identificar, medir y valorar desde el punto de vista de todos los agentes económicos que conforman la comunidad y entonces decimos que se está efectuando una *evaluación social*, la cual pretende determinar la contribución del proyecto a la riqueza de la sociedad como conjunto. Considerándose como conjunto social al país, ya que es a ese nivel donde se toman las decisiones que afectan positiva o negativamente al conjunto de la sociedad<sup>23</sup>.

Es decir, la evaluación social pretende determinar si a un país, provincia o región, como conjunto, le conviene o no ejecutar un proyecto. Hay que tener en cuenta, por lo tanto, los beneficios y costos que perciben todos los habitantes. El proyecto puede ser llevado a cabo por una empresa privada o por un organismo público, por la administración central del gobierno o por organismos descentralizados; la entidad que lo ejecute percibirá ciertos beneficios y costos.

La metodología de este tipo de evaluación consiste en identificar, cuantificar y valorar costos y beneficios para toda la vida del proyecto. Para cada período, se estima el beneficio neto, que es la diferencia entre el valor de los beneficios y el de los costos. Si para un proyecto la suma de los beneficios netos, debidamente

---

<sup>22</sup> Si la tasa de descuento ó “Costo de capital” no fuese constante, el denominador de la ecuación (i) deberá incluir una productoria (II) de  $(1+rk)$  donde  $rk$  es la tasa esperada en cada período. Véase: Capítulo III del texto de Ernesto R. Fontaine *Evaluación Social de Proyectos*, México, Pearson-Prentice Hall, 2008.

<sup>23</sup> Sergio Rodríguez Vargas, *Propuesta metodológica para la evaluación social de proyectos de vivienda*, México, UNAM, Facultad de Ingeniería, 2007, pág. 18. (Tesis de Maestría en Ingeniería Civil).

actualizados, es positiva, se puede afirmar que la situación con proyecto es mejor que la situación sin proyecto, o sea que la unidad económica estará mejor si ejecuta el proyecto que si no lo hace.

Es importante notar que en la evaluación socioeconómica se computan los costos y beneficios del proyecto para la comunidad sin tener en cuenta quiénes se benefician y quiénes se perjudican dentro de esa comunidad. Esto no quiere decir que no interese el "quién", solamente quiere decir que con esta evaluación interesa saber si la comunidad en su conjunto estará mejor o peor como consecuencia de la ejecución del proyecto.

Si el resultado de la evaluación socioeconómica indica que el proyecto es conveniente para la comunidad en su conjunto, habrá que preguntarse quiénes son los beneficiarios y, en principio, deben ser ellos los que afronten los costos del proyecto<sup>24</sup>. Esto tiene dos fundamentos:

- a) El de eficiencia en el uso de los recursos productivos: se puede demostrar que si quienes reciben un bien o servicio no pagan un precio que refleje el verdadero costo, se produce una ineficiencia.
- b) El de justicia: en principio, se considera justo que quien recibe un beneficio pague por él; de lo contrario, otros integrantes de la comunidad deberán pagarlo.

Puede haber excepciones a esto debido a situaciones especiales, tales como la provisión de bienes públicos, la satisfacción de necesidades básicas para la población en extrema pobreza, proyectos de vialidad urbana, donde resulta difícil cobrar en función de los beneficios percibidos, etcétera.

---

<sup>24</sup> *Ibíd.* pág. 11.

En suma, podemos decir que las diferencias entre la evaluación privada y la social son, básicamente las siguientes:

- a) En la evaluación privada se valoran los bienes producidos y los utilizados de acuerdo a los precios de mercado, mientras que en la social se utilizan los precios sociales.
- b) En la evaluación social se agregan los efectos directos e indirectos así como las externalidades.
- c) Para encontrar el valor actual de los flujos, en la evaluación privada se utiliza la tasa relevante para el inversionista, mientras que en la socioeconómica la relevante es la tasa social de descuento.

Una vez que diferenciamos a la evaluación privada de la social, es necesario desarrollar la metodología que corresponde a la evaluación social de proyectos, lo cual, es el objeto del siguiente apartado.

#### 1.4 Metodología y conceptos de la evaluación social<sup>25</sup>.

De acuerdo con lo explicado en el apartado anterior asumimos que para un país los recursos son limitados y pueden ser utilizados para diversos fines, y que, por otra parte, las necesidades a satisfacer son múltiples, por ello es conveniente que los recursos sean utilizados para la mayor satisfacción de las necesidades posibles a la comunidad.

El bienestar del país depende, en buena medida, de la disponibilidad de bienes y servicios; por lo tanto, se puede plantear como objetivo el de maximizar esa disponibilidad (si bien pueden haber otros objetivos), lo cual se logra haciendo un uso eficiente de los recursos de que dispone el país.

Para hacer la evaluación, es necesario en primer lugar identificar los conceptos de beneficios y costos sociales, que surgen de comparar las situaciones con y sin proyecto, en ambos casos optimizadas. Luego los cuantificamos y valoramos.

Los beneficios de un proyecto para el país están dados por el valor que tienen para la comunidad los bienes y servicios que estarán disponibles debido al proyecto. Por otra parte, para producir esos bienes y servicios deben utilizarse recursos productivos. Los costos del proyecto están dados por el valor que tienen para la comunidad los bienes y servicios que serán utilizados por el proyecto, y que en consecuencia dejarán de estar disponibles para otros usos.

Sólo si los beneficios superan a los costos (todos debidamente actualizados) el país dispondrá de un adicional neto de bienes y servicios, y por lo tanto se podrá afirmar que el proyecto es conveniente para el país.

---

<sup>25</sup> Muchos de los aspectos que se desarrollarán en este apartado fueron tomados de los apuntes de las clases impartidas por Coloma Ferrá, en el marco de la *Especialidad en Evaluación Financiera y Socioeconómica de Proyectos*, del Centro de Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CESP) en el Instituto Tecnológico de México (ITAM), México, Marzo de 2011, aunque los errores e inconsistencias son enteramente míos.

En otras palabras, se podrá decir que el país estará mejor si ejecuta el proyecto que si no lo hace. Veamos un poco más en detalle en qué consisten los beneficios y costos de un proyecto para el país:

**Beneficios:** el proyecto producirá bienes y servicios cuyo valor para el país depende de la utilización que se les dé. Obviamente si nadie desea utilizar esos bienes y servicios, ellos no tendrán ningún valor y por lo tanto no existirán beneficios atribuibles al proyecto. Normalmente, cuando un nuevo proyecto produce una cierta cantidad de un bien o servicio doméstico (es decir, no transable internacionalmente) se observa:<sup>26</sup>

- a) Un aumento en el consumo del bien.
- b) Una disminución en la producción de otros productores del mismo bien.

En algunas situaciones extremas, ocurre solo uno de los efectos indicados. El mayor consumo del bien es indudablemente un beneficio para el país puesto que satisface una necesidad a quien lo consume (aparte de las externalidades que pueda ocasionar ese consumo). Por otra parte, la disminución de la producción de otros productores implica liberar recursos productivos que podrán ser usados en la producción de otros bienes, que a su vez podrán ser consumidos. En consecuencia, también constituyen beneficios del proyecto.

**Costos:** Para producir bienes y servicios el proyecto va a utilizar recursos productivos, llamados insumos (bienes y servicios tales como mano de obra, materias primas, maquinarias, etcétera). Su valor depende de los usos alternativos que esos recursos tienen para el país. En el caso extremo en el cual un recurso no tiene usos alternativos, su costo es nulo, puesto que el país no sacrifica nada por el hecho de utilizarlo en el proyecto. En general, los recursos tienen usos alternativos<sup>27</sup>. En el caso

---

<sup>26</sup> Coloma Ferrá, *Evaluación Socioeconómica de Proyectos*, Mendoza, FCE-UNC, 2000, pág. 10.

<sup>27</sup> *Ibid.* pág. 15.

de insumos domésticos, si un proyecto utiliza una cierta cantidad, normalmente se observa:

- a) Una disminución de su uso (consumo) en otras actividades, es decir que se desplaza a otros demandantes.
- b) Un aumento de su producción.

En ambos se trata de un costo para el país, pues ocurre exactamente lo contrario de lo explicado en el caso de los beneficios. Por una parte, la disminución del consumo, con su correspondiente reducción en la satisfacción de una necesidad social y por otra parte, un aumento en la producción del insumo en cuestión, que implica utilizar recursos productivos. En caso de no ejecutarse el proyecto, esos recursos podrán ser utilizados en la producción de otros bienes, que a su vez serán consumidos.

Para explicar la metodología se utilizará el ejemplo más común, productos no transables, es decir que no se comercializan al exterior o se obtienen del exterior y por lo tanto no se obtienen divisas, además sin impuestos ni subsidios.

#### 1.4.1 Valor social de la producción de un bien domestico sin impuestos y subsidios.

De acuerdo a Coloma Ferrá<sup>28</sup>, la estimación de los beneficios directos de un proyecto puede deberse a la producción de varios bienes, para cada uno hay que encontrar el "valor social de la producción", que es *el verdadero valor que tienen para el país las unidades que serán producidas por el proyecto, por unidad de tiempo*. Si el proyecto va a producir varios bienes o servicios hay que sumar los valores sociales correspondientes a la producción de cada bien. Se hace lo mismo para cada período de operación del proyecto, y así se obtiene el flujo de beneficios directos.

Si conocemos el precio social del bien, y esperamos que el proyecto bajo estudio no modifique significativamente el precio de mercado, podemos obtener el valor social de la producción, simplemente multiplicando ese precio social por la cantidad de unidades del bien que producirá el proyecto. En nuestro país el Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP) ha hecho estimaciones de ciertos precios sociales<sup>29</sup>, los más usados frecuentemente en la evaluación de proyectos, de tal manera que no es necesario hacer todas las estimaciones al evaluar cada proyecto, por otra parte, al hacerlo así, se evita el riesgo de que cada evaluador llegue a estimaciones distintas del precio de un mismo bien.

Hay dos situaciones en las que se hace necesario estimar el valor social de la producción a través del análisis del mercado del bien:

- Cuando el precio social no es conocido.
- Cuando el tamaño del proyecto es tal que hace modificar el precio de mercado y el social en forma significativa.

---

<sup>28</sup> Ferrá, *Evaluación Socioeconómica de Proyectos...*, *op.cit.*, pág. 27.

<sup>29</sup> Algunos de éstos son: el costo de oportunidad social de los fondos públicos y la tasa social de descuento en México 1970-2001 y el valor social del Tiempo, disponible en: <http://www.cepep.gob.mx/>, consultado el: 02/10/2011.

En cualquiera de las situaciones, el valor social de la producción depende de la estructura del mercado. A partir del valor social de la producción se puede encontrar el precio social, simplemente dividiendo por la cantidad de unidades a producir.

Siguiendo a Coloma Ferrá<sup>30</sup>, para obtener el valor social de la producción de un proyecto de un bien doméstico, es esencial en primer lugar determinar el equilibrio de mercado en la situación sin proyecto, es decir, cuál será la cantidad transada y el precio en ese mercado si no aparece el nuevo proyecto.

En la gráfica 1.4.1 se muestra una situación de mercado sin impuestos. En efecto, si no existen externalidades debidas al consumo ni a la producción del bien, la curva de demanda del mercado (**D**) representa el beneficio marginal social de consumir unidades adicionales del bien, y la curva de oferta del mercado (**S**) representa el costo marginal social de producir sucesivas unidades del bien<sup>31</sup>.

Además, no existen impuestos ni subsidios al consumo ni a la producción del bien, por lo cual el precio de demanda coincide con el de oferta y resulta un equilibrio sin proyecto en el cual la cantidad transada es  $X_0$  y el precio  $P_0$  (**punto B**). El precio se expresa como pesos por unidad (**\$/u**) y la cantidad como unidades de **X** por período (**X/t**).

Una vez encontrada la situación de equilibrio que se observa sin proyecto, simulamos lo que pasa si un proyecto produce una cierta cantidad  $X^*$  por unidad de tiempo<sup>32</sup> y la vende en el mercado.

Para ello dibujamos la curva **S'**, que se obtiene sumado la cantidad  $X^*$  a la oferta de la situación sin proyecto (la oferta de los otros productores del bien, la curva **S**).

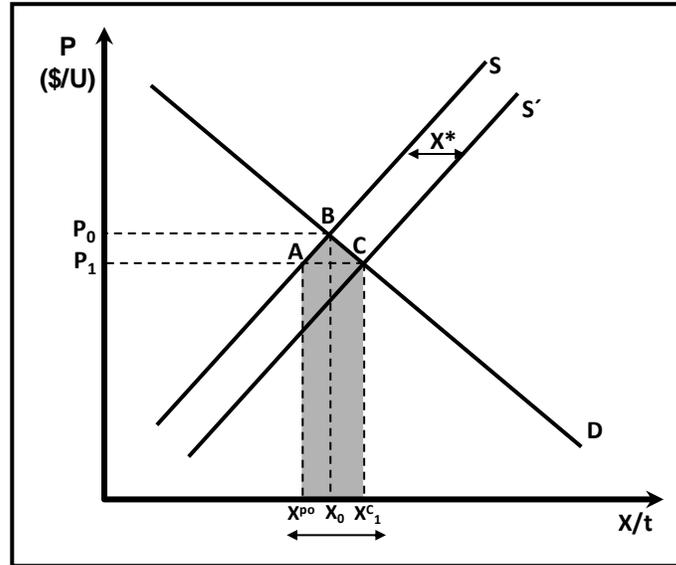
---

<sup>30</sup> *Ibid.* pág. 28

<sup>31</sup> Para la los fines de esta tesis, entendemos como “X” a la Demanda y “S” a la Oferta.

<sup>32</sup> De acuerdo a Coloma Ferrá, la unidad de tiempo elegida debe coincidir con la que corresponde a las curvas de demanda y oferta del mercado. Que, de acuerdo a la explicación éstas son anuales, la  $X^*$  deberá ser anual.

Es decir que la curva **S'** es paralela a la curva **S** (Se puede ver la curva **S'** como el resultado de sumar, a la curva de oferta **S**, una curva que responde a la ecuación  $X = X^*$ , es decir una curva vertical para esa cantidad  $X^*$ ).



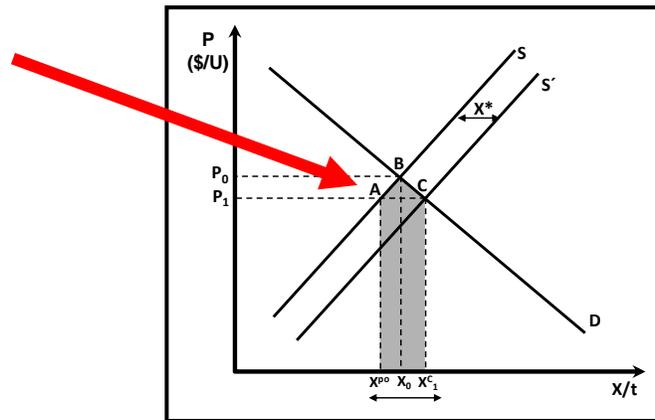
**Gráfica 1.4.1 Descripción del mercado de un bien doméstico.**

Es importante notar que la curva **S'** no es una verdadera curva de oferta. Es solamente una forma de simular qué ocurre si un nuevo proyecto produce la cantidad  $X^*$  del bien. Para que **S'** fuera una curva de oferta, deberíamos sumar a la curva de oferta **S** otra curva de oferta, la del nuevo proyecto, y ésta aún no es conocida. Además, en este mercado no queremos analizar los costos del proyecto sino solamente los beneficios. Simplemente estamos viendo el efecto de agregar, a la oferta de otros productores, la cantidad  $X^*$ .

El equilibrio en la situación con proyecto se obtiene nuevamente donde la cantidad demandada es igual a la cantidad ofrecida, pero ahora teniendo en cuenta también la ofrecida por el nuevo proyecto. Es decir que se deben tener en cuenta la curva **D** y la **S'**. El precio es  $P_1$  y la cantidad transada  $X^*$  (**punto C**)<sup>33</sup>. Los cambios que se producen en este mercado como consecuencia del proyecto, los llamaremos "efectos del proyecto sobre las variables relevantes".

<sup>33</sup> *Ibíd.* pág. 29

En primer lugar, disminuye el precio. La disminución del precio induce a los demandar una mayor cantidad del bien. Obviamente, si en la nueva situación de equilibrio la cantidad demandada (consumida) es mayor, también debe serlo la cantidad ofrecida (producida). Esta cantidad ofrecida tiene dos componentes: la producida por el nuevo proyecto y la producida por los otros oferentes en el mercado. Los otros oferentes, al ver disminuido el precio que cobran por cada unidad del bien, deciden ofrecer una cantidad menor, de acuerdo con su propia curva de oferta (**punto A**), como se observa a continuación.



**Gráfica 1.4.2 Oferta de los otros productores.**

En definitiva, para que el nuevo proyecto pueda vender su producción, alguien tiene que consumir más unidades y alguien debe producir menos unidades. Para inducir a los agentes económicos a que hagan esos cambios, el precio debe bajar.

A partir de estos efectos del proyecto, podemos determinar qué gana el país debido a la producción de  $X^*$  unidades en este proyecto. Primero debemos identificar los conceptos de beneficios, desde el punto de vista de la comunidad en su conjunto, para luego cuantificarlos y valorarlos. Los conceptos son:

- I. **Al aumentar la cantidad demandada, habrá un mayor consumo del bien. Ello significa satisfacer necesidades, y por lo tanto es un beneficio, (*Beneficio por mayor consumo*).**

- II. **Por otra parte, los otros productores se verán inducidos a producir una menor cantidad del bien. Esto implica que ellos van a incurrir en menores costos de producción, de tal forma que quedarán recursos productivos libres para producir otros bienes, que a su vez serán consumidos. En consecuencia, también ello representa un beneficio pues permitirá satisfacer otras necesidades, (*Beneficio por Liberación de recursos*).**

Los anteriores se denominan efectos reales del proyecto. Esta expresión se usa en contraposición a efectos redistributivos. *Los efectos reales son los cambios en cantidad de bienes y servicios disponibles para el país, valorados socialmente. Miden el efecto que esos cambios tienen sobre el bienestar de la comunidad en su conjunto. Los efectos redistributivos son los que tienen en cuenta quién recibe esos beneficios, y los pagos y cobros de dinero. Para el conjunto, los pagos y cobros entre integrantes de la misma comunidad son solo transferencias: lo que paga uno lo cobra otro.*<sup>34</sup>

A esta altura del razonamiento, hay un aspecto que conviene aclarar. La producción de **X\*** por parte del nuevo proyecto, aparte de ocasionar los beneficios mencionados, también dará lugar a costos de producción.

Ya tenemos entonces dos conceptos de beneficios del proyecto: ***el país gana un mayor consumo del bien, y una liberación de recursos debido a la menor producción de otros productores.***

La cuantificación de estos efectos consiste en estimar las unidades que aumenta el consumo y en cuántas unidades disminuye la producción de otros productores.

---

<sup>34</sup> *Ídem.*





cumple, se deben considerar como valoraciones las integrales de las respectivas curvas entre las cantidades indicadas), y matemáticamente resulta:

$$VSP = X_1^c - X_0 \frac{P_0 + P_1}{2} + X_0 - X_1^{po} \frac{P_0 + P_1}{2}$$

Sacando como factor común la semisuma de los precios, y considerando que  $X_1^c - X_1^{po} = X^*$ , resulta:

$$VSP = X_1^c - X_0 + X_0 - X_1^{po} \frac{P_0 + P_1}{2} = X^* \frac{P_0 + P_1}{2}$$

A partir del valor social de la producción se puede obtener el precio social del bien ( $P^*$ ), definido como el valor social de cada unidad, y resulta de dividir el valor social de la producción por la cantidad producida por el proyecto:

$$P^* = \frac{VSP}{X^*} = \frac{P_0 + P_1}{2}$$

En este caso de mercado sin impuestos y subsidios, el precio social es un promedio de dos precios: el que corresponde a la situación sin proyecto y el de la situación con proyecto. Ambos son a la vez precios de demanda y de oferta, debido a la inexistencia de impuestos y subsidios.

El cálculo del precio social se justifica cuando la cantidad producida por el proyecto es "pequeña", en el sentido que no afecta en forma significativa el precio del bien. En efecto, en este caso, ese precio social puede ser utilizado en la evaluación de cualquier otro proyecto, también pequeño, que produzca (o utilice) el bien  $X$ . En cambio, si el proyecto no es "pequeño", el precio social así estimado sólo tiene sentido para este proyecto, y dado que ya se estimó el valor social de la producción, no es de interés el cálculo del precio social.

Encontremos ahora el valor privado de la producción (VPP), es decir, lo que el dueño del proyecto va a computar como beneficio en su evaluación privada del proyecto. El VPP será la cantidad a vender,  $X^*$ , multiplicada por el precio

correspondiente a la situación con proyecto, que es el que va a cobrar el dueño del proyecto<sup>37</sup>. Entonces:

$$VPP = X^* P_1$$

Como vemos, el valor privado de la producción difiere del social solamente en el triángulo **ABC**. Si el tamaño del proyecto es tal que el precio no se modifica significativamente como consecuencia del proyecto, es decir que a los efectos prácticos se puede considerar que  $P_1$  es casi igual a  $P_0$ , podemos afirmar que **cuando el mercado no tiene impuestos, el valor social de la producción coincide con el privado o, lo que es lo mismo, que el precio social coincide con el de mercado.**

#### **1.4.2 Costo social de los insumos de un bien domestico sin impuestos y subsidios.**

En este apartado veremos los costos directos, estos costos representan lo que le cuesta al país el hecho de que el proyecto utilice ciertas cantidades de insumos para lograr la producción prevista. Por ejemplo, los insumos de un proyecto pueden ser mano de obra, materias primas, electricidad, edificios, máquinas, tiempo propio del empresario, etcétera.

Los costos directos del proyecto son conocidos con la expresión *costo social de los insumos*<sup>38</sup>. Dado que un proyecto utiliza más de un insumo, se estima primero el costo social de cada uno de ellos, por unidad de tiempo, y luego se suman los costos de todos los insumos para un período. Se hace lo mismo para todos los períodos a los efectos de obtener el flujo de costos directos del proyecto, que agregado al flujo de beneficios directos y al de otros efectos, permitirá llegar al flujo de beneficios netos.

---

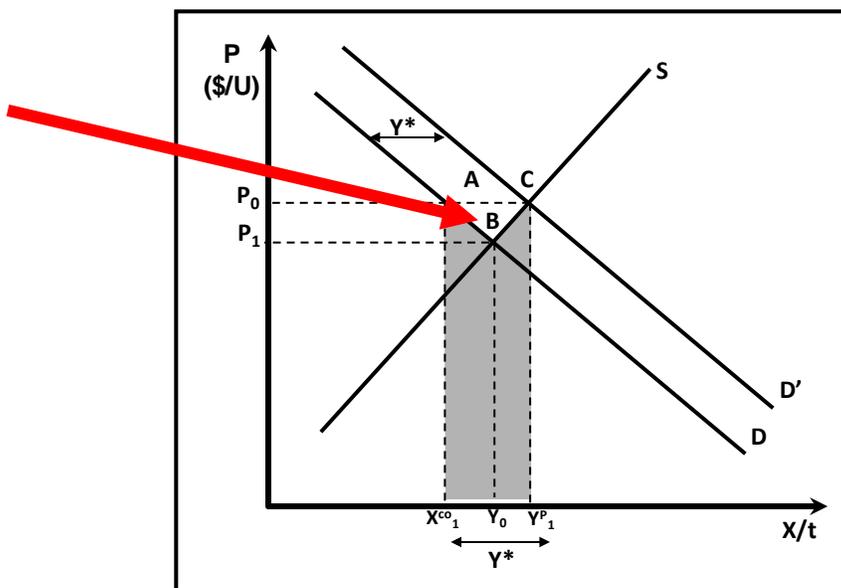
<sup>37</sup>Apuntes de las clases de Coloma Ferrá, ITAM, Marzo de 2011.

<sup>38</sup>Ferrá, *Evaluación Socioeconómica de Proyectos...*, *op.cit.*, pág. 81.

Para estimar el costo social de un insumo y su respectivo precio social, seguimos la misma metodología que en el apartado anterior. Debemos analizar el mercado de ese insumo, teniendo en cuenta todas sus características. Con ello vemos cuál es la situación de equilibrio sin proyecto. A continuación introducimos el proyecto, que en este caso es el comprador de una cierta cantidad del insumo por unidad de tiempo, para llegar a determinar la situación de equilibrio con proyecto.

Del análisis de los cambios en las variables reales (cantidades de insumo) surgirá el costo que tiene para el país la utilización de esa cantidad de insumo por parte del proyecto.

Para un insumo doméstico sin impuestos y subsidios véase la grafica 1.4.5, primeramente aparece el mercado del insumo y la curva de demanda del mercado coincide con el beneficio marginal social que el consumo del bien (uso del insumo) tiene para el país, y la curva de oferta del mercado coincide con el costo marginal social de producir sucesivas unidades del bien. Además, no existe impuesto ni subsidio al consumo ni a la producción del bien. El precio de demanda coincide con el de oferta y resulta un equilibrio sin proyecto en el cual la cantidad transada es  $Y_0$  y el precio  $P_0$  (punto B).

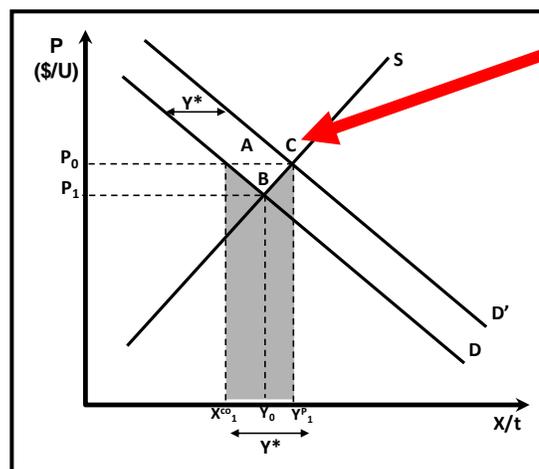


Gráfica 1.4.5 Mercado de un insumo doméstico.

Si el proyecto va a utilizar cierta cantidad  $Y^*$  de este insumo, esta cantidad se debe sumar horizontalmente a la demanda  $D$ , de tal forma que se obtiene la curva  $D'$ . Esta nueva curva es en cierto modo similar a la  $S'$  obtenida al estimar el valor social de la producción.

No es una nueva curva de demanda (se puede ver la curva  $D'$  como el resultado de sumar, a la curva de demanda  $D$ , una curva que responde a la ecuación  $Y = Y^*$ , es decir una curva vertical para esa cantidad  $Y^*$ ). Es solamente una forma de simular qué ocurrirá como consecuencia de que un proyecto utilice la cantidad  $Y^*$  de insumo. Para que  $D'$  fuera una curva de demanda deberíamos sumar, a la curva de demanda  $D$ , otra curva de demanda, la del nuevo proyecto, y ésta aún no es conocida. Simplemente estamos viendo el efecto de sumar, a la curva de demanda de los "otros", la cantidad  $Y^*$ .<sup>39</sup>

El equilibrio en la situación con proyecto se obtiene nuevamente donde la cantidad demandada es igual a la cantidad ofrecida, pero ahora teniendo en cuenta también la demanda por el nuevo proyecto. Es decir que se deben tener en cuenta la curva  $D'$  y la  $S$ . El precio es  $P_1$ , y la cantidad transada  $Y^{P_1}$  (punto C). (Véase grafica 1.4.6)



Gráfica 1.4.6 Equilibrio en la situación con proyecto.

<sup>39</sup> *Ibíd.* pág. 82



- Si aumenta la cantidad producida del insumo, habrá un mayor costo de producción debido a la utilización de recursos productivos.
- Por otra parte, otros demandantes se verán inducidos a consumir una menor cantidad del bien. Si se trata de demandantes que lo usan para consumo final, se dejan de satisfacer necesidades en forma directa. Si se trata de demandantes que utilizan el bien para producir otros bienes, dejarán de producir bienes que a su vez dejarán de ser consumidos. En consecuencia, también ello representa un costo.

Es importante notar que la utilización de  $Y^*$  (junto con los otros insumos) por parte del nuevo proyecto dará lugar a beneficios por mayor disponibilidad del bien  $X$  que va producir.

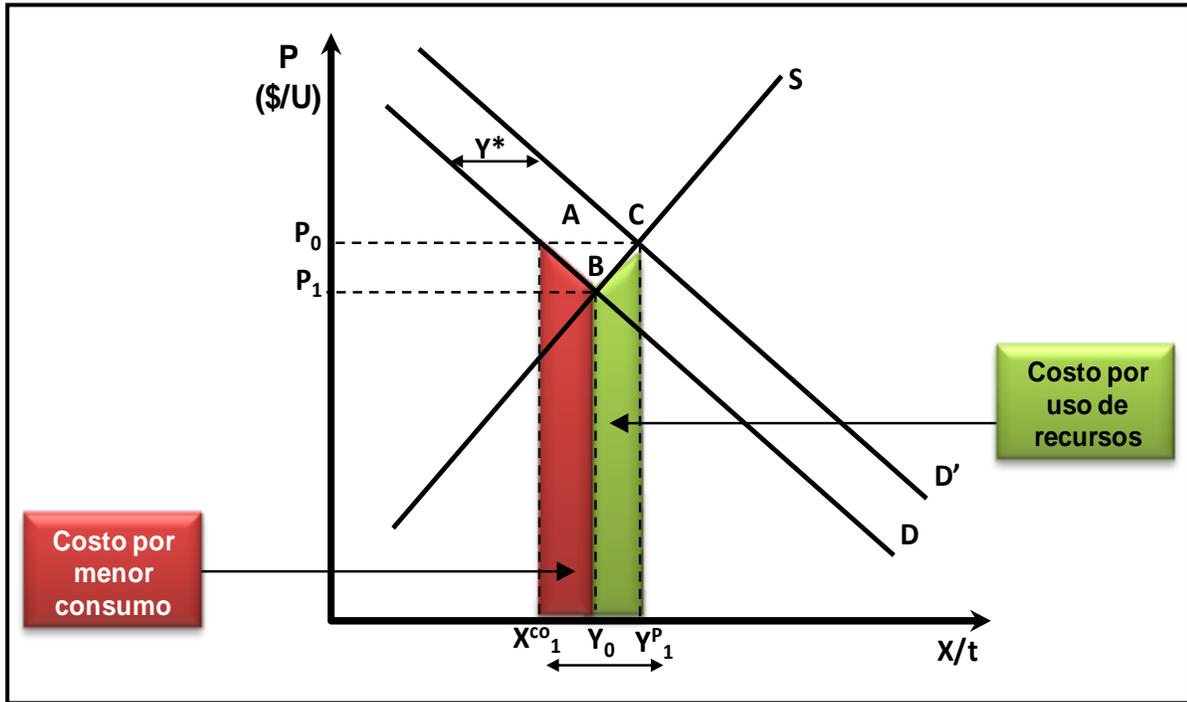
Entonces, son dos los conceptos de costo por utilizar el insumo en el proyecto: **la comunidad país pierde debido al uso de recursos para producir unidades adicionales del insumo, y debido a un menor consumo de otros demandantes.**

La **cuantificación** de estos efectos consiste en estimar en cuántas unidades aumenta la producción de  $Y$ , y en cuántas unidades disminuye el consumo de otros demandantes.

Gráficamente vemos que la producción aumenta desde  $Y_0$  hasta  $Y^p_1$ , es decir en  $(Y^p_1 - Y_0)$  unidades; el consumo de otros disminuye desde  $Y_0$  hasta  $Y^{co}$ , es decir, en  $(Y_0 - Y^{co})$  unidades. (Véase grafica 1.4.4)

El paso siguiente es la **valoración** de esas unidades. Dado que en este caso la curva de oferta refleja el costo marginal social de producir el bien, el valor de los recursos utilizados en la producción adicional es el área bajo la curva de oferta correspondiente a las unidades que se producen adicionalmente. El valor del costo por concepto de recursos utilizados es el área  $Y_0BCY^p_1$ . (Véase grafica 1.4.7)

Por otra parte, como la curva de demanda refleja el beneficio marginal social de consumir unidades adicionales del bien (insumo)<sup>41</sup>, la disminución del consumo se valora por el área bajo la curva de demanda entre  $Y^{co}$  e  $Y_0$ . El valor del costo por concepto de consumo sacrificado es el área  $Y^{co}_1ABY_0$ . (Véase grafica 1.4.8)



Gráfica 1.4.8 Costos del proyecto.

El costo social del insumo (CSY) estará dado por la suma de ambas valoraciones. Si se supone que las curvas de demanda y oferta son rectas en el tramo relevante, matemáticamente resulta:

$$CSY = Y_1^p - Y_0 \frac{P_0 + P_1}{2} + Y_0 - Y_1^{co} \frac{P_0 + P_1}{2}$$

Sacando como factor común, la semisuma de los precios, y considerando que  $Y_1^p - Y_1^{co} = Y^*$ , resulta:

$$CSY = Y^* \frac{P_0 + P_1}{2}$$

<sup>41</sup> La curva de demanda de un insumo es el valor del producto marginal obtenido por utilizar unidades adicionales, esto es, el producto marginal físico del insumo multiplicado por el precio del bien que se produce con su utilización. Ferrá, *Evaluación Socioeconómica de Proyectos...*, op.cit., pág. 83

El precio social del bien es el valor social de cada unidad, y resulta de dividir el valor social de la producción por la cantidad de **Y** que será utilizada por el proyecto, es decir:

$$P^* = \frac{P_0 + P_1}{2}$$

Es decir, es un promedio del precio sin y con proyecto. Ambos son a la vez precios de demanda y de oferta, debido a la inexistencia de impuestos o subsidios. Cuando la cantidad del insumo demandada por el proyecto es "pequeña" con relación al volumen total transado en el mercado, ambos precios son muy similares entre sí, y por lo tanto se puede afirmar que el precio social coincide con el de mercado.

Por otra parte, *el costo privado del insumo (CPY)* es el valor que el dueño del proyecto va a computar como costo en su evaluación privada del proyecto. El **CPY** es igual a la cantidad a comprar, **Y\***, multiplicada por el precio correspondiente a la situación con proyecto, que es el que va a pagar el dueño del proyecto.<sup>42</sup> Entonces:

$$CPY = Y^* P_1$$

### 1.4.3 Principios generales para la valorar beneficios y costos.

Estos principios son aplicables a todos los beneficios y costos de un proyecto, pues es necesario conocerlos para comprender la metodología a aplicar para su valoración.

En el proceso de preparación y evaluación de proyectos, muchas veces se plantean problemas relacionados con la valoración de los beneficios y de los costos que corresponde computar.

Antes de hacer la valoración, se procede a identificar los conceptos de beneficios y costos. El principio a aplicar es muy simple: los beneficios y costos

---

<sup>42</sup> *Ibíd.* pág. 84.

atribuibles a un proyecto son aquellos que ocurren en la situación con proyecto optimizada pero que no ocurren en la situación sin proyecto optimizada.<sup>43</sup>

Una vez identificados los conceptos, se deben cuantificar, es decir, determinar la cantidad de unidades físicas que corresponden a cada concepto. Luego se deben valorar esas unidades.

Para llegar a la valoración de las unidades de cada bien o servicio que será producido o utilizado por el proyecto, se utiliza el concepto de costo de oportunidad:

- a) Beneficios debidos a la producción de un bien: es lo que se gana, en unidades monetarias, por disponer de las unidades adicionales del bien o servicio que producirá el proyecto, suponiendo que ellas se utilizarán de la mejor forma posible.
- b) Costos debidos a la utilización de un recurso productivo: es lo que se pierde, en unidades monetarias, por utilizar las unidades adicionales del recurso productivo en el proyecto, suponiendo que si no fueran utilizadas en este proyecto, tendrían el mejor uso posible.

Una vez que se han estimado los valores según el criterio anterior, hay que verificar que se cumplan dos principios adicionales, aplicables a los conceptos de beneficios y costos del proyecto<sup>44</sup>:

**Beneficios: El valor asignable a un beneficio no puede ser mayor que el menor costo de obtener ese mismo beneficio por una vía alternativa.**

**Costos: El valor asignable a un costo no puede ser mayor que el menor costo de evitarlo.**

Los dos principios están relacionados con la definición de las situaciones con y sin proyecto, ambas optimizadas, es decir, con la consideración de situaciones alternativas.

---

<sup>43</sup> *Ibíd.* pág. 114.

<sup>44</sup> *Ibíd.* pág. 115.

En efecto, si un beneficio que se obtiene con un proyecto puede también obtenerse por una vía alternativa a un costo menor que el valor del beneficio, es obvio que en la situación sin proyecto conviene ejecutar esta vía alternativa, puesto que los beneficios son mayores que los costos. Entonces, ello forma parte de la situación sin proyecto optimizada, y la ejecución del proyecto en estudio lo único que logra es evitar los costos de la alternativa<sup>45</sup>.

Por otra parte, si un determinado costo atribuible a un proyecto puede ser evitado incurriendo en un costo menor a él, en la situación con proyecto conviene ejecutar las acciones para evitarlo, y en consecuencia el costo de esas acciones representará el verdadero costo ocasionado por el proyecto.

A partir de lo anterior se definen correctamente las situaciones sin y con proyecto optimizadas, en donde automáticamente se están aplicando los principios enunciados. Sin embargo, siempre resulta útil la verificación, para corroborar que han sido optimizadas ambas situaciones.

#### **1.4.4 Efectos del proyecto.**

En este apartado veremos los efectos indirectos en los proyectos así como las externalidades ocasionadas y los efectos intangibles.

##### **a) Efectos indirectos.**

Un proyecto puede afectar indirectamente los mercados de bienes relacionados (*complementarios o sustitutos*) de los que el proyecto producirá o de los que el proyecto utilizará como insumos. Como consecuencia del proyecto, las cantidades transadas en estos pueden resultar modificadas, y ello puede dar lugar a un efecto indirecto. *El efecto indirecto se define como la diferencia entre el beneficio adicional y el costo adicional en el mercado del bien relacionado* (No deben confundirse los efectos indirectos con los efectos secundarios. Estos, están asociados a los mercados de insumos utilizados por productores distintos del dueño

---

<sup>45</sup> Apuntes de las clases de Coloma Ferrá, ITAM, Marzo de 2011.

del proyecto para producir el bien **X**, y a los mercados de bienes que producen los productores que utilizan **X** como insumo. De hecho, los efectos indirectos incluyen solamente los efectos primarios, pues surgen de analizar las situaciones o medidas visibles en el mercado de bienes sustitutos o complementarios. También podríamos encontrar efectos indirectos secundarios.<sup>46</sup>

**b) Externalidades del proyecto.**

Recordemos que las externalidades ocasionadas por actividades (*consumo o producción*) de agentes económicos distintos al dueño del proyecto son tenidas en cuenta en la estimación del valor social de la producción o en la estimación del costo social de los insumos, según el caso.<sup>47</sup>

Podemos mencionar diversos ejemplos de externalidades:

- a) Emisiones de humo que contaminan el aire perjudican la salud de la población o ensucian las calles y las viviendas.
- b) Si una fábrica usa agua y en el proceso se contamina, al volcarla a un canal de riego, hace que los regantes obtengan una producción agrícola menor en cantidad y/o en calidad.
- c) La producción de miel tiene un efecto positivo sobre la calidad y cantidad de la producción de alfalfa, manzanas, etc., de los campos vecinos, debido a que las abejas polinizan las flores.
- c) Si se agrega un pozo para regar con agua subterránea en una zona donde existen otros pozos, se produce un efecto negativo, puesto que al disminuir el nivel del acuífero aumentan los costos de extracción del agua también para los dueños de los otros pozos.
- d) La construcción y operación de un oleoducto puede ocasionar daños por contaminación si se producen filtraciones.

---

<sup>46</sup> Ferrá, *Evaluación Socioeconómica de Proyectos...*, op.cit., pág. 125

<sup>47</sup> *Ibíd.* pág. 130.

Puede ocurrir que quien ocasiona el daño pague a quien se ve perjudicado con sus acciones, para compensarlo por ese costo. En el caso de ocasionar un beneficio a otros, es posible que quien da origen a ese beneficio se apropie de él a través de un cobro. En tales casos, se dice que la externalidad es internalizada, es decir, que se incorpora a los costos privados del dueño del proyecto (o a los beneficios privados, según el caso).

En la evaluación socioeconómica se pueden seguir dos criterios alternativos en cuanto a la ubicación de esos efectos, cuando existe la compensación:

- a) Incluirlos entre los costos directos (o entre los beneficios directos, si es una externalidad positiva), pues se trata de un efecto que también percibe el dueño del proyecto.*
- b) Incluirlos en el capítulo de las externalidades, aclarando que el dueño del proyecto paga (o cobra) una compensación por ellos.*

En ambos casos, sin embargo, debe quedar claro que socialmente el costo (o el beneficio) ocurre de todos modos. Es decir que el hecho de que sea compensado no quiere decir que el efecto no ocurra.

Esto implica que, aún cuando la externalidad sea internalizada, será necesario valorarla, para poder computar el verdadero costo (o el verdadero beneficio) que se ocasiona a otras actividades. La compensación debe considerarse como una mera transferencia entre dos personas, y no debe computarse a los efectos de la evaluación socioeconómica: lo que paga un individuo lo recibe otro. Lo que sí puede ser aceptable es computar el monto de la compensación como una aproximación del valor de la externalidad, si hay razones para pensar que la compensación es un buen reflejo de los costos (o beneficios) ocasionados a las otras actividades.

Distinto es el caso en el cual el dueño del proyecto lleva a cabo alguna acción para evitar la externalidad. Por ejemplo, si existe una multa por contaminar y ella es mayor que el costo de evitar el daño a terceras personas (todo en valores actuales),

el dueño del proyecto tendrá incentivos para realizar su producción con una tecnología tal que el daño a otros no ocurra.

En tal caso, la externalidad es internalizada, de modo que otras actividades (y personas) no son afectadas. Quien asume los costos es el propio dueño del proyecto. Por lo tanto, en la evaluación socioeconómica, lo correcto es incluir esos costos entre los costos directos del proyecto. El valor de la externalidad (si es negativa) será el valor del daño causado o el menor costo de evitar el daño.

*Si la externalidad es positiva, se debe aplicar el otro principio: **el valor asignable a un beneficio no puede ser mayor que el menor costo de lograr ese mismo beneficio por una vía alternativa.** El resultado de su aplicación es que el valor de una externalidad positiva será igual al valor del beneficio ocasionado o el menor costo de lograr el mismo beneficio por una vía alternativa, el menor.*<sup>48</sup>

### c) Efectos intangibles.

De acuerdo a lo ya explicado, llamamos efectos intangibles de los proyectos a aquéllos que son difíciles de valorar monetariamente. Al analizarlos, en primer lugar hay que aclarar en qué consisten, demostrar que se producen como consecuencia del proyecto, y tratar de cuantificar diversos aspectos de estos efectos, aunque no se llegue a valorarlos en términos monetarios. Esto ayudará a quien deba tomar las decisiones respecto de ejecutar o no determinados proyectos.

Por ejemplo: en ciertos casos de contaminación, resulta muy difícil valorar sus efectos. Si se piensa que no son de gran magnitud con relación al total de costos del proyecto, o que no serán importantes en la decisión de ejecutar o no el proyecto, se pueden incluir entre los efectos intangibles. En ese caso hay que explicitar cuáles son los elementos contaminantes, en qué consiste el daño, etc.

---

<sup>48</sup> *Ibíd.* pág. 132.

Ahora bien, una vez conocida la estimación del valor actual neto del proyecto desde el punto de vista socioeconómico, y con la descripción de los efectos intangibles, alguien tiene que decidir entre ejecutar o no el proyecto. Dado que una parte de los efectos no ha sido valorada monetariamente, puede haber casos en los que no es fácil la decisión.<sup>49</sup>

Una vez realizada la valoración de la metodología de la evaluación social de proyectos, paremos a estudiar los aspectos particulares de su aplicación en México, para ello mostraremos en primer lugar las dependencias encargadas de ejecutarla así como su marco normativo.

---

<sup>49</sup> *Ibid.* pág. 133.

## 1.5 La evaluación social en México.

El 11 de mayo de 1938, se inicia formalmente la evaluación social en los proyectos de inversión del gobierno federal mexicano<sup>50</sup>. En la actualidad, de acuerdo a los *Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión*, de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), la evaluación socioeconómica se entiende como la evaluación del proyecto desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto; para conocer el efecto neto de los recursos utilizados en la producción de los bienes o servicios sobre el bienestar de la sociedad.

Dicha evaluación debe incluir todos los factores del proyecto, es decir, sus costos y beneficios independientemente del agente que los enfrente. Ello implica considerar adicionalmente a los costos y beneficios monetarios, las externalidades y los efectos indirectos e intangibles que se deriven del proyecto.

### 1.5.1 La normatividad de la evaluación social en México.

En México, el órgano rector de la evaluación social en los proyectos de inversión del gobierno federal, es la SHCP, a través de la Unidad de Inversiones (UI); el fideicomiso del Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos S. N. C. (BANOBRAS), denominado Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP). Por estructura orgánica básica de la SHCP, la primera pertenece a la Subsecretaría de Egresos (SSE) y el segundo a la Subsecretaría de Hacienda y Crédito Público (SSHCP).

---

<sup>50</sup> Humberto Ponce Talancón e Isidro Rafael Flores Covarrubias, "La evaluación social en los proyectos de inversión del gobierno federal mexicano. El caso de PEMEX", en *Investigación administrativa*, México, Escuela Superior de Comercio y Administración IPN, Año 36, número 99, enero-junio, 2007, pág. 55.

- **Secretaría de Hacienda y Crédito Público.**

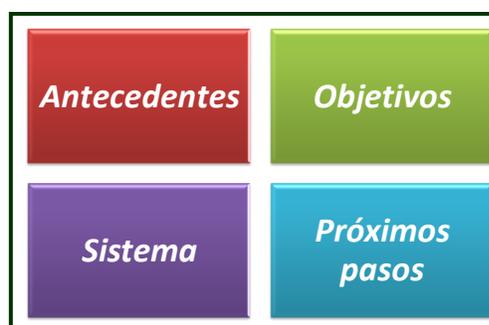
La SHCP, es el organismo del gobierno federal, responsable del establecimiento, control y seguimiento de las políticas económicas, financieras, crediticias y de recaudación.

- **Unidad de Inversiones.**

Corresponde a la UI, el control de los programas y proyectos de inversión del gobierno federal.

- **Sistema de inversión pública de la unidad de inversiones.**

El sistema de inversión pública, elaborado por la Unidad de Inversiones, está contenido en cuatro aspectos esenciales:



**Figura 1.5.1 Integración del sistema de inversión pública de la unidad de inversiones.**

En los cuales se describe la razón de ser de la evaluación social en los proyectos de inversión del gobierno federal, así como la normatividad para este efecto, contenidos fundamentalmente en los “**Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos**”<sup>51</sup>, de la SHCP, derivado de las reformas a la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria (LFPRH)<sup>52</sup> y su Reglamento,

<sup>51</sup> Diario Oficial de la Federación, Martes 18 de marzo de 2008.

<sup>52</sup> Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, última reforma publicada Diario Oficial de la Federación el 3 de diciembre de 2008.

publicadas en el Diario Oficial de la Federación (DOF) los días primero de octubre de 2007 y cinco de septiembre del mismo año, respectivamente con lo que el “Acuerdo por el que se expide el Manual de Normas Presupuestarias para la Administración Pública Federal” quedó abrogado de conformidad con el segundo transitorio de dicho Reglamento, en donde podemos resaltar los siguientes elementos:

- a) Por un lado las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal deberán presentar a la SHCP para la programación de los recursos destinados a programas y proyectos de inversión<sup>53</sup>; la evaluación costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión a su cargo, donde demuestren que dichos programas y proyectos son susceptibles de generar un beneficio social neto bajo supuestos razonables.
- b) Que de conformidad con el artículo 45 del Reglamento de la LFPRH, los programas y proyectos de inversión deberán contar con un análisis costo y beneficio, que considere las alternativas que se hayan identificado para atender una necesidad específica o solucionar la problemática de que se trate y deberá mostrar que son susceptibles de generar beneficios netos para la sociedad bajo supuestos y parámetros razonables, independientemente de su fuente de financiamiento.
- c) Que el artículo 214 del Reglamento de la LFPRH, señala que las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal que coordinen fideicomisos, mandatos o análogos, o que con cargo a su presupuesto se aporten recursos presupuestarios, y tengan por objeto realizar o financiar programas y proyectos de inversión, serán responsables de elaborar el análisis costo y beneficio para dichos programas y obtener su registro en la Cartera, de conformidad con los lineamientos que emita la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y para tales fines se define como:

---

<sup>53</sup> Artículo 34 de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.

- **Oferta:** La capacidad de producción, suministro y/o cantidad disponible de bienes o servicios.
  
- **Demanda:** Cantidad requerida de bienes o servicios.
  
- **Costo total:** La suma del monto total de inversión, los gastos de operación y mantenimiento, y otros costos y gastos asociados a los programas y proyectos de inversión.
  
- **Evaluación Financiera:** Es aquella que permite determinar si el proyecto es capaz de generar un flujo de recursos positivos para hacer frente a todas las obligaciones del proyecto y alcanzar una cierta tasa de rentabilidad esperada.
  
- **Monto total de inversión:** El total de gasto de capital que se requiere para la realización de un programa o proyecto de inversión. Incluye tanto los recursos fiscales presupuestarios y propios, como los de otras fuentes de financiamiento, tales como las aportaciones de las entidades federativas y los municipios y las de inversionistas privados, fideicomisos públicos, crédito externo, y otros.
  
- **Precios sociales:** Los valores que reflejan el costo de oportunidad para la sociedad de utilizar un bien o servicio y que pueden diferir de los precios de mercado, como por ejemplo el precio social de la mano de obra, del capital y del tiempo.

Asimismo, los proyectos de inversión se clasifican en los siguientes tipos:

**Cuadro 1.5.1 Tipos de proyectos que requieren registro en cartera de la SHCP, por tipos de obras y sectores a los que se destinan.**

Tipo de proyecto	Descripción	
	Tipo de Obra	Sectores
1. Infraestructura económica	Construcción, adquisición y ampliación de activos fijos para la producción de bienes y servicios. Infraestructura productiva de largo plazo (PIDIREGAS). Obras de rehabilitación y mantenimiento para aumentar la vida útil o la capacidad original de activos fijos.	a. Agua b. Comunicaciones y transportes c. Electricidad, d. Hidrocarburos y e. Turismo
2. Infraestructura social	Construcción, adquisición y ampliación de activos fijos.	a. Educación b. Ciencia y tecnología c. Cultura d. Deportes e. Salud f. Seguridad social g. Urbanización y vivienda h. Asistencia social
3. Infraestructura gubernamental	Construcción, adquisición y ampliación de activos fijos.	a. Seguridad nacional, b. Seguridad pública y c. Procuración de justicia d. Otros relacionados con el desarrollo económico y social, distintos de los anteriores.
4. Inmuebles	Construcción, adquisición y ampliación de inmuebles destinados a oficinas administrativas. Incluidas operaciones con el esquema de arrendamiento financiero	Gubernamental, Oficinas administrativas.
5. Otros proyectos de inversión	Cualquiera del tipo incluido en las clasificaciones anteriores.	No identificados en las clasificaciones anteriores.

Fuente: Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, Manual de Procedimiento para la Presentación y Registro de Programas y Proyectos de Inversión en la Cartera de la SHCP, Palacio Legislativo de San Lázaro, México, julio de 2010, pág. 17

Ya especificando que tipo de proyecto corresponde de acuerdo a su clasificación, sólo las entidades y dependencias gubernamentales tienen la facultad para llevar a cabo la solicitud de registro mediante el Sistema del Proceso Integral de Programación y Presupuesto (PIPP).

Por esta razón, desde la promulgación de la LFPRH y la emisión del Reglamento correspondiente los gobiernos locales que deseen obtener recursos del presupuesto federal, para financiar algún programa o proyecto de inversión en sus jurisdicciones, deben acudir ante las representaciones estatales o regionales de las dependencias o entidades gubernamentales para que a través de ellas se realice el registro correspondiente.

Sin embargo, el procedimiento a menudo es desconocido por los gobiernos locales, en especial por aquéllos que recién llegan a ocupar la titularidad de los cargos en las presidencias municipales y los gobiernos estatales; situación que ha suscitado una demanda creciente hacia los legisladores para allegarse la información relacionada con el proceso que debe cumplirse para obtener fondos destinados a los programas y proyectos de inversión (PPI) que desean impulsar<sup>54</sup>.

Asimismo también se desconoce, el tipo de análisis que hay que hacer, de acuerdo al presupuesto para ejercerlo, como se muestra en el cuadro 1.5.2.

Existen cuatro tipos de estudios requeridos básicamente: justificación económica, análisis costo- eficiencia, costo-beneficio simplificado y el análisis costo- beneficio, cada uno se realiza en consideración al monto total de la inversión que puede ir desde los 20 o superior a los 150 millones de pesos, además en el caso de los proyectos de infraestructura productiva de largo plazo, sin importar el monto total de inversión se deberá realizar un estudio costo beneficio.

---

<sup>54</sup> *Ibíd.* pág. 6

**Cuadro 1.5.2 Estudio Requerido por Monto y Tipo de PPI**

Estudio requerido	Monto total de inversión	Tipo de PPI
Justificación económica	Hasta 20 millones de pesos	i. Programas y proyectos de inversión
	Hasta 50 millones de pesos	ii. Programas de adquisiciones
	Menores a 150 millones de pesos	iii. Programas de mantenimiento
	Sin importar el monto total de inversión	iv. Estudios de preinversión
Análisis costo-eficiencia	Sin importar el monto total de inversión pero cuyos beneficios no sean cuantificables	i. Programas y proyectos de inversión.
	Sin importar el monto total de inversión pero cuyos beneficios sean difíciles de cuantificar; no generan un ingreso o un ahorro monetario y se carezca de información para hacer una evaluación adecuada de los beneficios no monetarios.	ii. Programas y proyectos de inversión
	Sin importar el monto total de inversión	iii. Programas y proyectos de inversión relacionados a la seguridad nacional
	Mayor a 20 millones de pesos y hasta 150 millones de pesos.	iv. Proyectos de infraestructura social y gubernamental
	Mayor a 150 millones de pesos	v. Programas de mantenimiento
Costo-beneficio simplificado	Mayor a 20 millones de pesos y hasta 150 millones de pesos	i. Programas y proyectos de inversión.
	Mayor a 50 millones de pesos.	ii. Programas de adquisiciones para la compra de bienes muebles: vehículos, mobiliario para oficinas, bienes informáticos y equipo diverso, entre otros. No asociados a proyectos de inversión.
	Mayor a 20 millones de pesos	iii. Programas de inversión que impliquen erogaciones de gasto de capital diferentes de programas de adquisiciones, mantenimiento y estudios de inversión.
Análisis costo-beneficio	Mayor a 150 millones de pesos	i. Programas y proyectos de inversión
	Sin importar el monto total de inversión	ii. Proyectos de infraestructura productiva de largo plazo
	Sin importar el monto total de inversión	iii. Programas y proyectos de inversión que determine la SHCP, a través de su Unidad de Inversiones.

Fuente: Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, Manual de Procedimiento para la Presentación y Registro de Programas y Proyectos de Inversión en la Cartera de la SHCP, Palacio Legislativo de San Lázaro, México, julio de 2010, pág. 29.

Al respecto, las dependencias responsables de conducir la evaluación social en México deben considerar en primer término que tipo de proyecto corresponde y de acuerdo al monto a ejercer tipificar el tipo de análisis, cada análisis, debe de contener los elementos necesarios propios de una evaluación social.

En primer lugar, es necesario tener claro cuál es el problema a resolver o la necesidad a satisfacer, de ahí surgen las posibles soluciones. Un error muy común en la formulación y evaluación de proyectos consiste en comenzar estudiando la conveniencia de ejecutar una obra; pero en muchos casos esa no es la mejor solución al problema; aún más, a veces ni siquiera es una solución.<sup>55</sup>

Luego es necesario definir la situación sin proyecto optimizada y la situación con proyecto (con sus diversas alternativas). Esto es de gran importancia debido a que de la comparación de ambas situaciones surgen los beneficios y costos del proyecto. Si se compara la situación con proyecto con la situación sin proyecto sin optimizar, se corre el riesgo de atribuir al proyecto, beneficios que no le corresponden, debido a que esos mismos beneficios podrían ser conseguidos sin realizar la inversión. La consideración de varias alternativas de proyecto permitirá optimizar la situación con proyecto.

Una vez definidas las situaciones con y sin proyecto (optimizadas) es posible identificar los beneficios y costos del proyecto (para cada una de sus alternativas). Esto consiste en explicar conceptualmente cuáles son los beneficios y los costos del proyecto.

Cuando se tienen claros los conceptos de los beneficios y costos del proyecto, es posible cuantificarlos, *no tiene sentido cuantificar antes de tener el concepto de lo que se va a cuantificar*. Una vez cuantificado, se pueden asignar valores monetarios a esas cantidades.

Finalmente, conocidas las estimaciones de los beneficios y costos del proyecto, cada uno ubicado en el momento en que se espera que ocurra, se calculan los indicadores VPN TRI y TIR del proyecto.

---

<sup>55</sup> Ferrá, *Evaluación Socioeconómica de Proyectos...*, op.cit., pág. 11.

Es conveniente notar que los valores a asignar a cada uno de los beneficios y costos del proyecto se determinan aplicando el concepto de *costo de oportunidad o costo alternativo*. El costo de oportunidad<sup>56</sup> tal como lo habíamos explicado en el apartado anterior, es el costo económico de los recursos. En este sentido, lo importante para determinar el costo de un recurso productivo, es conocer cuáles son las alternativas de utilización de ese recurso. Si no se utilizara en el proyecto que se está analizando, se usaría en la mejor de esas alternativas. Por lo tanto, al utilizarlo en el proyecto, se está dejando de usarlo en esa mejor alternativa y se está perdiendo el beneficio que ella implica<sup>57</sup>.

En cuanto a los beneficios, el valor asignable a un bien que el proyecto producirá es lo que se gana por el hecho de disponer de cierta cantidad de unidades adicionales del bien, suponiendo que se utilizará el bien en la mejor forma posible. Es decir que también en el caso de los beneficios es necesario analizar las alternativas de uso de los bienes que producirá el proyecto y elegir el mejor. Es importante mencionar que todos los elementos anteriormente descritos se denominan principios de la evaluación social y su aplicación particular en nuestro país, como habíamos comentado está contenida en los “*Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos*” de la SHCP<sup>58</sup>. Ahora bien, de acuerdo a estos lineamientos, el CEPEP ha realizado metodologías particulares para distintos tipos de proyectos que permiten llevar a cabo los análisis costo beneficio a través del método de la evaluación social.

Al respecto, en el capítulo siguiente se explicará a profundidad la metodología de la evaluación social aplicada a proyectos de agua potable y la compararemos en la parte de los beneficios con la elaborada por la Comisión Nacional del Agua.

---

<sup>56</sup> Como concepto general, se puede decir que el costo de oportunidad de utilizar un recurso productivo en un determinado proyecto es el valor de lo que se pierde por no utilizarlo en la mejor alternativa disponible fuera del proyecto. De ahí que se le llama también costo alternativo.

<sup>57</sup> *Ibíd.* pág. 14

<sup>58</sup> Diario Oficial de la Federación, martes 18 de marzo de 2018.

---

# ***Capítulo II***

## **Metodología para determinar los costos y beneficios en proyectos de agua potable en México**

*En este capítulo, se desarrollará la metodología de la evaluación social en proyectos de agua potable. Para ello se considerarán los antecedentes institucionales de la administración del agua potable en nuestro país, resaltando el surgimiento de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y los organismos operadores, así como su vinculación a las metodologías de evaluación.*

*Además, definiremos los elementos que integran los sistemas de agua potable, desde el subsistema de captación y tratamiento de agua potable, el subsistema de distribución de agua potable y el subsistema intradomiciliario.*

*Posteriormente detallaremos la metodología de evaluación social en proyectos de agua potable desarrollada por el Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP), la cual se integra por: la situación sin proyecto y posibles soluciones, la descripción del proyecto, la situación con proyecto, la evaluación del proyecto, el análisis de sensibilidad y riesgo y las conclusiones.*

*Finalmente, incluiremos la metodología elaborada por la CONAGUA y la compararemos con la elaborada por el CEPEP, esta última contrasta en los beneficios atribuibles al proyecto, ya que considera los beneficios por liberación de recursos, mayor consumo de agua y disminución de enfermedades de origen hídrico, mientras que la CONAGUA además de lo anterior, considera también los beneficios por la disminución del consumo de agua en pipas, ahorro en tiempo por acarreo de agua, ahorro de recursos por la disminución del consumo de agua de garrafón, liberación de recursos por la construcción y operación de cisternas y la liberación de recursos por extraer agua subterránea, entre otros.*

## 2.1 Antecedentes.

El suministro de agua potable se ha vuelto una prioridad para las ciudades mexicanas. Las poblaciones que tuvieron un acelerado crecimiento demográfico a partir de los cincuenta requieren actualmente el reemplazo de su vieja infraestructura de distribución. Además, el crecimiento de la población urbana ubicada en regiones áridas y semiáridas del norte y centro del país parece acercarse aceleradamente a los límites de la disponibilidad del recurso, si es que no lo han rebasado ya. Ante esta situación en las últimas dos décadas, se ha impulsado la reestructuración institucional de los organismos operadores y se ha replanteado el contenido de la política hidráulica en las ciudades<sup>59</sup>.

El 16 de enero de 1989, el presidente Carlos Salinas creó la CONAGUA con el encargo de diseñar una política en esta materia más consistente, coherente y adecuada a los lineamientos de redimensionamiento del Estado e impulso los mecanismos regulatorios propios del libre mercado. La CONAGUA surgió como un organismo descentralizado responsable de las grandes obras hidráulicas; además estaba encargada de la regulación de los distritos de riego administrados por consejos de usuarios y de los sistemas de agua potable manejados por los estados y municipios. La principal innovación consistió en la asignación del servicio a organismos especializados en su operación con autonomía administrativa y autosuficiencia financiera. Estos organismos podían estar adscritos indistintamente a la administración pública estatal o a la municipal, pero tenían una clara orientación empresarial y mercantil<sup>60</sup>.

---

<sup>59</sup> Nicolás, Pineda Pablos, "La política urbana de agua potable en México: del centralismo y los subsidios a la municipalización, la autosuficiencia y la privatización", en *Región y Sociedad*, México, El Colegio de Sonora, 2002, Vol. XIV, Núm. 24, pp. 42-43

<sup>60</sup> Con el propósito de sacarle la vuelta a las restricciones a la participación privada estipuladas por el artículo constitucional 27 y la Ley de Aguas Nacionales de 1972, así como para facilitar la participación del sector privado en el servicio, el primero de diciembre de 1992 se aprobó la nueva Ley de Aguas Nacionales a fin de regular el artículo 27. De este modo, aunque el artículo constitucional no fue modificado y, por lo tanto, la Constitución de la República conservó en materia de recursos hidráulicos el principio de su propiedad original de la nación y la tendencia estatista en cuanto a su planeación, la ley de 1992 tuvo el propósito explícito de fortalecer la concesión de derechos de uso y favorecer la administración privada del agua. Entre los instrumentos que se establecieron, se encuentran una mayor participación de los usuarios en el diseño de las políticas

A fin de apoyar la transformación dentro del sector, la CONAGUA, a través de la Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento, brinda entre otras funciones asistencia técnica a los organismos operadores de agua potable y saneamiento del país con el fin de cumplir con la normatividad establecida por la SHCP y BANOBRAS para el otorgamiento de recursos federales a los estados y municipios.

Entre los requisitos señalados para algunos proyectos de inversión y programas como el de Agua Potable y Alcantarillado en Zonas Urbanas (APAZU), Modernización de Organismos Operadores de Agua (PROMAGUA) y Protección a Centros de Población (PCP), se encuentra la realización de un estudio costo-beneficio a través de la técnica de evaluación socioeconómica que demuestre de acuerdo al artículo 34 de la Ley Federal de presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, el incremento en el beneficio social, observando principalmente los criterios correspondientes a la reducción de la pobreza extrema y al desarrollo regional, entre otros.

Para ello fueron generadas una serie de metodologías por parte de CONAGUA y el CEPEP<sup>61</sup>, la cuales se concibieron como documentos de consulta que tienen como objetivo difundir los lineamientos para realizar la evaluación socioeconómica de diferentes proyectos de agua potable, alcantarillado, saneamiento y protección a centros de población, así como exponer conceptos y guías generales de utilidad para toda persona interesada en el tema, es este capítulo se expondrá la referente a proyectos de agua potable, sin embargo es necesario antes definir los aspectos generales que incluyen un sistema de agua potable.

---

regionales y locales, una sola autoridad federal a cargo del agua y una mayor certeza legal en los derechos del recurso de manera que las entidades privadas pudieran planear estratégicamente sus actividades a largo plazo. Con el objeto de hacer enteramente viable la opción de la participación privada en el nivel local, la CONAGUA promovió entre los estados la promulgación de reformas legales para armonizar las leyes con la nueva política federal. Véase: Andrés Roemer, *Derecho y economía: Políticas públicas del agua*, México, Centro de Investigación y Docencia Económicas, Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, Miguel Ángel Porrúa Editor, 1997, pág. 120.

<sup>61</sup> Cabe resaltar que las metodologías que utiliza el CEPEP y CONAGUA están basadas en la Metodología para la Preparación y Evaluación de Proyectos de agua Potable. Ministerio de Planificación y Cooperación (MIDEPLAN). División de Planificación, Estudios e Inversión de Chile. Disponible [http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/documentos/Metodologias/me\\_agua\\_potable.pdf](http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/documentos/Metodologias/me_agua_potable.pdf) Consultado el: 02/10/2011.

## 2.2 Aspectos generales de los sistemas de agua potable.

Se denomina sistema de abastecimiento de agua potable al conjunto de obras de captación, tratamiento, conducción, regulación, distribución y suministro intradomiciliario de agua potable. Un sistema de abastecimiento de agua potable se puede subdividir en tres subsistemas<sup>62</sup>:

**Cuadro 2.1.1. Descripción del sistema de agua potable.**

Tipo	Descripción
Subsistema de captación y tratamiento de agua potable	Corresponde al sistema de producción y consiste en captar agua cruda desde las fuentes de la naturaleza, sean éstas superficiales o subterráneas y conducirla mediante gravedad o impulsión hacia la Planta de Tratamiento, o directamente al sistema de distribución cuando el agua cruda no requiere tratamiento y sólo cloración. En la Planta de Tratamiento se realiza el proceso de potabilización del agua cruda mediante procesos mecánicos y químicos, entregando como producto de salida, agua potable.
Subsistema de distribución de agua potable	Consiste en portear el agua potable desde la planta de tratamiento por medio de conducciones y entregarla en la entrada de la casa o del usuario, (antes del medidor) mediante una red de tuberías. Este sistema comprende conducciones, red de tuberías de distinto diámetro y plantas de elevación de ser requerida la impulsión.
Subsistema intradomiciliario	Son las obras destinadas a conducir el agua potable desde la entrada de la casa o industria hasta los artefactos sanitarios ubicados en su interior. Se compone del arranque y medidor más todas las instalaciones interiores. Estas inversiones normalmente son pagadas por el usuario directamente a la compañía de agua potable y no a través de la tarifa.

Fuente: Elaboración propia con datos de: CEPEP, *Guía general para la preparación y presentación de estudios de evaluación socioeconómica de proyectos de agua potable urbana*, México, 2006. pág. 4

<sup>62</sup> Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), *Metodologías de Evaluación Socioeconómica para Proyectos de Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento y Protección a Centros de Población*, México, 2008, Pág. 23

Asimismo, se integran por las captaciones (subterráneas o superficiales), las plantas elevadoras así como las plantas de tratamiento, las conducciones (impulsiones o aducciones), estanques de regulación, matrices, redes y conexiones domiciliarias.

Una vez realizadas estas precisiones generales sobre los sistemas de agua potable, desarrollaremos las metodologías que se han generado para evaluar proyectos de agua potable, es decir la del CEPEP y la de CONAGUA.

## **2.3 Metodología de proyectos de agua potable.**

De acuerdo al CEPEP para evaluar un proyecto de agua potable hay que cumplir con las siguientes especificaciones: resumen ejecutivo, situación sin proyecto y posibles soluciones, descripción del proyecto, situación con proyecto, evaluación del proyecto, análisis de sensibilidad y riesgos y conclusiones.<sup>63</sup> Veamos a que se refieren cada uno de estos elementos.

### **2.3.1 Resumen ejecutivo.**

Consiste en elaborar una sección introductoria del proyecto, a través de un resumen conciso de los principales objetivos y recomendaciones presentados en el mismo.<sup>64</sup>

### **2.3.2 Situación sin proyecto y posibles soluciones.**

Para detallar la situación sin proyecto y posibles soluciones, se deberá describir la problemática que da origen al proyecto, independientemente del tipo de proyecto de agua potable que se desee evaluar (ampliación del servicio, mejoramiento o reposición del sistema), asimismo, en este apartado se deberá presentar una descripción de las características y condiciones en las que la población se abastece de agua potable.<sup>65</sup>

Además se presentan, los costos de operación y mantenimiento del sistema actual, las fuentes de abastecimiento con las que se cuenta y los elementos que conforman el sistema de abastecimiento como son: las obras de captación (superficiales y/o subterráneas), conducción, tratamiento (potabilización en su caso), regulación, distribución y red intradomiciliaria; también se deberá mencionar la

---

<sup>63</sup> Véase Capítulo 1, apartado 1.6, aplicación de los principios de la evaluación social de proyectos en México.

<sup>64</sup> Para este apartado tomamos en cuenta la *Guía Metodológica General de Preparación y Presentación de Estudios de Proyectos de Inversión Pública* publicada por el CEPEP en su página de Internet: <http://www.cepep.gob.mx>. Consultado el: 02/10/2011.

<sup>65</sup> Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP), *Guía general para la preparación y presentación de estudios de evaluación socioeconómica de proyectos de agua potable urbana*, México, 2006. pág. 4

calidad del agua que se extrae y se entrega a la población, así como sus características respecto a presión y si acaso existe tandeo (en cuyo caso deberá señalarse los días y horas de entrega normal). De esta forma, dicha situación, se integra de los siguientes apartados.



**Figura 2.3.1 Elementos de la situación sin proyecto y posibles soluciones.**

### 2.3.2.1 Objetivo del estudio.

En este apartado, se deberá mencionar el alcance del estudio; es decir, si la evaluación se realizará a nivel de perfil, prefactibilidad o factibilidad. Asimismo, deberá indicarse si es posible aplicar el principio de separabilidad de proyectos<sup>66</sup>.

Debido a que los proyectos de agua potable en términos generales tienen beneficios netos crecientes, el criterio de evaluación para determinar la conveniencia de llevar a cabo la ejecución del proyecto, será la tasa de rentabilidad inmediata (TRI), la cual indica el momento óptimo de entrada en operación del proyecto propuesto, así como el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de rendimiento (TIR).

<sup>66</sup> *Ibíd.* pág. 5.

### 2.3.2.2 Situación sin proyecto.

Con la finalidad de no atribuirle al proyecto costos y beneficios de manera ilegítima, se deberán identificar y calcular el efecto de las *medidas de optimización* de la situación actual y asegurarse que éstas sean de *bajo costo de inversión*<sup>67</sup>, para mejorar o restituir el nivel de servicio para el cual fueron diseñados los equipos y componentes del sistema existente, así como las medidas administrativas que pudieran ser modificadas para obtener una mejora en el funcionamiento del sistema.

En la medida que el diagnóstico de la situación actual sea claro y se conozcan los verdaderos problemas que se enfrentan, se facilitará la identificación, cuantificación y valoración de las posibles medidas de optimización que se deberán de llevar a cabo para mejorar la situación actual.

Asimismo, se deberán mencionar las características físicas de los componentes del sistema de abastecimiento de agua, desde las fuentes de captación de agua potable hasta su llegada a la toma domiciliaria<sup>68</sup>. También deberá señalarse el nivel de pérdidas del sistema, desglosándolo por componente, conducción y distribución principalmente.

Y mencionar el esquema tarifario que se tiene implementado, así como los consumos promedio por tipo de usuario y las tarifas que pagan.

Dependiendo de las condiciones de los diferentes componentes del sistema de agua potable, las “medidas de optimización” sugeridas podrían ser de manera enunciativa más no limitativa. (Ver figura 2.3.2)

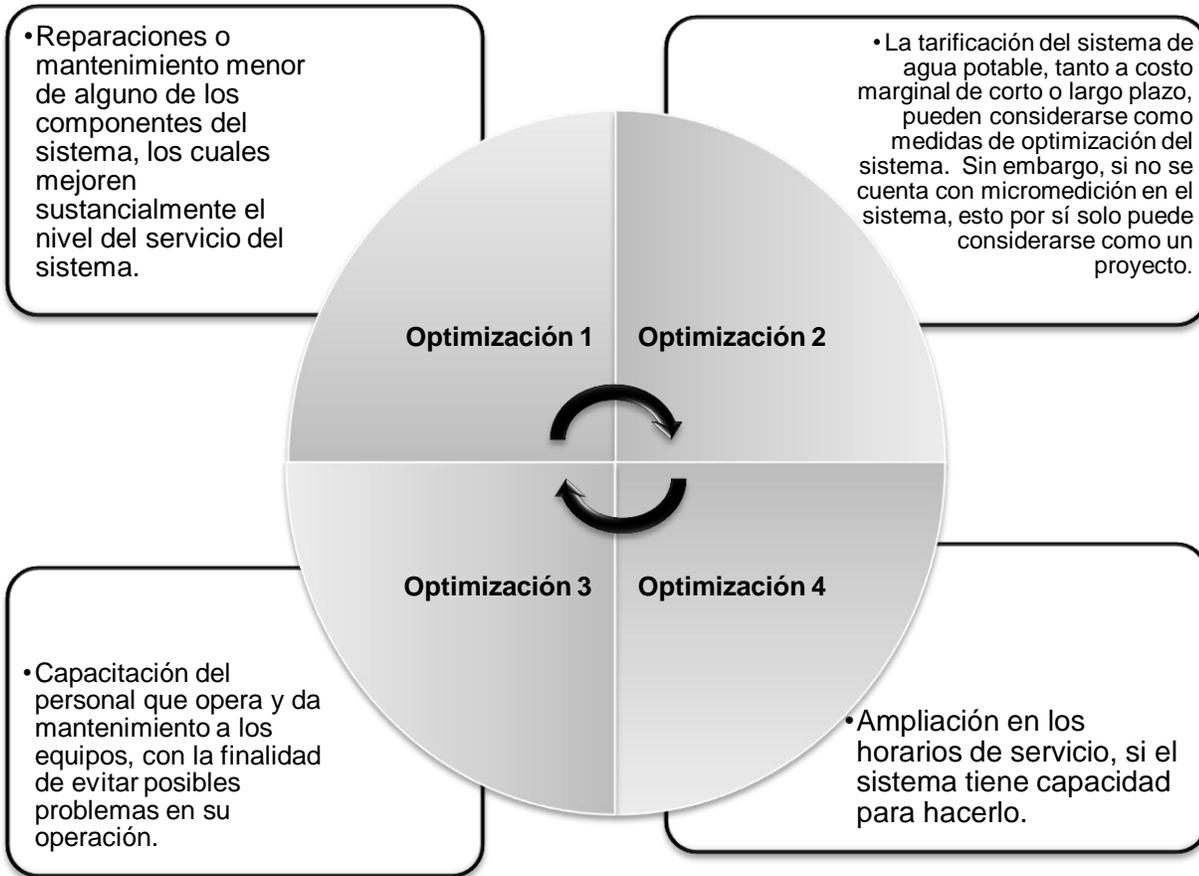
Una vez consideradas las optimizaciones a la situación actual, se deberán tomar en cuenta los posibles efectos del proyecto durante el horizonte de evaluación. Posteriormente, se deberá de proyectar esta situación durante el horizonte de evaluación, con la finalidad de definir la situación base optimizada (o

---

<sup>67</sup> Este monto generalmente no debe exceder el 5% del monto de inversión del proyecto propuesto.

<sup>68</sup> En esta parte se recomienda mencionar si se cuenta con sistema de drenaje y las coberturas que se tienen en la población atendida.

situación sin proyecto), que es la que se comparará con la situación con proyecto, para fines de evaluación.



**Figura 2.3.2. Optimizaciones aplicables a proyectos de agua potable.**

La tarificación del servicio de agua potable, ya sea mediante el enfoque de costo marginal de corto plazo o de largo plazo, es una medida de optimización del servicio, la cual sin duda alguna no puede pasarse por alto cuando se está llevando a cabo un estudio de evaluación de un proyecto de agua potable.

### 2.3.2.3 Estimación de la demanda.

La estimación de la demanda de agua es la base para estimar los beneficios sociales<sup>69</sup> de los proyectos y para llevar a cabo la estimación de la demanda de agua de la población atendida por el sistema (usuarios domésticos y no domésticos), se debe realizar una clasificación de los tipos de usuarios que son atendidos y que se verán afectados por el proyecto. Los usuarios domésticos representan la mayor parte de los beneficios del proyecto y para la mayoría de los casos, entre el setenta y noventa y cinco por ciento del total de los usuarios. Por esta razón, estimar la demanda de este sector es fundamental en la evaluación de cualquier proyecto.

Asimismo, los usuarios domésticos deben de clasificarse de acuerdo a su nivel socioeconómico. El nivel socioeconómico en la mayoría de los casos determina los diferentes usos que tiene el agua para los usuarios domésticos. Adicional a los usos básicos que se le da al agua (para beber, bañarse, lavar ropa, platos, y utensilios de cocina, etcétera), el nivel socioeconómico determina otros usos, como son, el riego de plantas y jardines, llenado de alberca, etcétera; lo que puede hacer muy diferentes los consumos.

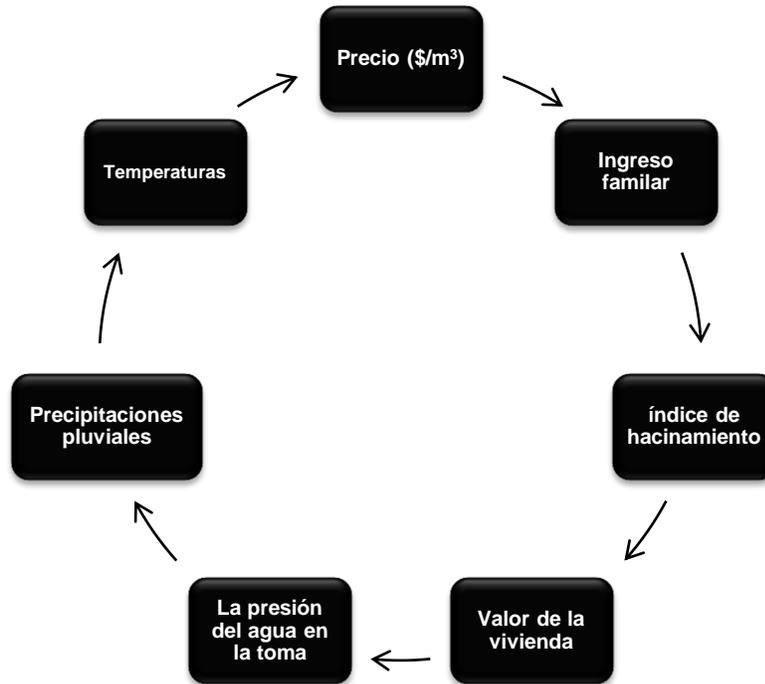
Según estudios estadísticos, los estratos socioeconómicos más altos en términos generales consumen más agua y adicionalmente presentan una elasticidad-precio de su demanda, más alta que los usuarios domésticos de menor ingreso.<sup>70</sup>

---

<sup>69</sup> De acuerdo a la metodología de evaluación socioeconómica de proyectos de agua potable y desagües cloacales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Noreste de Argentina, los métodos que se han utilizado usualmente en los proyectos de agua potable para la valoración de beneficios sociales son: el **Método de Valoración Contingente** el cual consiste en realizar encuestas domiciliarias con el objeto de determinar la disposición a pagar por la mejora del servicio de agua potable, **Método de los Precios Hedónicos** consiste en determinar los beneficios sociales analizando el incremento de valor que adquieren las propiedades afectadas por el proyecto y el **Método de Beneficios y Costos Marginales**, disponible en: <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/cyt2006/07-Tecnologicas/2006-T-010.pdf>. Consultado el 02/10/2011. Cabe resaltar que el método de Beneficios y Costos Marginales se aplica a los proyectos de agua potable en el país y es recomendado por BANOBRAS, CEPEP y CONAGUA.

<sup>70</sup> (CEPEP), *Guía general para la preparación y presentación de estudios de evaluación socioeconómica...*, op.cit., pág. 6.

La demanda de usuarios domésticos depende de diferentes factores, como son:



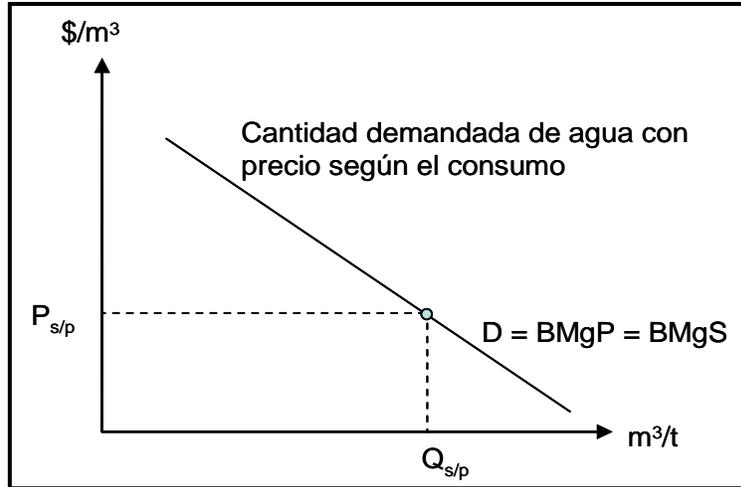
**Figura 2.3.3. Factores de la demanda de agua potable.**

En la práctica, lo que se recomienda es agrupar en conjuntos homogéneos a la población desde el punto de vista socioeconómico; que tengan servicio continuo de agua potable y tengan micro-medición confiable, *lo que nos conduce a tener un punto de su demanda*, tanto para aquellos que pagan cuota fija, como para aquellos que se les cobra de acuerdo al consumo<sup>71</sup>.

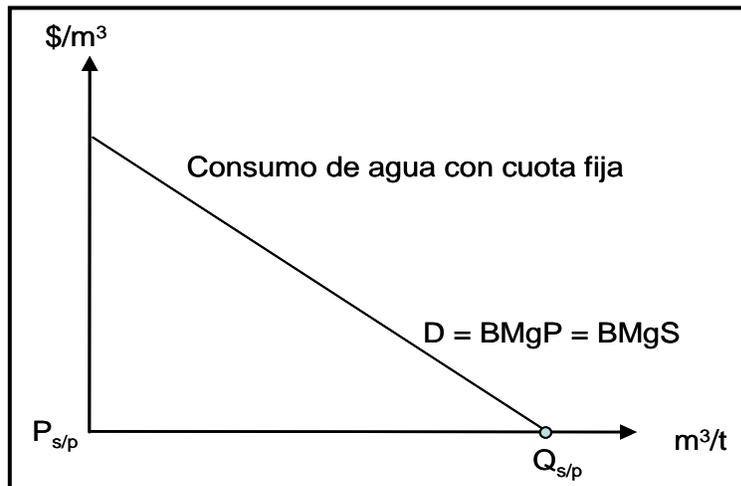
En las gráficas 2.3.1 y 2.3.2 se muestra un punto de la curva de demanda de este tipo de usuarios, con servicio continuo y micro-medición funcionando, los cuales consumen una cantidad  $Q_0$  agua a un precio  $P_0$ , en cierto periodo ( $t$ ). Cabe aclarar que en la gráfica 2.3.2, se muestra el consumo de agua en la situación sin proyecto de un usuario que a pesar de que pueda contar con micro-medición se le cobra cuota fija (donde el costo marginal es de  $\$0/m^3$ ).<sup>72</sup>

<sup>71</sup> Llevar a cabo un estudio de esta naturaleza puede ser costoso y complicado, por la falta de información estadísticamente confiable.

<sup>72</sup> *Ibíd.*, pág. 7

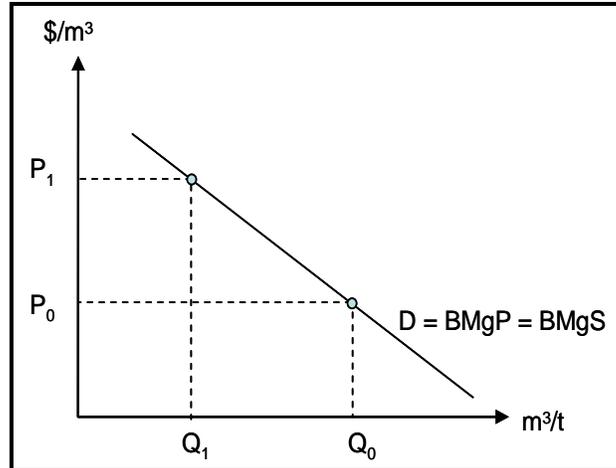


**Gráfica 2.3.1. Precio y consumo de agua en la situación sin proyecto.**



**Gráfica 2.3.2. Consumo de agua en la situación sin proyecto (cuota fija).**

Para este mismo tipo de usuarios, se debe identificar otro grupo que tengan las mismas condiciones socioeconómicas, pero que se abastezcan de otro medio, como puede ser de agua en camión-cisterna (pipas). Mediante encuestas se puede investigar cual el consumo de estos usuarios y su precio implícito ( $\$/m^3$ ), con lo cual se estaría obteniendo otro punto de la misma curva de demanda ( $P_1$  y  $Q_1$ ), tal como se muestra en la gráfica 2.3.3.



**Gráfica 2.3.3. Estimación de otro punto de la demanda.**

Conociendo estos dos puntos se puede obtener una curva simplificada de demanda de estos usuarios, uniéndolos con una línea recta. Sin embargo, si no es posible obtener los dos puntos de la curva, para cada uno de los grupos de acuerdo al nivel socioeconómico, tal como se mencionó, se puede utilizar la curva con elasticidad-precio constante, que de acuerdo al estudio *“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”* de la CONAGUA, en el cual se clasifica a los usuarios en domésticos y no domésticos, y estima curvas de elasticidad - precio constantes, para cada tipo de usuario y para las 6 regiones en las que divide al país.<sup>73</sup>

Un primer problema con ese enfoque es el supuesto de que la elasticidad – precio es constante, lo cual generalmente no es cierto. Otro defecto de este tipo de curvas es que supone que si un usuario tiene servicio continuo y paga cuota fija, la cantidad demandada por éste es infinito, pues la curva nunca se intercepta con el eje de las cantidades ( $m^3/t$ ) cuando el precio es de  $\$0/m^3$ .

Otro factor importante en la estimación de la demanda de agua potable, es la estacionalidad que puede presentarse a lo largo del año, esto es, los cambios que tiene la demanda por agua como resultado de diferentes temperaturas,

<sup>73</sup> *Ibíd.*, pág. 8

precipitaciones pluviales, costumbres, etcétera. Esto se debe de considerar, para estimar, en su caso diferentes curvas de demanda a lo largo del año.

#### 2.3.2.4 Estimación de la oferta.

La estimación de la oferta es fundamental para poder valuar los costos de abastecimiento de agua potable.

Para esto se tienen que conocer los costos por cada una de las fuentes de abastecimiento, conducción, sistema de tratamiento o potabilización, así como la distribución del agua.

Asimismo, se tiene que identificar los niveles de pérdidas en cada uno de estos sistemas, ***ya que la oferta de agua, no es la cantidad de agua que se extrae, sino la que se entrega a los diferentes usuarios del sistema.***

También se debe identificar la capacidad máxima de oferta que el sistema tiene, y si ésta varía a lo largo del año. En términos generales, la oferta tiene que estimarse para periodos de lluvia y estiaje.<sup>74</sup>

En este apartado, sólo se deben incluir los costos variables del sistema, ya que los costos fijos del mismo, no dependen del nivel de producción.

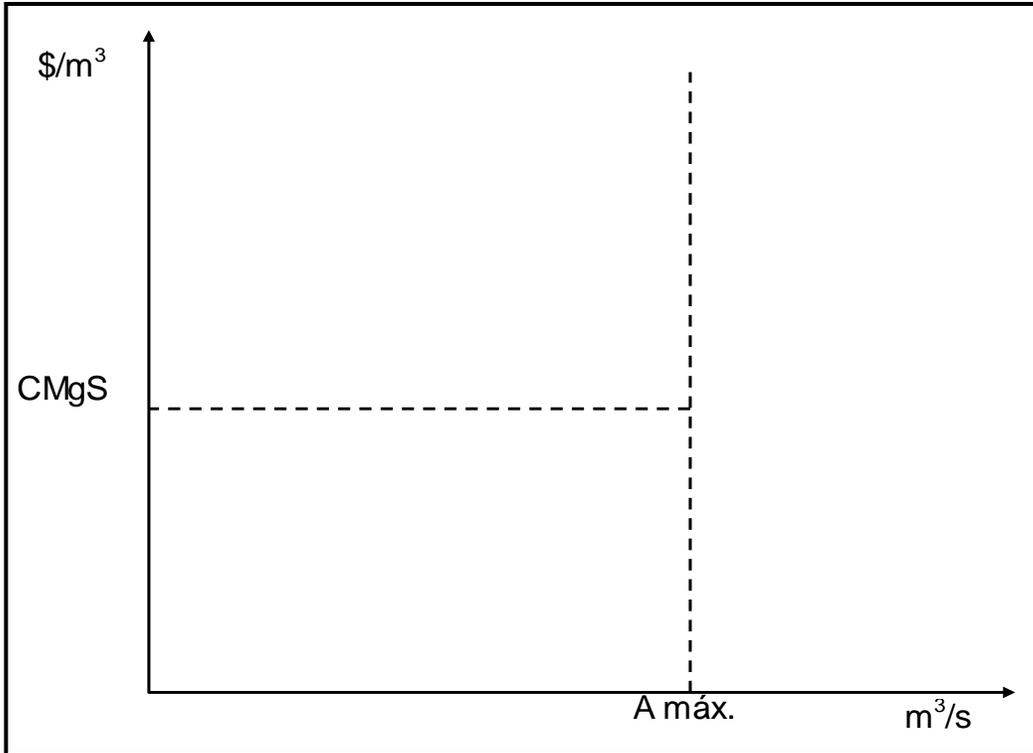
Entre los costos más importantes en que se incurre para el abastecimiento de agua a la población son: *energía eléctrica, costo de oportunidad del agua, costos de operación de equipos y su mantenimiento, químicos para su tratamiento y costos del personal en operación.*

En la siguiente gráfica se puede apreciar el ejemplo de cómo se incluyen los costos a través del costo marginal social,<sup>75</sup> en pesos por metro cúbico a una oferta máxima.

---

<sup>74</sup> Se denomina así a la disminución de los caudales de los cursos fluviales durante las épocas secas debido a la escasez de precipitaciones.

<sup>75</sup> El CMgS es el cambio en el costo total que surge cuando la cantidad producida aumenta una unidad extra, es decir, el incremento del costo total que supone la producción adicional de un determinado bien, y es social, en el sentido de lo que a la sociedad le cuesta esa unidad.



**Gráfica 2.3.4 Ejemplo de oferta.**

### 2.3.3 Descripción del Proyecto

En este apartado se deberá de especificar el tipo de proyecto que se propone, así como describirlo física y operativamente <sup>76</sup>, considerando los siguientes elementos:

#### a) Tipos de proyectos

En el caso de proyectos de abastecimiento de agua potable, existen varios tipos de proyectos, como pueden ser:

<sup>76</sup> Se deberá de incluir una descripción del proyecto como se menciona en “Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión” publicados en la página de Internet de la SHCP citada anteriormente, <http://www.shcp.gob.mx/> Consultada el 02/10/2011.

**Cuadro 2.3.1. Tipos de proyectos de agua potable.**

Tipo	Descripción
Instalación del servicio	Este tipo de proyecto se refiere a la construcción de un sistema de abastecimiento colectivo (puede ser la extensión a una zona urbana nueva o la instalación del servicio en una zona rural). Para este tipo de proyectos se deberá de consultar la “Guía general para la preparación y presentación de estudios de evaluación socioeconómica de proyectos de dotación del servicio de agua potable rural”, que se publica por separado en la página del CEPEP.
Ampliación de la oferta	Los proyectos de ampliación de la oferta se derivan del crecimiento de la demanda de agua potable por parte de los usuarios. Este crecimiento de la demanda en términos generales implica ampliaciones en la captación, conducción, tratamiento, distribución y conexiones domiciliarias, dependiendo de la(s) restricción(es) que el sistema presente.
De mejoramiento del servicio	Los proyectos de mejoramiento se refieren a mejorar las características del servicio como pueden ser la presión y continuidad, así como la calidad del agua misma. También se incluyen en este tipo de proyectos la disminución de pérdidas físicas y/o comerciales. Al reducir las pérdidas (físicas y comerciales) del sistema, se contribuye al aumento de la oferta. Estos proyectos se pueden referir también al mejoramiento de las redes de distribución mediante su sectorización y/o construcción de tanques de regulación, con lo que se mejora la presión con la que se entrega el agua, así como la construcción de plantas de potabilización del agua, con las que se mejora su calidad.
Reposición del sistema	Este tipo de proyectos se lleva a cabo cuando los componentes del sistema han llegado al límite de su vida útil y es conveniente su reemplazo. Pueden comprender desde la captación hasta la red de distribución del sistema. A manera de ejemplo, las redes de distribución del centro de las ciudades antiguas, por lo general tienen un nivel de pérdidas alto lo que podría suponer que la reposición de éstas sería una alternativa de proyecto a evaluarse.

Fuente: Elaboración propia con datos de: CEPEP, *Guía general para la preparación y presentación de estudios de evaluación socioeconómica de proyectos de agua potable urbana*, México, 2006. pág. 11

Adicionalmente se deberá de mencionar la información siguiente:

- Origen de los materiales: nacional o importado (en este último caso señalar el país de procedencia y porcentaje de arancel de importación respectivo).
- Costos de importación total, internación e instalación.
- En su caso, señalar si la operación o el mantenimiento requerirá la importación de partes y refacciones o personal especializado. Para toda la mano de obra requerida para la realización del proyecto, debe de considerarse la siguiente clasificación<sup>77</sup>:
- Número de equipos y sus capacidades (como es el caso de bombas, motores, válvulas, transformadores, etcétera), longitud de tuberías, diámetros de éstas, así como accesorios, como válvulas, medidores, etcétera.
- Deberá describirse tanto la obra civil que se requiere para el proyecto, como las obras electromecánicas que se pretenden llevar a cabo.

#### **b) Descripción operativa**

En este apartado se hará mención a los diferentes requerimientos que se derivarán de la realización del proyecto, como pueden ser:

- *Requerimientos de personal para su operación y mantenimiento*, mencionando si éste podrá ser el mismo que opera los equipos existentes o tendrá que ser capacitado para ello.
- *Vida útil que se espera tengan las obras que se proponen llevar a cabo*, así como de los equipos y accesorios que implica su adquisición de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
- *Requerimientos de mantenimiento (mayor y menor) del equipo propuesto*, así

---

<sup>77</sup> La clasificación de la mano de obra fue tomada del documento "*Precios sociales para la evaluación social de proyectos*" del Ministerio de Planificación del Gobierno de Chile, disponible en: [http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/postulacion\\_links/77\\_precios\\_sociales\\_nip\\_2012.pdf](http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/postulacion_links/77_precios_sociales_nip_2012.pdf). Consultado el 02/10/2011.

como su calendarización futura.

- *Los insumos y materiales necesarios para la producción o prestación del servicio.*

#### **2.3.4 Situación con proyecto.**

En este apartado debe mencionarse el costo total de inversión del proyecto, señalando si incluye impuestos, la fecha de estimación de esta cifra y el tiempo estimado de ejecución de las obras.

Además los costos que generarán las alternativas propuestas tanto por su adquisición e instalación, así como por la operación y mantenimiento de los mismos, para lo cual habrá que mencionar los montos de recursos y los tiempos en que éstos se presentarán. También deberán de mencionarse como cambian los niveles de consumo de los usuarios, así como los costos en la operación del sistema.

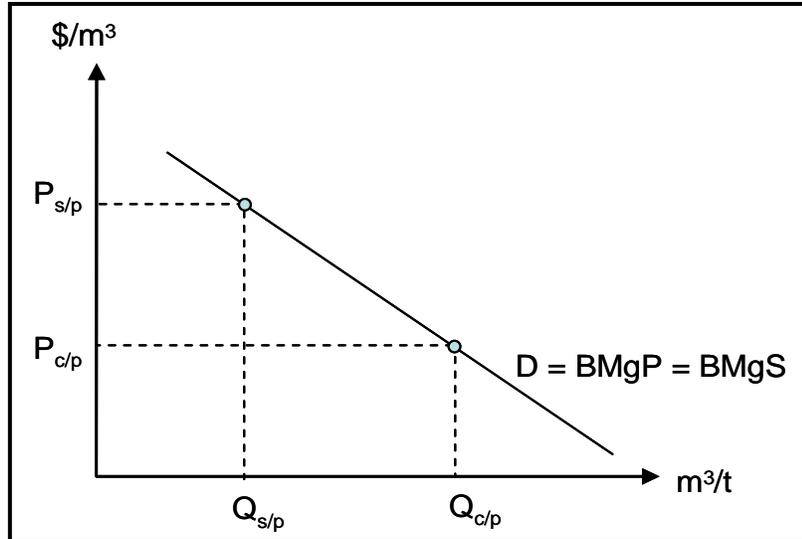
Tal y como se describió para la situación sin proyecto, en la situación con proyecto se deberá de mencionar cuáles serán los consumos estimados de agua para cada uno de los tipos de usuario considerados, así como los precios que éstos enfrentarán.

Estos datos significan las metas específicas del proyecto propuesto y serán la base para la evaluación *ex post* que en su caso será necesario elaborar. En la grafica 2.3.5 se indican los consumos y valoraciones que se tendrán en las situaciones sin y con proyecto<sup>78</sup>.

Toda esta descripción tendrá que considerar el horizonte de evaluación que se tenga contemplado, y como referencia deberá de tomar en cuenta la vida útil proporcionada por los fabricantes de los equipos.

---

<sup>78</sup> (CEPEP), *Guía general para la preparación y presentación de estudios de evaluación socioeconómica...*, *op.cit.*, pág. 14



**Gráfica 2.3.5 Precios y consumos de agua en las situaciones sin y con proyecto.**

### 2.3.5 Evaluación del proyecto.

Antes de proceder a la evaluación, se debe identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios sociales del proyecto en términos monetarios, a lo largo de todo el horizonte de evaluación y de esta forma, todos los flujos del proyecto (costos y beneficios) deberán estar expresados en pesos a una fecha determinada.

Por lo tanto, a continuación mencionamos los costos y beneficios que puede tener un proyecto de agua potable.

#### 2.3.5.1 Identificación de los costos.

Los costos que se incluyen en los proyectos de agua potable son principalmente dos, por un lado los costos de inversión y los de operación y mantenimiento (ver cuadro 2.3.2), adicionalmente pueden incluirse los costos de oportunidad del agua, los costos de molestias, éstos se observan principalmente en proyectos de alcantarillado y finalmente si existiera costos de mantenimiento mayor.

**Cuadro 2.3.2. Costos de los proyectos de agua potable.**

Tipo	Descripción
Costos de inversión	Los costos de inversión incluyen los costos de los equipos, las adecuaciones, modificaciones e instalación de los mismos. Todos estos recursos deberán cuantificarse y después valorarse a precios de mercado quitando los impuestos que estén incluidos en éstos, deberá de proporcionarse un desglose de los componentes que integren la inversión (materiales, mano de obra calificada, semicalificada y no calificada, maquinaria, equipos, etc.). En caso de equipos y materiales de importación deberán descontarse los aranceles de importación.
Costos de operación y mantenimiento	Se deberán de considerar todos los costos de la operación de los equipos, como son: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Materiales e insumos necesarios para el funcionamiento del proyecto, como son la energía eléctrica, costo de oportunidad o social del agua, cloro y otros químicos requeridos en el tratamiento y potabilización del agua, etc.</li> <li>▪ Sueldos y remuneraciones al personal que se requiere para la operación de los equipos.</li> <li>▪ Pago de servicios para la operación de los equipos, tanto fijos como variables.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia con datos de: CEPEP, *Guía general para la preparación y presentación de estudios de evaluación socioeconómica de proyectos de agua potable urbana*, México, 2006. pág. 15.

### 2.3.5.2 Identificación de los beneficios.

De acuerdo a la metodología del CEPEP, existen tres beneficios principales, por un lado, los de liberación de recursos, seguidos de los de mayor consumo de agua potable y finalmente los de disminución de enfermedades de origen hídrico, ver cuadro 2.2.3.

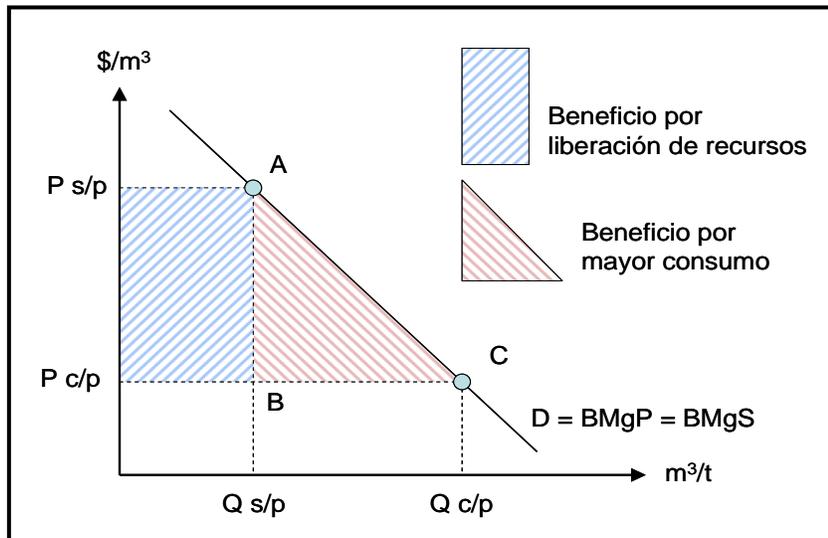
En algunos proyectos, se contempla como beneficios por liberación de recursos los costos de operación de las pipas, en ese sentido el proyecto generaría un mayor consumo de agua potable, a tal grado que los usuarios dejaran de consumir por completo agua proveniente de pipas. Asimismo, existen proyectos que tiene como beneficio mayor consumo, pero ello no implica que los usuarios dejen de consumir agua en pipas, en tal caso, sólo habría un beneficio y sería por mayor consumo de agua, es decir no habría liberación de recursos.

**Cuadro 2.3.3. Beneficios del los proyectos de agua potable de acuerdo al CEPEP.**

Tipo	Descripción
Liberación de recursos	En el caso de que el proyecto propuesto contemple la reposición o sustitución de fuentes de abastecimiento, podría presentarse este beneficio, si los costos de abastecimiento en la situación con proyecto fueran menores que los que se tiene en la situación sin proyecto.
Mayor consumo de agua	Si el sistema de abastecimiento actual se restringe el consumo de agua a los usuarios vía tandeos o por falta de presión en las redes de distribución de agua, y si en la situación con proyecto se mejoran estas condiciones, los usuarios aumentarán su consumo, mejorando el bienestar de la población.
Disminución de enfermedades de origen hídrico	En la situación con proyecto, los habitantes de la localidad consumirían agua potable y de mejor calidad que la que consumían en la situación sin proyecto. Esto sin duda se ve reflejado en una menor incidencia de enfermedades de origen hídrico y un ahorro en los costos de tratamiento de dichas enfermedades. En caso de poder cuantificarlos y valorarlos deberán ser incluidos en los beneficios del proyecto. En caso contrario deberá mencionarse como beneficios no valorados.

Fuente: Elaboración propia con datos de: CEPEP, *Guía general para la preparación y presentación de estudios de evaluación socioeconómica de proyectos de agua potable urbana*, México, 2006. pág. 16.

A continuación se muestran los beneficios de liberación de recursos y de mayor consumo en forma gráfica.



**Gráfica 2.3.6. Beneficios por liberación de recursos y mayor consumo de agua.**

Además de los beneficios enlistados anteriormente, de acuerdo a la CONAGUA<sup>79</sup>, se deberían considerar los siguientes:

**Cuadro 2.3.4. Beneficios del los proyectos de agua potable de acuerdo a la CONAGUA.**

Tipo	Descripción
Disminución del consumo de agua de pipas	<p>Este beneficio se presenta principalmente para zonas sin red de distribución de agua potable y con problemas de baja presión, tandeo o alguna otra forma de suministro insuficiente que provoca la necesidad de comprar volúmenes adicionales de agua.</p> <p>En estos casos, es necesario obtener la información de campo mediante encuestas, para valorar este beneficio, se debe obtener el consumo promedio de agua en pipas, tanto de las zonas sin red, como de las zonas con suministro insuficiente y por otro lado el precio del metro cúbico consumido por este medio.</p>
Ahorro en tiempo por acarreo de agua	<p>En muchas zonas del país es necesario acarrear el agua desde una fuente cercana o hidrantes públicos, debido principalmente a la falta del servicio.</p> <p>La forma de acarreo más común se realiza “a pie” por uno o varios miembros de la familia, sin embargo hay casos donde en vehículos particulares se transporta el agua en tambos o recipientes.</p> <p>Para el cálculo del beneficio es necesario el trabajo de investigación en campo (encuestas) para determinar las condiciones del suministro, ya que por un lado hay que determinar el volumen que logran acarrear y, por otro, el costo que representa para las familias.</p> <p>Se deben determinar datos como: número de recipientes a transportar cada vez y su capacidad, número de personas que acarrear, tiempo de traslado de ida y vuelta hasta el lugar de suministro y el tiempo de estancia para obtener el agua, la periodicidad de los acarreos, así como el valor del tiempo en la zona de estudio, se puede utilizar el valor del salario mínimo o jornal en la zona, aunque de esta forma el beneficio podría estar subvalorado.</p>
Ahorro de recursos por la disminución del consumo de agua de garrafón	<p>Se ha identificado que con la implantación de un proyecto de agua potable (especialmente redes), la población tiende a disminuir el consumo de agua de garrafón, debido a que el agua entubada suple algunos de sus usos.</p> <p>Para cuantificar este beneficio se requiere la información obtenida en los trabajos de campo sobre la muestra, de donde se obtiene el promedio del número de garrafones consumidos sin y con proyecto, así como su precio promedio en el mercado, el cual se considerará como costo social del garrafón.</p>
Liberación de recursos por la construcción y operación de cisternas	<p>Para la cuantificación de este beneficio se debe realizar la investigación referente a la construcción de cisternas en viviendas, y determinar la diferencia entre las condiciones sin proyecto y con proyecto.</p>

<sup>79</sup> Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), *Metodologías de Evaluación Social de proyectos de Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento y Protección a Centros de Población*, México, 2008, pp. 30-45.

	<p>Cuando el caudal disponible por toma o la presión en las redes tiende a ser insuficiente, debido al crecimiento de la población o al decremento de la oferta, la gente a su vez tiende a construir cisternas o sistemas de almacenamiento, en ciertos casos, aunque no exista la costumbre del almacenamiento o donde las condiciones de carestía son tales, se ha llegado a considerar la construcción de cisternas en las nuevas viviendas.</p> <p>Como una política de los desarrolladores de vivienda o como una exigencia de los mismos organismos operadores para liberar las factibilidades de desarrollo.</p> <p>Para la cuantificación del beneficio es indispensable contar con el número de cisternas actuales, dato que puede ser obtenido del trabajo en campo mediante una muestra representativa, o con algún censo existente.</p>
Liberación de recursos por extraer agua subterránea	El beneficio se deriva de que al continuar explotando un acuífero más allá del volumen de su recarga, se producen, entre otros, efectos negativos en el volumen de extracción, deterioro de la calidad del agua, los niveles o profundidades de explotación, y los costos de operación en energía eléctrica principalmente.

Fuente: Elaboración propia con información de: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), *Metodologías de Evaluación Social de proyectos de Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento y Protección a Centros de Población*, México 2008, pp. 30-45.

Además de estos beneficios, en las metodologías de evaluación social de proyectos de agua potable, alcantarillado, saneamiento y protección a centros de población<sup>80</sup> se identifican los siguientes beneficios, mismos que son asociados a los tipos de proyectos:

### **I. Redes de distribución.**

En estas obras se identifican los beneficios de mayor consumo y la liberación de recursos por ahorro de la compra de pipas y garrafones. En estos casos el número de viviendas beneficiadas se va incrementando en el tiempo hasta donde se estime la saturación de la infraestructura del proyecto.

### **II. Nuevas fuentes de abastecimiento.**

Cuando se pretenda incorporar una nueva fuente al sistema es necesario identificar las zonas a beneficiar, mismas que podrían contar o no con servicio de agua potable o bien, tener un servicio insuficiente.

<sup>80</sup> *Ídem.*

### **III. Sustitución de las fuentes de abastecimiento.**

La sustitución de una fuente de abastecimiento se puede deber a problemas de calidad del agua o de sobre explotación del acuífero.

Para tal fin, ya se detallaron los beneficios asociables, pero es necesario analizar detenidamente la forma en que aplican en cada proyecto, especialmente si la sustitución es parcial o total o bien, si el periodo de tiempo en que se dejarán de explotar las fuentes existentes es menor al horizonte de evaluación.

### **IV. Reforzamiento y sectorización de redes de distribución.**

Se tienen identificados los beneficios de la disminución de fugas en tuberías y tomas domiciliarias y de la reducción de molestias al tránsito de la ciudad al reducir el número de reparaciones. Cuando se liberan volúmenes o nivelan presiones, se puede tener mayor consumo.

### **V. Detección y separación de fugas.**

Se puede obtener un volumen recuperado que representa mayor consumo o un volumen ahorrado traducido en menos costos de producción, además de evitar molestias al tránsito en la ciudad por menos reparaciones y sus costos asociados.

En líneas de conducción y tomas domiciliarias. Se cuantifica el volumen de agua estimado a recuperar por la disminución en la incidencia de fugas. Para ello, se debe conocer el porcentaje de pérdidas y la cantidad de metros cúbicos por segundo correspondientes a dicha pérdida y el gasto que se pretende recuperar. El incremento en el consumo con el volumen recuperado o el ahorro de recursos debido al volumen no producido que se traduce en menos costos de producción, lo cual representa el beneficio social.

### **VI. Instalación de micromedidores y macromedidores.**

Regularmente se evalúa junto con acciones de sectorización y/o reparación de fugas. Los beneficios expuestos anteriormente para estas acciones son los

que se aplican. En caso de que sea una acción por separado, se puede utilizar la metodología de costo-eficiencia.

La instalación de micromedidores contempla beneficios de recuperación de volúmenes de agua primeramente, ya que el nivel de consumo disminuye debido a que los usuarios se les aplica el precio del metro cúbico consumido medido, conviene acentuar que conforme el tiempo transcurre estas acciones impactan también sobre la facturación y finalmente en la cobranza del organismo. En la situación sin proyecto el usuario tiene un costo marginal privado cero por el volumen consumido ya que no existe medición.

A pesar de que la instalación de micromedidores para tomas domiciliarias representa un costo social, este es menor que la valoración económica de los caudales recuperados, incluso puede darse el caso de que los volúmenes recuperados eliminen la compra o asignación de pipas para otros usuarios con consumos restringidos.

Asimismo, para una correcta evaluación en un proyecto de agua potable es necesario identificar todas las actividades sociales que se impactarán o se verán afectadas por el proyecto. Para ello, se debe comparar una situación sin proyecto contra otra que contemple el proyecto ya implementado e identificar, cuantificar y valorar los beneficios y costos sociales de cada una, a fin de determinar el diferencial entre ambas. *El diferencial obtenido se considerará como efecto neto atribuible al proyecto.*

Un mayor uso de un bien final representa un mayor consumo o, si se trata de un insumo o materia prima, su uso permite una mayor producción de otros bienes. En los proyectos de agua potable el consumo representaría un beneficio.

En resumen, se puede decir que el valor asignable a un bien producido por el proyecto, es lo que *gana el país por disponer de cierta cantidad de unidades adicionales del bien*, suponiendo que se utilizarán de la mejor manera posible<sup>81</sup>.

---

<sup>81</sup> CONAGUA, *Metodologías de Evaluación Socioeconómica...*, op. cit., pág. 56

Ahora bien, para producir bienes y servicios, el proyecto va a requerir recursos productivos o insumos, como son materias primas, mano de obra y maquinaria, y su valor depende de los usos alternativos que tengan para el país.<sup>82</sup>

En el caso de los insumos nacionales se observa lo siguiente:

- Disminución de su uso en otras actividades, ya sea un menor consumo, si es un bien de consumo final o para la utilización en la producción de otros bienes, en el caso de ser una materia prima, por ejemplo el potabilizar agua para consumo doméstico y no utilizarla en la producción agrícola. Por ello, se trata de un costo, ya que representa la disminución del consumo de algún bien o la reducción en la producción, que también disminuye la posibilidad de satisfacer necesidades sociales a la población por dicho consumo.
- Incremento de la producción del bien utilizado en el proyecto, implica el uso de recursos productivos que en caso de no aplicarse en el proyecto, se utilizarían en la producción de otro bien.

### **2.3.5.3 Criterios de evaluación.**

Los criterios de evaluación, deberán ser primeramente, la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) si los beneficios del proyecto son crecientes en el tiempo, ya que indica el momento socialmente óptimo de operación del proyecto y por consiguiente cuándo deberá iniciarse la construcción del sistema de abastecimiento; y el Valor Actual Neto (VAN) así como la Tasa Interna de Rendimiento (TIR).

Las fórmulas para el cálculo de los indicadores de rentabilidad son:

---

<sup>82</sup> *Ídem.*

### a) Valor Presente Neto (VPN).

El valor presente neto o valor actual neto (VPN) es el valor presente de todos los flujos del proyecto (positivos y negativos) relevantes en su evaluación. Este método consiste en determinar la equivalencia, en el presente, de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y compararla con el desembolso inicial.

Dicho de otra manera, el VPN de una inversión es la diferencia entre el costo de capital de la misma y el valor presente de los flujos netos futuros que genere. También se puede definir como la cantidad que un inversionista podría pagar por una inversión en exceso de su costo, ya que indica cuánto más aumenta el capital del dueño (empresa, institución, sociedad o país) del proyecto en pesos y centavos si éste se ejecuta, respecto a la situación en la que no se ejecutaría el proyecto.<sup>83</sup>

#### Fórmula:

$$VPN = -\sum_{t=0}^m \frac{I_t}{(1+r)^t} + \sum_{t=1}^{t=n} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

#### Descripción:

I = inversión total

$B_t$  = beneficios totales en el periodo t

$C_t$  = costos totales en el periodo t

m = periodo de ejecución o construcción

r = tasa de descuento o costo de oportunidad del dinero

n = número de años del horizonte de evaluación

El VPN es positivo sólo si el monto de inversión es menor a la equivalencia en el periodo inicial del valor total de los flujos netos futuros del proyecto. Cuando se está analizando un proyecto individual, el criterio de decisión aplicable al VPN indica que es viable la ejecución del proyecto si el valor presente del flujo de beneficios es

<sup>83</sup> Javier Gala, *Guía para la evaluación de proyectos*, México, Banobras -CEPEP, 2004 (capítulo III sección cuarta), pág. 2.

mayor que el valor presente del flujo de costos. En otras palabras, es conveniente realizar un proyecto si el VAN es positivo.

**VAN > 0**, Se acepta el proyecto.

**VAN = 0**, Se mantiene el valor de la riqueza (el proyecto cubre todos los costos de oportunidad).

**VAN < 0**, Se rechaza el proyecto.

El VPN de un proyecto tiene diversas interpretaciones, entre las cuales destacan<sup>84</sup>:

- El valor presente es la cantidad máxima que podría pagar un inversionista por la oportunidad de realizar la inversión sin perjudicar su posición financiera.
- El VPN representa la variación en la riqueza o bienestar del dueño del proyecto.
- Cuando el VPN es positivo, representa la ganancia del proyecto en el momento de la inversión. Esta ganancia no es reconocida para efectos contables.
- Es el monto que el promotor podría pagar en exceso por el proyecto (margen de error en los cálculos de las inversiones) y recuperar su inversión a la tasa deseada.
- Cuando el VPN calculado a la tasa del crédito es negativo, representa el monto del proyecto que no puede ser financiado con crédito.

#### **b) Tasa Interna de Retorno (TIR).**

Ya definido que un proyecto es una fuente de costos y beneficios durante un periodo de tiempo, generalmente se debe desembolsar cierta cantidad en el presente para tener derecho al flujo de beneficios netos futuros, los que,

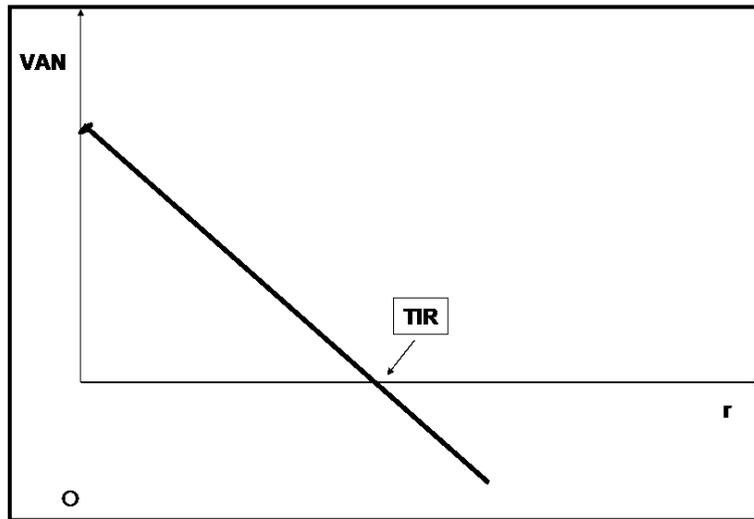
---

<sup>84</sup> *Ibíd.* pág. 5

idealmente, reeditarán en un cierto porcentaje sobre el monto de la inversión inicial.

La tasa promedio por periodo (generalmente anual) que se obtiene debido al proyecto, se conoce como tasa interna de rendimiento o retorno (TIR).

Esta tasa es un indicador ampliamente utilizado. Técnicamente se define como aquella tasa de descuento que hace que el VPN sea igual a cero. En la grafica 2.3.7 se puede observar que si se grafica el VPN como una función de  $r$ , la TIR corresponde al punto en donde la curva intercepta al eje horizontal.



**Grafica 2.3.7 Relación entre VAN y TIR.**

La TIR se calcula de la siguiente manera: después de obtener el VAN con determinada tasa de descuento, se prueban diferentes valores de  $r$  en la ecuación hasta que el VAN sea igual a cero. También se pueden encontrar, por prueba y error, los valores de  $r$  para los cuales el VPN es positivo y muy pequeño, o negativo y muy cercano a cero, e interpolar linealmente entre ellos para obtener la TIR, de igual forma existen programas y aplicaciones de computadora que entre sus funciones financieras incluyen el cálculo de la TIR, requiriendo únicamente el flujo del proyecto.

**Fórmula:**

$$VPN = -I_0 + \sum_{t=1}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+TIR)^t} = 0$$

**Descripción:**

$I_0$  = inversión en el periodo cero  
 $B_t$  = beneficios totales en el periodo t  
 $C_t$  = costos totales en el periodo t  
 $TIR$  = tasa de descuento  
 $n$  = periodos de vida útil

Para un proyecto individual, el criterio de decisión es realizarlo si la TIR es mayor que el costo de oportunidad de los recursos con que se ejecutó la inversión; si es más baja, se recomienda no hacerlo. En caso en que la TIR sea igual a la tasa de descuento<sup>85</sup> utilizada, significa que el inversionista estaría indiferente entre ejecutar o no el proyecto.

Criterio de decisión:

**TIR > r** Se acepta el proyecto.

**TIR = r** Indiferente entre hacer o no el proyecto.

**TIR < r** Se rechaza el proyecto.

Cuando se están evaluando dos o más inversiones independientes, y sus flujos se comportan de manera "normal", es decir, con un solo cambio de signo, es conveniente aceptar aquellas inversiones con **TIR > r**.

Si las inversiones que se están evaluando son mutuamente excluyentes, la utilización de la TIR puede producir resultados contradictorios a los obtenidos con el criterio del VPN. Debido a que la TIR es un porcentaje, su cálculo no toma en cuenta el tamaño de las inversiones, lo que puede llevar a concluir que un proyecto es más viable que otro aunque su VAN sea menor. Por esta razón es recomendable utilizar como indicador a la TIR únicamente de manera complementaria al VPN.<sup>86</sup>

La TIR tiene diversas interpretaciones, destacando las siguientes:

<sup>85</sup> Para los proyectos sociales  $r=12\%$

<sup>86</sup> *Ibíd.* pág. 10

- Es la rentabilidad media por periodo (generalmente anual) expresada en porcentaje, que se obtendría por la inversión.
- Es la tasa de crecimiento promedio por periodo de una inversión.
- La TIR es la máxima tasa de interés que se puede pagar a un banco por un crédito que presta para realizar el proyecto.

**c) Tasa de Rendimiento Inmediato (TRI).**

La tasa de rentabilidad inmediata es el criterio de decisión que se utiliza cuando se quiere determinar el momento óptimo para llevar a cabo una inversión. Esta decisión es crucial, especialmente en proyectos de infraestructura que no pueden realizarse por etapas, es decir, que no son divisibles; por ejemplo, carreteras, sistemas de agua potable y plantas para la generación de energía eléctrica.

En esos casos, realizar el proyecto antes de su momento óptimo hace que exista una capacidad ociosa que producirá una pérdida económica por adelantar inversiones y utilizar recursos que podían haberse aplicado en otros usos. Si la construcción del proyecto se realiza en uno o varios periodos después de su momento óptimo, se presentará un déficit de bienes o servicios y la consiguiente pérdida por postergar beneficios.

Aunque un proyecto tenga un VPN positivo, puede darse el caso de que al postergar la inversión algunos años, se ocasiona que el VPN se incremente hasta un punto máximo para posteriormente disminuir, y su fórmula es la siguiente.

**Fórmula:**

$$TRI = \left( \frac{B_{t+1} - C_{t+1}}{I_t} \right)$$

**Descripción:**B<sub>t+1</sub> = beneficio total en el año t+1C<sub>t+1</sub> = costo total en el año t+1I<sub>t</sub> = monto total de inversión  
valuado al año t (inversión  
acumulada hasta el periodo  
t)t = año anterior al primer año de  
operación

t+1 = primer año de operación

Si  $I^*r > B_t$  se debe posponer el proyecto.

Si  $I^*r < B_t$  se debe iniciar el proyecto.

Cabe destacar que el análisis debe hacerse en términos reales. Este criterio no puede emplearse para proyectos mutuamente excluyentes debido a que es una medida relativa que no toma en cuenta los beneficios que se presentarían una vez iniciado el proyecto

#### **d) Costo Anual Equivalente (CAE):**

Si se comparan proyectos, y si estos tienen los mismos beneficios anuales, es posible compararlos por medio del indicador conocido como Costo Anual Equivalente (CAE). Por ejemplo, los proyectos de alcantarillado y de pavimentación se evalúan de esta manera, ya que por lo general hay diversas alternativas técnicas y se considera que todas las opciones tienen los mismos beneficios y distinta vida útil. El método para calcular el CAE es el siguiente<sup>87</sup>:

- a) Se calcula el valor actual de los costos (VAC) de cada una de las alternativas.

<sup>87</sup> *Ibid.* pág. 35

- b) Se calcula el costo anual equivalente (CAE) de cada uno de los proyectos, mediante la fórmula de anualidad dado un valor presente o actual.
- c) Se elige la alternativa con el menor costo anual equivalente (CAE). La fórmula para obtener el CAE es la siguiente:

<p><b>Fórmula:</b></p> $CAE = (VAC) \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$	<p><b>Descripción:</b></p> <p>CAE = costo anual equivalente</p> <p>VAC = valor actual de los costos</p> <p>r = tasa de descuento</p> <p>n = vida útil</p>
---	---

La alternativa más conveniente será aquella con el menor CAE. Si la vida útil de los activos bajo las alternativas analizadas es la misma, la comparación entre éstas se realizará únicamente a través del valor presente de los costos de las alternativas<sup>88</sup>.

### 2.3.6 Análisis de sensibilidad y riesgos.

Se deberá de realizar un análisis de sensibilidad unidimensional de las variables más significativas en el cálculo de los beneficios netos derivados del proyecto propuesto y en específico en el cálculo de la rentabilidad de la TRI, así como sus efectos en los indicadores del VAN y la TIR. Esto pudiera ser derivado de un cambio en los valores de beneficios sociales por liberación de recursos o por mayor consumo de agua.<sup>89</sup>

<sup>88</sup> Elaboración propia con información de los Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos” de la SHCP, sección IV del análisis costo-beneficio y su contenido, Diario Oficial de la Federación 18 de marzo de 2008, pág. 13

<sup>89</sup> CEPEP, *Guía general para la preparación y presentación de estudios de evaluación socioeconómica...*, op.cit., pág. 16.

En cuestión de costos, también se deberá de realizar un análisis de sensibilidad derivado de incrementos en la inversión o en los costos de operación y mantenimiento.

Y finalmente las conclusiones, este apartado se deberá exponer las principales conclusiones del estudio de evaluación. Es decir, indicar si conviene llevar a cabo la realización del proyecto propuesto o conviene postergar su realización.

También se puede concluir indicando la conveniencia de destinar más recursos para realizar un estudio a nivel de prefactibilidad o factibilidad y calcular con mayor certeza los indicadores como la TRI, VAN y TIR, asimismo, obteniendo mayor detalle de los costos de inversión, operación y mantenimiento del proyecto, ya que un cambio de estas cifras pudiera modificar la conclusión de cuándo llevar a cabo su ejecución. Finalmente se deberán mencionar las principales limitaciones del estudio de evaluación.<sup>90</sup>

En suma, lo anterior nos permitió conocer la metodología para la evaluación de proyectos de agua potable en nuestro país, misma que aplicaremos en el siguiente capítulo para la evaluación de la ampliación de una Planta Desaladora, para el abastecimiento de agua potable a colonias populares del Municipio de los Cabos en el Estado de Baja California Sur.

---

<sup>90</sup> *Ibíd.*, pág. 17

---

# ***Capítulo III***

## **Evaluación social de la ampliación a la planta desaladora de Los Cabos, Baja California Sur**

*El objetivo de este capítulo es mostrar a través de un proyecto la aplicación de la evaluación social desarrollada en los capítulos I y II de la presente tesis, para determinar la viabilidad económica de la Ampliación a la Planta Desaladora del Municipio de Los Cabos, Baja California Sur, y por ende su posibilidad de ejecución. Asimismo, aplicaremos las metodologías antes descritas destacando: los Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos, además de la elaborada por la CONAGUA y el CEPEP.<sup>91</sup>*

*La información que sustenta la evaluación socioeconómica que se presenta en este capítulo, se obtuvo de las estadísticas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), del Consejo Nacional de Población (CONAPO), la página de internet del Organismo Operador Municipal del Sistema de Agua Potable de Los Cabos y de llamadas telefónicas a colonias populares donde se les suministra agua potable a través de la red de distribución de la planta desaladora.<sup>92</sup>*

*En este sentido, es indispensable señalar las fuentes de información con las que se realizó la siguiente evaluación, debido a que en los proyectos la información es sumamente importante y de ella depende hacer una correcta evaluación, de acuerdo a nuestras fuentes, podemos decir, que la presente evaluación deja un referente de cómo se debe hacer una evaluación socioeconómica, pero ello no significa que los resultados obtenidos al final de la evaluación sean los correctos, para tomar una decisión fuera de los alcances de esta investigación, sólo es un referente y se recomienda para otros fines sustentarla para darle soporte y legitimidad.*

---

<sup>91</sup> CONAGUA: Metodologías de Evaluación Socioeconómica para Proyectos de Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento y Protección a Centros de Población, 2008 disponible en <http://www.ampres.com.mx/pdf/Metodologias%20de%20Evaluacion%20Socioeconomica%20Sector%20Agua.pdf> y del CEPEP la Guía general para la preparación y presentación de estudios de evaluación socioeconómica de proyectos de agua potable urbana, México, 2006 disponible en: [www.cepep.gob.mx/documentos/guias/guia\\_agua\\_potable.doc](http://www.cepep.gob.mx/documentos/guias/guia_agua_potable.doc).

<sup>92</sup> El ejemplo que se usa en ese apartado surge en el marco de la Especialidad en Evaluación Financiera y Socioeconómica de Proyectos del Centro de Evaluación Socioeconómica de Proyectos en el Instituto Tecnológico Autónomo de México, en donde, como parte de los trabajos de la fase práctica nos los asignaron, participaron en el equipo de trabajo: Abedrop Payró José, Cobián Yupit Eunice Alejandra, Cruz Ramón Fabiola, , López López Ricardo, Vargas López Dinorah y una servidora, cabe mencionar que en la elaboración de este capítulo, no se hizo uso de la información contenida en el análisis costo beneficio que nos proporcionó el promotor, ni de la que se entregó a la Unidad de Inversiones, debido al carácter confidencial de dicha información.

### 3.1 El problema del agua potable en México.

La disponibilidad de agua y energía son dos factores de desarrollo social y económico, íntimamente relacionados y estratégicos en nuestro país. De acuerdo a una investigación que realizó Felipe Correa Díaz<sup>93</sup> México puede tener graves problemas de suministro de agua potable en el año 2025, principalmente en el norte del país.

La región norte de México se caracteriza por un déficit de agua potable proveniente de las fuentes subterráneas y superficiales así como de altas tasas de crecimiento poblacional. De acuerdo con los datos de CONAGUA, la disponibilidad *per cápita* de agua será menor a 1 000 m<sup>3</sup> para 2030, lo cual significa que esta región se encontrará en una situación de carestía de agua para uso humano.

Paradójicamente, el norte de México registra una tasa de crecimiento de población anual superior al promedio nacional; dos punto cuatro por ciento *versus* uno punto seis por ciento<sup>94</sup>. Un crecimiento urbano muy fuerte es insostenible en la región si se considera que los servicios del agua dependen de la disponibilidad de las fuentes y de la infraestructura para captación y desalojo; ambos elementos, pero especialmente el primero son muy limitados.

Asimismo, dado que el abasto de agua está sometido a una alta presión por la escasez natural, la sobreexplotación de acuíferos, el incremento de la población, la evidencia de intrusión salina en varios acuíferos, la reducción de la calidad y la dependencia progresiva de fuentes de abastecimiento alejadas de los principales centros de población, indican un patrón de uso del agua cada vez más complicado.

---

<sup>93</sup> Felipe Correa Díaz, *Evaluación de la sustentabilidad en la instalación de plantas desaladoras, de agua de mar, en la región noroeste de México*, España, Universidad de las Palmas de Gran Canaria, Programa de Doctorado en Ingeniería Ambiental y Desalinización, 2007 (Tesis de Doctorado en Ingeniería de Procesos) p. 4.

<sup>94</sup> Ismael Aguilar Benítez, "El cobro por una factibilidad sostenible de agua y el crecimiento urbano disperso en el norte de México", en *Economía Informa*, Facultad de Economía, UNAM, mayo – junio de 2011, Número 368, pág. 89.

Las zonas, identificadas, donde la demanda de agua va a superar la disponibilidad en los próximos cuatro años y propensas a sufrir crisis por falta de agua potable son: Hermosillo, Guaymas-Empalme-San Carlos y Puerto Peñasco en Sonora, Tijuana-Rosarito y Ensenada en Baja California y Cabo San Lucas en Baja California Sur.<sup>95</sup> Ante esta situación, se requieren acciones para utilizar el agua de mejor manera y garantizar la preservación del ambiente.

En este sentido, uno de los ejes rectores del Plan Nacional de Desarrollo (PND)<sup>96</sup> es la preservación del ambiente, es decir, la administración eficiente y racional de los recursos naturales, de manera tal que sea posible mejorar el bienestar de la población actual, mediante un manejo integral del recurso hídrico y generando efectos colaterales benéficos sobre el ecosistema y el desarrollo urbano.<sup>97</sup>

Considerando la planificación y la identificación de alternativas para el abastecimiento de agua en el mediano y largo plazo; se recomienda, ampliar el acceso a la infraestructura y servicios básicos; mejorar los sistemas de supervisión y monitoreo del funcionamiento y mantenimiento de la infraestructura hidráulica; construir infraestructura regional para el tratamiento de las aguas residuales de los centros de población y promover el fortalecimiento de los organismos operadores de los servicios de agua potable en los Municipios.

Asimismo, se establece que las entidades federativas, licitantes y organismos operadores deberán realizar las evaluaciones de los siguientes tipos de proyectos de inversión de agua:<sup>98</sup>

- Proyectos de abastecimiento y distribución de agua mediante la construcción de: acueductos y líneas de conducción.

---

<sup>95</sup> Felipe Correa Díaz, *Evaluación de la sustentabilidad...*, *op.cit.*, pág. 5.

<sup>96</sup> Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos S.N.C (BANOBRAS), Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), *Guía metodológica para la evaluación financiera de proyectos del Programa de Modernización de Organismos Operadores de Agua PROMAGUA*, Abril de 2010.

<sup>97</sup> Se argumenta que en los próximos años enfrentará los problemas derivados del crecimiento de la demanda, la sobreexplotación y escasez del agua, y de no atenderse, pueden imponer límites al desarrollo económico y al beneficio social del País, *Ídem*.

<sup>98</sup> *Ibíd.* pág. 3.

- Saneamiento de agua como son las Plantas Desalinizadoras / Desaladoras<sup>99</sup>, Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales y Proyectos de Plantas de Potabilización.

La gran mayoría de los proyectos de agua, como son la construcción de Plantas Desaladoras, Potabilizadoras y Plantas de Tratamiento de Agua Residuales, se clasifican como proyectos de infraestructura económica; ya que se trata de la construcción de activos fijos para servicios en los sectores de agua.<sup>100</sup>

Es en este contexto que surge el proyecto de la ampliación a la Planta Desaladora de los Cabos en Baja California Sur, como parte de la previsión del PND, considerando la desalación de agua de mar como una fuente alternativa para diversificar las opciones de abastecimiento de agua potable, reducir la presión a la sobreexplotación de las fuentes naturales y contribuir al desarrollo de la población.

Los procesos para la producción de agua a escala industrial se pueden dividir en dos: **de evaporación y de membranas**, en los primeros se incluyen los procesos de; evaporación súbita por efecto “*flash*” (MSF, por sus siglas en Inglés, Multi Stage Flash Distillation), destilación de efecto múltiple (MED, Multiple effect distillation), termo compresión de vapor (TVC) y compresión de vapor mecánica (CV). Mientras que en los procesos de membranas tenemos a la ósmosis inversa (OI) y electrodiálisis (ED).

Los procesos de evaporación se aplican principalmente en la destilación de agua del mar, por su parte, los de Osmosis Inversa se pueden aplicar para desalar agua de mar y salobre, mientras que la electrolisis solo se emplea para aguas salobres. En cuanto a tecnologías de desalación, las plantas de evaporación

---

<sup>99</sup> Para los proyectos a ser financiados con recursos provenientes del Fondo Nacional de Infraestructura, la información mínima que deberán contener es la establecida en los Lineamientos para la Elaboración y Presentación de los Análisis Costo y Beneficio de los Programas y Proyectos de Inversión publicada en el Diario Oficial de la Federación por la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público el 18 de marzo de 2008. *Ídem*.

<sup>100</sup>De acuerdo a lo estipulado en la Sección II, numeral 2 de los *Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión*, de la SHCP.

generan el cincuenta y dos por ciento de la producción total, las de ósmosis inversa el cuarenta y dos por ciento, y seis por ciento restante es principalmente por electrodiálisis.<sup>101</sup>

De éstos métodos, el que se utilizó en 2006 para la construcción de la Planta Desaladora fue el de la ósmosis inversa, es importante señalar que además de los costos de inversión y operación y mantenimiento, hay que poner seria atención a cuestión ambiental, las plantas desaladoras y en este caso las de ósmosis inversa, generan salmuera<sup>102</sup> que se va al mar, si el procedimiento para su reposición no se realiza de acuerdo a las normas ambientales, esto podría ocasionar graves daños al ambiente y por ende la muerte de gran número de especies que viven en litoral, y un grave desequilibrio ecológico.

Por estas razones y aunado a la carencia de agua potable en Cabo San Lucas, es importante evaluar este proyecto, y determinar si cumple con los objetivos de la planificación económica nacional en sus principios de reducción de la pobreza extrema, desarrollo regional entre otros<sup>103</sup>, así como determinar si los beneficios de la ampliación son mayores a los costos de su ejecución durante el horizonte de evaluación, si hay alguna optimización antes de ejecutar el proyecto, si existen otras alternativas para disminuir dicho déficit provenientes de las fuentes de abastecimiento convencionales superficiales o subterráneas.

Por ello, los siguientes apartados están dedicados a seguir con la metodología descrita en los capítulos I y II, para poder concluir: sí la metodología de agua potable es aplicable a proyectos de Plantas Desaladoras, sí de acuerdo a los lineamientos de la SHCP este proyecto tiene viabilidad económica y por último sí este no daña el ambiente.

---

<sup>101</sup> Felipe Correa Díaz, *Evaluación de la sustentabilidad...*, *op.cit.*, pág. 18.

<sup>102</sup> La salmuera es agua con una alta concentración de sal disuelta (NaCl).

<sup>103</sup> Artículo 34 fracción IV de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.

### 3.2 Situación sin proyecto y posibles soluciones.

Cabo San Lucas (CSL) es una de las principales zonas turísticas del municipio de Los Cabos, Baja California Sur.<sup>104</sup> El turismo es la principal actividad económica de la zona, ha traído consigo la necesidad de crear nuevos espacios turísticos provocando migración de mano de obra calificada y no calificada para la construcción y servicios, entre otros.

Dicha migración se ha establecido principalmente al norte de la localidad de Cabo San Lucas, formando 10 colonias<sup>105</sup>, y asentamientos irregulares, carentes de servicios públicos, estos junto con los asentamientos regularizados representan la demanda efectiva de agua potable.

De acuerdo al Organismo Operador Municipal del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Los Cabos (OOMSAPASLC), el volumen estimado de agua potable para abastecer las 10 colonias asciende a 0.6 m<sup>3</sup>/s<sup>106</sup>, sin embargo, la oferta existente es insuficiente, por lo que surge la necesidad de abastecer a las colonias a través de fuentes diferentes a las tradicionales -agua subterránea o superficial-, tales como la desalación de agua de mar, por medio de una Planta Desaladora.<sup>107</sup>

---

<sup>104</sup> Para detallar las condiciones socioeconómicas y geográficas del Municipio de Los Cabos véase el **Anexo A**.

<sup>105</sup> Colonias: Palmas, Mesa Colorada, Caribe Invi, Caribe Bajo, Leonardo Gastelum, Lomas del Sol, Cangrejos, Hojazen, Lomas del Faro y 4 de Marzo.

<sup>106</sup> Información obtenida a través de llamadas telefónicas al OOMSAPASLC el 17/10/11.

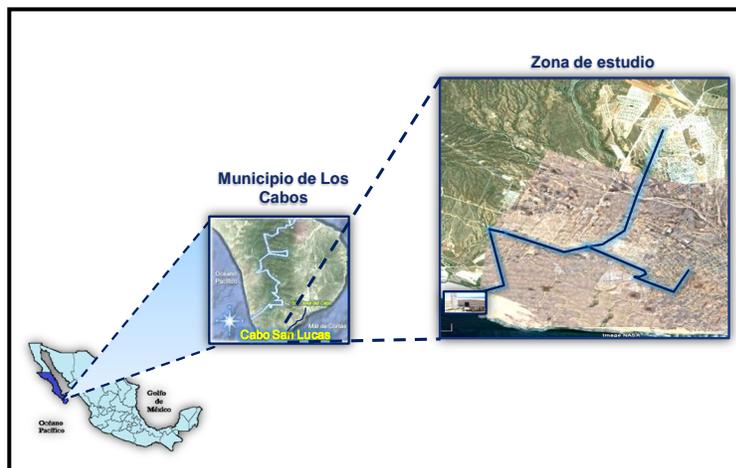
<sup>107</sup> Actualmente, más de la mitad de las viviendas en las colonias de Palmas, Mesa Colorada, Caribe Invi, Caribe Bajo, Leonardo Gastelum, Lomas del Sol, Cangrejos, Hojazen, Lomas del Faro y 4 de Marzo, tiene tandeo y se les suministra agua un día a la semana a cada una, con un promedio de 12 horas de servicio continuo y una presión promedio de cincuenta por ciento en la toma, esta información se obtuvo a través de llamadas telefónicas.

### 3.2.1 Diagnóstico de la situación actual

#### a) Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica en el Municipio de Los Cabos, en el estado de Baja California Sur, el cual, colinda al norte con el municipio de La Paz, al este con el Mar de Cortés y, al Sur y Oeste con el Océano Pacífico, su clima es cálido seco, con temperatura máxima de 44° C y una mínima de 10° C.<sup>108</sup>

Las dos localidades conurbadas del municipio de Los Cabos son San José del Cabo y Cabo San Lucas, que comparten el mismo sistema formal de agua potable como son la captación, conducción, regulación y distribución del agua<sup>109</sup>, el cual, inicia en San José del Cabo a través de dos acueductos que posteriormente se juntan y llegan a Cabo San Lucas en un solo ramal. En Cabo San Lucas, éste sistema formal sólo abastece a la parte comercial y hotelera así como las colonias conurbadas, las colonias más alejadas, se abastecen de la Planta desaladora, las cuales se definen como la *zona de estudio* (ver figura 3.2.1)



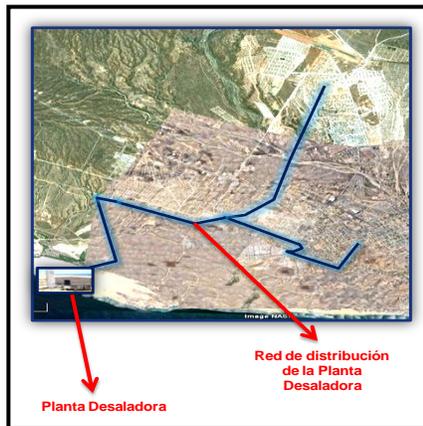
**Figura 3.2.1 Ubicación del proyecto.**

Fuente: Elaboración propia con información del Organismo Operador Municipal del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Los Cabos. Disponible en: <http://www.oomsapaslc.gob.mx>, consultado el 11/09/11 y Google Earth.

<sup>108</sup> La ubicación de la planta desaladora se puede consultar en la página del Organismo Operador Municipal del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Los Cabos. Disponible en: <http://www.oomsapaslc.gob.mx>, consultado el 11/09/11.

<sup>109</sup> El sistema de agua potable se describe en el **Anexo B**.

Es decir, el sistema de abastecimiento de agua potable de la planta desaladora es independiente al municipal y va desde la captación del agua de mar hasta la distribución a 10 colonias del norte de la ciudad, por lo tanto, la zona de estudio se define como las 10 colonias que se abastecen a través de la red de distribución de la planta desaladora (ver figura 3.2.2).



**Figura 3.2.2 Descripción de la zona de estudio.**

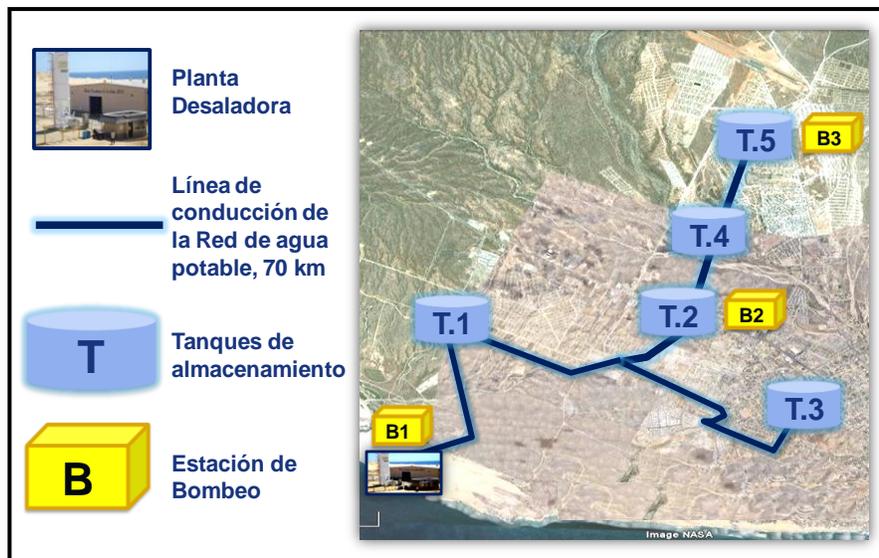
Fuente: Elaboración propia con información del Organismo Operador Municipal del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Los Cabos. Disponible en: <http://www.oomsapaslc.gob.mx>, consultado el 11/09/11 y Google Earth.

El Ayuntamiento del municipio de Los Cabos proporciona el servicio de agua potable a través del Organismo Operador Municipal del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Los Cabos (OOMSAPASLC). En el ejercicio de sus atribuciones el organismo operador fue el responsable directo de la construcción de la planta desaladora denominada Los Cabos y la empresa Promoagua Desalación de Los Cabos S.A. DE C.V. desarrolló del proyecto. La construcción de la planta tuvo una duración de 12 meses y entró en operación en el mes de diciembre del 2006. La empresa OHL Medio Ambiente Inima diseñó, construyó y puso en marcha la planta de ósmosis inversa y un sistema de distribución. Asimismo, se ocupará de su operación por un periodo de 20 años.<sup>110</sup>

<sup>110</sup> Organismo Operador Municipal del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Los Cabos. Disponible en: <http://www.oomsapaslc.gob.mx>, consultado el 11/09/11.

### 3.2.2 Oferta.

La oferta de agua potable en la zona de estudio proviene de la planta desaladora de Cabo San Lucas y empresas privadas (que distribuyen agua a través de pipas).<sup>111</sup> La planta desaladora desde que inició operación, en el año 2006, abastece a 10 colonias pertenecientes a la zona de estudio, a través de su propia red de distribución de agua potable. La red inicia en las inmediaciones de la planta desaladora, atravesando de este a oeste desde la colonia Cangrejos hasta la colonia 4 de Marzo y de sur a norte hasta la colonia Mesa Colorada.<sup>112</sup>



**Figura 3.2.3 Componentes de la red del sistema de abastecimiento.**

Fuente: Elaboración propia con información de “Seawater Desalination as an alternative solution for potable water in Mexico, Seawater Desalination Plant Cabo San Lucas, B.C.S México” disponible en <http://www2.apwa.net/documents/meetings/congress/2007/handouts/3992.pdf> consultado el 13/09/11, pág. 9 y Google Earth.

<sup>111</sup> A través de llamadas telefónicas a Cabo San Lucas realizadas el 14/09/11, se puede constatar que el agua proviene de dos pozos concesionados denominados el Tzal y la Hielera en Cabo San Lucas, cabe resaltar que el agua proveniente de estos pozos sólo se utiliza para abastecer dicha localidad, San José del Cabo tiene otro sistema independiente de abastecimiento de agua en pipas a través de un cuerpo de agua superficial denominado, Ojo de Agua Santa Rosa, el cual se retomará posteriormente en las alternativas, este cuerpo de agua actualmente no es potable, sin embargo en la localidad de San José del Cabo la venden como si fuera potable y la gente la consume.

<sup>112</sup> “Seawater Desalination as an alternative solution for potable water in Mexico, Seawater Desalination Plant Cabo San Lucas, B.C.S México” disponible en <http://www2.apwa.net/documents/meetings/congress/2007/handouts/3992.pdf> consultado el 13/09/11, pág. 9.

La red de distribución de agua se complementa con cinco tanques de almacenamiento de agua potable, ubicados en diversos puntos de la zona de estudio y tres estaciones de bombeo, la primera estación de bombeo se ubica en la planta desaladora, la segunda bombea agua a la mitad de red y, la última bombea desde la colonia Mesa Colorada<sup>113</sup> (ver figura 3.2.3).

En el año 2009, la planta desaladora tuvo una producción promedio de 0.186 m<sup>3</sup>/s de agua, menor a la capacidad instalada (0.200 m<sup>3</sup>/s). Considerando el índice de pérdidas físicas del sistema para la zona urbana y rural del treinta y cinco por ciento<sup>114</sup>, obtuvimos un volumen de 0.121 m<sup>3</sup>/s de agua entregada (ver cuadro 3.2.1)

Para realizar la evaluación de la planta desaladora y considerando la falta de datos en cuanto a su producción, se tomó como constante dichos valores para los próximos años.

### **Cuadro 3.2.1 Oferta de agua de la planta desaladora.**

<b>Fuente de abastecimiento</b>	<b>Volumen producido (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Volumen entregado (m<sup>3</sup>/s)</b>
Planta Desaladora	0.186	0.121

Fuente: Elaboración propia con información de "Seawater Desalination as an alternative solution for potable water in Mexico, Seawater Desalination Plant Cabo San Lucas, B.C.S México" disponible en <http://www2.apwa.net/documents/meetings/congress/2007/handouts/3992.pdf> consultado el 13/09/11, pág. 13.

Asimismo, el agua de las pipas proviene de empresas privadas y abastecen a la zona de estudio con tanques de 11 a 15 m<sup>3</sup> de capacidad, el agua se extrae de pozos concesionados a particulares denominados el Tzal y la Hielera, el agua se distribuye a las colonias de lunes a sábado.<sup>115</sup> Considerando diez por ciento de pérdida de agua a través de las pipas, el volumen entregado asciende a 0.023 m<sup>3</sup>/s (ver cuadro 3.2.2).

<sup>113</sup> *Ídem*

<sup>114</sup> *Ibid.* pág. 13.

<sup>115</sup> Información obtenida a través de llamadas telefónicas a Cabo San Lucas el 14/09/11.

No obstante, para efectos de la presente evaluación, el caudal relevante que consideramos como la oferta máxima de agua potable en la zona de estudio, es únicamente el suministrado por la planta desaladora, es decir 0.121 m<sup>3</sup>/s.

Debido a que la evaluación sólo contempla la ampliación de la planta desaladora, necesitamos analizar en cuanto contribuye su ampliación a disminuir la carestía de agua en las colonias de la zona de estudio, sin considerar el volumen procedente de los pozos concesionados el Tzal y la Hielera, debido a que su consumo seguirá con y sin proyecto, pues entre la desaladora y el agua de pipas no se llegaría a los 0.6 m<sup>3</sup>/s entregados para abatir la carencia de agua en la zona de estudio.

### Cuadro 3.2.2 Agua de pipas.

Fuente de abastecimiento	Volumen producido (m <sup>3</sup> /s)	Volumen entregado (m <sup>3</sup> /s)
Pipas	0.025	0.016

Fuente: Elaboración propia con información de llamadas telefónicas a Cabo San Lucas realizadas el 14/09/11.

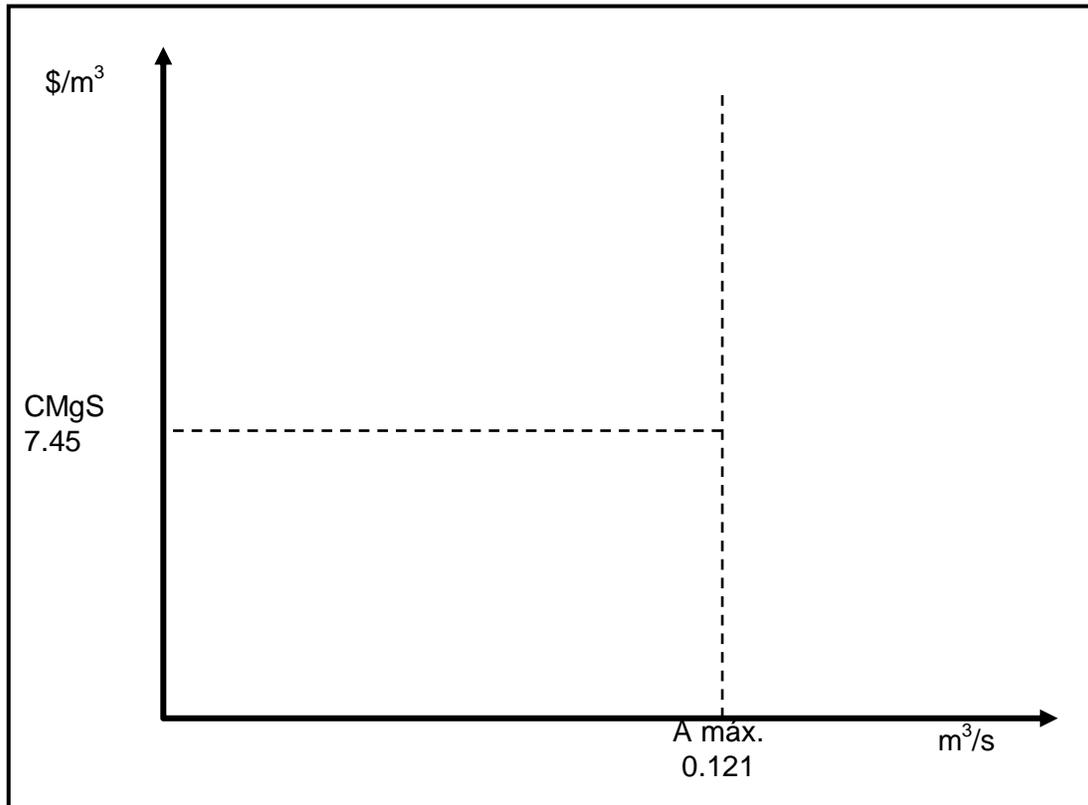
#### a) Costo marginal social.

El Costo Marginal Social (CMgS) dentro de la evaluación social en proyectos de agua potable, se determina como el valor de los recursos utilizados en la producción adicional y se representa como el área bajo la curva de oferta correspondiente a las unidades que se producen adicionalmente.

En este sentido, para determinar el CMgS, se sumaron los costos variables de operación y mantenimiento y el costo por energía eléctrica de las instalaciones de la planta desaladora, que suma 7.45 \$/m<sup>3</sup>, a pesos de 2011.<sup>116</sup>

<sup>116</sup> Información obtenida de "Seawater Desalination as an alternative solution for potable water in Mexico, Seawater Desalination Plant Cabo San Lucas, B.C.S México" disponible en <http://www2.apwa.net/documents/meetings/congress/2007/handouts/3992.pdf> consultado el 16/09/11, pág. 5 y llamadas telefónicas a la OHL, de acuerdo a esta información se realizaron cálculos propios,

Por lo tanto, a una oferta máxima de  $0.122 \text{ m}^3/\text{s}$  de agua potable de la planta desaladora su CMgS equivale a  $7.45 \text{ \$/m}^3$ . (Ver la gráfica 3.2.1)



**Gráfica 3.2.1 Costo marginal social de producción de agua potable.**

Fuente: Elaboración propia con información de “Seawater Desalination as an alternative solution for potable water in Mexico, Seawater Desalination Plant Cabo San Lucas, B.C.S México” disponible en <http://www2.apwa.net/documents/meetings/congress/2007/handouts/3992.pdf> consultado el 13/09/11, pág. 5 y 13; y llamadas telefónicas a la OHL el 18/09/11.

como resultado se obtuvo 7.45 pesos por cada metro cúbico de agua potable a través de agua salada.

### 3.2.3 Demanda.

Cabo San Lucas (CSL) es actualmente una de las principales zonas turísticas del municipio de Los Cabos, Baja California Sur<sup>117</sup>. El turismo siendo la principal actividad económica de la zona, trae consigo la necesidad de crear nuevos espacios turísticos; provocando migración de mano de obra calificada y no calificada para la construcción y servicios, entre otros. De 2005 al 2009, se observa que la tasa media de crecimiento anual (TMCA) en cuanto a la llegada de turistas representa el once punto treinta y cinco por ciento en comparación con la municipal que es del ocho punto diecinueve por ciento, de acuerdo a las estadísticas de la Secretaría del Turismo en Baja California Sur.

Dicha población se establece principalmente al norte de la localidad de Cabo San Lucas, en las colonias de Palmas, Mesa Colorada, Caribe Invi, Caribe Bajo, Leonardo Gastelum, Lomas del Sol, Cangrejos, Hojazen, Lomas del Faro y 4 de Marzo, que constituyen la zona de estudio de la demanda actual (ver figura 3.2.4).



**Figura 3.2.4 Ubicación de las colonias en la zona de estudio.**

Fuente: Elaboración propia con información del Consejo Nacional de Población (CONAPO), Baja California Sur: Indicadores demográficos, 1990-2030, disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=125&Itemid=193](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=125&Itemid=193), consultados el 28/08/11, El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) Censo de Población y Vivienda 2010, disponible en: <http://www.censo2010.org.mx/>, consultado el 28/08/11 y Google Earth.

<sup>117</sup> , Datos disponibles en [http://www.sectur.gob.mx/es/sectur/sect\\_9036\\_baja\\_california\\_sur](http://www.sectur.gob.mx/es/sectur/sect_9036_baja_california_sur), consultadas el 18/09/11.

La migración ha traído consigo la formación de asentamientos irregulares, carentes de servicios públicos, mientras que los asentamientos regularizados representan la demanda efectiva de agua potable.

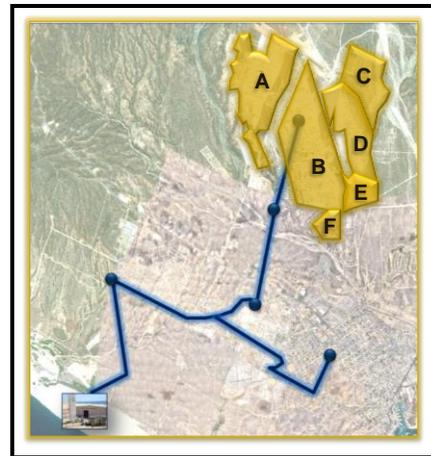
Las colonias de la zona de estudio son abastecidas de agua potable de la planta desaladora. El suministro de agua se realiza de forma continua en las colonias aledañas a la planta que son Cangrejos, Hojazen, Lomas del Faro y 4 de Marzo (ver figura 3.2.5).



**Figura 3.2.5 Ubicación de las colonias con servicio continuo en la zona de estudio.**

Fuente: Elaboración propia con información de CONAPO, Baja California Sur: Indicadores demográficos, 1990-2030, disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=125&Itemid=193](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=125&Itemid=193), consultado el 28/08/11, INEGI Censo de Población y Vivienda 2010, disponible en: <http://www.censo2010.org.mx/>, consultado el 28/08/11 y Google Earth. Colonias: G) Cangrejos, H) Hojazen, I) Lomas de Faro y K) 4 de Marzo

El resto de las colonias tienen suministro intermitente,<sup>118</sup> es decir, las colonias de Palmas, Mesa Colorada, Caribe Invi, Caribe Bajo, Leonardo Gastelum y Lomas del Sol. Los usuarios con suministro intermitente de agua tienen servicio un día a la semana por 12 horas continuas y una presión en la toma de cincuenta y cinco por ciento en promedio. (Véase figura 3.2.6)



**Figura 3.2.6 Ubicación de las colonias con servicio intermitente (tandeo) en la zona de estudio.**

Fuente: Elaboración propia con información de con CONAPO, Baja California Sur: Indicadores demográficos, 1990-2030, disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=125&Itemid=193](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=125&Itemid=193), consultado el 28/08/11, INEGI Censo de Población y Vivienda 2010, disponible en: <http://www.censo2010.org.mx/>, consultado el 28/08/11 y Google Earth..Colonias: A) Palmas, B) Mesa Colorada, C) Caribe Invi, D) Caribe Bajo, E) Leonardo Gastelum, F) y Lomas del Sol.

<sup>118</sup>El suministro intermitente de agua puede ser definido como un servicio en el cual se entrega agua a los usuarios por menos de 24 horas al día.

Para el análisis de la demanda de la zona de estudio se ha clasificado a los usuarios en dos tipos: doméstico popular y comercial.

**a) Doméstico popular.**

En la zona de estudio, la demanda de los usuarios doméstico popular<sup>119</sup> se caracteriza por viviendas con una tasa de hacinamiento de 4.2 habitantes por vivienda<sup>120</sup>. La mayoría de las viviendas tienen paredes de madera comprimida, techos de lámina o plástico, piso de cemento, con una habitación y un baño (ver figura 3.2.7). Carecen de infraestructura hidráulica dentro de la vivienda, por lo que los habitantes tienen que acarrear el agua desde la toma ubicada dentro del predio hasta el interior de ésta.

De acuerdo a la situación legal de las viviendas, los asentamientos irregulares no tienen acceso formal a la red de agua potable de la planta desaladora por lo que se conectan a la red de distribución de forma clandestina. Se estima que por cada tres viviendas regularizadas existen 2 viviendas con tomas clandestinas<sup>121</sup>.

Las viviendas regularizadas ascienden a 14,965 y el pago por el servicio es de cuota fija (\$70.16 por m<sup>3</sup>), por tanto se tomará una tarifa igual a 0 \$/m<sup>3</sup> para estos usuarios.<sup>122</sup> Del total de viviendas regularizadas, el treinta y ocho por ciento tiene suministro continuo de agua y el sesenta y dos por ciento suministro intermitente, éstas últimas, como se mencionó anteriormente, reciben agua una vez por semana durante 12 horas continuas (tandeo).

---

<sup>119</sup> De acuerdo a la Ley de Aguas del Estado de Baja California Sur, el agua de uso doméstico hace referencia a la utilización del agua potable en casa-habitación para consumo humano, la preparación de alimentos y para satisfacer las necesidades más elementales como lo son el servicio sanitario, aseo personal y la limpieza de bienes.

<sup>120</sup> Cálculos propios de acuerdo a CONAPO, Baja California Sur: Indicadores demográficos, 1990-2030 disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=125&Itemid=193](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=125&Itemid=193), consultado el 28/08/11.

<sup>121</sup> De acuerdo a las llamadas telefónicas realizadas el 15/09/11 en la zona de estudio, se constató que la regularización de los terrenos es una condición indispensable para que el OOMSAPASLC pueda proporcionar el servicio de agua potable. Las viviendas regularizadas deben pagar una cuota de \$6,000.00 para tener una toma en su domicilio; pero la mayoría de las viviendas se caracterizan por ser de bajos ingresos económicos, razón por la cual es difícil tener una toma domiciliaria.

<sup>122</sup> Véase **Anexo C** para conocer las tabulaciones tarifarias.



**Figura 3.2.7 Viviendas en la zona de estudio.**

Fuente: Google Maps y Earth.

De los usuarios con suministro continuo 5,636 son usuarios regularizados y 3,757 clandestinos, el consumo promedio mensual de las viviendas es 17.948 m<sup>3</sup>/mes/toma en promedio (140.525 litros/habitante/día)<sup>123</sup>. (Ver cuadro 3.2.3)

**Cuadro 3.2.3 Cantidad demandada de agua de los usuarios domésticos populares con servicio continuo.**

Colonias servicio continuo	Número de usuarios regularizados	Número de usuarios clandestinos	Consumo promedio mensual, m <sup>3</sup>	Costo	Litros/habitante/día
<b>K.-</b> 4 de Marzo	1,170	780	17.948	Cuota fija= 70.16 Tarifa=0	140.525
<b>H.-</b> Hojazen	1,060	707			
<b>I.-</b> Lomas del Faro	623	415			
<b>G.-</b> Cangrejos	2,783	1,855			
<b>Suma</b>	<b>5,636</b>	<b>3,757</b>			
<b>Total de usuarios</b>		<b>9,393</b>			

**Fuente:** Elaboración propia con información de CONAPO, Baja California Sur: Indicadores demográficos, 1990-2030, disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=125&Itemid=193](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=125&Itemid=193), consultado el 28/08/11, INEGI Censo de Población y Vivienda 2010, disponible en: <http://www.censo2010.org.mx/>, consultado el 28/08/11 y llamadas telefónicas a la zona de estudio del 15 al 22 de agosto del 2011.

De los 15,548 usuarios con suministro intermitente 9,329 son usuarios regularizados y 6,219 clandestinos. La cantidad demandada de agua es 8.603 m<sup>3</sup>/mes/toma (67.357 litros/habitante/día). Sin embargo, la cantidad de agua que reciben los usuarios intermitentes por medio de la red con frecuencia no es suficientemente para cubrir las necesidades del hogar. Por lo anterior, estos usuarios tienen que recurrir a la compra de agua de pipas, cada metro cúbico de la pipa cuesta 85 pesos (este precio es igual para todos los usuarios en la zona de estudio) que en promedio asciende a 5.100 m<sup>3</sup>/mes/toma. (Ver cuadro 3.2.4)

<sup>123</sup> Cálculos propios con información de CONAPO, Baja California Sur: Indicadores demográficos, 1990-2030, disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=125&Itemid=193](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=125&Itemid=193), consultado el 28/08/11, INEGI Censo de Población y Vivienda 2010, disponible en: <http://www.censo2010.org.mx/>, consultado el 28/08/11

**Cuadro 3.2.4 Cantidad demandada de agua de usuarios domésticos populares con servicio intermitente (tandeo).**

Colonias servicio continuo	Número de usuarios regularizados	Número de usuarios clandestinos	Consumo promedio mensual, m <sup>3</sup>	Costo	Litros/habitante/día	Consumo mensual de agua en pipas
A.- Palmas	1,978	1,319	8.603	Cuota fija=70.16 Tarifa=0	67.357	5.10
B.-Mesa Colorada	2,540	1,693				
C.- Caribe Invi	638	425				
D.- Caribe Bajo	678	452				
E.- Leonardo Gastelum	372	248				
F.- Lomas del Sol	3,124	2,083				
<b>Suma</b>	<b>9,329</b>	<b>6,219</b>				
<b>Total de usuarios</b>	<b>15,548</b>					

Fuente: Elaboración propia con información de CONAPO, Baja California Sur: Indicadores demográficos, 1990-2030, disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=125&Itemid=193](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=125&Itemid=193), consultado el 28/08/11, INEGI Censo de Población y Vivienda 2010, disponible en: <http://www.censo2010.org.mx/>, consultado el 28/08/11 y llamadas telefónicas a la zona de estudio del 15 al 22 de agosto del 2011.

Por su parte las viviendas sin servicio de agua potable se abastecen a través de pipas, cuyo volumen asciende a 6.45 m<sup>3</sup>/mes/toma. Para almacenar el agua de la llave la mayoría de las viviendas disponen de 2 a 4 tambos con capacidad de 550 litros cada uno, tinacos de 1,100 litros y en algunos casos de cisternas cuya capacidad varía de 3 a 8 m<sup>3</sup> de agua<sup>124</sup> (ver figura 3.2.8). La calidad del agua potabilizada de la planta desaladora cumple con las normas establecidas en el país.<sup>125</sup> Sin embargo, la población menciona que no le gusta para beber por tener un sabor distinto al agua extraída del subsuelo y además porque proviene del mar, por lo que tienen que comprar agua purificada.

<sup>124</sup> Llamadas telefónicas en la zona de estudio del 15 al 22 de agosto del 2011.

<sup>125</sup> El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales, en este sentido la norma oficial mexicana nom-127-ssa1-1994, "salud ambiental, agua para uso y consumo humano - límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización" especifica ciertas características **Ver Anexo E.**



**Figura 3.2.8 Descripción del almacenamiento de agua en la zona de estudio.**

Fuente: Google Maps y Earth.

### **b) Comercial.**

Los usuarios de tipo comercial<sup>126</sup> se caracterizan por ser pequeños comercios tales como tiendas de abarrotes, estéticas, comedores y lavanderías. De estas, las tiendas de abarrotes, en general, se ubican dentro de las viviendas, quienes

<sup>126</sup> De acuerdo a la Ley de Aguas del Estado de Baja California Sur, el agua de uso comercial se utiliza en establecimientos y oficinas, dedicadas a la comercialización de bienes y servicios.

destinan una superficie pequeña para el negocio, de 9 m<sup>2</sup> aproximadamente y son atendidas por los integrantes de la familia. (Ver figura 3.2.9)



**Figura 3.2.9 Usuarios comerciales en la zona de estudio.**

Fuente: Google Maps y Earth.

Al igual que los usuarios de tipo doméstico, los usuarios de tipo comercial se clasifican en aquellos con suministro continuo de agua (con 206 usuarios) y los de servicio intermitente (con 329 usuarios), y todos pagan cuota variable. La cantidad demandada de agua de los usuarios con servicio continuo asciende a 38.506 m<sup>3</sup>/mes/toma<sup>127</sup> en promedio (1,266.244 litros/toma/día) cuyo costo asciende a 442.110 pesos de 2011 de acuerdo a OOMSAPASLC.<sup>128</sup> (Ver cuadro 3.2.5)

<sup>127</sup> Información recabada a través de llamadas telefónicas en la zona de estudio del 15 al 22 de agosto del 2011.

<sup>128</sup> Véase **Anexo C**

**Cuadro 3.2.5 Cantidad demandada de agua de usuarios comerciales con servicio continuo.**

Colonias servicio continuo	Número de usuarios regularizados	Consumo promedio mensual, m <sup>3</sup>	Precio promedio mensual	Litros/toma/día
K.- 4 de Marzo	118	38.506	442.110	1,266.244
H.- Hojazen	13			
I.- Lomas del Faro	5			
G.- Cangrejos	70			
<b>Total</b>	<b>206</b>			

**Fuente:** Elaboración propia con información de CONAPO, Baja California Sur: Indicadores demográficos, 1990-2030, disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=125&Itemid=193](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=125&Itemid=193), consultado el 28/08/11, INEGI Censo de Población y Vivienda 2010, disponible en: <http://www.censo2010.org.mx/>, consultado el 28/08/11 y llamadas telefónicas a la zona de estudio del 15 al 22 de agosto del 2011.

Por su parte, los usuarios con suministro intermitente demandan 30.381 m<sup>3</sup>/mes/toma (999.047 litros/toma/día) (Ver cuadro 3.2.6).

**Cuadro 3.2.6 Cantidad demandada de agua de usuarios comerciales con servicio intermitente (tandeo)**

Colonias servicio intermitente	Número de usuarios regularizados	Consumo promedio mensual, m <sup>3</sup>	Precio promedio mensual	Litros/toma/día	Consumo mensual de agua en pipas
A.- Palmas	12	30.381	341.355	999.047	8.125
B.-Mesa Colorada	76				
C.- Caribe Invi	16				
D.- Caribe Bajo	6				
E.- Leonardo Gastelum	2				
F.- Lomas del Sol	217				
<b>Total de usuarios</b>	<b>329</b>				

**Fuente:** Elaboración propia con información de CONAPO, Baja California Sur: Indicadores demográficos, 1990-2030, disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=125&Itemid=193](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=125&Itemid=193), consultado el 28/08/11, INEGI Censo de Población y Vivienda 2010, disponible en: <http://www.censo2010.org.mx/>, consultado el 28/08/11 y llamadas telefónicas a la zona de estudio del 15 al 22 de agosto del 2011.

Asimismo los usuarios comerciales se abastecen de agua procedente de pipas, su consumo representa  $8.125 \text{ m}^3/\text{mes}/\text{toma}^{129}$ , el precio promedio mensual es de \$341.355 de acuerdo a ese consumo y en consideración a las tarifas de OOMSAPASLC.<sup>130</sup>.

### 3.2.4 Metodología para la estimación de la demanda.

En primer lugar, es importante mencionar que de acuerdo a los datos de consumo tanto doméstico como comercial, no se encontró un factor de estacionalidad significativo en el consumo promedio mensual entre los meses de temporada alta y baja de los usuarios doméstico y comercial, por lo que el presente estudio parte del supuesto que la demanda tiene un comportamiento constante a lo largo del año. (Ver cuadro 3.2.7 y 3.2.8)

**Cuadro 3.2.7 Estacionalidad en el consumo del usuario doméstico popular.**

Consumo en temporada alta		Consumo en temporada baja	
Meses	Consumo promedio $\text{m}^3/\text{mes}$	Meses	Consumo promedio $\text{m}^3/\text{mes}$
Enero	17.444	Febrero	18.217
Abril	18.234	Marzo	17.404
Junio	18.705	Mayo	16.848
Julio	18.447	Agosto	17.537
Septiembre	18.809	Octubre	17.759
Diciembre	18.676	Noviembre	17.299
<b>Promedio(<math>\text{m}^3/\text{mes}</math>)</b>		<b>17.948</b>	

**Fuente:** Elaboración propia con información de CONAPO, Baja California Sur: **Indicadores demográficos, 1990-2030**, disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=125&Itemid=193](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=125&Itemid=193), consultado el 28/08/11, INEGI Censo de Población y Vivienda 2010, disponible en: <http://www.censo2010.org.mx/>, consultado el 28/08/11 y llamadas telefónicas a la zona de estudio del 15 al 22 de agosto del 2011.

129 Para efectos de la presente evaluación se parte del supuesto de que consumo de los usuarios comerciales con servicio intermitente es similar al de los usuarios con servicio continuo.

130 Véase **Anexo C**

La explicación a esta aparente falta de estacionalidad en el consumo surge principalmente de dos razones, la primera tiene que ver con el nivel socio-económico de casi la totalidad de las viviendas de la zona de estudio, el cual se puede catalogar como relativamente bajo, como se puede observar en las imágenes presentadas de las viviendas en la zona de estudio y además por la información recabada en las llamadas telefónicas del 15 al 22 de agosto del presente año.

### Cuadro 3.2.8 Estacionalidad en el consumo del usuario comercial

Consumo en temporada alta		Consumo en temporada baja	
Meses	Consumo promedio m <sup>3</sup> /mes	Meses	Consumo promedio m <sup>3</sup> /mes
Marzo	39.082	Enero	36.145
Mayo	40.130	Febrero	37.424
Junio	39.120	Abril	37.339
Julio	39.576	Agosto	37.625
Setiembre	40.352	Octubre	38.100
Diciembre	40.067	Noviembre	37.113
<b>Promedio( m<sup>3</sup>/mes)</b>		<b>38.506</b>	

Fuente: Elaboración propia con información de CONAPO, Baja California Sur: Indicadores demográficos, 1990-2030, disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=125&Itemid=193](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=125&Itemid=193), consultado el 28/08/11, INEGI Censo de Población y Vivienda 2010, disponible en: <http://www.censo2010.org.mx/>, consultado el 28/08/11 y llamadas telefónicas a la zona de estudio del 15 al 22 de agosto del 2011.

La segunda razón tiene que ver con que la oferta de agua proveniente tanto de la planta desaladora como de las pipas es prácticamente fija a lo largo del año. Lo anterior debido a los márgenes de producción de la planta desaladora, así como la capacidad limitada de transporte de agua de pipas. Ambos elementos plantean importantes restricciones al consumo.

Por tanto, tomando como base el hecho de que no existe estacionalidad en el consumo en la zona de estudio, para la determinación de la curva de demanda de mercado de agua potable, se estimaron las curvas de demanda individuales por cada tipo de usuario con base en dos puntos de las mismas:

**Punto 1 Consumo promedio de agua suministrada por pipas de las tomas que no se encuentran conectadas al sistema.**

**Punto 2. Consumo promedio de agua suministrada por la red de las tomas conectadas al sistema y que cuentan con suministro continuo.**

Asimismo, es importante recalcar que las cantidades demandadas promedio de agua de pipas y agua de la red se obtuvieron de las llamadas telefónicas<sup>131</sup>. A continuación, en el cuadro 3.2.9 se muestra un resumen de las cantidades demandadas como promedio mensual para cada tipo de usuario, en donde se puede observar que los comercios consumen mayor cantidad de agua con respecto a los usuarios domésticos, los cuales tienen consumos que van desde los 6.45 a 17.94 m<sup>3</sup>/mes/toma.

**Cuadro 3.2.9 Cantidad demandada promedio por tipo de usuario.**

Tipo de usuario	Cantidad demandada promedio, servicio continuo		Cantidad demandada promedio, servicio intermitente		Cantidad demandada promedio de agua en pipas, usuarios no conectados	
	m <sup>3</sup> /mes	L/día/toma	m <sup>3</sup> /mes	L/día/toma	m <sup>3</sup> /mes	L/día/toma
Doméstico Popular	17.948	590.206	8.603	282.898	6.450	212.101
Comercial	38.506	1,266.229	30.381	999.047	----	----

**Fuente:** Elaboración propia con información de CONAPO, Baja California Sur: **Indicadores demográficos, 1990-2030**, disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=125&Itemid=193](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=125&Itemid=193), consultado el 28/08/11, INEGI Censo de Población y Vivienda 2010, disponible en: <http://www.censo2010.org.mx/>, consultado el 28/08/11 y llamadas telefónicas a la zona de estudio del 15 al 22 de agosto del 2011.

Con base en los datos anteriores, las curvas de demanda se calcularon de la siguiente manera:

<sup>131</sup>. Las llamadas telefónicas que se realizaron del 15 al 22 de agosto del 2011, tuvieron como finalidad conocer las características del consumo de los hogares y los comercios, en este sentido se recomienda **Ver el Anexo D.**

Lo primero que se necesita encontrar son las ecuaciones para determinar la cantidad demandada de los usuarios domésticos y comerciales, en ese sentido utilizaremos la ecuación de la recta donde  $y = mx + b$ <sup>132</sup>, y a partir de esta ecuación determinamos la función de la demanda la cual se representa de la siguiente forma.

$Qd = b - mp$	<p><b>Donde:</b></p> <p><b>Qd</b> = cantidad demandada de agua potable (m<sup>3</sup>/mes).</p> <p><b>b</b> = constante que define la curva de demanda.</p> <p><b>m</b> = pendiente con signo negativo.</p> <p><b>p</b> = precio por m<sup>3</sup>.</p>
---------------	---

Para obtener los dos puntos de la curva de demanda, se requiere obtener los valores de  $m$  y  $b$  a partir de la ecuación:  $m = \frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1}$  donde  $b$  representa la ordenada al origen. De esta forma, para **el caso de los usuarios doméstico populares**, la curva de demanda individual resulta de:

**$(x_1, y_1) = (6.45, 85)$**  Donde: 6.45 representa el consumo promedio mensual de agua de pipas de las viviendas no conectadas a la red de agua potable y 85 el precio por m<sup>3</sup> de agua de pipa en la zona de estudio.

**$(x_2, y_2) = (17.948, 0)$**  Donde 17.948 representa el consumo promedio mensual de los usuarios domésticos populares con servicio continuo y 0 representa la tarifa, debido a que en la zona de estudio hay cuota fija, no se cobra una tarifa.<sup>133</sup>

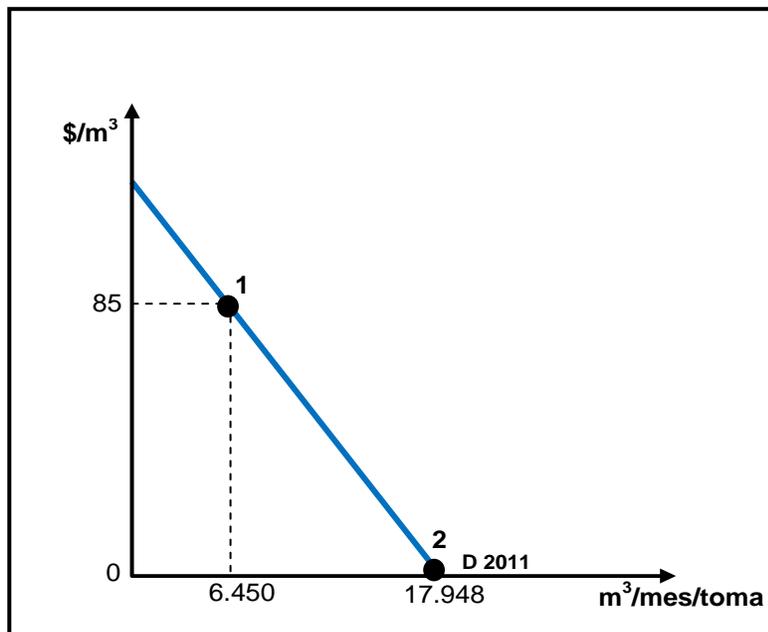
<sup>132</sup> Para determinar estos dos puntos, se utilizó la fórmula de la ecuación de la recta representada por  $y=mx+b$ , Javier Días Jiménez, *Microeconomía primeros conceptos*, España Antony Bosh, 1999, pág. 19.

<sup>133</sup> Una tarifa véase **Anexo C**, se define como la cuota adicional por cada metro cúbico o litro excedente al límite inferior de la tabulación para el cobro del agua, en este sentido, los usuarios con cuota fija, pueden consumir el volumen que sea, pero en la zona de estudio hay cuota fija por las

Ya realizados los cálculos para la ecuación de la recta, determinamos que  $m$  es igual a **0.135** y que  $b$  es **17.948**, en este sentido,  $b$  se obtiene de la siguiente forma:  $b = 6.45 \text{ m}^3 \text{ pipas mes} - 0.135 \text{ de } m \text{ } 85 \$ \text{ pipas } \text{m}^3 \text{ mes}$

Por tanto, la función de demanda individual de los usuarios doméstico popular es:  **$Q_d = 17.948 - 0.135 p \text{ (m}^3/\text{mes)}$** ..... (1)

La representación gráfica de la función de demanda para los usuarios domésticos populares se muestra a continuación en el grafico 3.2.2.



**Gráfica 3.2.2 Función de demanda de los usuarios domésticos populares.**

Los usuarios con servicio intermitente, de acuerdo a la metodología están incluidos en los puntos que suman la recta de la demanda así como sus consumos, visualmente sólo se resaltan dos puntos, pero los demás están incluidos.

Para el caso de los usuarios comerciales se partió del supuesto de que su curva de demanda es perfectamente inelástica ya que se asume que éstos usuarios ante cualquier tarifa presentan un consumo constante debido al giro en que operan,

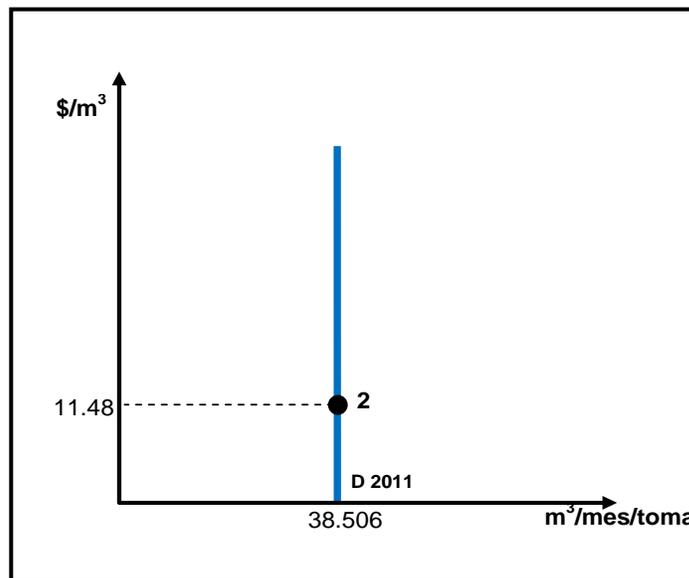
características del suministro, es decir, tandeo y servicio 12 horas al día, por ello cobrar una cuota variable no tendría sentido pues no excederían el primer límite de la tarifación.

mismos que requieren una cantidad constante y determinada de agua.<sup>134</sup> En este sentido para determinar la función de la demanda de los usuarios comerciales, se hace el mismo procedimiento que los usuarios domésticos, y obtenemos:

**$(x_2, y_2) = (38.506, 11.48)$**  Donde 38.506 representa la cantidad consumida promedio de agua potable de los usuarios comerciales en la zona de estudio y 11.48 (\$442.110 / 38.506 del consumo)<sup>135</sup> es el precio promedio mensual por cada metro cúbico consumido de agua potable.

Aplicando las fórmulas de  $m$  y  $b$  a partir de la ecuación:  $m = \frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1}$  y sustituyendo los valores determinamos que la ecuación de demanda para los usuarios comerciales es:  **$Q_d = 38.506$** ..... (2)

La representación gráfica de la función se muestra en el grafico 3.2.3, y de igual forma, los usuarios con servicio intermitente metodológicamente están incluidos en los puntos que suman la recta de la demanda así como sus consumos.



**Gráfica 3.2.3 Función de demanda de los usuarios comerciales.**

<sup>135</sup> Véase el cuadro 3.1.5.

Ya teniendo las ecuaciones por tipo de consumidor (doméstico popular y comercial), se tiene que hacer una ecuación que represente al *mercado*, es decir, que sume a los usuarios y sus consumos en una sola función de demanda, en este sentido, las ecuaciones (1) y (2) se multiplicaron por el número correspondiente de tomas totales (ver cuadro 3.2.10) para obtener las siguientes funciones de demanda total por tipo de usuario (en m<sup>3</sup>/mes):

$$Q_{dDP} = 447,657.379 - 3,373.925 p^{136} \dots\dots\dots (3)$$

$$Q_{dC} = 20,600.717^{137} \dots\dots\dots (4)$$

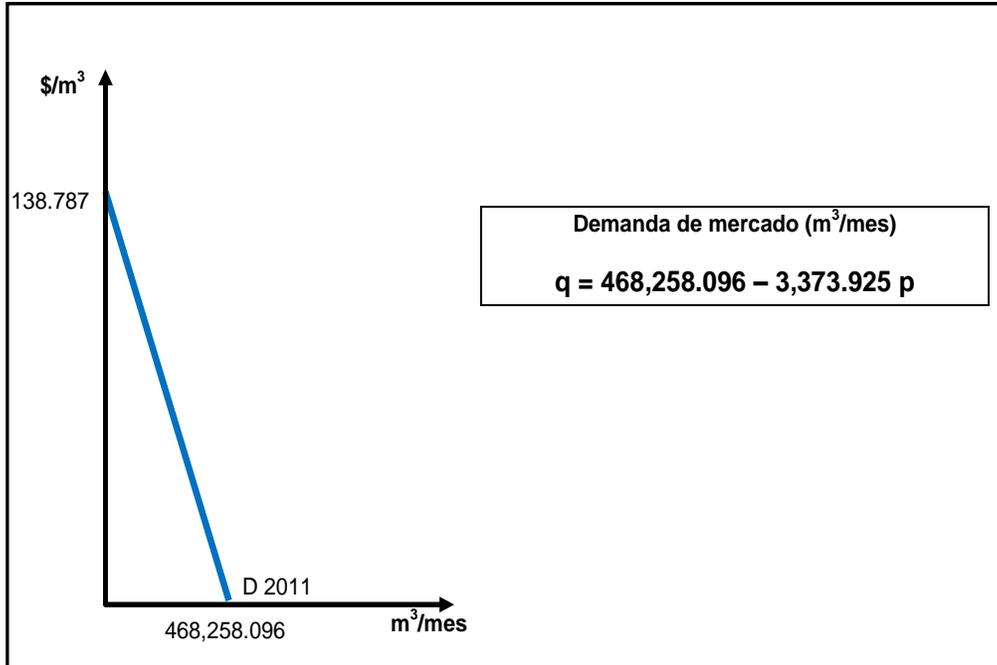
**Cuadro 3.2.10 Número total de tomas por tipo de usuario.**

Tipo de usuario	Tomas servicio continuo		Tomas servicio intermitente		Total
	Tomas regularizadas	Tomas clandestinas	Tomas regularizadas	Tomas clandestinas	
Doméstico Popular	5,636	3,757	9,329	6,219	24,942
Comercial	206	0	329	0	535
				<b>Suma</b>	<b>25,477</b>

**Fuente:** Elaboración propia con información de CONAPO, Baja California Sur: **Indicadores demográficos, 1990-2030**, disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=125&Itemid=193](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=125&Itemid=193), consultado el 28/08/11, INEGI Censo de Población y Vivienda 2010, disponible en: <http://www.censo2010.org.mx/>, consultado el 28/08/11 y llamadas telefónicas a la zona de estudio del 15 al 22 de agosto del 2011.

Con base en los resultados agregados por tipo de usuario de las ecuaciones (3) y (4), se determinó la función de demanda del mercado, véase gráfica 3.2.4, en donde se puede observar presenta una aparente inelasticidad, por un lado el consumo de los usuarios comerciales y por otro, los usuarios domésticos populares tienen una restricción presupuestal, es decir, no van a consumir más de lo que actualmente hacen, porque tienen tandeo, sus ingresos nos les permiten comprar más agua de pipas y la falta de infraestructura intradomiciliaria hace que se consuma de una forma moderada.

<sup>136</sup> Para las multiplicaciones consideramos todos los decimales.



**Gráfica 3.1.4 Función de la demanda de mercado.**

### 3.2.5 Interacción oferta - demanda.

Partiendo de la oferta máxima de agua potable de  $0.121 m^3/s$  y de la demanda de mercado en la zona de estudio, el cuadro 3.2.11 muestra la interacción de estas variables para los 21 años del horizonte de evaluación.<sup>138</sup>

En el año 2011 la cantidad demandada de agua es mayor a la oferta en  $0.057 m^3/s$ , la cual presenta un crecimiento anual hasta alcanzar  $0.089 m^3/s$  en el año 2032, es decir, desde el presente año ya hay una diferencia negativa entre la cantidad consumida y la oferta máxima, es decir, la planta desaladora desde su operación no cubre la demanda de agua potable en la zona de estudio, por ello hay tandeo y el servicio sólo cubre doce horas al día, esto para dar abasto a las otras colonias, de seguir con esta situación para el 2032 tendríamos un déficit de 89 litros por segundo.

<sup>138</sup> En el cuadro 3.3.11 se muestra un resumen de la cantidad demandada y la oferta máxima cada 5 años hasta el años 2032, se hace hasta el 2032 porque es el horizonte de evaluación de proyecto, para mayor detalle **ver el Anexo F.**

**Cuadro 3.2.11 Interacción de la cantidad demandada y la oferta máxima en la situación actual.**

Años	Cantidad demandada <sup>a/</sup> m <sup>3</sup> /s	Oferta máxima m <sup>3</sup> /s	Diferencia	
			m <sup>3</sup> /s	Lps <sup>b/</sup>
2011	0.178	0.121	-0.057	-57
2015	0.189	0.121	-0.068	-68
2020	0.198	0.121	-0.077	-77
2021	0.199	0.121	-0.078	-78
2022	0.200	0.121	-0.079	-79
2023	0.201	0.121	-0.081	-81
2024	0.203	0.121	-0.082	-82
2025	0.204	0.121	-0.083	-83
2030	0.209	0.121	-0.088	-88
2032	0.210	0.121	-0.089	-89

<sup>a/</sup> Considerando la cantidad demandada de los usuarios domésticos populares a tarifa cero.

<sup>b/</sup> Litros por segundo

**Fuente:** Elaboración propia con información de CONAPO, Baja California Sur: Indicadores demográficos, 1990-2030, disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=125&Itemid=193](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=125&Itemid=193), consultado el 28/08/11, INEGI Censo de Población y Vivienda 2010, disponible en: <http://www.censo2010.org.mx/>, consultado el 28/08/11 y llamadas telefónicas a la zona de estudio del 15 al 22 de agosto del 2011.

Para obtener el déficit al año 2032, se proyectó la cantidad demandada con la tasa de crecimiento de los hogares nucleares, obtenida de la diferencia de la tasa de crecimiento poblacional menos la tasa de crecimiento de las viviendas del estado de Baja California Sur, ambas del Consejo Nacional de Población (CONAPO).<sup>139</sup> Esta diferencia se utilizó para aproximar el crecimiento intrafamiliar de la zona de estudio, como se observa en el siguiente cuadro.

<sup>139</sup> Información disponible en <http://www.conapo.gob.mx/>

**Cuadro 3.2.12 Tasa de Crecimiento de la demanda.**

<b>Años</b>	<b>Tasa poblacional</b>	<b>Tasa de viviendas</b>	<b>Diferencia</b>
2011	5.28%	3.65%	1.63%
2012	5.04%	3.56%	1.48%
2013	4.81%	3.46%	1.35%
2014	4.60%	3.37%	1.23%
2015	4.41%	3.30%	1.11%
2016	4.23%	3.21%	1.02%
2017	4.06%	3.13%	0.93%
2018	3.90%	3.04%	0.86%
2019	3.75%	2.96%	0.79%
2020	3.61%	2.91%	0.70%
2021	3.44%	2.83%	0.61%
2022	3.35%	2.73%	0.62%
2023	3.23%	2.64%	0.59%
2024	3.12%	2.55%	0.57%
2025	3.00%	2.49%	0.51%
2026	2.89%	2.42%	0.47%
2027	2.79%	2.32%	0.47%
2028	2.68%	2.23%	0.45%
2029	2.58%	2.15%	0.43%
2030	2.48%	2.08%	0.40%
2031	2.38%	2.02%	0.36%
2032	2.28%	1.92%	0.36%

Fuente: Elaboración propia información de la tasa de crecimiento poblacional y la tasa de crecimiento de las viviendas, CONAPO

### 3.2.6 Problemática.

De la interacción oferta y demanda en la situación actual es conveniente volver a replantear la problemática, en este sentido podemos argumentar que las colonias demandan más agua potable que la suministrada a través de la planta desaladora, es decir, la cantidad demandada no logra ser cubierta por la oferta actual.

### 3.3 Descripción de la situación actual optimizada.

Teóricamente la principal optimización que podría llevarse a cabo consiste en la eliminación de la cuota fija y las tarifas diferenciadas para ser sustituidas por la aplicación de una tarifa única igual al valor del Costo Marginal Social (CMgS) del agua potable.

En este sentido la tarifa a Costo CMgS se determina como el valor de los recursos utilizados en la producción de cada metro cúbico de agua desalada, en donde el  $CMgS = 7.45 \text{ \$/m}^3$  (se obtuvo de la suma de los costos variables de operación y mantenimiento  $\$2.15 \text{ m}^3$  y el costo por energía eléctrica de las instalaciones de la planta desaladora  $\$5.30 \text{ m}^3$ )<sup>140</sup>.

Para determinar la cantidad demandada a una tarifa a CMgS, en primer término se debe sustituir los  $7.45 \text{ \$/m}^3$  en la ecuación de demanda del mercado,  $q = 468,258.096 - 3,373.925 \cdot 7.45$ , entonces la cantidad demandada se multiplica por los 12 meses al año, teniendo la cantidad demandada anual la dividimos entre los 365 días al año y después entre 86 400 segundos al día, y obtenemos un consumo de  $0.169 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Por lo tanto, a una tarifa igual al CMgS la cantidad demandada de agua potable es  $0.169 \text{ m}^3/\text{s}$  véase la gráfica 3.3.1.

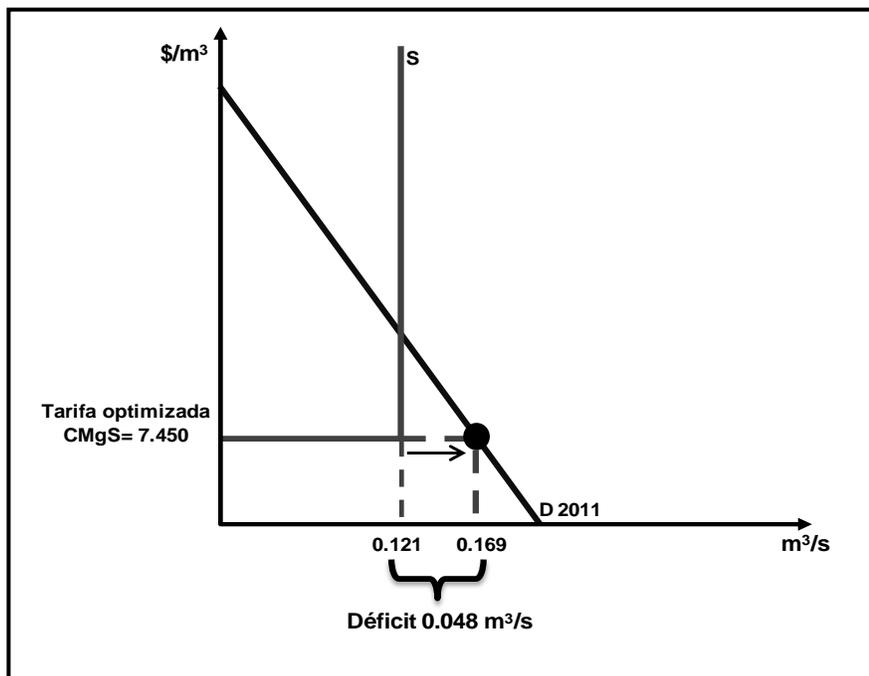
A partir de esta situación el déficit se puede definir como la diferencia entre la cantidad demandada y la oferta máxima a CMgS, mismo que para el año 2011 sería

---

<sup>140</sup> Para mayor detalle véase el apartado de oferta en la situación sin proyecto y posibles soluciones.

de  $0.048 \text{ m}^3/\text{s}$ , (se obtiene de la diferencia entre  $0.169 \text{ m}^3/\text{s}$  demandados de la tarifa optimizada menos los  $0.121 \text{ m}^3/\text{s}$  de la oferta máxima).

Como se puede observar, en la situación actual la cantidad demandada es  $0.178 \text{ m}^3/\text{s}$  y con una tarifa a CMgS pasa a  $0.169 \text{ m}^3/\text{s}$ , es decir hay una pequeña reducción en el consumo de  $0.009 \text{ m}^3/\text{s}$ , como se había explicado en el capítulo II de esta tesis, el objetivo de aplicar una tarifa a CMgS es disminuirle beneficios ilegítimos al proyecto, por ello se ajustó la cantidad demandada, pues de esta dependen los beneficios del proyecto.



**Gráfica 3.3.1 Optimización.**

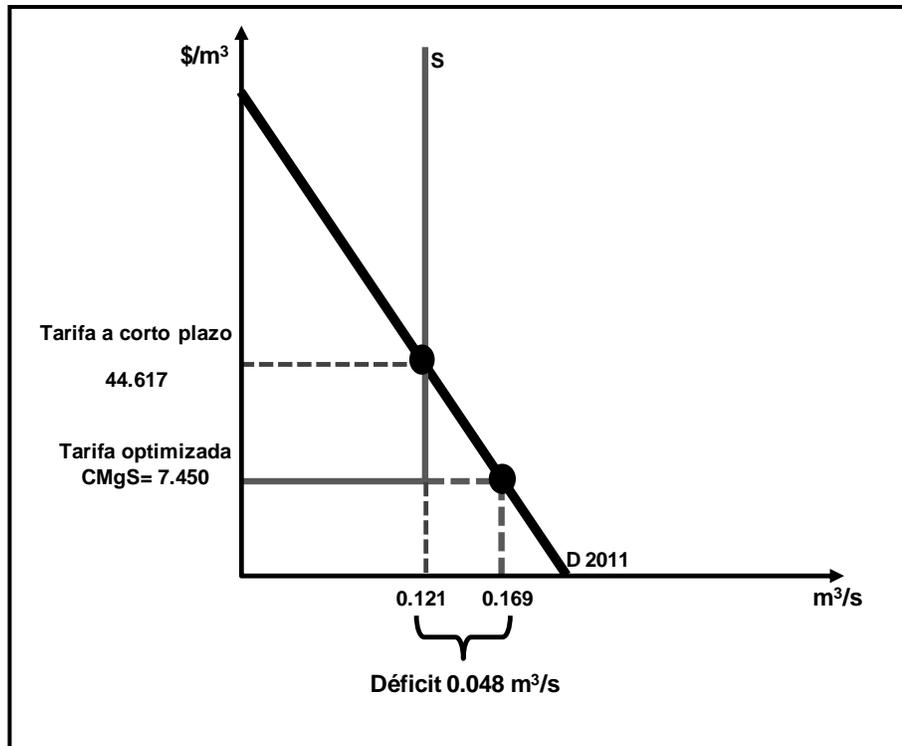
A partir de esta situación surgen tres principales problemas, por un lado si se aplicara la tarifa optimizada los usuarios domésticos con cuota fija, por ejemplo, ya no pagarían los  $\$70.16 \text{ m}^3$  por un consumo promedio de  $17.948 \text{ m}^3$  ahora tendrían que pagar  $\$133.714 \text{ m}^3$  por un servicio una vez a la semana, véase cuadro 3.3.1, y de igual forma los usuarios comerciales, por otro lado, para que esto suceda, se tendría que tener la seguridad de que existe micromedición de al menos el 80% en

las viviendas y eso no es seguro que suceda debido al porcentaje de tomas clandestinas en la zona de estudio.

Y finalmente, otro problema sería la aplicación de una tarifa a corto plazo, su objetivo es disminuir por completo el déficit en la zona de estudio, para ello las viviendas y comercios tendrían que pagar \$44.617 por cada metro cúbico consumido,<sup>141</sup> el consumo se vuelve muy costoso y las viviendas dejarían de consumir el agua de la red. Esta tarifa se obtiene de la ecuación de mercado en

$$\text{donde: } T_{cp} = \frac{468,258.096 - \text{Oferta máxima de } 0.21 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 86,400 \text{ segundos días año} * 30.417 \text{ días mes}}{-3,373.925}$$

En este sentido, para eliminar el déficit de 0.048 m<sup>3</sup>/s se tendría que aplicar en el corto plazo una tarifa de 44.617 \$/m<sup>3</sup>. **Veamos la gráfica 3.3.2.**



**Gráfica 3.3.2 Aplicación de la tarifa a corto plazo.**

<sup>141</sup> En este sentido se aconseja revisar el **Anexo G** para ver la aplicación de la tarifa a corto plazo y las ecuaciones con que se generó para cada año del horizonte de evaluación.

Vemos que la aplicación de las tarifas a CMgS y corto plazo ponen en desventaja tanto a los comercios como a las viviendas, lo cual implicaría por un lado, que los hogares dejen de consumir agua potable de la red, pues su costo sería muy alto con respecto al actual y además, que los comercios tengan más costos por los servicios que ofrecen y de igual forma seguirían consumiendo agua de pipas al igual que las viviendas, por estas razones plantear como optimización en este proyecto la aplicación de una tarifa a corto plazo y a CMgS es imposible y de llevarlo a cabo ocasionaría un detrimento de la situación económica en toda la zona de estudio y más allá de solucionar un problema, generaría otro mucho mayor como se muestra en el cuadró 3.3.1.

**Cuadro 3.3.1 Aplicación de las tarifas por tipo de usuario.**

Usuario	Tarifas \$/m <sup>3</sup>		
	Actual	CMgS	Corto Plazo
Doméstico popular continuo	70.160	133.714	286.870
Doméstico popular intermitente	70.160	64.092	226.339
Comercial continuo	442.105	800.786	1,718.005
Comercial intermitente	341.355	383.833	1,355.496

**Fuente:** Elaboración propia con información de CONAPO, Baja California Sur: Indicadores demográficos, 1990-2030, disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=125&Itemid=193](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=125&Itemid=193), consultado el 28/08/11, INEGI Censo de Población y Vivienda 2010, disponible en: <http://www.censo2010.org.mx/>, consultado el 28/08/11 y llamadas telefónicas a la zona de estudio del 15 al 22 de agosto del 2011.

Lo único que podemos utilizar de esta metodología es su estimación del déficit, sin aplicar tarifa es decir, actualmente es de 0.057 m<sup>3</sup>/s <sup>142</sup> y con tarifa CMgS pasa a 0.048 m<sup>3</sup>/s. <sup>143</sup>

<sup>142</sup> Realizados de acuerdo a la diferencia entre oferta y demanda en la situación actual.

<sup>143</sup> En la metodología de agua potable, no muchas veces se aplican las tarifas a CMgS y a corto plazo, pero se aconseja utilizar el déficit que se obtiene para restarle beneficios ilegítimos al proyecto que se está evaluando, por esta razón se utilizó ese procedimiento.

### 3.4 Situación sin proyecto.

Dadas la funciones de demanda de mercado para cada año del horizonte de evaluación (Véase **Anexo G**) y la oferta máxima de agua potable a una la tarifa optimizada igual al CMgS, en la situación sin proyecto se observa un déficit en el suministro de agua potable de 0.048 m<sup>3</sup>/s para el año 2011.

A continuación, el cuadro 3.4.1 muestra las proyecciones del déficit de agua potable en la zona de estudio para los años que comprenden el horizonte de evaluación del proyecto cada 5 años, (véase el **Anexo H** para revisar cada año).

**Cuadro 3.4.1 Proyecciones del déficit en la zona de influencia, situación sin proyecto.**

Años	Cantidad demandada <sup>a/</sup> m <sup>3</sup> /s	Oferta máxima m <sup>3</sup> /s	Diferencia
2011	0.169	0.121	-0.048
2015	0.179	0.121	-0.058
2020	0.188	0.121	-0.067
2025	0.194	0.121	-0.073
2030	0.199	0.121	-0.078
2032	0.201	0.121	-0.080

<sup>a/</sup> Considerando la cantidad demandada de los usuarios domésticos populares a tarifa cero.

**Fuente:** Elaboración propia con información de CONAPO, Baja California Sur: **Indicadores demográficos, 1990-2030**, disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=125&Itemid=193](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=125&Itemid=193), consultado el 28/08/11, INEGI Censo de Población y Vivienda 2010, disponible en: <http://www.censo2010.org.mx/>, consultado el 28/08/11 y llamadas telefónicas a la zona de estudio del 15 al 22 de agosto del 2011.

Para las proyecciones del crecimiento de la demanda se utilizó la diferencia entre la tasa de crecimiento de la población menos la tasa de crecimiento de las viviendas del estado de Baja California Sur, ambas del Consejo Nacional de Población (CONAPO). (Ver cuadro 3.2.12)

### 3.5 Descripción del proyecto<sup>144</sup>

#### A. Objetivo del proyecto.

El objetivo de la ampliación de la planta desaladora de Cabo San Lucas, consiste en incrementar la oferta de agua potable a la población de las 10 colonias de la zona de estudio para solventar el déficit generado por el crecimiento poblacional de la localidad, dadas las limitantes existentes de las fuentes de agua actuales.

#### B. Propósito del proyecto

Con la ejecución de la Ampliación de la Desaladora de agua de mar de Cabo San Lucas, se pretende lograr los siguientes propósitos<sup>145</sup>:

- Incrementar el suministro de agua en 10 colonias de la zona norte de la localidad de Cabo San Lucas.
- Mejorar el servicio de agua potable, disminuyendo el tandeo.

#### C. Componentes del proyecto

- Estudios de ingeniería y proyectos ejecutivos. Términos de referencia para licitar el proyecto de construcción de la ampliación de la planta desaladora de agua de mar, en los cuales se defina los objetivos y propósitos del proyecto, los elementos que se requieren para su evaluación, ejecución, administración y el procedimiento mediante el cual se obtengan dichos objetivos.
- Obra de toma. Se perforarán 8 pozos a lo largo de una línea paralela a la playa aprovechando la distancia de 100 m entre los pozos ya existentes.<sup>146</sup>

---

<sup>144</sup> De acuerdo a la metodología siguen las alternativas de solución, pero consideramos que cortaba la lógica de la evaluación y se optó por presentarlas al final.

<sup>145</sup> Organismo Operador Municipal del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Los Cabos. Disponible en: <http://www.oomsapasc.gob.mx>, consultado el 18/09/11.

- Pretratamiento. Se contará con un sistema para mejorar la calidad del agua de mar obtenida antes de que esta pase por el proceso de Ósmosis Inversa (OI), en el cual se le agregarán hipoclorito sódico, metabisulfito sódico y dispersantes.
- Planta (OI). Para la ampliación de la planta desaladora se considera instalar un sistema de desalación a través de membranas, que contará con 11 bastidores.<sup>147</sup>
- Postratamiento. El agua osmotizada se acondiciona con hidróxido cálcico y dióxido de carbono para adaptar su calidad a la requerida por la “Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994”.
- Además se consideran obras y actividades complementarias como son líneas eléctricas, planta de emergencia, equipos de prueba, partes de repuesto, herramienta especial, actividades previas al inicio de operación, manuales de operación, documentación de obras y supervisión externa.

#### **D. Tipo de Proyecto.**

De acuerdo a los *Lineamientos para la elaboración y presentación de los estudios de análisis costo y beneficio*, establecidos por la SHCP, la ampliación de la planta desaladora de Los Cabos corresponde a un proyecto de Infraestructura Económica, dado que se trata de la construcción de activos fijos para la producción de bienes y servicios de agua.

#### **E. Localización del proyecto.**

El proyecto se localizará dentro del terreno de la actual planta desaladora, que se ubica en la parte noroeste de Cabo San Lucas en el municipio de Los Cabos, B.C.S.

---

<sup>146</sup> Organismo Operador Municipal del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Los Cabos. Disponible en: <http://www.oomsapaslc.gob.mx>, consultado el 18/09/11.

<sup>147</sup> El mecanismo del proceso de Ósmosis Inversa esta descrito en el **Anexo I**.

## **F. Vida útil y horizonte de evaluación**

Para el proyecto de la ampliación a la planta desaladora de Los Cabos, se considera una vida útil de 19 años, una vez terminada la construcción de la ampliación de la planta, que será de 2 años. Por lo tanto el horizonte de evaluación será de 21 años.

## **G. Metas anuales y totales de bienes y servicios.**

De acuerdo a las proyecciones de la demanda y a las estimaciones en cuanto a la calendarización de la obra de la ampliación, se asume que una vez concluida la construcción, la desaladora producirá 0.200 m<sup>3</sup>/s de agua potable mismos que se mantendrán constantes durante todo el horizonte de evaluación del proyecto. Este incremento en la producción traerá consigo el mejoramiento en el servicio de agua potable.

## **H. Factibilidad técnica, legal y ambiental**

Factibilidad Técnica. Se utilizará una tecnología y maquinaria similar a la actual planta desaladora para el proceso de desalación del agua de mar. Asimismo, no se ha detectado algún problema que permita inferir que el caudal de las fuentes de abasto sea insuficiente para cumplir con el volumen de producción. Por tanto, se considera que el proyecto es factible en el aspecto técnico.

Factibilidad Legal. De acuerdo a la Ley de Aguas del Estado de Baja California Sur, en el art. 2 se menciona que “Los Ayuntamiento podrán concesionar total o parcialmente la prestación de los servicios públicos, o contratar la realización de las actividades a que se refieren las Fracciones II a IV del Artículo 51”.

En donde, según el Art. 51, podrán participar los sectores social y privado en:

La ejecución de obras de infraestructura hidráulica y proyectos relacionados con los servicios públicos, incluyendo el financiamiento, en su caso, la administración, operación y mantenimiento total o parcial de los sistemas destinados

a la prestación de los servicios públicos; y as demás actividades que convengan con los Municipios, los Organismos Operadores Municipales o Intermunicipales o la Comisión.

**Factibilidad Ambiental:** Con el proyecto de ampliación a la planta desaladora no se consideran afectaciones a vías de comunicación, puesto que en su mayoría se transita por caminos existentes y, los efectos ambientales ocasionados por la construcción se consideran mínimos. Sin embargo, dadas las implicaciones que puede tener el aumento en la cantidad de agua de salmuera desechada, es necesario realizar una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), ya que solo se cuenta con una para el módulo actual de la planta y de no hacer una para la ampliación no es factible llevar a cabo el proyecto.

### I. Costos del proyecto.

El proyecto considera dos tipos principales de costos de inversión y de operación y mantenimiento. (Ver cuadro 3.5.1 y 3.5.2)

**Cuadro 3.5.1 Costos de inversión (millones de pesos de 2011).**

Concepto	Importe
Estudios e Ingeniería	21.661
Módulo adicional planta Desaladora	325.106
Sistema de distribución	120.380
Suministros y Servicios	9.006
Obras complementarias	52.630
<b>Total</b>	<b>528.783</b>

Fuente: Organismo Operador Municipal del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Los Cabos. Disponible en: <http://www.oomsapaslc.gob.mx>, consultado el 18/09/11, y la actualización de precios de acuerdo a la inflación (Índice Nacional de Precios al Productor -INPP) del Banco de México”.

**Cuadro 3.5.2 Costos de operación y mantenimiento ( millones de pesos de 2011)**

<b>Concepto</b>	<b>Importe</b>
Costos fijos de la desaladora	18.215
Costos variables de la desaladora	37.968
Costos del sistema de distribución	12.461
<b>Total</b>	<b>68.64</b>

Fuente: Organismo Operador Municipal del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Los Cabos. Disponible en: <http://www.oomsapaslc.gob.mx>, consultado el 18/09/11, y la actualización de precios de acuerdo a la inflación (Índice Nacional de Precios al Productor -INPP) del Banco de México".

## **J. Supuestos técnicos y socioeconómicos.**

Dentro de los supuestos técnicos tomados en consideración para el estudio, se destacan:

- El gasto total de producción de agua potable de la planta desaladora se distribuirá únicamente en las 10 colonias conectadas a ésta red ubicadas en la zona norte de Cabo San Lucas.
- El gasto que se entrega actualmente en la zona de estudio seguirá siendo el mismo a lo largo del horizonte de evaluación.
- Para el cálculo de la demanda de agua potable se consideró que el porcentaje de pérdidas físicas se mantiene constante a lo largo del periodo de evaluación, mismas que son representadas con 35%, de acuerdo a los datos de facturación y producción proporcionados por el OOMSAPASLC.

Respecto a los supuestos socioeconómicos, la tasa de descuento social utilizada en la evaluación socioeconómica fue 12%, de acuerdo a la recomendación de la Unidad de Inversiones de la SHCP, el horizonte de evaluación es 21 años, de los cuales se contemplan 2 años de inversión y 19 años de operación.

### 3.6 Situación con proyecto.

#### 3.6.1 Oferta.

De acuerdo a las expectativas de producción de la ampliación de la desaladora suponemos que se producirá  $0.200 \text{ m}^3/\text{s}$ , que se traducen en  $0.130 \text{ m}^3/\text{s}$  efectivamente entregados, aplicando el 35% de pérdidas físicas del sistema de agua potable del Municipio de Los Cabos, mismos que se sumarán a los  $0.121 \text{ m}^3/\text{s}$  de la oferta efectiva actual, por lo tanto la oferta total en la situación con proyecto es de  $0.251 \text{ m}^3/\text{s}$ .

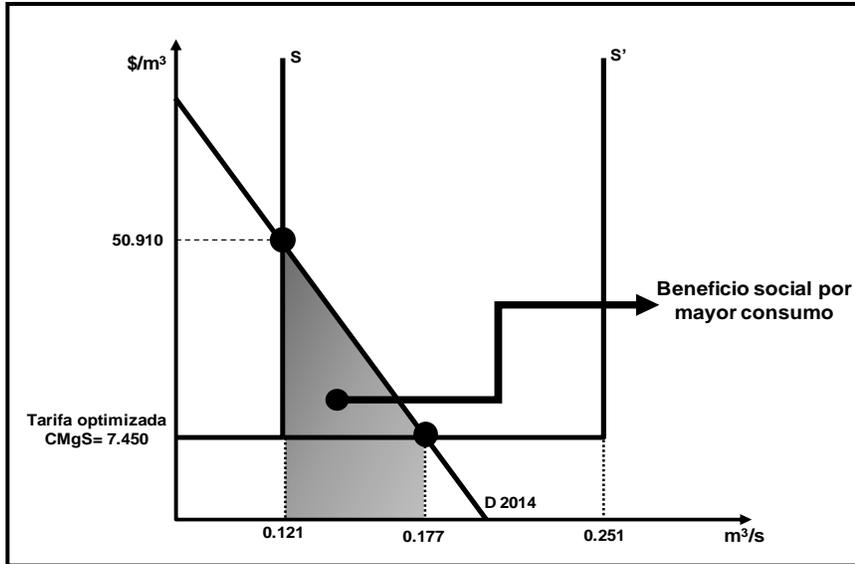
#### 3.6.2 Demanda.

Dado que la curva de demanda no cambia debido al proyecto, únicamente la oferta máxima se incrementa a  $0.251 \text{ m}^3/\text{s}$ , las proyecciones de la demanda para la situación con proyecto son las mismas que aquellas de la situación sin proyecto.

#### 3.6.3 Interacción Oferta – Demanda.

Ahora bien, dada una oferta máxima de  $0.251 \text{ m}^3/\text{s}$ , a una tarifa optimizada igual al CMgS de  $7.450 \text{ \$/m}^3$ , se puede observar que para el año 2014, año en que entra en operación el proyecto, la oferta máxima excede la cantidad demandada, por lo tanto se cubre el déficit y el proyecto queda sobrado ante la demanda en la zona de estudio. (Ver figura 3.6.1)

Adicionalmente, ya podemos determinar los beneficios del proyecto, en este caso sólo hay un beneficio y es por mayor consumo, se representa por el área debajo de la función de demanda y lo denominamos *beneficio social por mayor consumo* e intercepta tres puntos: el  $50.910 \text{ \$/m}^3$  representa la tarifa a corto plazo,  $0.121 \text{ m}^3/\text{s}$  la oferta sin proyecto y  $0.177 \text{ m}^3/\text{s}$  la cantidad demandada, asumimos que los tres datos son al 2014 (año en que iniciaría operaciones el proyecto)



**Gráfica 3.6.1 Situación con proyecto.**

A continuación el cuadro 3.6.1 muestra las proyecciones cada cinco años de la situación con proyecto. A pesar de que el proyecto está sobrado en la oferta, se lograría cubrir el déficit de la cantidad demanda a lo largo del horizonte de evaluación, para ver todos los datos véase **Anexo J**.

**Cuadro 3.6.1 Proyecciones del déficit en la zona de estudio, situación con proyecto.**

Años	Cantidad demandada <sup>a/</sup> m <sup>3</sup> /s	Oferta máxima m <sup>3</sup> /s	Diferencia
2014	0.177	0.251	0.074
2015	0.179	0.251	0.072
2020	0.188	0.251	0.063
2025	0.194	0.251	0.057
2030	0.199	0.251	0.052
2032	0.201	0.251	0.050

<sup>a/</sup> Considerando la cantidad demandada de los usuarios domésticos populares a tarifa cero.

Fuente: **Elaboración propia con información de CONAPO, Baja California Sur: Indicadores demográficos, 1990-2030**, disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=125&Itemid=193](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=125&Itemid=193), consultado el 28/08/11, INEGI Censo de Población y Vivienda 2010, disponible en: <http://www.censo2010.org.mx/>, consultado el 28/08/11 y llamadas telefónicas a la zona de estudio del 15 al 22 de agosto del 2011.

### 3.7 Evaluación del proyecto.

La evaluación del proyecto se obtiene a partir del cálculo del Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) en un horizonte de evaluación de 21 años. Las cifras de costos y beneficios para la evaluación social se presentan en pesos de 2011, considerando el inicio de operación del proyecto a partir del mes de enero del año 2014.

#### 3.7.1 Valoración de costos y beneficios.

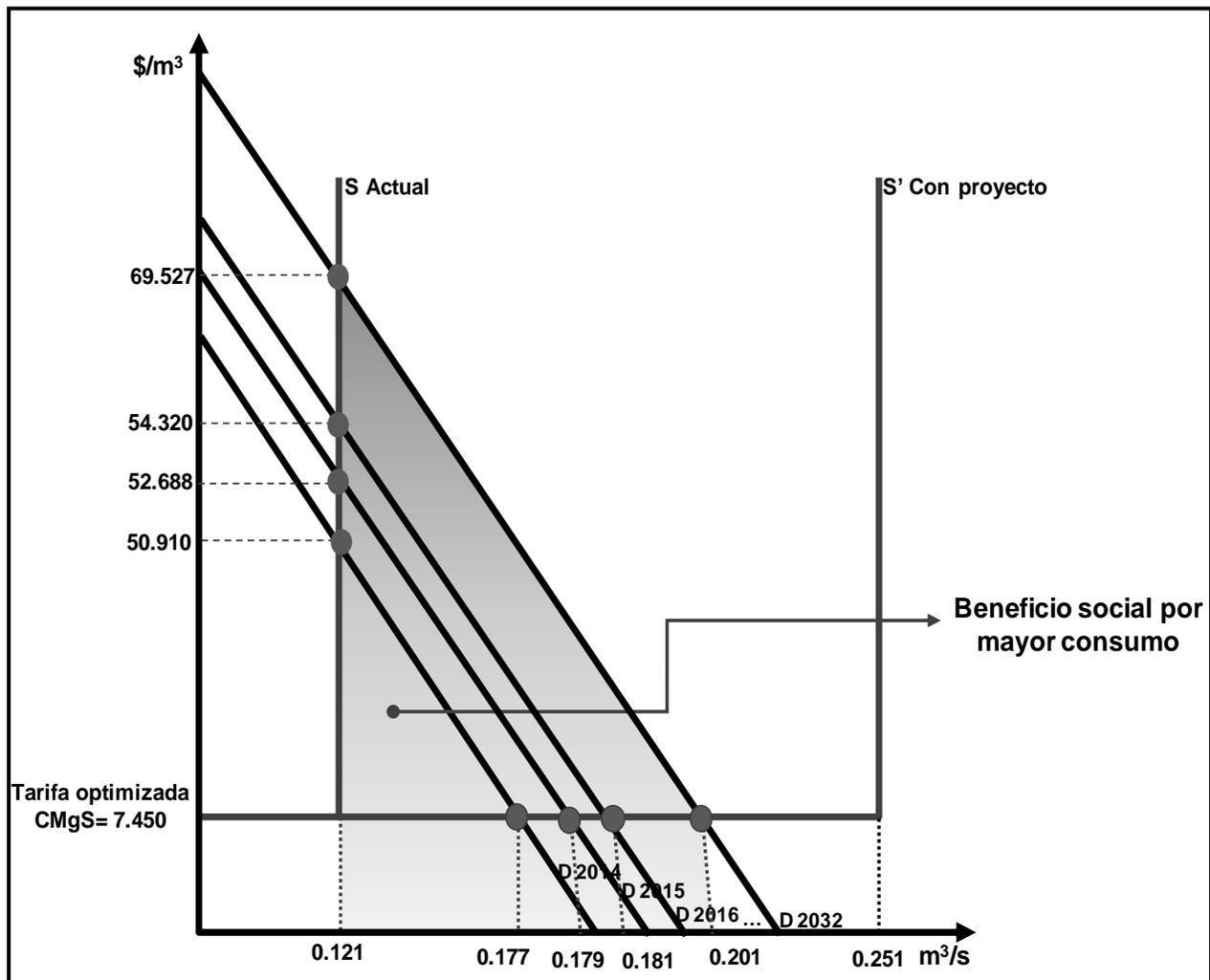
Los costos del proyecto comprenden los costos de inversión de la ampliación de la desaladora, los cuales ascienden a 528,782,962.814 a pesos de 2011, mientras que los costos de operación y mantenimiento serán de 68,643,655.344 millones de pesos anuales para una producción total de 0.200 m<sup>3</sup>/s. De éstos últimos, aquellos variables dependerán del nivel de producción requerido para cada año de acuerdo al déficit proyectado en la situación con proyecto. (Véase cuadro 3.7.1 para todos los años véase **Anexo K**)

**Cuadro 3.7.1 Cuantificación de los costos del proyecto (millones de pesos de 2011).**

Año	Costos Variables	m <sup>3</sup> /s requeridos	Costos Fijos	Proyección Costos Totales
2014	16.296	0.056	30.676	46.972
2015	16.962	0.058	30.676	47.638
2020	19.602	0.067	30.676	50.278
2025	21.408	0.073	30.676	52.084
2030	22.811	0.078	30.676	53.487
2032	23.277	0.080	30.676	53.952

Fuente: Elaboración propia con información de "Seawater Desalination as an alternative solution for potable water in Mexico, Seawater Desalination Plant Cabo San Lucas, B.C.S México" disponible en <http://www2.apwa.net/documents/meetings/congress/2007/handouts/3992.pdf> consultado el 13/09/11, llamadas telefónicas a la OHL el 18/09/11 y Organismo Operador Municipal del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Los Cabos. Disponible en: <http://www.oomsapaslc.gob.mx>, consultado el 18/09/11.

Los beneficios se obtuvieron con base en la interacción de las funciones de oferta y demanda previamente elaboradas, se miden a través el área debajo de la función de demanda resultando un mayor consumo para los usuarios cuya toma se encuentra conectada a la red de agua potable.<sup>148</sup> Asimismo, los beneficios del proyecto se estiman para cada año del horizonte de evaluación (véase gráfica 3.7.1) y los obtenemos por segundo, por mes y por año, éste último es el que incluimos en el flujo de efectivo.



**Gráfica 3.7.1 Beneficios por año.**

<sup>148</sup> En los beneficios sólo se consideran a los usuarios ya conectados pues no se prevé los costos de instalación de las tomas.

Para obtener cada beneficio, se debe estimar el área debajo de la función de demanda, en este caso utilizaremos los beneficios brutos (sumando el CMgS), es decir, calcularemos las áreas triangulares con la fórmula geométrica de  $A = \frac{b \cdot h}{2}$ , a continuación aplicaremos esta fórmula para explicar el beneficio del año 2014.

$$\text{Beneficio de 2014} = \frac{\frac{0.177m^3}{s} \text{ cantidad consumida} - \frac{0.121m^3}{s} \text{ Oferta actual} *}{50.910\$/m^3 \text{ tarifa a corto plazo} + 7.450 \text{ CMgS}\$/m^3} \cdot 2$$

Utilizando todos los decimales obtenemos un beneficio de 1.628 pesos por segundo para 2014, después lo multiplicamos por 86 400 segundos al día y por 30.417 días al mes de esta forma obtenemos los beneficios mensuales, finalmente los multiplicamos por los 12 meses del año y como resultado obtenemos los beneficios anuales del proyecto<sup>149</sup> véase cuadro 3.7.2 (para revisar los beneficios año con año ver en **Anexo L**).

**Cuadro 3.7.2 Cuantificación de los costos del proyecto (millones de pesos de 2011)**

Año	Beneficios brutos por segundo	Beneficios brutos mes	Beneficios brutos año
2014	1.628	4.279	51.345
2015	1.746	4.589	55.073
2020	2.254	5.924	71.092
2025	2.639	6.934	83.212
2030	2.958	7.773	93.270
2032	3.067	8.061	96.735

Fuente: Elaboración propia con información de CONAPO, Baja California Sur: Indicadores demográficos, 1990-2030, disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=125&Itemid=193](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=125&Itemid=193), consultado el 28/08/11, INEGI Censo de Población y Vivienda 2010, disponible en: <http://www.censo2010.org.mx/>, consultado el 28/08/11 y llamadas telefónicas a la zona de estudio del 15 al 22 de agosto del 2011.

<sup>149</sup> No se identificaron otros beneficios como ahorro de agua en garrafón, acarreo o liberación de recursos, pues el proyecto sólo contempla a los usuarios conectados a la red de la desaladora además con el proyecto o sin él la gente seguirá consumiendo agua de garrafón por la desconfianza del agua de mar y finalmente no se liberan los recursos de las pipas, pues éstas seguirán dando viajes para abastecer a otras colonias que aún no tienen agua entubada.

### 3.7.2 VPN, TRI y TIR.

A continuación, en el cuadro 3.7.3 se presenta el flujo de efectivo del proyecto a lo largo del horizonte de evaluación, considerando la valoración previa de los costos y beneficios más el valor de rescate, el cual se obtuvo del 30% de la inversión menos el equipamiento, resultando un valor presente neto (VAN) **negativo de 370,214,046.18 pesos de 2011**. (Para ver todos los años revisar **anexo M**)

**Cuadro 3.7.3 Flujo de efectivo y VPN de la evaluación social a la planta desaladora de Los Cabos, Baja California Sur, (millones de pesos de 2011).**

Años	Inversión	Costos de operación y mantenimiento	Beneficios	Valor de rescate	Flujo efectivo
2012	-264.391				-264.391
2013	-264.391				-264.391
2014		-46.972	51.345		4.373
2015		-47.638	55.073		7.435
2020		-50.278	71.092		20.815
2025		-52.084	83.212		31.128
2030		-53.487	93.270		39.784
2032		-53.952	96.735	47.317	90.100
				<b>VPN</b>	<b>-370.214</b>

Como se observa, el VPN del proyecto es negativo, mientras que la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) es de 0.78% y llega al año 2032 con 16.07%, pero descontando el valor de rescate para ese año la TRI se vuelve 7.63 % lo cual indica que durante todo el horizonte de evaluación la TRI no supera a la tasa social de descuento que es del 12%, por lo tanto no es conveniente realizar el proyecto.<sup>150</sup>, adicionalmente la TIR es de 0.15%.

<sup>150</sup> Asimismo se omite la parte de análisis de sensibilidad y riesgo.

### 3.8 Alternativa de solución.

Como se puede observar en la figura 3.8.1 existe un cuerpo de agua, en la colonia Santa Rosa de la localidad de San José del Cabo, que tiene una capacidad de producción estimada en  $0.135 \text{ m}^3/\text{s}$ , la cual se propone extraer para su potabilización por medio de inyección de gas cloro y conducirla hasta la localidad de Cabo San Lucas por medio de los acueductos I y II.



**Figura 3.8.1 Ubicación de la alternativa Ojo de Agua Santa Rosa.**

Fuente: Elaboración propia con información Google Earth.

Para ello, se tendría que construir un acueducto que una la red de la localidad de Cabo San Lucas con la red de la planta desaladora. Considerando que el sistema tiene una eficiencia del sesenta y cinco por ciento, el volumen efectivamente entregado en la zona de estudio será de  $0.088 \text{ m}^3/\text{s}$ .

El agua que emana de Santa Rosa no es potable, actualmente no está concesionada y su caudal va hacia el mar, algunos piperos de la zona lo usan para abastecerse de forma clandestina y aunque está prohibida la venden como potable a colonias populares de San José del Cabo.

Su costo de oportunidad sería el costo que los piperos dejarían de ganar por su comercialización, pero nosotros decidimos calcularlo por medio de la productividad marginal del agua, que es de \$3.52 procedente del cultivo de mango, es decir si el agua se destinara a la agricultura ¿cuál sería su costo de oportunidad de ocuparla para el consumo humano? (ver cuadro 3.8.1).

**Cuadro 3.8.1 Valor de la producción, 2011**

Producto	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	Precio Medio Rural (\$/Ton)	Costo Producción (\$/Ton)	de Valor neto de producción (\$/Ton)	Valor de la producción neto (Miles de Pesos)	Volumen (m3/ton)	Productividad Marginal del Agua (\$/m3)
Tomate Rojo (Cherry Orgánico)	3,820.00	17.64	\$7,626.676	\$2,657.122	\$5,176.288	\$16,757.720	329.365	\$15.716
<b>Mango</b>	<b>5,928.00</b>	<b>8.00</b>	<b>\$4,387.636</b>	<b>\$214.570</b>	<b>\$4,346.666</b>	<b>\$11,158.090</b>	<b>1,236.250</b>	<b>\$3.516</b>
Naranja	1,260.00	14.00	\$6,032.999	\$123.950	\$6,154.865	\$1,699.620	412.143	\$14.934
Maíz Grano	787.13	6.19	\$4,902.646	\$268.733	\$4,826.684	\$1,715.880	726.171	\$6.647
Chile Verde	126.25	14.85	\$8,007.874	\$1,618.646	\$6,655.020	\$450.830	340.404	\$19.550
Frijol	50.00	1.22	\$11,846.617	\$1,326.998	\$10,957.234	\$184.350	2,418.033	\$4.531
<b>Total</b>	<b>11,971.38</b>							

Fuente: Elaboración propia con información del Distrito de Riego de Ciudad Constitución del municipio de Comondú, B.C.S., el Registro Público de Derechos del Agua (REPDA) y Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera (SIAP) 2009.

En este sentido se eligió al mango porque es el cultivo que tiene la menor productividad marginal del agua y se calculó de acuerdo a datos proporcionados por el Distrito de riego 066 de la Ciudad Constitución del municipio de Comondú en Baja California Sur, y el registro público de derechos del agua (REPDA). Así, de acuerdo a la productividad marginal del agua dedicada al cultivo del mango se obtuvo el costo de oportunidad del agua para la evaluación de la alternativa, equivalente a 3.52 \$/m3. Este último dato resulta de dividir el Valor de producción neto (\$/ton) entre volumen de agua (m<sup>3</sup>/ton).

A continuación, el Cuadro 3.8.2 presenta los costos de inversión de esta alternativa.

**Cuadro 3.7.2 Componentes de la inversión (millones de pesos de 2011)**

Componentes	Inversión
Costos directos de las bombas	\$17.715
Costos directos de la red	\$743.978
Costos indirectos	\$90.652
<b>Inversión total</b>	<b>\$852.346</b>

Fuente: Peters M., Timmerhaus K. y West R., Plant Design and Economics for Chemical Engineers, United States, 2003, Mc Graw Hill.; Instituto Nacional de Protección Contra Incendio, A.C., Instalación de sistemas de rociadores, México, 1994, National Fire Protection Association (NFPA).

Por su parte, los costos de operación y mantenimiento se muestran en el cuadro 3.8.3, (ver **anexo N** para todos los años) se integran de los costos de energía de las bombas y costo de los químicos, costos de mantenimiento del sistema y del mantenimiento mayor de las bombas, el importe de los químicos varían año con año, ya que dependen del volumen de producción; además, se contemplan costos de mantenimiento mayor para la sustitución de bombas del sistema, mismos que se llevarían a cabo cada 5 años. Es decir tanto los costos como los beneficios se estiman para cada año de acuerdo al caudal requerido.

**Cuadro 3.8.3 Componentes de los costos de operación y mantenimiento (millones de pesos de 2011)**

Años	Costos de energía de las bombas y costo de los químicos	Costos de mantenimiento del sistema	Costos de mantenimiento mayor de las bombas	Total
2014	24.186	3.104		27.290
2015	24.573	3.104		27.677
2020	26.123	3.104		29.227
2025	27.200	3.104		30.304
2030	28.042	3.104		31.146
2032	28.323	3.104		31.427

Fuente: Peters M., Timmerhaus K. y West R., Plant Design and Economics for Chemical Engineers, United States, 2003, Mc Graw Hill.; Instituto Nacional de Protección Contra Incendio, A.C., Instalación de sistemas de rociadores, México, 1994, National Fire Protection Association (NFPA).

### 3.8.1 Cálculo del VPN, TRI y TIR de la alternativa de solución.

Para la evaluación de la alternativa se calculó un VPN de 523, 150,673.46 pesos de 2011, una TRI de 73.91% y una TIR de 63.60%, lo que nos indica que la alternativa es viable con un año de inversión desde el año 0 (es decir, el año 2012) y el momento óptimo de operación desde el año 2 (es decir, el año 2014), para ver todos los años del flujo de efectivo revisar **anexo Ñ**.

**Cuadro 3.8.4 Flujo de efectivo de la evaluación de la alternativa (millones de pesos de 2011).**

Años	Inversión	Costos de operación y mantenimiento	Costo de oportunidad	Beneficios	Valor de rescate	Flujo efectivo
2012	-42.617					-42.617
2013	-42.617					-42.617
2014		27.290	-11.855	51.345		66.781
2015		27.677	-12.790	55.073		69.960
2020		29.227	-16.494	71.092		83.826
2025		30.304	-19.029	83.212		94.487
2030		31.146	-20.997	93.270		103.420
2032		31.427	-21.650	96.735	36.815	143.327
					<b>VPN</b>	<b>523.151</b>

Fuente: Peters M., Timmerhaus K. y West R., Plant Design and Economics for Chemical Engineers, United States, 2003, Mc Graw Hill.; Instituto Nacional de Protección Contra Incendio, A.C., Instalación de sistemas de rociadores, México, 1994, National Fire Protection Association (NFPA).

# ***Conclusiones***

De acuerdo con los resultados de la presente evaluación, se concluye que el proyecto de la ampliación a la planta desaladora de Los Cabos no es socialmente viable, por lo que se recomienda no asignarle recursos. Además, cabe mencionar que el proyecto aún no cuenta con una Manifestación de Impacto Ambiental por lo que no se debe llevar a cabo independientemente de su VAN.

Asimismo, de acuerdo a la metodología establecida en los *Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos* de la SHCP y de la evaluación social de proyectos, la ampliación de la Planta Desaladora de los Cabos no es un proyecto viable económicamente hablando por las siguientes razones:

Tiene un VAN negativo de 370, 214, 046.18 pesos del 2011 lo cual significa que sus costos son mayores a los beneficios que genera.

De acuerdo a su TRI de 0.78%, el proyecto no logra igualar la tasa social de descuento que es del 12% por lo tanto, este proyecto no puede llevarse a cabo en el presente año, sino, hasta el último año de la evaluación es decir hasta el 2032, en donde se integra el valor de rescate y logra superar la tasa social de descuento con una TRI del 16.07%.

La TIR que tiene el proyecto el de 0.15% no supera la tasa social de descuento del 12% por lo tanto se rechaza el proyecto, debido a que no se tendrían beneficios netos futuros ni se redituaría sobre el monto de la inversión inicial.

En este sentido, se recomienda realizar un estudio técnico a profundidad de la alternativa propuesta, la potabilización del agua que emana del un cuerpo de agua en la localidad de Santa Rosa en la presente tesis ya que a nivel de *pre-perfil* se presenta como una opción socialmente factible con un VPN de 523, 150,673.46 pesos de 2011, una TRI de 73.91% y una TIR de 63.60%, superior a la tasa social de descuento, dicha alternativa podría considerarse para sanear el déficit en el suministro de agua potable de la zona de estudio.

Adicionalmente, para poder realizar la presente evaluación, nos enfrentamos a varios problemas, por un lado, las metodologías de evaluación no son del todo semejantes, encontramos que el CEPEP y CONAGUA ya han desarrollado metodologías para la evaluación de proyectos de agua potable, con respecto a la identificación de beneficios CONAGUA es más exhaustivo, pero en este proyecto sólo encontramos un beneficio y fue el de mayor consumo, lo que nos lleva a pensar que no todos los proyectos de abastecimiento de agua potable son iguales.

La evaluación a la planta desaladora salió de lo convencional en cuestión a lo ya desarrollado en evaluación social de proyectos de agua potable, por un lado, el costo de oportunidad del agua de mar es cero y ello nos llevó a replantear y hacer algunos ajustes a la metodología, además, nos encontramos con un proyecto de una ampliación y este tipo de proyectos siempre te lleva a pensar en la necesidad de una evaluación *ex post* de la planta actual, decir, antes de proponer ampliarla habría que ver si la planta actualmente está cumpliendo con su compromiso social.

Y esta situación se complica aún más, pues sabiendo que existes fuentes tradicionales de agua *para consumo como es el Ojo de Agua en Santa Rosa, ¿porque la habrán construido y puesto en marcha en 2006?*, estas son preguntas que surgen y se quedan, pues, principalmente los proyectos se llevan a cabo por decisiones políticas y al parecer éste es el caso.

Actualmente el agua de Santa Rosa, que aún no está potabilizada, se vende a través de pipas a las colonias populares en San José del Cabo, la gente la compra porque les da más confianza que el agua que viene de la desaladora pues argumentan que viene del mar, solo la utilizaban para lavar y limpiar, y para el consumo compran agua en garrafón, adicionalmente, el problema en estas colonias, se debe a que la gente no paga el agua a pesar de que la mayoría de las viviendas tiene cuota fija, la mayoría de los recibos (dato de encuestas en llamadas telefónicas), tenía adeudos por más de \$4,000.00 MN, (incluyendo el alcantarillado) la gente argumenta que no le ve caso pagar el agua si sólo tienen servicio un día a la semana.

Lamentablemente esto no se incluye en la evaluación, porque desde el punto de vista de la evaluación social es una transferencia, pero en la práctica, estos adeudos generan problemas económicos en el Municipio, pues al final, el Municipio se tiene que hacer responsable debido al contrato y pagarle los costos del agua a la compañía OHL.

Además, en llamadas telefónicas a OOMSAPAS se argumentó que la planta desaladora más allá de generar beneficios, ha generado problemas económicos al Municipio, por un lado a la compañía española OHL se le entrega la energía eléctrica para desalar el agua de mar a través de la ósmosis inversa y se le debe pagar el agua producida por m<sup>3</sup> en caso de haber adeudos, argumentan que antes de ampliar la desaladora se deben de aprovechar las fuentes existentes, entre ellas el ojo de Agua en Santa Rosa.

Todos estos elementos nos llevan a pesar que el proyecto de ampliación, además de no ser socioeconómicamente viable, no cumple con los objetivos del desarrollo económico ni con lo que establece el Artículo 34 fracción IV de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria en donde establece que el financiamiento de proyectos debe cumplir con los principios de reducción de la pobreza extrema, desarrollo regional entre otros, este proyecto no cumple con ello, y de aprobarlo no sólo habría un detrimento económico, sino que se estaría violando la ley.

---

# ***Anexos***

## **Anexo A. Características socioeconómicas y geográficas del Municipio de Los Cabos.**

### **A) Localización.**

Los Cabos es uno de los cinco municipios del estado de Baja California Sur, México, y se localiza en el extremo sur del estado. La cabecera municipal es San José del Cabo y la ciudad más importante es Cabo San Lucas a 32 km de la cabecera. Esta área es uno de los destinos turísticos más importantes de México.

El municipio de Los Cabos limita al norte con La Paz y el Golfo de California, al este con el Golfo de California y el Océano Pacífico, al sur con el Océano Pacífico; al oeste con el municipio de La Paz y el Océano Pacífico.

La ubicación geográfica del municipio es: Norte 23° 40', Sur 22° 52'; Este 109° 24', Oeste 110° 07'.

### **B) Extensión.**

Cuenta con una superficie de 3,451.51 kilómetros cuadrados, representa el 4.68 % de la superficie total del estado.<sup>151</sup>

### **C) Orografía.**

La orografía presenta tres formas características de relieve que son: zonas accidentadas planas, las zonas semiplanas y las zonas planas. Las zonas accidentadas se localizan en la sierra de la Laguna y San Lázaro, formadas por rocas intrusivas del Mesozoico, granito y batolitos graníticos, abarcando el 15 por ciento de la superficie total.<sup>152</sup>

Las zonas semiplanas se localizan entre la costa y la sierra, formadas por rocas sedimentarias del Cretácico Superior, ocupando el 60 por ciento de la superficie total. Por último, las zonas planas que se localizan en las costas

---

<sup>151</sup>Enciclopedia de los municipios de México, estado de Baja California Sur, Los Cabos, disponible en: <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/bajasur/municipios/03008a.htm>.

<sup>152</sup> Ídem.

formadas por terrazas marinas, gravas, arenas y limos, depósitos de aluvión, médanos y salitrales del Pleistoceno, abarcando alrededor del 25 por ciento de la superficie total del municipio.

#### **D) Hidrografía.**

El Municipio de Los Cabos se encuentra dentro de las regiones hidrológicas RH3 (Magdalena) hacia la parte oeste del municipio, y RH6 (La Paz) en la parte central y este. En estas regiones hidrológicas se localizan las cuencas A. Caracol y A. Candelaria (3A), así como también las cuencas La Paz y-Cabo San Lucas (6A) <sup>153</sup>

En este municipio existen cinco subcuencas, las principales son la de Santiago (3Ac) que abarca el 40% del territorio municipal y la de San José (6Ab) que ocupa el 35.3 % de la superficie del municipio, las subcuencas Candelaria (3Aa), Cabo San Lucas (6A a) y Las Palmas (6Ad) en conjunto ocupan el 24.7% del territorio.

En el municipio de Los Cabos no existen corrientes superficiales permanentes, sólo arroyos superficiales que la mayor parte del año no presentan caudal de agua. Los principales arroyos son los de San José y San Dionisio-La Zorra (Santiago), que tienen su origen en la cordillera sudcaliforniana y que solamente en temporada de lluvias aportan volúmenes significativos.

Otros arroyos menos importantes son Migriño, Salto de Villa, Brinco y el Tule que desembocan en el Océano Pacífico y las Cuevas, San Gregorio, Agua Caliente, los Pocitos, la Trinidad, Las Ardillas y Palo Parado que desembocan en el Golfo de California. La entidad tiene cinco acuíferos que aportan un total de 51 millones de metros cúbicos de agua al año ( $Mm^3/año$ ), estos acuíferos son

---

<sup>153</sup> Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Los Cabos B.C.S. (POEL-MLC), 2008, disponible en [http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamientoecologico/Documents/documento\\_consulta\\_publica\\_loscabos/estudio\\_tecnico\\_loscabos.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamientoecologico/Documents/documento_consulta_publica_loscabos/estudio_tecnico_loscabos.pdf).

Santiago, San José del Cabo, Cabo Pulmo, Cabo San Lucas y Migriño. Santiago y San José del Cabo aportan el noventa y cuatro por ciento del total del recurso municipal, que para el año 2000 se estimó en 515 m<sup>3</sup>/habitante/año, lo que equivale a la mitad del promedio estatal, al diez por ciento del promedio nacional y a menos de una tercera parte de la disponibilidad estimada por la ONU.

### **E) Clima.**

Los climas característicos del municipio de Los Cabos son: cálido-seco, al norte de San José del Cabo; y templado-seco en la parte más alta de la sierra de La Laguna y San Lázaro. El mes más frío del año es considerado el mes de enero y la temperatura media anual es de 24 °C; tiene un régimen de lluvias en verano, registrándose en el mes de septiembre la mayor precipitación pluvial.<sup>154</sup>

### **F) Características y Uso del Suelo.**

Entre las alturas que fluctúan de los 400 a 1000 metros, los suelos pertenecen a la clase in-situ de montaña y son rocosos, pedregosos y algunos areno-arcillosos. Entre los 0-400 metros, los suelos pertenecen a las clases desérticos y semidesérticos y son arenosos profundos, arcillosos, pedregosos y rocosos, presentándose estos últimos en forma dominante.

### **G) Población.**

La población en el municipio de Los Cabos ha crecido a un ritmo acelerado. La densidad poblacional en el 2005 al 2010 de 47.6 habitantes por km<sup>2</sup> a 69.1 habitantes por km<sup>2</sup>, que representa el municipio más densamente poblado de Baja California Sur (promedio estatal es de 7.0 habitantes por km<sup>2</sup> en 2005). Sin embargo, con 238,487 habitantes, registrados en el Censo de población y vivienda 2010, es una de las entidades federativas más pequeñas de todo el país. Véase el siguiente cuadro.

---

<sup>154</sup> Enciclopedia de los municipios de México, estado de Baja California Sur, Los Cabos, disponible en: <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/bajasur/municipios/03008a.htm>

**Cuadro A. 1 Población total.**

Lugar	Población total		%
	2005	2010	Crecimiento
Municipio Los Cabos	164,162	238,487	45.28
San José del Cabo	45,828	69,788	52.28
Cabo San Lucas	53,538	68,463	27.88

Fuente: Elaboración propia en base al Censo de población y vivienda 2005 y, Censo de población y vivienda, 2010. INEGI.

Como se observa en el cuadro, del 2005 al 2010, la población del municipio creció 45.28%, aunque la localidad de San José del Cabo presenta un crecimiento mayor al municipal, con 52.28%; mientras Cabo San Lucas creció 27.88% en dicho periodo.

Este crecimiento demográfico se asocia con los polos de desarrollo turístico, que demandan mano de obra calificada y no calificada atrayendo grandes corrientes de emigración. Este hecho genera problemas para dotar de servicios básicos a la gente de Los Cabos.

**H) Población económicamente activa por sector.**

De acuerdo con cifras al año 2000 presentadas por el INEGI<sup>155</sup>, la población económicamente activa total del municipio asciende a 46,402 personas, mientras que la ocupada es de 46,109. El sector primario (Agricultura, ganadería, caza y pesca), representa el 5.43% de total, por otro lado, el sector secundario (minería, petróleo, industria manufacturera, construcción y electricidad) el 22.74% y el terciario (comercio, turismo y servicios) el 68.35% y el restante 3.48% corresponde a otras actividades.

<sup>155</sup> Véase <http://www.inegi.org.mx>.

## **Anexo B. Descripción del sistema de agua potable de Los Cabos.**

El Ayuntamiento del municipio de Los Cabos, proporciona el servicio de agua potable a través del Organismo Operador Municipal del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Los Cabos (OOMSAPASLC), creado el 10 de junio del 2002, y ubicado en la cabecera municipal de San José del Cabo.<sup>156</sup>

Este organismo operador está a cargo de la prestación de los servicios públicos de agua potable, alcantarillado y saneamiento, así como la construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica en la jurisdicción territorial del municipio de Los Cabos. Para lo cual regionaliza su operación en cinco agencias.

Dos de éstas agencias, son San José y Cabo San Lucas, en donde, cada una se encarga de operar y mantener los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento de las zonas conurbadas del municipio, San José del Cabo y Cabo San Lucas.

Por cuestiones administrativas del organismo operador, estas localidades comparten el mismo sistema de agua potable, el cual se integra por la captación, conducción, regulación y distribución del agua.

De acuerdo a información del OOMPSAPASLC, el nivel de cobertura del servicio de agua potable es del noventa y seis por ciento del total de la población municipal; el restante tres punto nueve por ciento de los habitantes se abastece mediante pipas, las cuales tienen recorridos definidos para suministrar el líquido en las colonias sin redes de distribución. El índice de pérdidas físicas para la zona urbana y rural fue del treinta y cinco por ciento.<sup>157</sup>

---

<sup>156</sup> Para más detalles revisar la página electrónica de OOMSAPASLC, <http://www.oomsapaslc.gob.mx/publico/historia/index.aspx>

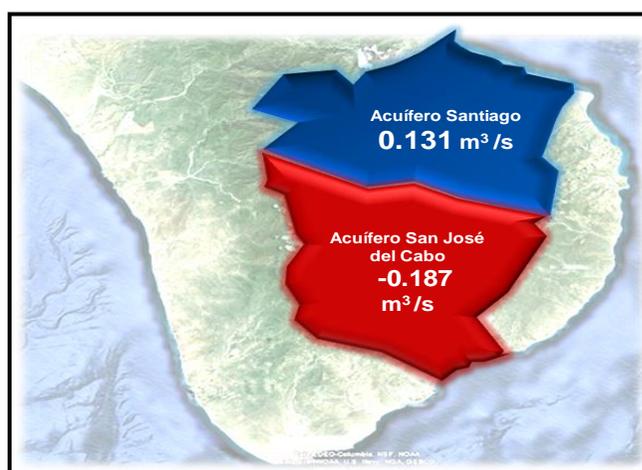
<sup>157</sup> Seawater Desalination as an alternative solution for potable water in Mexico, "Seawater Desalination Plant Cabo San Lucas, B.C.S México" disponible en <http://www2.apwa.net/documents/meetings/congress/2007/handouts/3992.pdf> consultado el 13/09/11, pág. 13.

a) **Captación.**

**Fuentes de abastecimiento subterráneas.**

En el municipio de Los Cabos se ubican cinco acuíferos<sup>158</sup>: San José del Cabo, Santiago, Cabo San Lucas, Cabo Pulmo y Migriño.

Los acuíferos más importantes por el volumen de recarga y extracción anual, son San José del Cabo y Santiago; el primero presenta un déficit<sup>159</sup> de  $0.187 \text{ m}^3/\text{s}$ ; mientras que el acuífero de Santiago presenta un superávit de  $0.131 \text{ m}^3/\text{s}$ , es decir, tiene *disponibilidad media anual*<sup>160</sup>. (Véase Figura B.1)



**Figura B.1 Ubicación de los Acuíferos San José de Cabo y Santiago.**

Fuente: Elaboración propia con información de CONAGUA y Google Earth.

<sup>158</sup> .Cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo.

<sup>159</sup> . *Acuífero sobreexplotado o déficit*. Es aquel en el que la extracción del agua subterránea supera al volumen de recarga media anual, de tal forma que la persistencia de esta condición por largos periodos de tiempo ocasiona alguno o varios de los siguientes impactos ambientales: agotamiento o desaparición de manantiales, lagos, humedales; disminución o desaparición del flujo base en ríos; abatimiento indefinido del nivel del agua subterránea; formación de grietas; asentamientos diferenciales del terreno; intrusión marina en acuíferos costeros; migración de agua de mala calidad. Estos impactos pueden ocasionar pérdidas económicas a los usuarios y a la sociedad.

<sup>160</sup> Disponibilidad media anual de agua subterránea. Es el volumen medio anual de agua subterránea que puede ser concesionada para ser extraída de una unidad hidrogeológica o acuífero para diversos usos, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro el equilibrio de los ecosistemas.

En la actualidad existen 765 pozos según el Registro Público de los Derechos del Agua (REPDA), de los que se extrae un volumen de 49.113 Mm<sup>3</sup>/año<sup>161</sup>, para uso consuntivo<sup>162</sup> (público –urbano, agrícola, servicios, múltiple, pecuario, comercio, doméstico e industrial).

La población se abastece mediante el aprovechamiento del agua subterránea que se extrae por 27 pozos profundos ubicados en los diversos acuíferos. Se dividen en seis fuentes de abastecimiento: Acueducto I (5 pozos), Acueducto II (9) pozos, Santiago (5 pozos), Miraflores (4 pozos), Zona Conurbada de San José (2 pozos), y Cabo San Lucas (2 pozos). (Véase Cuadro B. 1)

**Cuadro B. 1. Fuente de Abastecimiento Subterránea, 2011**

Fuente de abastecimiento	No. de pozos en operación	Producción (m <sup>3</sup> /s)
Acueducto I	5	0.274
Acueducto II	9	0.41
Santiago	5	0.037
Miraflores	4	0.013
Zona Conurbada San José	2	0.042
Cabo San Lucas	2	0.031
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>0.807</b>

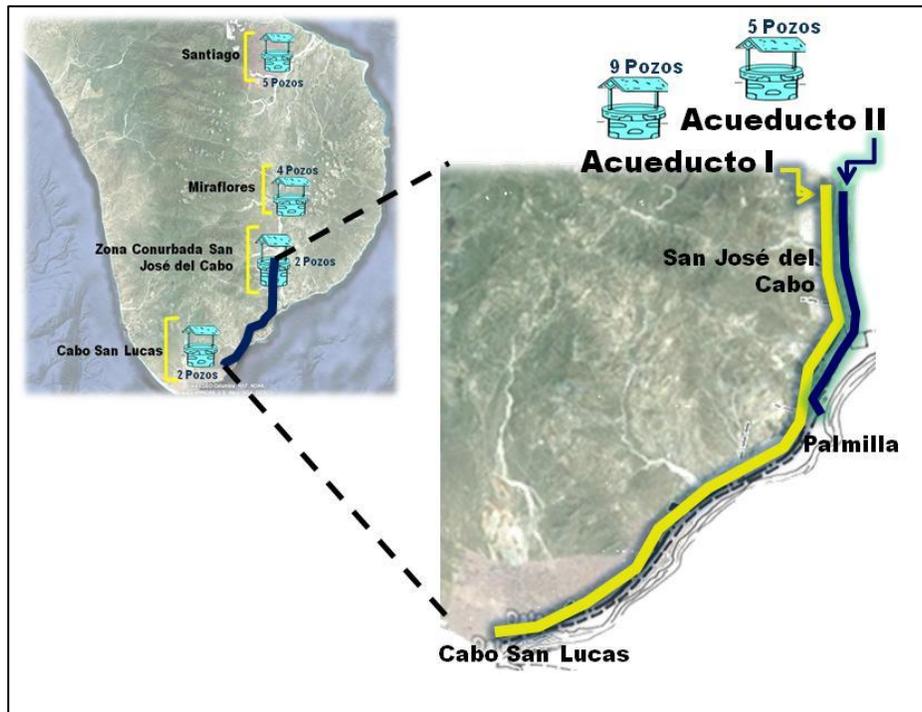
Fuente: Elaboración propia con información de la Enciclopedia de los municipios de México, estado de Baja California Sur, Los Cabos, disponible en: <http://www.local.gob.mx/work/templates/enciclo/bajasur/municipios/03008a.htm>.

La antigüedad de los pozos varía, desde el año 1976, cuando inició la explotación para alimentar el Acueducto I, y algunos pozos para el Acueducto II fueron perforados a partir de 1990. En el año 2007 se realizó la reposición de

<sup>161</sup>. Mm<sup>3</sup>/año se refiere a millones de metros cúbicos al año.

<sup>162</sup> El volumen de agua de una calidad determinada que se consume al llevar a cabo una actividad específica, el cual se determina como la diferencia del volumen de una calidad determinada que se extrae, menos el volumen de una calidad también determinada que se descarga, y que se señalan en el título respectivo.

equipo de bombeo completo para los pozos 1, 2, 3, 4 y 5 del Acueducto I y, los pozos 1, 2, 3, 4, 5, 6 del Acueducto II. (Véase Figura B. 2)



**Figura B. 2 Ubicación de los acueductos y sus pozos.**

Fuente: Elaboración propia con información la enciclopedia de los municipios de México, estado de Baja California Sur, Los Cabos, disponible en: <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/bajasur/municipios/03008a.htm>

En general los pozos se encuentran en condiciones de operación con la capacidad de cumplir su función, sin embargo, se deben realizar los trabajos necesarios para proteger las instalaciones de cada pozo y brindar la seguridad que se requiere, debido a que se ha presentado el robo de los equipos de macromedición.<sup>163</sup>

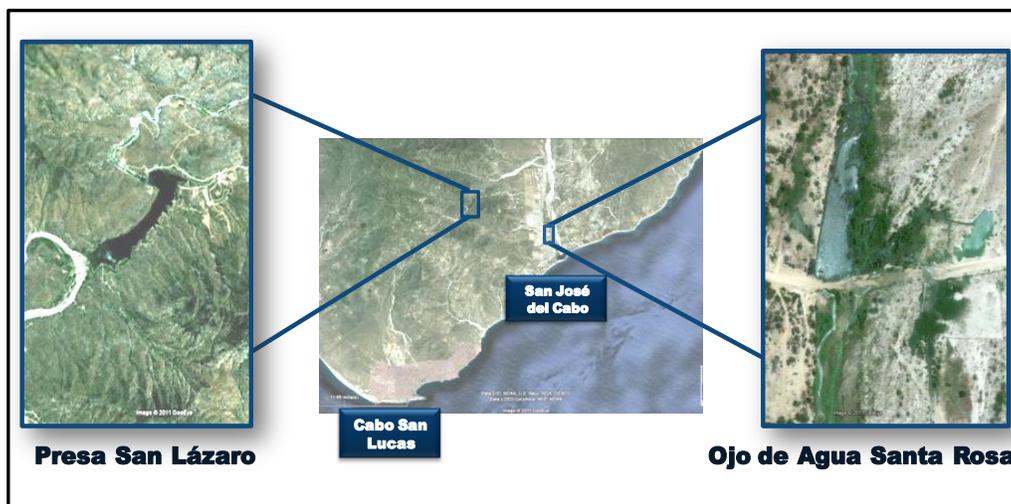
La recuperación del nivel producto de las precipitaciones pluviales se llega a presentar entre los meses de agosto a octubre de cada año. De tal forma, que el

<sup>163</sup> Enciclopedia de los municipios de México, estado de Baja California Sur, Los Cabos, disponible en: <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/bajasur/municipios/03008a.htm>

nivel dinámico de los pozos del Acueducto I varía entre los 10 y 16 metros, mientras que en los del Acueducto 2 varía entre 14 y 37 metros.<sup>164</sup> Parte del proceso de captación es la potabilización en donde cada pozo profundo cuenta con su propia instalación para desinfectar el agua extraída del subsuelo, utilizando un cilindro de gas cloro, lo que permite asegurar que la calidad de agua que recibe el usuario sea potable. Se toman muestras del agua extraída cada tres meses para realizar un análisis físico-químico y bacteriológico que permite corroborar su calidad para consumo humano.

### **Fuentes de abastecimiento superficiales.**

En la actualidad (año 2011) únicamente se cuenta con la presa “San Lázaro” (véase figura B. 3), con una producción de 0.078 m<sup>3</sup>/s, localizada aproximadamente a 14 km de la localidad de San José del Cabo. El caudal extraído es suministrado a los desarrollos turísticos de Palmilla Golf Partner, Querencia Propertier 1 y Querencia Propertier 2, para el riego de áreas verdes.



**Figura B. 3 Fuentes de abastecimiento superficiales.**

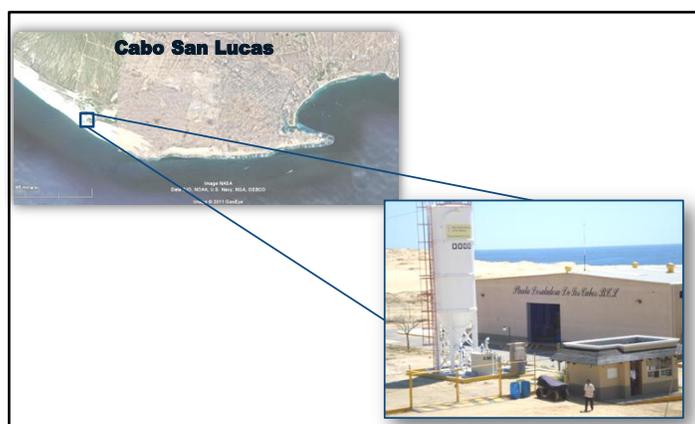
Fuente: Elaboración propia con información la enciclopedia de los municipios de México, estado de Baja California Sur, Los Cabos, disponible en: <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/bajasur/municipios/03008a.htm>

<sup>164</sup> Ídem.

Además existe un ojo de agua Santa Rosa ubicado en la cabecera municipal de San José del Cabo, el cual no está concesionado, sin embargo, diversas empresas privadas extraen agua para venderla a través de pipas de agua en las colonias con servicio intermitente de agua potable, en San José del Cabo.

### **Desalación de agua de mar.**

El proceso de desalación del agua de mar se realiza en la planta desaladora ubicada en Cabo San Lucas (véase figura B. 4), esta planta entró en operación en el mes de diciembre del 2006, tiene capacidad para producir 0.200 m<sup>3</sup>/s de agua potable. Actualmente (año 2011), su producción asciende a 0.186 m<sup>3</sup>/s, que permite dotar de agua a las colonias ubicadas al norte de Cabo San Lucas.



**Figura B. 4. Ubicación de la Planta Desaladora.**

Fuente: Elaboración propia con información de Google Earth.

### **b) Conducción.**

El agua extraída de los pozos es conducida a la zona urbana de San José del Cabo y Cabo San Lucas, así como al corredor turístico, por medio de dos acueductos –Acueducto I y Acueducto II-, con trazo paralelo a la carretera transpeninsular-.<sup>165</sup>

---

<sup>165</sup> Enciclopedia de los municipios de México, estado de Baja California Sur, Los Cabos..., *op.cit.*

Los dos acueductos corren prácticamente paralelos hasta la planta de bombeo de Palmilla, sitio donde se unen los dos acueductos, el agua es conducida por gravedad hasta llegar al cárcamo de rebombeo Twin Dolphin. A partir de este punto continúa el Acueducto I y surge una línea denominada “Ramal E” que lleva el líquido al tanque de almacenamiento del Centro y al Rebombeo Matamoros de la localidad de Cabo San Lucas para su distribución posterior a la mayoría de sus colonias.<sup>166</sup>

El Acueducto I tiene una distancia de 49 km, desde las fuentes de captación hasta Cabo San Lucas cuenta con una tubería de asbesto – cemento con diámetros variables de 18”,16”,14”,12” y 10”. En el año 2007 fue sustituido en sus primeros 5 km por una tubería de polietileno de alta densidad. Este Acueducto abastece a las colonias y poblados de San José del Cabo, así como el Corredor Turístico (zona turística, donde una parte pertenece a San José del Cabo y otra a Cabo San Lucas) hasta llegar a Cabo San Lucas.

El Acueducto II tiene una extensión de 23.19 km, a partir de las fuentes de abastecimiento (pozos profundos) hasta la planta de bombeo de Palmilla. La tubería es de PVC de 24” de diámetro, sus principales fallas se presentan en la ruptura de la línea y en codos.

Los acueductos presentan 103 derivaciones con diversos diámetros, de las cuales 96 se localizan en el Acueducto I y las 7 restantes en el Acueducto II.

### **c) Regulación**

El sistema de agua potable de San José del Cabo cuenta con 13 tanques de regulación que permiten almacenar y distribuir a las diferentes colonias de la localidad con una capacidad conjunta de 6,520 m<sup>3</sup>. Mientras que, en Cabo San Lucas la capacidad de regulación se integra por 19 tanques, con una capacidad total de 17,303 m<sup>3</sup>.<sup>167</sup>

---

<sup>166</sup> *Ídem.*

<sup>167</sup> *Ídem.*

**d) Distribución**

En el municipio de Los Cabos los nuevos desarrollos habitacionales de empresas privadas, incluyen la red de distribución dentro de sus conjuntos, la distribución de agua de las colonias San José del Cabo se realiza mediante derivaciones directas de los Acueductos I y II hacia las redes principales que proveen de agua potable a los usuarios finales.<sup>168</sup>

Para las colonias de Cabo San Lucas la infraestructura de las redes de distribución, tienen diámetros de 2" a 16", también existen fugas clandestinas que ocasionan pérdidas en la facturación.

Las tomas domiciliarias representan la instalación más débil del sistema, debido al alto índice de fugas presentadas, en el caso de la planta desaladora, tiene su propia red de distribución.

---

<sup>168</sup> *Ídem*

## Anexo C Tarifas por tipo de usuario.

**Cuadro C. 2** Tarifas de los Usuarios Comerciales.

Consumo	Tarifa
Cuota fija	\$674.32
De 0 hasta 15 m <sup>3</sup>	\$222.14
De 16 hasta 20 m <sup>3</sup>	\$5.26
De 21 hasta 25 m <sup>3</sup>	\$8.77
De 26 hasta 40 m <sup>3</sup>	\$12.40
De 41 hasta 80 m <sup>3</sup>	\$14.69
De 81 hasta 150 m <sup>3</sup>	\$19.53
De 151 hasta 250 m <sup>3</sup>	\$21.63
De 251 hasta 1000 m <sup>3</sup>	\$22.63
De 1001 m <sup>3</sup> en adelante	\$23.61

Fuente: Tarifas de OOMSAPASLC 2010, disponibles en: [www.oomsapaslc.gob.mx](http://www.oomsapaslc.gob.mx).

**Cuadro C.3.** Tarifas de los Usuarios Domésticos Populares

Consumo	Tarifa
Cuota fija	\$70.16
De 0 hasta 18 m <sup>3</sup>	\$70.16
De 19 hasta 35 m <sup>3</sup>	\$2.93
De 36 hasta 50 m <sup>3</sup>	\$4.68
De 51 hasta 65 m <sup>3</sup>	\$7.02
De 66 hasta 80 m <sup>3</sup>	\$9.94
De 81 hasta 100 m <sup>3</sup>	\$12.86
De 101 hasta 140 m <sup>3</sup>	\$14.61
De 141 m <sup>3</sup> en adelante	\$16.37

Fuente: Tarifas de OOMSAPASLC 2010, disponibles en: [www.oomsapaslc.gob.mx](http://www.oomsapaslc.gob.mx).

**Anexo D. Muestreo (Llamadas telefónicas).**

Se realizaron 220 llamadas telefónicas del 15 al 22 de agosto del 2011 y el cuestionario que se aplicó fue el siguiente:

1. Localidad \_\_\_\_\_
2. Colonia \_\_\_\_\_
3. Características de la vivienda.
4. ¿Su vivienda está conectada a la red de agua potable?  
a) Sí    b) No
5. Con base en la información de su último recibo de agua, ¿cuánto consumo por período (m<sup>3</sup>/mes)? \_\_\_\_\_
6. Y ¿cuánto paga por dicho consumo? \_\_\_\_\_
7. ¿Es cuota fija dicho cobro?  
a) Sí    b) No
8. ¿En qué almacena el agua que recibe de la red de agua potable?  
a) Cisterna    b) Tinaco    c) Tambos/cubetas
9. ¿Cuál es la capacidad de dichos contenedores? \_\_\_\_\_
10. ¿Cuántas veces al mes llena dichos contenedores? \_\_\_\_\_
11. ¿Recibe agua diariamente en su toma?  
a) Sí    b) No
12. ¿Cuántos días a la semana tiene agua? \_\_\_\_\_
13. Los días que tiene agua, ¿cuántas horas al día recibe agua? \_\_\_\_\_
14. ¿Qué método utiliza para abastecer su vivienda cuando no recibe suficiente agua por la red?  
a) Pipas    b) Acarreo    c) Ninguno
15. ¿Cuántos litros/m<sup>3</sup> compra al mes? \_\_\_\_\_
16. ¿Cuánto paga al mes por dicho volumen? \_\_\_\_\_

**Anexo E. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización en México.**

De acuerdo a la norma oficial mexicana nom-127-ssa1-1994, de "salud ambiental, agua para uso y consumo humano - límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización", las características físicas y organolépticas deberán ajustarse a lo establecido (ver cuadro E.1 además el contenido de constituyentes químicos deberá ajustarse a lo establecido en la ver cuadro E.2. en este sentido los límites se expresan en mg/l, excepto cuando se indique otra unidad.

**Cuadro. 1.1 Características del agua potable, color, olor, sabor y turbiedad.**

Característica	Límite permisible
<b>Color</b>	20 unidades de color verdadero en la escala de platino-cobalto.
<b>Olor y sabor</b>	Agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultado de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico).
<b>Turbiedad</b>	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método.

**Cuadro E.2. Límites químicos permisibles en mg/l.**

Característica	Límite permisible
Aluminio	0.2
Arsénico	0.01
Bario	0.7
Cadmio	0.005
Cianuros (como CN <sup>-</sup> )	0.07
Cloro residual libre	0.2-1.00
Cloruros (como Cl <sup>-</sup> )	250
Cobre	2
Cromo total	0.05

Dureza total (como CaCO <sub>3</sub> )	500
Fenoles o compuestos fenólicos	0.001
Fierro	0.3
Fluoruros (como F <sup>-</sup> )	1.5
Manganeso Mercurio	0.15
Nitratos (como N)	0.001
Nitritos (como N)	10
Nitrógeno amoniacal (como N)	0.05
pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH	0.5
Plaguicidas en microgramos/l:	6.5-8.5
Aldrín y dieldrín separados o combinados)	0.03
Clordano (total de isómeros)	0.2
DDT (total de isómeros)	1
Gamma-HCH (lindano)	2
Hexaclorobenceno	1
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0.03
Metoxicloro	20
2,4-D	30
Plomo	0.01
Sodio	200
Sólidos disueltos totales	1000
sulfatos (como SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> )	400
Substancias activas al azul del metileno (SAAM)	0.5
Trihalometanos totales	0.2
Zinc	5

**Anexo F Interacción de la cantidad demandada y la oferta máxima en la situación actual.**

Años	Cantidad demandada <sup>a/</sup> m <sup>3</sup> /s	Oferta máxima m <sup>3</sup> /s	Diferencia	
			m <sup>3</sup> /s	Lps <sup>b/</sup>
2011	0.178	0.121	-0.057	-57
2012	0.181	0.121	-0.060	-60
2013	0.184	0.121	-0.063	-63
2014	0.186	0.121	-0.065	-65
2015	0.189	0.121	-0.068	-68
2016	0.191	0.121	-0.070	-70
2017	0.193	0.121	-0.072	-72
2018	0.194	0.121	-0.073	-73
2019	0.196	0.121	-0.075	-75
2020	0.198	0.121	-0.077	-77
2021	0.199	0.121	-0.078	-78
2022	0.200	0.121	-0.079	-79
2023	0.201	0.121	-0.081	-81
2024	0.203	0.121	-0.082	-82
2025	0.204	0.121	-0.083	-83
2026	0.205	0.121	-0.084	-84
2027	0.206	0.121	-0.085	-85
2028	0.207	0.121	-0.086	-86
2029	0.208	0.121	-0.087	-87
2030	0.209	0.121	-0.088	-88
2031	0.209	0.121	-0.089	-89
2032	0.210	0.121	-0.089	-89

<sup>a/</sup> Considerando la cantidad demandada de los usuarios domésticos populares a tarifa cero.

<sup>b/</sup> Litros por segundo

Fuente: Elaboración propia con información de CONAPO, Baja California Sur: Indicadores demográficos, 1990-2030, disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=125&Itemid=193](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=125&Itemid=193), consultado el 28/08/11, INEGI Censo de Población y Vivienda 2010, disponible en: <http://www.censo2010.org.mx/>, consultado el 28/08/11 y llamadas telefónicas a la zona de estudio del 15 al 22 de agosto del 2011.

**Anexo G Ecuaciones de demanda de mercado y tarifa a corto plazo.**

Cuadro 1.1

Años del horizonte de evaluación	Ecuación de demanda de mercado	Tarifa a corto Plazo \$/m <sup>3</sup>
2011	Q 468258.096 -3373.92505 P	44.61655016
2012	Q 475890.703 -3373.92505 P	46.87878386
2013	Q 482952.66 -3373.92505 P	48.97188204
2014	Q 489493 -3373.92505 P	50.91037812
2015	Q 495490.593 -3373.92505 P	52.68800895
2016	Q 500995.883 -3373.92505 P	54.31972556
2017	Q 506089.424 -3373.92505 P	55.82940367
2018	Q 510804.238 -3373.92505 P	57.22683095
2019	Q 515195.523 -3373.92505 P	58.52836679
2020	Q 519240.7 -3373.92505 P	59.72731977
2021	Q 522888.221 -3373.92505 P	60.80841106
2022	Q 526069.264 -3373.92505 P	61.75124262
2023	Q 529336.797 -3373.92505 P	62.71970895
2024	Q 532485.177 -3373.92505 P	63.65285945
2025	Q 535494.918 -3373.92505 P	64.54491878
2026	Q 538226.343 -3373.92505 P	65.35448751
2027	Q 540766.479 -3373.92505 P	66.10736042
2028	Q 543308.256 -3373.92505 P	66.86071933
2029	Q 545743.408 -3373.92505 P	67.58247577
2030	Q 548115.522 -3373.92505 P	68.28554823
2031	Q 550324.56 -3373.92505 P	68.94028666
2032	Q 552305.729 -3373.92505 P	69.52748655

Fuente: Elaboración propia con información de CONAPO, Baja California Sur: Indicadores demográficos, 1990-2030, disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=125&Itemid=193](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=125&Itemid=193), consultado el 28/08/11, INEGI Censo de Población y Vivienda 2010, disponible en: <http://www.censo2010.org.mx/>, consultado el 28/08/11 y llamadas telefónicas a la zona de estudio del 15 al 22 de agosto del 2011.

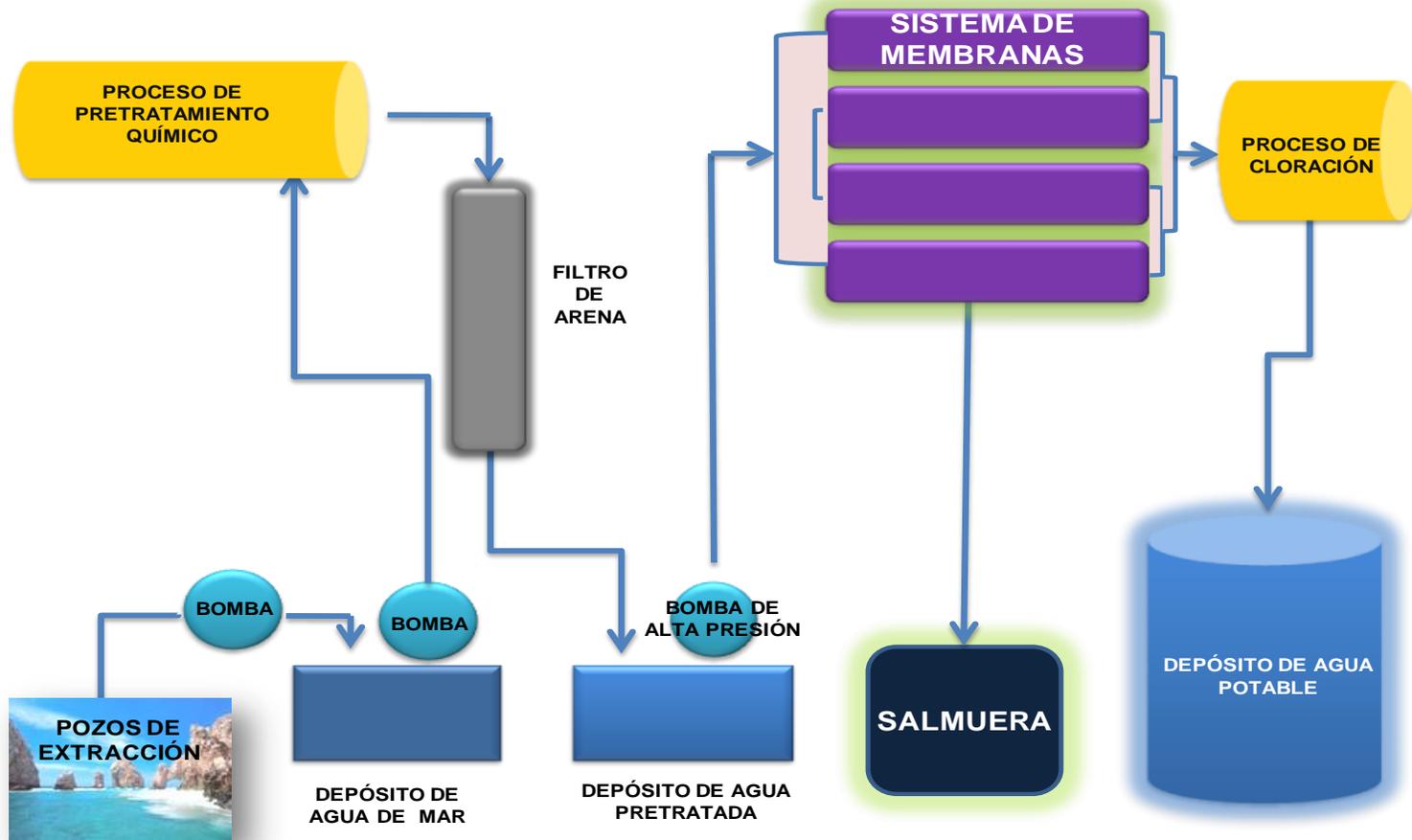
**Anexo H Proyecciones del déficit en la zona de influencia, situación sin proyecto.**

<b>Años</b>	<b>Cantidad demandada <sup>a/</sup> m<sup>3</sup>/s</b>	<b>Oferta máxima m<sup>3</sup>/s</b>	<b>Diferencia</b>
2011	0.169	0.121	-0.048
2012	0.172	0.121	-0.051
2013	0.174	0.121	-0.053
2014	0.177	0.121	-0.056
2015	0.179	0.121	-0.058
2016	0.181	0.121	-0.060
2017	0.183	0.121	-0.062
2018	0.185	0.121	-0.064
2019	0.186	0.121	-0.066
2020	0.188	0.121	-0.067
2021	0.189	0.121	-0.069
2022	0.191	0.121	-0.070
2023	0.192	0.121	-0.071
2024	0.193	0.121	-0.072
2025	0.194	0.121	-0.073
2026	0.195	0.121	-0.074
2027	0.196	0.121	-0.075
2028	0.197	0.121	-0.076
2029	0.198	0.121	-0.077
2030	0.199	0.121	-0.078
2031	0.200	0.121	-0.079
2032	0.201	0.121	-0.080

<sup>a/</sup> Considerando la cantidad demandada de los usuarios domésticos populares a tarifa cero.

Fuente: Elaboración propia con información de CONAPO, Baja California Sur: Indicadores demográficos, 1990-2030, disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=125&Itemid=193](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=125&Itemid=193), consultado el 28/08/11, INEGI Censo de Población y Vivienda 2010, disponible en: <http://www.censo2010.org.mx/>, consultado el 28/08/11 y llamadas telefónicas a la zona de estudio del 15 al 22 de agosto del 2011.

Anexo I Mecanismo de Osmosis Inversa.



**Anexo J Proyecciones del déficit en la zona de estudio, situación con proyecto.**

Años	Cantidad demandada <sup>a/</sup> m <sup>3</sup> /s	Oferta máxima m <sup>3</sup> /s	Diferencia
2014	0.177	0.251	0.074
2015	0.179	0.251	0.072
2016	0.181	0.251	0.070
2017	0.183	0.251	0.068
2018	0.185	0.251	0.066
2019	0.186	0.251	0.064
2020	0.188	0.251	0.063
2021	0.189	0.251	0.061
2022	0.191	0.251	0.060
2023	0.192	0.251	0.059
2024	0.193	0.251	0.058
2025	0.194	0.251	0.057
2026	0.195	0.251	0.056
2027	0.196	0.251	0.055
2028	0.197	0.251	0.054
2029	0.198	0.251	0.053
2030	0.199	0.251	0.052
2031	0.200	0.251	0.051
2032	0.201	0.251	0.050

<sup>a/</sup> Considerando la cantidad demandada de los usuarios domésticos populares a tarifa cero.

Fuente: Elaboración propia con información de CONAPO, Baja California Sur: Indicadores demográficos, 1990-2030, disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=125&Itemid=193](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=125&Itemid=193), consultado el 28/08/11, INEGI Censo de Población y Vivienda 2010, disponible en: <http://www.censo2010.org.mx/>, consultado el 28/08/11 y llamadas telefónicas a la zona de estudio del 15 al 22 de agosto del 2011.

**Anexo K Cuantificación de los costos del proyecto (millones de pesos de 2011)**

<b>Año</b>	<b>Costos Variables</b>	<b>m<sup>3</sup>/s requeridos</b>	<b>Costos Fijos</b>	<b>Proyección Costos Totales</b>
2014	16.296	0.056	30.676	46.972
2015	16.962	0.058	30.676	47.638
2016	17.574	0.060	30.676	48.250
2017	18.140	0.062	30.676	48.816
2018	18.664	0.064	30.676	49.340
2019	19.152	0.066	30.676	49.828
2020	19.602	0.067	30.676	50.278
2021	20.007	0.069	30.676	50.683
2022	20.361	0.070	30.676	51.036
2023	20.724	0.071	30.676	51.400
2024	21.074	0.072	30.676	51.749
2025	21.408	0.073	30.676	52.084
2026	21.712	0.074	30.676	52.387
2027	21.994	0.075	30.676	52.670
2028	22.277	0.076	30.676	52.952
2029	22.547	0.077	30.676	53.223
2030	22.811	0.078	30.676	53.487
2031	23.056	0.079	30.676	53.732
2032	23.277	0.080	30.676	53.952

Fuente: Elaboración propia con información de "Seawater Desalination as an alternative solution for potable water in Mexico, Seawater Desalination Plant Cabo San Lucas, B.C.S México" disponible en <http://www2.apwa.net/documents/meetings/congress/2007/handouts/3992.pdf> consultado el 13/09/11, llamadas telefónicas a la OHL el 18/09/11 y Organismo Operador Municipal del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Los Cabos. Disponible en: <http://www.oomsapaslc.gob.mx>, consultado el 18/09/11.

**Anexo L Cuantificación de los beneficios del proyecto (millones de pesos de 2011)**

<b>Año</b>	<b>Beneficios brutos por segundo</b>	<b>Beneficios brutos mes</b>	<b>Beneficios brutos año</b>
2014	1.628	4.279	51.345
2015	1.746	4.589	55.073
2016	1.858	4.884	58.608
2017	1.965	5.165	61.974
2018	2.067	5.431	65.172
2019	2.163	5.685	68.222
2020	2.254	5.924	71.092
2021	2.338	6.144	73.730
2022	2.412	6.339	76.069
2023	2.490	6.542	78.510
2024	2.565	6.741	80.897
2025	2.639	6.934	83.212
2026	2.706	7.112	85.341
2027	2.770	7.279	87.344
2028	2.834	7.448	89.372
2029	2.896	7.611	91.337
2030	2.958	7.773	93.270
2031	3.015	7.924	95.089
2032	3.067	8.061	96.735

Fuente: Elaboración propia con información de CONAPO, Baja California Sur: Indicadores demográficos, 1990-2030, disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=125&Itemid=193](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=125&Itemid=193), consultado el 28/08/11, INEGI Censo de Población y Vivienda 2010, disponible en: <http://www.censo2010.org.mx/>, consultado el 28/08/11 y llamadas telefónicas a la zona de estudio del 15 al 22 de agosto del 2011.

**Anexo M Flujo de efectivo y VPN de la evaluación social a la planta desaladora de Los Cabos, Baja California Sur, (millones de pesos de 2011).**

Años	Inversión	Costos de operación y mantenimiento	Beneficios	Valor de rescate	Flujo efectivo
2012	-264.391				-264.391
2013	-264.391				-264.391
2014		-46.972	51.345		4.373
2015		-47.638	55.073		7.435
2016		-48.250	58.608		10.358
2017		-48.816	61.974		13.158
2018		-49.340	65.172		15.832
2019		-49.828	68.222		18.394
2020		-50.278	71.092		20.815
2021		-50.683	73.730		23.047
2022		-51.036	76.069		25.033
2023		-51.400	78.510		27.110
2024		-51.749	80.897		29.148
2025		-52.084	83.212		31.128
2026		-52.387	85.341		32.953
2027		-52.670	87.344		34.675
2028		-52.952	89.372		36.420
2029		-53.223	91.337		38.114
2030		-53.487	93.270		39.784
2031		-53.732	95.089		41.357
2032		-53.952	96.735	47.317	90.100
				<b>VPN</b>	<b>-370.214</b>

Fuente: Elaboración propia con información de CONAPO, Baja California Sur: Indicadores demográficos, 1990-2030, disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=125&Itemid=193](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=125&Itemid=193), consultado el 28/08/11, INEGI Censo de Población y Vivienda 2010, disponible en: <http://www.censo2010.org.mx/>, consultado el 28/08/11 llamadas telefónicas a la zona de estudio del 15 al 22 de agosto del 2011, "Seawater Desalination as an alternative solution for potable water in Mexico, Seawater Desalination Plant Cabo San Lucas, B.C.S México" disponible en <http://www2.apwa.net/documents/meetings/congress/2007/handouts/3992.pdf> consultado el 13/09/11, llamadas telefónicas a la OHL el 18/09/11 y Organismo Operador Municipal del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Los Cabos. Disponible en: <http://www.oomsapaslc.gob.mx>, consultado el 18/09/11.

**Anexo N Componentes de los costos de operación y mantenimiento  
(millones de pesos de 2011)**

Años	Costos de energía de las bombas y costo de los químicos	Costos de mantenimiento del sistema	Costos de mantenimiento mayor de las bombas	Total
2014	24.186	3.104		27.290
2015	24.573	3.104		27.677
2016	24.929	3.104		28.033
2017	25.261	3.104		28.365
2018	25.569	3.104	0.148	28.821
2019	25.857	3.104		28.961
2020	26.123	3.104		29.227
2021	26.364	3.104		29.468
2022	26.574	3.104		29.678
2023	26.791	3.104	0.148	30.043
2024	27.000	3.104		30.104
2025	27.200	3.104		30.304
2026	27.382	3.104		30.486
2027	27.551	3.104		30.655
2028	27.721	3.104	0.148	30.973
2029	27.883	3.104		30.988
2030	28.042	3.104		31.146
2031	28.190	3.104		31.294
2032	28.323	3.104		31.427

Fuente: Peters M., Timmerhaus K. y West R., Plant Design and Economics for Chemical Engineers, United States, 2003, Mc Graw Hill.; Instituto Nacional de Protección Contra Incendio, A.C., Instalación de sistemas de rociadores, México, 1994, National Fire Protection Association (NFPA).

**Anexo Ñ Flujo de efectivo de la evaluación de la alternativa (millones de pesos de 2011).**

<b>Años</b>	<b>Inversión</b>	<b>Costos de operación y mantenimiento</b>	<b>Costo de oportunidad</b>	<b>Beneficios</b>	<b>Valor de rescate</b>	<b>Flujo efectivo</b>
2012	-42.617					-42.617
2013	-42.617					-42.617
2014		27.290	-11.855	51.345		66.781
2015		27.677	-12.790	55.073		69.960
2016		28.033	-13.649	58.608		72.993
2017		28.365	-14.443	61.974		75.896
2018		28.821	-15.178	65.172		78.815
2019		28.961	-15.863	68.222		81.320
2020		29.227	-16.494	71.092		83.826
2021		29.468	-17.063	73.730		86.136
2022		29.678	-17.559	76.069		88.189
2023		30.043	-18.068	78.510		90.484
2024		30.104	-18.559	80.897		92.441
2025		30.304	-19.029	83.212		94.487
2026		30.486	-19.455	85.341		96.372
2027		30.655	-19.851	87.344		98.149
2028		30.973	-20.247	89.372		100.098
2029		30.988	-20.627	91.337		101.697
2030		31.146	-20.997	93.270		103.420
2031		31.294	-21.341	95.089		105.042
2032		31.427	-21.650	96.735	36.815	143.327
					<b>VPN</b>	<b>523.151</b>

Fuente: Peters M., Timmerhaus K. y West R., Plant Design and Economics for Chemical Engineers, United States, 2003, Mc Graw Hill.; Instituto Nacional de Protección Contra Incendio, A.C., Instalación de sistemas de rociadores, México, 1994, National Fire Protection Association (NFPA).

## Bibliografía.

Aguilar Benítez Ismael, “El cobro por una factibilidad sostenible de agua y el crecimiento urbano disperso en el norte de México”, en *Economía Informa*, Facultad de Economía, UNAM, mayo – junio de 2011, Número 368.

Baca Urbina Gabriel, *Evaluación de proyectos*, México, McGraw-Hill, 1998.

Baca Urbina Gabriel, *Fundamentos de Ingeniería Económica*, México, McGraw-Hill, 1994.

Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos S.N.C (BANOBRAS), Secretaria de Hacienda y Crédito Público (SHCP), *Guía metodológica para la evaluación financiera de proyectos del Programa de Modernización de Organismos Operadores de Agua PROMAGUA*, Abril de 2010.

Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP), *Guía general para la preparación y presentación de estudios de evaluación socioeconómica de proyectos de agua potable urbana*, México, 2006.

Comisión Estatal del Agua (2010); *Análisis costo-beneficio social del proyecto “Abastecimiento de agua potable Acueducto Independencia”* para Hermosillo, Sonora, CEA-SCALE S.C., Sonora.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), *Metodologías de Evaluación Socioeconómica para Proyectos de Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento y Protección a Centros de Población*, México, 2008.

CONAGUA (2008); *Análisis costo-beneficio del proyecto “Baluarte-Presidio, presa Picachos primera etapa”* H. Ayuntamientos Concordia, Rosario y Mazatlán, Estado de Sinaloa, México, D.F.

Correa Díaz Felipe, *Evaluación de la sustentabilidad en la instalación de plantas desaladoras, de agua de mar, en la región noroeste de México*, España, Universidad de las Palmas de Gran Canaria, Programa de Doctorado en Ingeniería Ambiental y Desalinización, 2007 (Tesis de Doctorado en Ingeniería de Procesos).

Enciclopedia de los municipios de México, estado de Baja California Sur, Los Cabos.

Ferrá Coloma. *Evaluación Socioeconómica de Proyectos*, Segunda Edición, Mendoza, Argentina, 2000

Fontaine Ernesto, “La evaluación privada y social de proyectos: el rol del Estado”, en *Panorama socioeconómico*, Chile, Universidad de Talca, Volumen 26, número 036, enero-junio, 2008.

Fontaine Ernesto, *Evaluación social de proyectos* Instituto de Economía de la Universidad Católica de Chile, Alfaomega, 1999.

Gala Javier, *Guía para la evaluación de proyectos*, México, Banobras -CEPEP, 2004 (capítulo III sección cuarta).

Grupo Asociado de Integración, S.A. de C.V. (2009); Dictamen de los Análisis Técnico, Económico y Ambiental del Proyecto: “Construcción del Módulo A de la Planta Potabilizadora Los Berros, Sistema Cutzamala”, Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), México, D.F.

*Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos”* de la SHCP, sección IV del análisis costo-beneficio y su contenido, Diario Oficial de la Federación 18 de marzo de 2008.

Nacional Financiera, S.N.C. (NAFINSA), *Guía para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión*, octava reimpresión, México, 2000.

OOMSAPASLC (2010); *Actualización del estudio de diagnóstico y planeación integral del Organismo operador municipal del sistema de agua potable, alcantarillado y saneamiento de Los Cabos, Baja California Sur*; OOMSAPASLC, B.C.S.

Peters M., Timmerhaus K. y West R. (2003); *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, Mc Graw Hill., United States

Pineda Pablos Nicolás, “La política urbana de agua potable en México: del centralismo y los subsidios a la municipalización, la autosuficiencia y la privatización”, en *Región y Sociedad*, México, El Colegio de Sonora, 2002, Vol. XIV, Núm. 24.

Ponce Talancón Humberto e Isidro Rafael Flores Covarrubias, “La evaluación social en los proyectos de inversión del gobierno federal mexicano. El caso de PEMEX”, en *Investigación administrativa*, México, Escuela Superior de Comercio y Administración IPN, Año 36, número 99, enero-junio, 2007.

Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Los Cabos B.C.S. (POEL-MLC), 2008.

Rodríguez Vargas Sergio, *Propuesta metodológica para la evaluación social de proyectos de vivienda*, México, UNAM, Facultad de Ingeniería, 2007, (Tesis de Maestría en Ingeniería Civil).

Roemer Andrés, *Derecho y economía: Políticas públicas del agua*, México, Centro de Investigación y Docencia Económicas, Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, Miguel Ángel Porrúa Editor, 1997.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), *Metodologías de Evaluación Social de proyectos de Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento y Protección a Centros de Población*, México, 2008.

### **Leyes y documentos oficiales:**

Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, última reforma publicada Diario Oficial de la Federación el 3 de diciembre de 2008.

Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, última reforma publicada Diario Oficial de la Federación el 4 de septiembre de 2009.

Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, de la Secretaria de Hacienda y Crédito Público.

Ley de Aguas del Estado de Baja California Sur

### **Páginas electrónicas:**

<http://www.cepep.gob.mx/>

[http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/documentos/Metodologias/me\\_agua\\_potable.pdf](http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/documentos/Metodologias/me_agua_potable.pdf)

<http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/cyt2006/07-Tecnologicas/2006-T-010.pdf>

<http://www.shcp.gob.mx/>

[http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/postulacion\\_links/77\\_precios\\_sociales\\_nip\\_2012.pdf](http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/postulacion_links/77_precios_sociales_nip_2012.pdf)

<http://www.conapo.gob.mx/>

<http://www.inegi.org.mx>

<http://www.cna.gob.mx/Conagua07/Gasveda/bajasur/edo.html>

[http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=125&Itemid=193](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=125&Itemid=193)

<http://www.censo2010.org.mx/>