

MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y ESTRUCTURACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN (AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO, SANEAMIENTO, MEJORAMIENTO DE EFICIENCIA Y PROTECCIÓN A CENTROS DE POBLACIÓN)

2



MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO

METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN
SOCIOECONÓMICA Y ESTRUCTURACIÓN DE
PROYECTOS DE INVERSIÓN
(AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO,
SANEAMIENTO, MEJORAMIENTO DE EFICIENCIA Y
PROTECCIÓN A CENTROS DE POBLACIÓN)

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento
Metodologías de Evaluación Socioeconómica y Estructuración de Proyectos de Inversión
(Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento, Mejoramiento de Eficiencia y Protección a Centros de Población)

D.R. © Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Boulevard Adolfo Ruiz Cortines No. 4209, Col. Jardines en la Montaña
C.P. 14210, Tlalpan, México, D.F.

Comisión Nacional del Agua
Insurgentes Sur No. 2416, Col. Copilco El Bajo
C.P. 04340, Coyoacán, México, D.F.
Tel. (55) 5174 4000

Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento

Impreso y hecho en México
Distribución gratuita. Prohibida su venta.
Queda prohibido su uso para fines distintos al desarrollo social.
Se autoriza la reproducción sin alteraciones del material contenido en esta obra,
sin fines de lucro y citando la fuente

CONTENIDO

Presentación	VII
Objetivo general	IX
Introducción	XI
1. Estructuración de proyectos de inversión	1
1.1. Generalidades	1
1.2. Tipología de proyectos	4
1.3. Relación entre proyectos de inversión	5
1.3.1 Proyectos independientes	5
1.3.2 Proyectos dependientes	5
1.3.3 Proyectos complementarios	5
1.3.4 Proyectos sustitutos	5
1.3.5 Proyectos mutuamente excluyentes	5
1.4. Evaluación socioeconómica ex post de un proyecto	6
1.5. Importancia de la fase de estructuración de proyectos de inversión	6
1.6. Ciclo de vida de los proyectos de inversión	8
1.7. Fases del ciclo de vida de los proyectos de inversión	12
1.7.1 Fase de estructuración	12
1.7.2 Fase de inversión	15
1.7.3 Fase de operación	15
1.8. Estudios necesarios para la estructuración de los proyectos	15
1.8.1 Factibilidad Técnica	18
1.8.2 Factibilidad ambiental	18
1.8.3 Factibilidad legal	19
1.8.4 Factibilidad económica	20
1.8.5 Factibilidad financiera	20
1.8.6 Gerencia de proyectos	21
1.9. Algunos problemas detectados en la fase de estructuración de proyectos	21
1.10. Recomendaciones	23
2. Conceptos básicos sobre evaluación socioeconómica de proyectos	25
2.1. Introducción	25
2.2. Costos y beneficios	27
2.3. Precios sociales y precios privados	28
2.4. Intangibles	28
2.5. Externalidades	29
2.6. Algunos conceptos básicos de economía	29
2.6.1 La demanda	29
2.6.2 Excedente del consumidor	30

2.6.3	La oferta	30
2.6.4	Excedente del productor	31
2.6.5	Equilibrio de mercado	31
2.6.6	Efecto del incremento de oferta	32
2.7.	Criterios de rentabilidad y tasa de descuento social	33
2.7.1	Valor Actual Neto Social (VANS)	34
2.7.2	Tasa Interna de Retorno Social (TIRS)	34
2.7.3	Tasa de Rentabilidad Inmediata Social (TRIS)	35
3.	Presentación de un estudio de evaluación socioeconómica	39
3.1.	Estructuración de un estudio de evaluación socioeconómica	39
3.1.1	Tipos de estudios	40
3.1.2	Apartados que deben de incluir las evaluaciones socioeconómicas	42
3.2.	Anexos	74
3.3.	Bibliografía	74
4.	Metodologías de evaluación socioeconómica	77
4.1.	Agua potable	78
4.1.1	Beneficios	79
4.1.2	Tipos de proyectos y beneficios asociados	109
4.2.	Mejoramiento de eficiencia	110
4.2.1	Tipos de proyectos	112
4.2.2	Costos	117
4.3.	Alcantarillado	117
4.3.1	Beneficios	118
4.3.2	Tipos de proyectos y beneficios asociados	121
4.3.3	Costos	122
4.4.	Tratamiento de aguas residuales	122
4.4.1	Fundamentos metodológicos	122
4.4.2	Dimensionamiento de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR)	125
4.4.3	Beneficios	127
4.5.	Proyectos de protección a centros de población contra inundaciones (pcp)	146
4.5.1	Conceptos básicos	148
4.5.2	Metodologías para la valoración de beneficios	156
4.5.3	Estructuración de un proyecto de control de inundaciones	159
4.5.4	Beneficios atribuibles al proyecto	165
4.5.5	Costos atribuibles al proyecto	176
4.5.6	Evaluación socioeconómica	176

Conclusiones	179
Anexos	
A. Curva de demanda del agua respecto al precio	181
B. Esquemas de tarificación de corto y largo plazo para proyectos de agua potable	209
C. Método de precios hedónicos	229
D. Método de valoración contingente	235
E. Estructuración de proyectos de Asociación Público Privada (APP)	251
F. Factibilidad ambiental de proyectos	267
G. Formatos sugeridos para los levantamientos de información en campo para agua potable y alcantarillado	289
H. Términos de referencia para diferentes estudios	305
Bibliografía	377
Ilustraciones	379
Tablas	383



PRESENTACIÓN

Uno de los grandes desafíos hídricos que enfrentamos a nivel global es dotar de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento a la población, debido, por un lado, al crecimiento demográfico acelerado y por otro, a las dificultades técnicas, cada vez mayores, que conlleva hacerlo.

Contar con estos servicios en el hogar es un factor determinante en la calidad de vida y desarrollo integral de las familias. En México, la población beneficiada ha venido creciendo los últimos años; sin embargo, mientras más nos acercamos a la cobertura universal, la tarea se vuelve más compleja.

Por ello, para responder a las nuevas necesidades hídricas, la administración del Presidente de la República, Enrique Peña Nieto, está impulsando una transformación integral del sector, y como parte fundamental de esta estrategia, el fortalecimiento de los organismos operadores y prestadores de los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento.

En este sentido, publicamos este manual: una guía técnica especializada, que contiene los más recientes avances tecnológicos en obras hidráulicas y normas de calidad, con el fin de desarrollar infraestructura más eficiente, segura y sustentable, así como formar recursos humanos más capacitados y preparados.

Estamos seguros de que será de gran apoyo para orientar el quehacer cotidiano de los técnicos, especialistas y tomadores de decisiones, proporcionándoles criterios para generar ciclos virtuosos de gestión, disminuir los costos de operación, impulsar el intercambio de volúmenes de agua de primer uso por tratada en los procesos que así lo permitan, y realizar en general, un mejor aprovechamiento de las aguas superficiales y subterráneas del país, considerando las necesidades de nueva infraestructura y el cuidado y mantenimiento de la existente.

El Gobierno de la República tiene el firme compromiso de sentar las bases de una cultura de la gestión integral del agua. Nuestros retos son grandes, pero más grande debe ser nuestra capacidad transformadora para contribuir desde el sector hídrico a Mover a México.

Director General de la Comisión Nacional del Agua



OBJETIVO GENERAL

El *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS)* está dirigido a quienes diseñan, construyen, operan y administran los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento del país; busca ser una referencia sobre los criterios, procedimientos, normas, índices, parámetros y casos de éxito que la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en su carácter de entidad normativa federal en materia de agua, considera recomendable utilizar, a efecto de homologarlos, para que el desarrollo, operación y administración de los sistemas se encaminen a elevar y mantener la eficiencia y la calidad de los servicios a la población.

Este trabajo favorece y orienta la toma de decisiones por parte de autoridades, profesionales, administradores y técnicos de los organismos operadores de agua de la República Mexicana y la labor de los centros de enseñanza.



INTRODUCCIÓN

El Gobierno de la República impulsa fuertemente la inversión en infraestructura en todos los sectores productivos del país, en donde el sector hídrico no es la excepción, reconociendo que cada vez se tienen retos más importantes y de mayores inversiones, tanto en agua potable, saneamiento y protección a centros de población debido a las condiciones hidrometeorológicas tan diversas, lo cual conlleva a tener la responsabilidad de realizar una mayor planeación de las acciones a realizar, especialmente si las condiciones económicas del país así lo exigen.

En este escenario, los objetivos y necesidades son ambiciosos, pero la historia de la inversión pública también llega a presentar la existencia de un círculo vicioso, en el cual por una parte se requieren montos importantes de inversión, y por otra, los recursos disponibles son insuficientes, hecho irónicamente agravado por los frecuentes subejercicios de los recursos públicos, lo cual se debe a múltiples razones, pero indudablemente una de las principales es que los proyectos de inversión no están adecuadamente estructurados.

Por tal motivo, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), a través de la Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento, entre otras funciones brinda asistencia técnica a los organismos operadores de agua potable y saneamiento del país con el fin de cumplir con la normatividad establecida por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) para el otorgamiento de recursos federales a los estados y municipios, buscando precisamente guiar la estructuración y ejecución de los proyectos de inversión. Lo anterior se evidencia en que entre los requisitos señalados para acceder a recursos económicos de algunos programas federalizados, tales como el de Agua Potable y Alcantarillado en Zonas Urbanas (APAZU), el de Modernización de Organismos Operadores de Agua (PROMAGUA-FONDO) y el de Protección a Centros de Población (PCP), se encuentra la realización de los análisis costo-beneficio o estudios de evaluación socioeconómica que demuestren que el proyecto de inversión es capaz de generar beneficios netos bajo supuestos razonables.

Para responder a esta imperante necesidad de evaluar los proyectos de inversión, estas metodologías se concibieron como un documento de consulta que tiene como objetivo difundir los lineamientos para realizar la evaluación socioeconómica de diferentes proyectos de agua potable, alcantarillado, saneamiento, mejoramiento de eficiencia y protección a centros de población, así como exponer conceptos y guías generales metodológicas de utilidad para toda persona interesada en el tema. En él se expone la teoría y función de la evaluación socioeconómica y se incluyen resultados de algunas experiencias de la CONAGUA en el subsector de la hidráulica urbana del país, en los que se presentan la aplicación de los conceptos y metodologías, analizando su viabilidad de aplicación en la realidad de los proyectos del subsector.

Se realizó una primera versión de este documento en el año 2004 y posteriormente en el 2006 y 2008, dada la necesidad de complementar varios temas que han sido analizados en forma conjunta con la SHCP y algunos evaluadores que han participado activamente en la evaluación de un sinnúmero de proyectos del subsector y que están dispuestos a compartir sus experiencias. La elaboración de las nuevas versiones permitió incluir nuevos temas y precisar sobre los ya existentes, pero dadas las precisiones metodológicas que se han realizado en este documento y los temas adicionales que se han abordado, se considera que este documento sustituye a los anteriores.

En este documento primeramente se expone lo relacionado a la estructuración de los proyectos de inversión; el segundo capítulo viene enfocado a las bases metodológicas de la evaluación socioeconómica; el tercer capítulo se basa en el desarrollo y contenido de los estudios costo y beneficio acorde a los lineamientos vigentes de la SHCP¹; posteriormente se exponen las metodologías de evaluación considerando las referencias teóricas aplicables y su viabilidad de aplicación; finalmente se incluyen los anexos en donde se encuentra información detallada sobre algunos temas que merecen y requieren una mayor amplitud, como es una breve descripción de lo que implica la estructuración de un proyecto de Asociación Público-Privada (APP).

Dentro de los temas relevantes, se encuentra el anexo sobre la función de la demanda del agua respecto al precio, el cual incluye diferentes formas en las que se puede calcular la demanda en función de la relación elasticidad-precio. Es importante señalar que la CONAGUA realizó la actualización del estudio de demandas en donde se obtuvieron los valores de elasticidad en el año 1990, mediante el trabajo denominado "Estimación de los factores y funciones de la demanda de agua potable en el sector doméstico en México", el cual se encuentra disponible en la CONAGUA y que en este documento sólo se incluyen los principales resultados.

De igual forma se incluye el tema de valoración contingente para proyectos, en este caso acotándose al caso de saneamiento, ya que es una metodología que requiere un alto grado de especialización y cuidado para que su resultado sea confiable, es aplicable en proyectos como el saneamiento de cuencas pero se puede aplicar a una gran diversidad de proyectos.

Se desarrolló e incluyó la metodología de evaluación de los beneficios de sustituir o rehabilitar una infraestructura basándose en su probabilidad de falla, metodología de gran utilidad para evaluar los proyectos en que la falta de mantenimiento o conclusión de la vida útil pueden provocar una falla en la infraestructura, consideramos que esta metodología es aplicable especialmente en líneas de conducción, tanto de agua potable como de aguas residuales y/o pluviales, en los capítulos de agua potable y protección a centros de población se aborda el tema con detalle.

1 Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión publicados en el Diario oficial de la Federación el Lunes 30 de diciembre de 2013

Asimismo, se puede destacar el desarrollo de la metodología de evaluación del beneficio por eliminación de molestias por acarreo intradomiciliarios en los hogares, el cual ha demostrado ser una herramienta muy útil para valorar un beneficio que regularmente no era considerado.

Cabe señalar que también existe un anexo para la contratación de estudios de evaluación para diferentes proyectos, los cuales han sido adaptados a los lineamientos vigentes de la SHCP.

Esta información se ha desarrollado en el presente documento teniendo como premisa que la evaluación es un elemento medular en la selección de los mejores proyectos, existiendo evaluaciones técnica, socioeconómica, ambiental, legal y financiera, todas ellas complementarias y en ningún momento excluyentes; por lo que la evaluación de un proyecto de inversión debería ser considerada como la parte medular de la asignación de los recursos de inversión, especialmente los de carácter público.

No obstante existe una realidad que nos lleva a reconocer la siguiente problemática en la estructuración de los proyectos de inversión:

- En muchas ocasiones, los promotores de los proyectos consideran a la evaluación como un requisito y no como una herramienta, la evaluación se percibe como un simple gasto oneroso e innecesario que además provoca retrasos en la realización de los proyectos. No debemos olvidar que aunque los recursos públicos puedan ser a fondo perdido, eso no quiere decir que no requieran estudios, se debe invertir para buscar la optimización de su aplicación
- El no estructurar adecuadamente los proyectos de inversión puede provocar un tamaño inadecuado, una alternativa mal seleccionada y por ende un costo distante de la realidad
- Se observa pasividad en la realización de los estudios de preinversión
- La elaboración de las evaluaciones requiere de un tiempo de desarrollo que al ser ignorado inicialmente, llega a presionar los tiempos de ejecución de las obras
- Los estudios deben ser parte de la planeación, y en muchas ocasiones, ésta llega a ser insuficiente o incluso inexistente
- Los promotores de los proyectos desconocen la importancia de iniciar la obra en el momento óptimo de inversión y su repercusión en la rentabilidad
- En la práctica se observa que los promotores de los proyectos no tienen conocimiento pleno sobre la normatividad aplicable y el tiempo de ejecución de los estudios y su posterior registro en la Cartera de Programas y Proyectos de Inversión de la SHCP

Los tiempos actuales exigen una mayor eficiencia en la inversión, dada la escasez de recursos, donde la inversión a ejecutar debe ser la que mayor rentabilidad social proporcione. Este documento trata de ser una herramienta válida y actual que permita dirigir y optimizar los esfuerzos hacia dicho objetivo.



1

ESTRUCTURACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

1.1. GENERALIDADES

A lo largo de la historia ha existido el llamado “problema económico” que, en términos generales, se refiere a la escasez de recursos para satisfacer las necesidades de la sociedad. En otras palabras, mientras las necesidades son ilimitadas, los recursos siempre han sido limitados, aun aprovechándolos al máximo. Por ello, es fundamental el desarrollo de metodologías eficientes que orienten la aplicación de los recursos disponibles a aquellas acciones que generen mayores beneficios.

Para tomar las mejores decisiones frente a una *situación determinada*, se evalúan sus principales componentes, es decir, se les asigna un valor, en este contexto, valorar se define como la suma de dinero en que se aprecia un determinado bien o servicio, es su equivalente en términos monetarios.

Frente a una necesidad social, la ingeniería puede brindar respuestas óptimas técnicamente, oportunas en el tiempo y eficientes en lo económico, soluciones que se plasman en proyectos hidráulicos y de todo tipo. De esta manera se ofrece a la sociedad una serie de respuestas a sus necesidades. En este punto confluyen los dos conceptos más importantes del presente documento. El primero, la existencia de gran varie-

dad de proyectos de inversión por realizar, para satisfacer las necesidades sociales y, el segundo, la disyuntiva de elegir aquellos que permitan optimizar los escasos recursos, esto es, decidir las opciones más convenientes.

Para la selección del mejor proyecto de inversión, no se debe olvidar que en los países en desarrollo el éxito de sus proyectos de inversión radica en que **produzcan crecimiento económico**, sin duda alguna, los fracasos en este tipo de proyectos retrasan el progreso de un país. La forma de medir el crecimiento que produce un proyecto de inversión es mediante la evaluación socioeconómica². No debemos de olvidar que un país se construye con planeación, estudios y proyectos, siendo este tipo de evaluación un elemento esencial en la selección de las mejores inversiones.

Así, frente a una *situación* que requiere tomar una decisión de inversión para satisfacer una necesidad social con diferentes opciones, se realiza una evaluación socioeconómica con el fin de

2 Cabe acotar que anteriormente se le denominaba comúnmente evaluación social, pero se considera más apropiado evaluación socioeconómica. Actualmente en los lineamientos de la SHCP se hace referencia como Análisis Costo Beneficio (ACB).

asignarle un valor monetario a dicha necesidad. Las evaluaciones pueden hacerse posteriores a la ejecución del proyecto midiendo sus resultados (*evaluación ex-post*) o antes de iniciarse (*evaluación ex-ante*), tanto para medir la efectividad de su asignación como de su aplicación.

Este documento sólo se refiere a evaluaciones previas a la toma de decisiones, relacionadas con proyectos del subsector hidráulico urbano, en materia de agua potable, alcantarillado, saneamiento y mejoramiento de eficiencia en los organismos prestadores del servicio de agua en el país, así como a los proyectos de protección contra inundaciones a centros de población.

Conviene señalar que la principal fuente de fracaso en los proyectos de inversión es la falta de definición y de planeación de los mismos. El desempeño histórico en los grandes proyectos a nivel mundial³, indica que menos de la mitad de los proyectos logra sus objetivos económicos y sociales con los que fueron planteados en el diagnóstico de la situación actual y fallan por estar mal evaluados.

Por lo que estas ineficiencias perturban la planificación gubernamental para otros proyectos.

En la medida en que se consoliden los proyectos más rentables para la nación, el país experimentará un mayor crecimiento económico, lo que significa que a mayores rentabilidades mejores inversiones. Esto implica que el desarrollo de un país está condicionado a la rentabilidad de sus proyectos y limitado por los recursos para realizarlos, de ahí que es indispensable seleccionar sólo los más adecuados.

3 Proyectos de más de 1 000 MDD. Independent Project Analysis, Inc. (IPA), 2007

El objetivo de un proyecto debe ser satisfacer las necesidades que motivan el mismo, cumpliendo con las normas de calidad establecidas, ejecutarse en el momento oportuno y observando la legislación aplicable, en especial la ambiental. Es indispensable que los proyectos contemplen la sustentabilidad a largo plazo y no sólo soluciones de corto plazo. Un principio fundamental de cualquier proyecto de infraestructura es que el beneficio socioeconómico justifique los costos de inversión, operación y mantenimiento a lo largo de su ciclo de vida y que sea el más rentable socialmente de todas las opciones posibles.

Con esta visión, como política oficial del Gobierno Federal a través de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) es que a partir del año 2000, las inversiones con recursos el Gobierno Federal deben contar con un estudio de evaluación socioeconómica que demuestre una rentabilidad social positiva bajo supuestos razonables.

El establecimiento de esta cultura de evaluación ha permitido fomentar una aplicación de recursos más eficiente en busca de mayor desarrollo en nuestro país, por lo que es recomendable asegurar su continuidad. Es un hecho que **cualquier país se construye con planeación, estudios y proyectos**, y se observa con tristeza, que en la mayoría de los programas de inversión en el país, no existen recursos presupuestados para tal fin.

El momento indicado para realizar un estudio de costo-beneficio es cuando se está desarrollando la estructuración del proyecto en la **etapa de preinversión**, para que permita tomar las mejores decisiones, ya que lo que se busca es evaluar y no justificar los proyectos.

Como se ha mencionado, la evaluación socioeconómica permite determinar el proyecto de inversión más conveniente para resolver la problemática presentada, determinando la rentabilidad positiva o la más rentable. Aunque este es el parámetro que rige la realización del proyecto con recursos públicos, debe estar sustentado en una **factibilidad técnica, económica, ambiental y legal**. Es decir, **la evaluación socioeconómica puede determinar la alternativa más rentable pero ésta no necesariamente cumple con todas las factibilidades**, es importante destacar que un proyecto **debe ser factible** en todos estos aspectos para que sea realizable, especialmente se debe evitar el divorcio que existe entre la parte técnica y la evaluación.

Lo anterior quiere decir que la evaluación es un elemento fundamental e integral en la selección de los mejores proyectos, existiendo evaluaciones técnica, socioeconómica, ambiental, legal y financiera, entre las más importantes, siendo complementarias entre si y no excluyentes.

Aunque no está normado y en muchos casos no es común, es muy recomendable asociar la evaluación de los proyectos a la evaluación financiera, ya que es un elemento indispensable no sólo para fondear la inversión, sino especialmente para operarla.

Al respecto, es conveniente revisar en todo momento la normatividad vigente en la materia, como es la Ley de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria y su Reglamento, así como el Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF) y en particular cualquier pronunciamiento de

la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, ya que en estos lineamientos y normas se especifica el nivel de profundidad que pueden tener los estudios con base en las características de cada proyecto, así como la estructura que deberá seguir el documento y los indicadores de rentabilidad a desarrollar.

Se ha dicho que la evaluación sirve para tomar las mejores decisiones de inversión, por lo que hay que llevar un control y registro de esta viabilidad mediante los parámetros de rentabilidad dentro del presupuesto del Gobierno Federal, por lo que para dicho fin, la SHCP cuenta con la denominada *Cartera de Programas y Proyectos de Inversión*, la cual contiene todos los proyectos de inversión de todos los ramos del país, en donde es indispensable incorporar las evaluaciones socioeconómicas para su aprobación por parte de la Secretaría. Lo anterior con la finalidad de que la SHCP, con su aprobación, otorgue el denominado Registro en Cartera, el cual permite a las diferentes dependencias federales tramitar los recursos hacia los proyectos de inversión.

La obligatoriedad en la realización de estos estudios es responsabilidad de los ejecutores de las obras. Es responsabilidad de la CONAGUA como ente normativo el exigirlos y dirigir los esfuerzos necesarios para su correcta realización.

Un proyecto que presente rentabilidad negativa quiere decir que de llevarse a cabo su realización, no deberá de contar con la aplicación de recursos de los diferentes programas Federales.

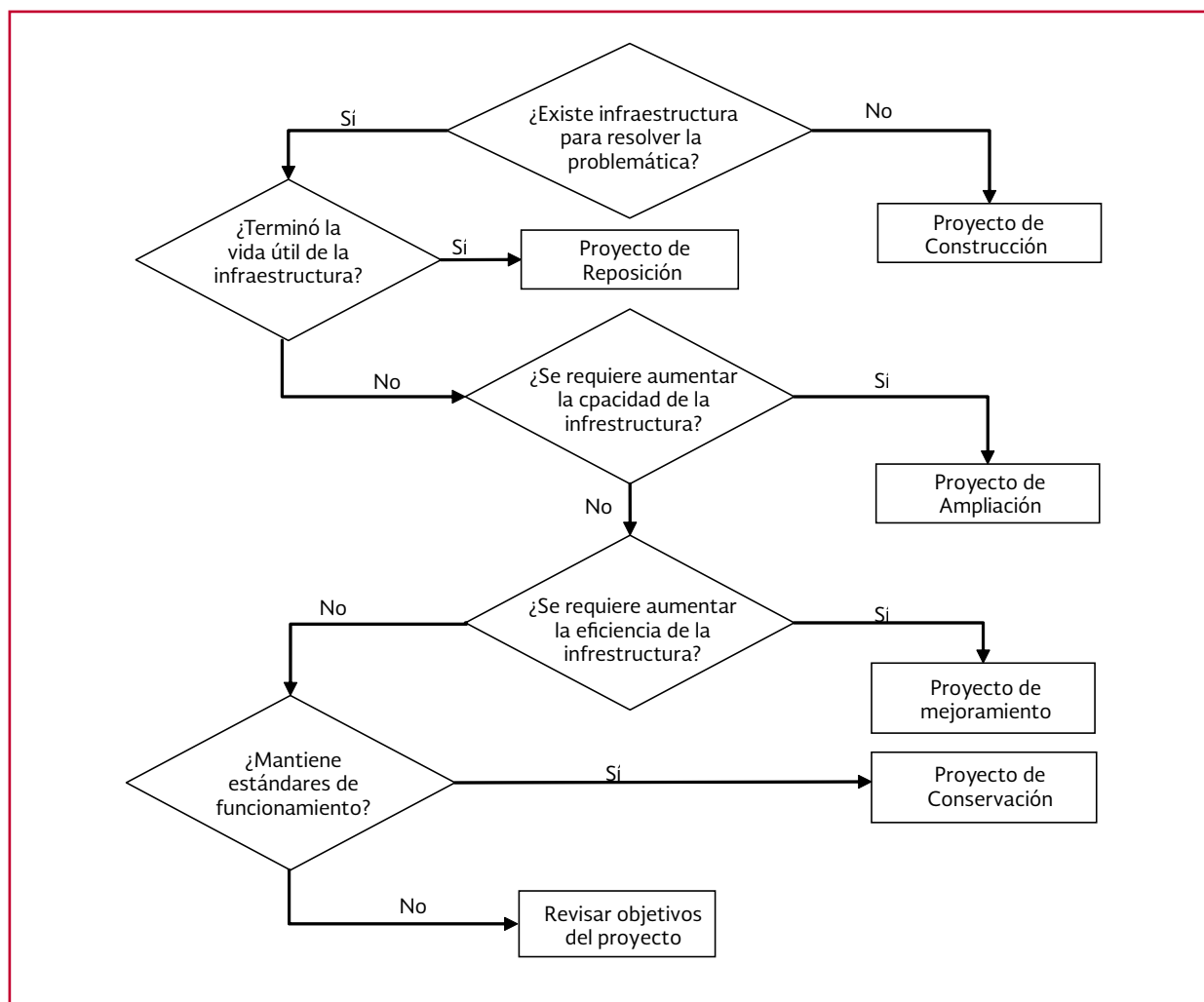
1.2. TIPOLOGÍA DE PROYECTOS

Para explicar la tipología de proyectos, se puede utilizar la categorización tradicional de MIDEPLAN⁴, adaptada a las condiciones específicas del caso en estudio. En este sentido, se distinguen los tipos de proyectos que se indican en la Ilustración 1.1:

4 MIDEPLAN (1992), “Inversión Pública, Eficiencia y Equidad”, Anexo N° 5.1 “Normas para asignar nombre a proyectos, programas y estudios básicos”.

- **Proyectos de construcción.** Acciones que corresponden a la materialización de un servicio que no existe a la fecha.
- **Proyectos de mejoramiento.** Este tipo de proyectos tiene como objetivo aumentar la calidad de un servicio existente
- **Proyectos de ampliación.** Acciones que tienen por objeto aumentar la capacidad de un servicio existente
- **Proyectos de reposición.** Proyectos que implican la renovación parcial o total de un sistema, con o sin cambio de la capacidad y/o calidad del mismo, debido al término de su vida útil

Ilustración 1.1 Esquema de selección de tipología de proyecto



- **Proyectos de conservación.** Es la acción tendiente a mantener los estándares que corresponden a un funcionamiento predeterminado en el diseño de la infraestructura

1.3. RELACIÓN ENTRE PROYECTOS DE INVERSIÓN⁵

En un proceso de evaluación es importante tener una visión clara sobre la relación que el proyecto tiene con otros proyectos o alternativas de inversión ya que entre ellos pueden beneficiarse o perjudicarse. En este sentido, los proyectos pueden ser:

1.3.1 PROYECTOS INDEPENDIENTES

Cuando los costos y beneficios de un proyecto A no se ven afectados con la realización de un proyecto B. Para que esta situación se dé tiene que ser posible desarrollar los dos proyectos.

1.3.2 PROYECTOS DEPENDIENTES

Cuando los costos y beneficios de un proyecto A se ven afectados con la realización de un proyecto B.

Los proyectos pueden ser de acuerdo con su relación de dependencia:

1.3.3 PROYECTOS COMPLEMENTARIOS

Cuando los beneficios netos de un proyecto A ($BN(A)$) se incrementan con la realización de un proyecto B, o que técnicamente se requiera B para

obtener los beneficios de A. Esta situación puede suceder ya sea porque el proyecto B incrementa los beneficios del proyecto A o porque el proyecto B reduce los costos en los que se incurriría si solamente se realizara el proyecto A. Otra interpretación sería, cuando la realización conjunta de los proyectos A y B ($BN(AyB)$) generan un beneficio neto superiores a los que se obtendrían si solamente se hiciera el proyecto A ($BN(A)$) o solamente se hiciera el proyecto B ($BN(B)$).

$$BN(A) < BN(A y B) > BN(B)$$

Ecuación 1.1

1.3.4 PROYECTOS SUSTITUTOS

Cuando la realización conjunta de dos proyectos A y B generan beneficios netos menores a los que se obtendrían si sólo se hiciera alguno de ellos. Es decir, hacer los 2 proyectos puede generar un beneficio neto positivo pero inferior al que se obtendría si solo se hiciera uno de los 2 proyectos. Es decir:

$$BN(A) > BN(A y B) < BN(B)$$

1.3.5 PROYECTOS MUTUAMENTE EXCLUYENTES

Cuando la realización del proyecto A elimina la posibilidad de realizar el proyecto B y viceversa.

Otro concepto importante en la evaluación de proyectos es el de separabilidad de proyectos. Algunas veces los proponentes de proyectos o de programas incluyen componentes no rentables socialmente en programas generales, entonces conviene separar estos componentes y evaluarlos de manera independiente, con el fin de no “esconder” proyectos de rentabilidad negativa entre proyectos de rentabilidad positiva.

⁵ Evaluación Socioeconómica de Proyectos, PIAPPEM

Cabe señalar que dos proyectos son separables entre sí, cuando sus costos y beneficios son separables.

1.4. EVALUACIÓN SOCIOECÓNOMICA EXPOST DE UN PROYECTO

Una vez que un proyecto de inversión ha terminado su etapa de ejecución e inicia su fase de operación hay que valorar los resultados del mismo.

Esta evaluación consiste en realizar una comparación entre los costos erogados y periodos de construcción realmente ocurridos, así como de los beneficios que realmente se han tenido para el país. Lo anterior permitirá saber si efectivamente el proyecto presentará la rentabilidad establecida en el estudio costo-beneficio.

Este tipo de evaluaciones permitirá afinar los criterios de las evaluaciones al subsector, ya que se observarán diferentes variables que se deberán considerar en subsecuentes proyectos de inversión.

Los evaluadores deberán tener especial cuidado en definir perfectamente las variables que será necesario cambiar para este tipo de evaluación y las fuentes de información utilizadas para nuevamente realizar su consulta y actualización.

Aunque hay que revisar la normatividad vigente, hay que considerar que este tipo de estudio deberá realizarse al menos para los proyectos de inversión mayores a los 100 millones de pesos o que su periodo de inversión haya sido mayor a un año.

Es importante hacer referencia a que, en primera instancia hay que presentar ante la SHCP un

análisis sobre el seguimiento a la rentabilidad al término de la ejecución, es decir, que antes de iniciar la operación de la infraestructura se deberán considerar los costos de inversión realmente erogados y el proceso de construcción real.

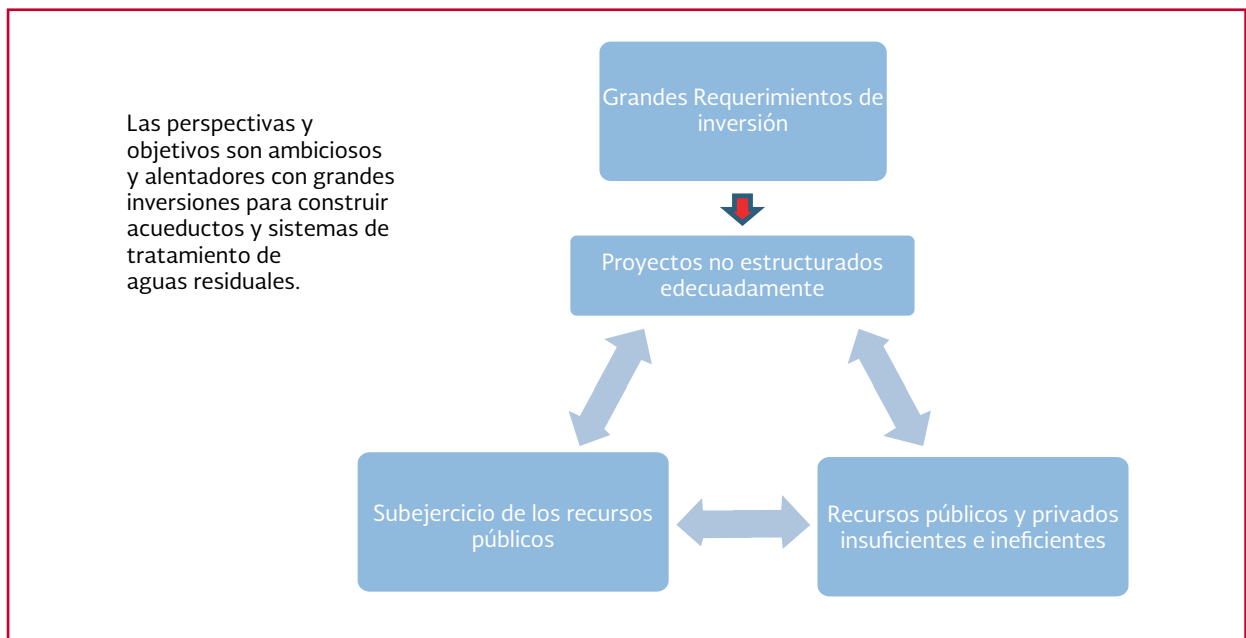
Esto lo podemos acotar como la parte normativa y obligatoria de los proyectos de inversión ante la SHCP, pero también es muy importante realizar este tipo de evaluación a los proyectos independientemente si se solicite o no, ya que es una etapa de aprendizaje que deja ver las áreas de oportunidad en la evaluación de los proyectos, se debe aprender de los éxitos pero aún más de los errores de la fase de preinversión y estructuración de los proyectos de inversión.

1.5. IMPORTANCIA DE LA FASE DE ESTRUCTURACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

Existen grandes requerimientos de inversión por un lado, paradójicamente de igual forma existe un gran subejercicio de los recursos en infraestructura, siendo la principal razón que los proyectos de inversión no se encuentran adecuadamente estructurados, lo cual se observa en la Ilustración 1.2.

Debemos entender que el objetivo de un proyecto debe ser satisfacer las necesidades que motivan el mismo, cumpliendo con las normas de calidad establecidas, ejecutarse en el momento oportuno y observando la legislación aplicable, en especial la ambiental. Un proyecto exitoso deberá recuperar con creces los costos, ya sea por la vía de los ingresos económicos que genera o por los beneficios socioeconómicos que aporta a los usuarios.

Ilustración 1.2 Esquema de la problemática del ejercicio de los recursos



Este objetivo se está perdiendo ya que la fase de estructuración de los proyectos, tiene fallas importantes o incluso llega a ser inexistente, no se evalúan adecuadamente los proyectos. La evaluación de un proyecto de inversión debería ser considerada como el *santo grial* de la asignación de los recursos de inversión, especialmente los de carácter público.

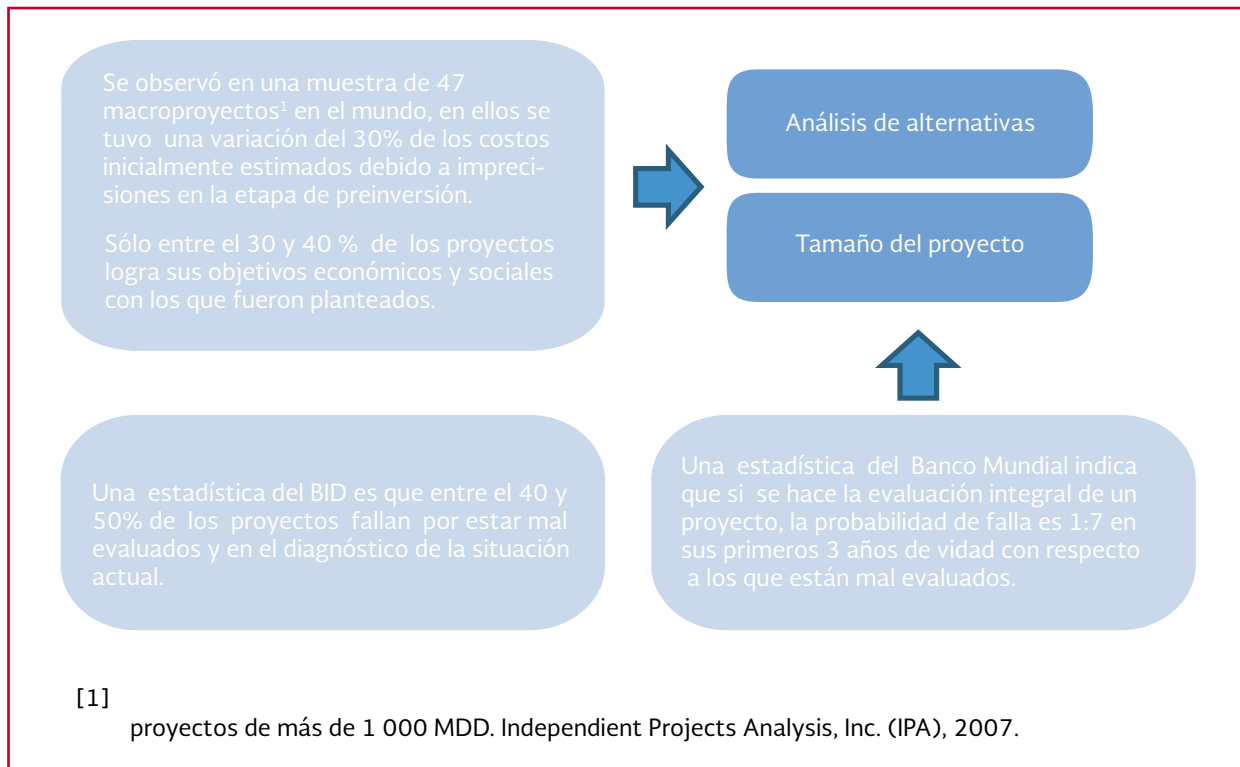
En muchas ocasiones, se proponen proyectos donde no se ha realizado de forma adecuada el análisis de la situación actual y la problemática que origina el proyecto. Los proyectos fallan comúnmente en lo relativo al análisis de alternativas y en el dimensionamiento del proyecto. Si se revisan las estadísticas de la consecuencia de no evaluar adecuadamente un proyecto, tenemos resultados como los de la Ilustración 1.3.

La correcta estructuración de los proyectos de inversión permite evitar el fracaso de los proyectos destacando entre otros aspectos el

no hacer inversiones innecesarias, analizar el impacto en las tarifas de los usuarios que son los que generalmente pagan la infraestructura ociosa, reducir sobre costos y dimensionar adecuadamente los problemas en el pago de las contraprestaciones en los contratos de Asociación Público-Privada (APP).

Es común que en los proyectos se traten de asignar beneficios que realmente no le corresponden, como pueden ser que una nueva fuente de agua potable o que el tratamiento de las aguas residuales pueda ser el motor del desarrollo turístico, industrial o de vivienda, de modo tal que el desarrollo aducido se establecería en forma directa e inmediata a la realización del proyecto. Dichos beneficios evidentemente no son atribuibles al proyecto y dependen de factores mucho más relevantes que la existencia del agua, como son los recursos adicionales para su establecimiento, la maduración del proyecto, la situación económica nacional, la liberación de terrenos por utilizar, el cumplimiento de las medidas

Ilustración 1.3 Esquema de la problemática de los proyectos de inversión



ambientales necesarias, el desarrollo de parques industriales, etcétera.

Siempre se debe tener presente que los proyectos de inversión deben contar con objetivos y metas bien establecidos de inicio que permitan evitar el riesgo de atribuir beneficios inalcanzables al proyecto.

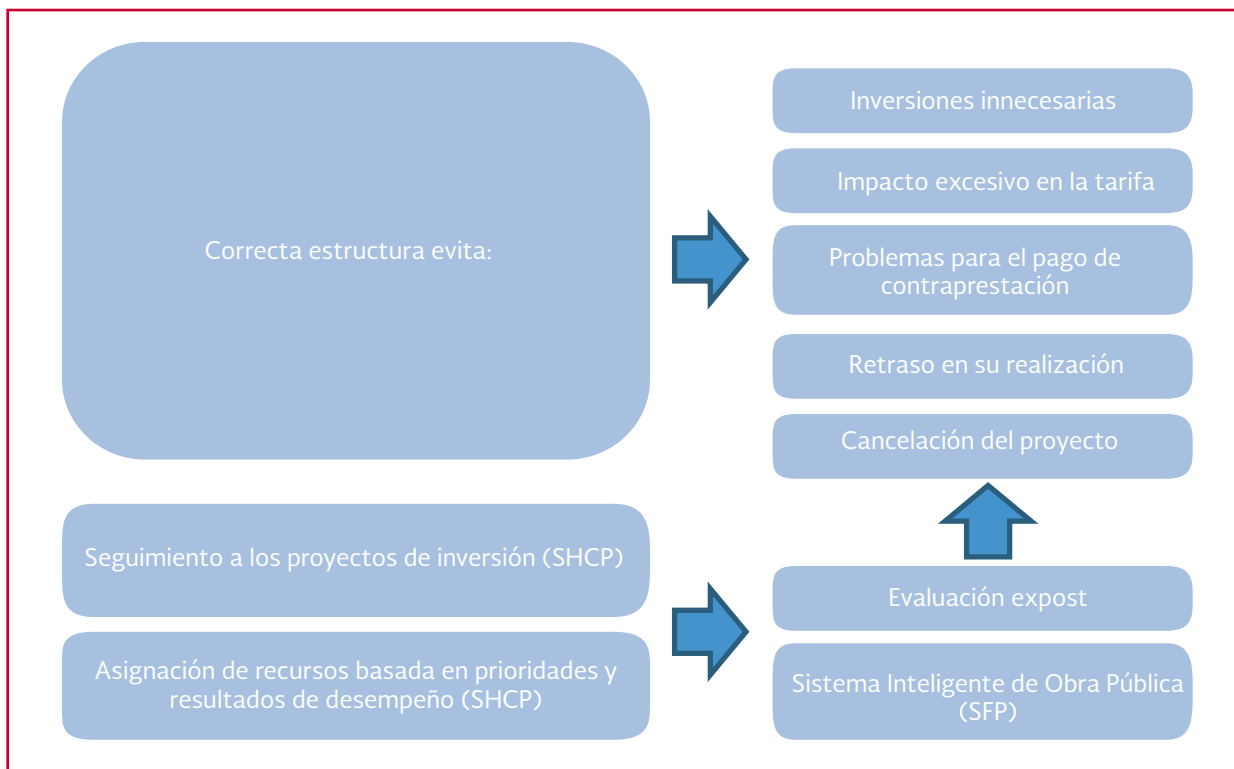
El ejecutivo Federal está implementando varios mecanismos de control, como serán los mecanismos de seguimiento de inversión, asignación de recursos con base a desempeño y el Sistema Inteligente de Obra Pública, en los cuales la evaluación expost de los proyectos deberá ser una pieza determinante, tal como se muestra en la Ilustración 1.4 .

Se puede concluir que aún es muy deficiente la estructuración de los proyectos y que se debe hacer énfasis en la correcta evaluación de los mismos. Se recomienda consultar el documento “Metodología Global de las Etapas que Componen el Ciclo de Inversiones” publicado por la SHCP, donde se muestra el detalle hacia dónde va la inversión federal junto con los estudios costo-beneficio.

1.6. CICLO DE VIDA DE LOS PROYECTOS DE INVERSIÓN

Para poder plantear en forma adecuada la estructuración de los proyectos de inversión, hay que tomar en cuenta el ciclo del proyecto, el cual

Ilustración 1.4 Esquema de la problemática de los proyectos de inversión



encuentra actualmente la grave problemática de ser ignorada por la mayoría de los ejecutores de los proyectos.

Todo proyecto que se materializa debe seguir una trayectoria que va desde el proceso de transformación de las ideas de inversión hasta su materialización y operación. Este proceso es conocido como ciclo de vida de los proyectos y está compuesto por las fases que se muestran en la Ilustración 1.5.

La fase de estructuración es la que define el tamaño, características, viabilidad y forma de construir la infraestructura. En esta fase se considera que está incluida la realización de los estudios de preinversión⁶ que básicamente son

6 Estudios que son necesarios para que una dependencia o entidad tome la decisión de llevar a cabo un programa o proyecto de inversión. Fuente: SHCP

las factibilidades técnica, ambiental, socioeconómica, financiera y legal; que es en dónde se hace la identificación de problemas, generación de objetivos, análisis de alternativas y evaluación del proyecto en sus diferentes ámbitos para decidir si se llega a invertir en el proyecto y desarrollar los siguientes estudios y proyectos. La segunda etapa es cuando se realiza la ingeniería de detalle, la obra y la tercera cuando empieza su funcionamiento.

Una de las principales áreas de oportunidad en la ejecución de los proyectos de inversión tiene su origen en la etapa de estructuración, debido a la falta de planeación basada en estudios, evaluaciones y proyectos ejecutivos. Si se analiza el ciclo de vida del proyecto en lo que refiere a los costos que se erogan, se observa que en la fase de estructuración es cuando se tienen los menores costos del proyecto, es decir en la formulación y dimensionamiento del proyecto. Es importante destacar

Ilustración 1.5 Fases del ciclo del proyecto



que la autorización del proyecto se debe dar casi al término de esta fase de decisión (Ilustración 1.6).

La fase de preinversión es en donde se resuelven las incertidumbres de realizar o no el proyecto, con la menor inversión. Se considera que esta etapa en los proyectos requiere una inversión de entre el cinco y seis por ciento del monto de inversión del proyecto. Los recursos invertidos en los proyectos que son aceptados se consideran capital y de los que no son aceptados se consideran gasto.

Dentro de la primera fase de estructuración se encuentra lo relacionado a los estudios y proyec-

tos. Existen diversos niveles de certidumbre en los estudios, los cuales van desde identificación y gran visión hasta el proyecto ejecutivo o ingeniería de detalle. Dentro de estos niveles va variando el monto de la inversión que se aplica y la certidumbre que se obtiene en cuanto a los costos y beneficios del proyecto.

Todos los niveles de estudios tienen objetivos determinados con el propósito de que solo los planteamientos adecuados y acordes a la situación actual puedan tener viabilidad de ser construidos.

Ilustración 1.6 Costos en el ciclo del proyecto

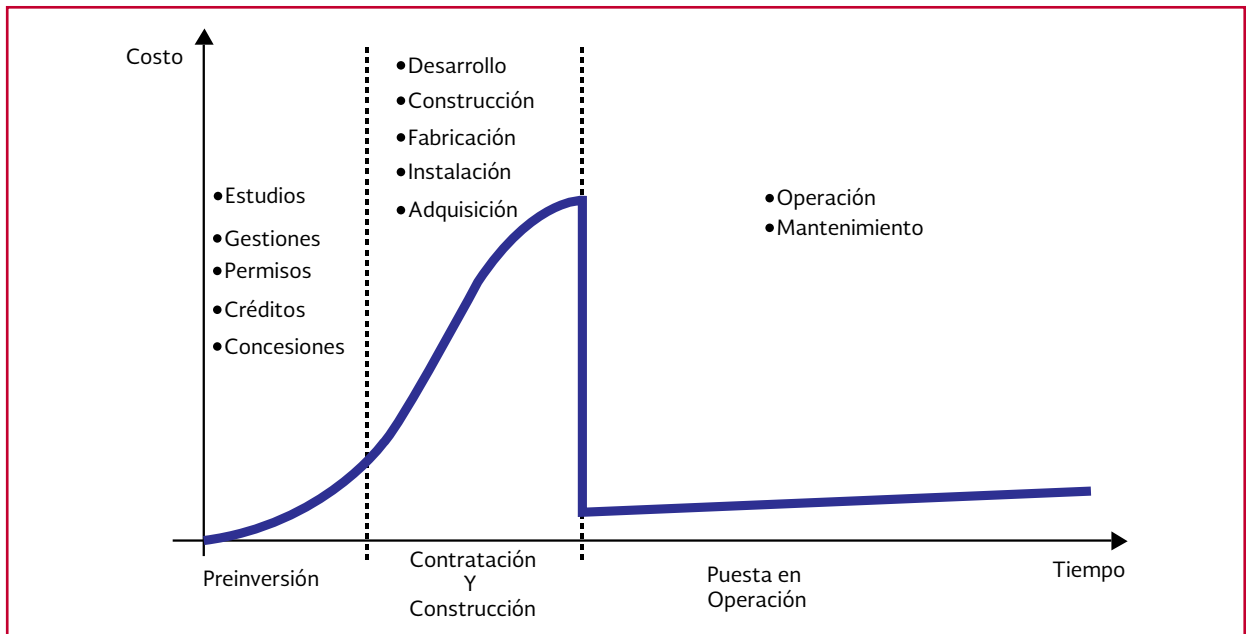
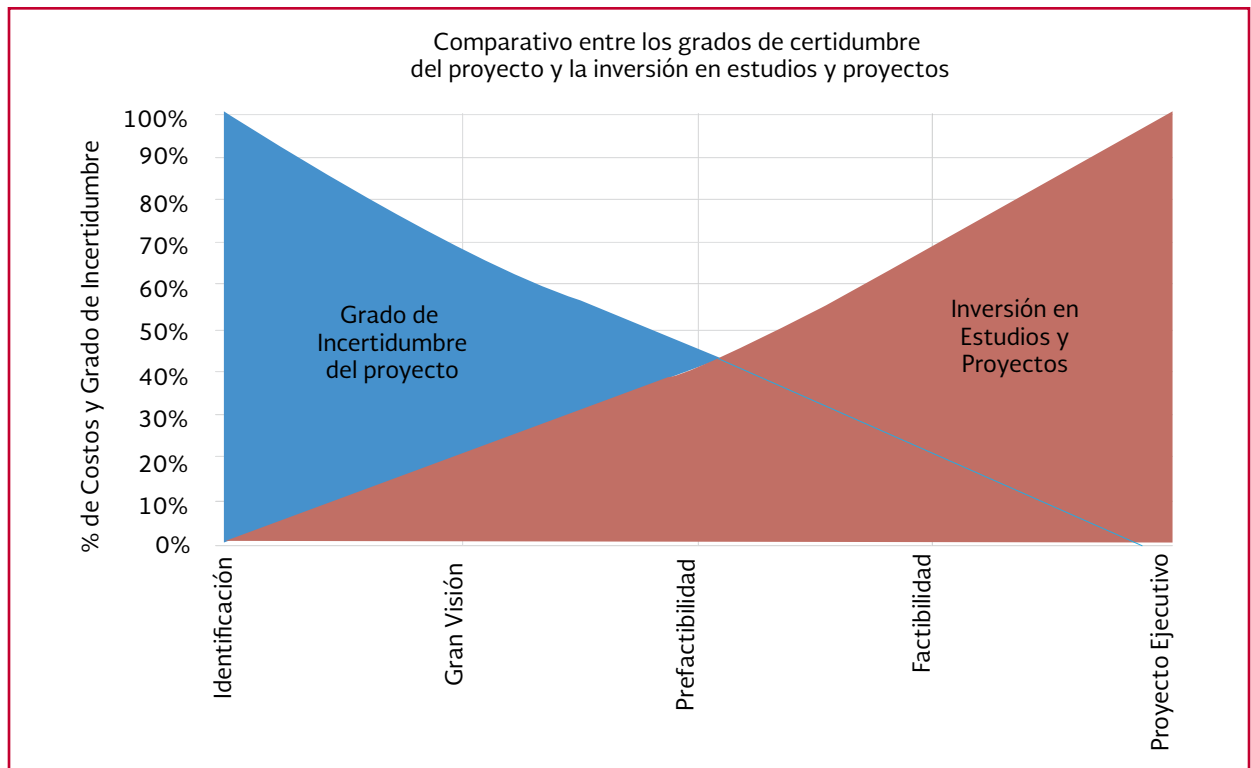


Ilustración 1.7 Costos vs incertidumbre del proyecto



1.7. FASES DEL CICLO DE VIDA DE LOS PROYECTOS DE INVERSIÓN

1.7.1 FASE DE ESTRUCTURACIÓN

Como se había comentado, existen diferentes niveles de estudios para ir dando mayor certidumbre a la información del proyecto de inversión. En esta fase se prepara y evalúa el proyecto para obtener de él, el máximo excedente económico a lo largo de su vida útil al determinar la mejor alternativa que solucione la problemática y el tamaño adecuado de la infraestructura. Para asignar eficientemente los recursos de inversión es necesario seleccionar los mejores proyectos de inversión; esto se realiza durante esta fase de estructuración, desarrollando los siguientes estudios secuenciales:

1.7.1.1 Identificación y análisis de la idea de proyecto.

Comienza con la elaboración de un diagnóstico, de modo que la identificación de los diferentes proyectos sea producto de la generación de una idea que sea una consecuencia clara de necesidades insatisfechas, de políticas generales, de la existencia de otros proyectos en estudio o en ejecución que requieran complementación mediante acciones en campos distintos.

En términos generales existen tres apartados dentro de este proceso:

- **Identificación de problemas:** Esta es la parte medular para la definición del pro-

yecto, la cual se lleva a cabo mediante la determinación de las causas que originan la problemática. Posteriormente el análisis oferta-demanda, el cual arroja el tamaño del problema.

- **Generación de objetivos:** Una vez que se determinó la problemática a resolver, es necesario determinar en qué medida se solventará para fijar la meta del proyecto.
- **Alternativas posibles:** Al convertir las metas en proyectos específicos se generan de manera natural múltiples alternativas de proyectos, cabe hacer mención que dichas alternativas deberán ser jerarquizadas utilizando un criterio de rentabilidad común a todas, para generar efectivamente un sistema de inversiones.

Para dicho proceso, es muy conveniente realizar un diagrama causa-efecto, del cual se muestran una serie de ejemplos de diferentes tipos de proyectos de la Ilustración 1.8 a la Ilustración 1.11:

1.7.1.2 Estudio de Gran Visión

Con base en los diagramas causa-efecto y al estudio de todos los antecedentes del proyecto, el promovente del proyecto debe formarse un juicio respecto de la conveniencia y factibilidad técnico-económica de llevar a cabo la idea de proyecto.

El énfasis está en identificar los beneficios y costos pertinentes, utilizando pocos recursos financieros y humanos para estimarlos. En esta etapa se usan los datos disponibles y eventualmente se generan otros a partir de estudios preliminares, pero en general, no se incurre en mayores costos en crear o generar información.

Ilustración 1.8 Diagrama causa-efecto de un proyecto de protección a centros de población

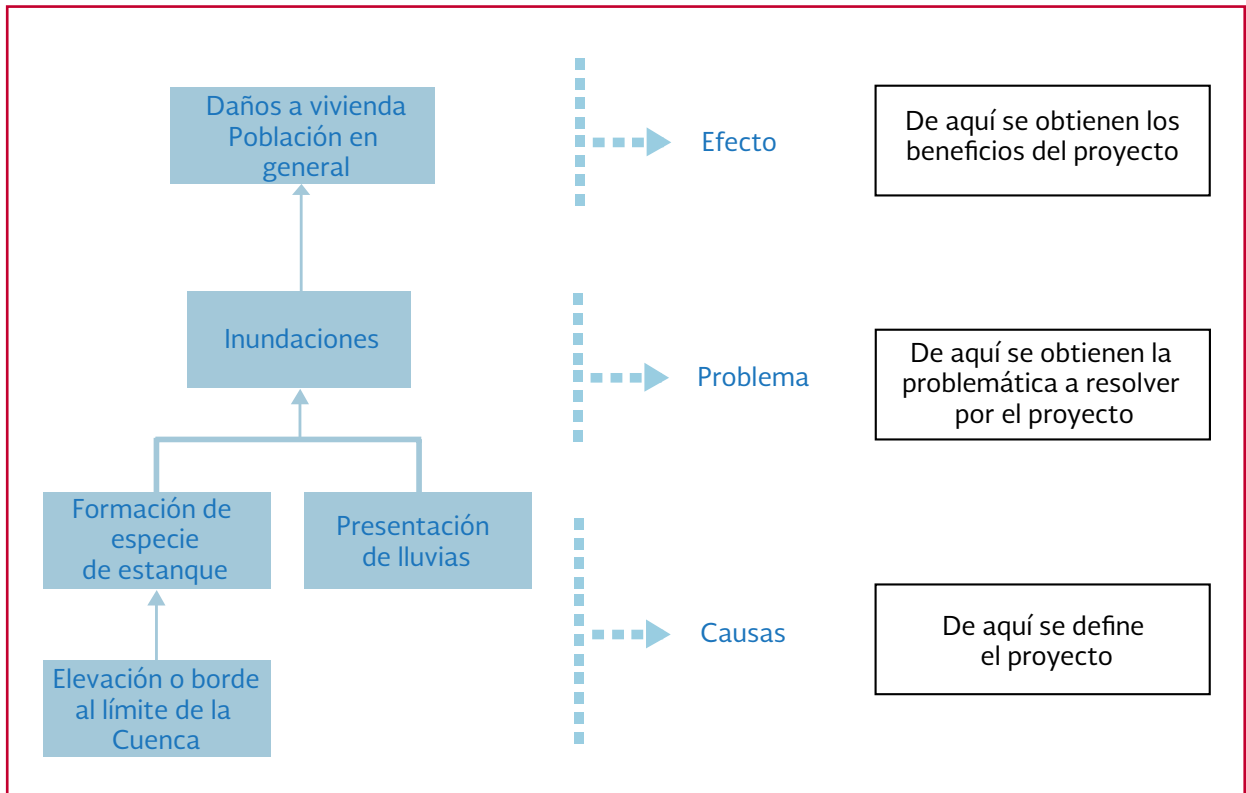


Ilustración 1.9 Diagrama causa-efecto de un proyecto de tratamiento de aguas residuales

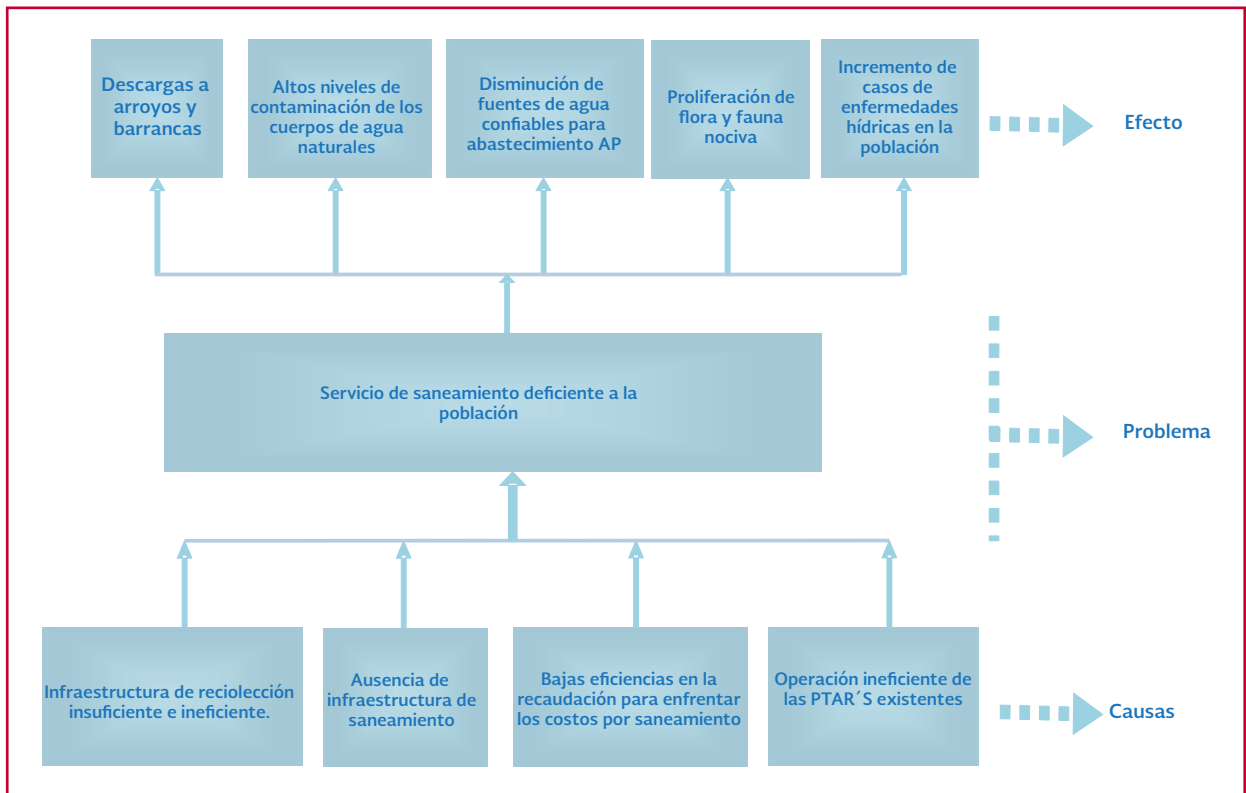


Ilustración 1.10 Diagrama causa-efecto de un proyecto de incremento de oferta de agua potable

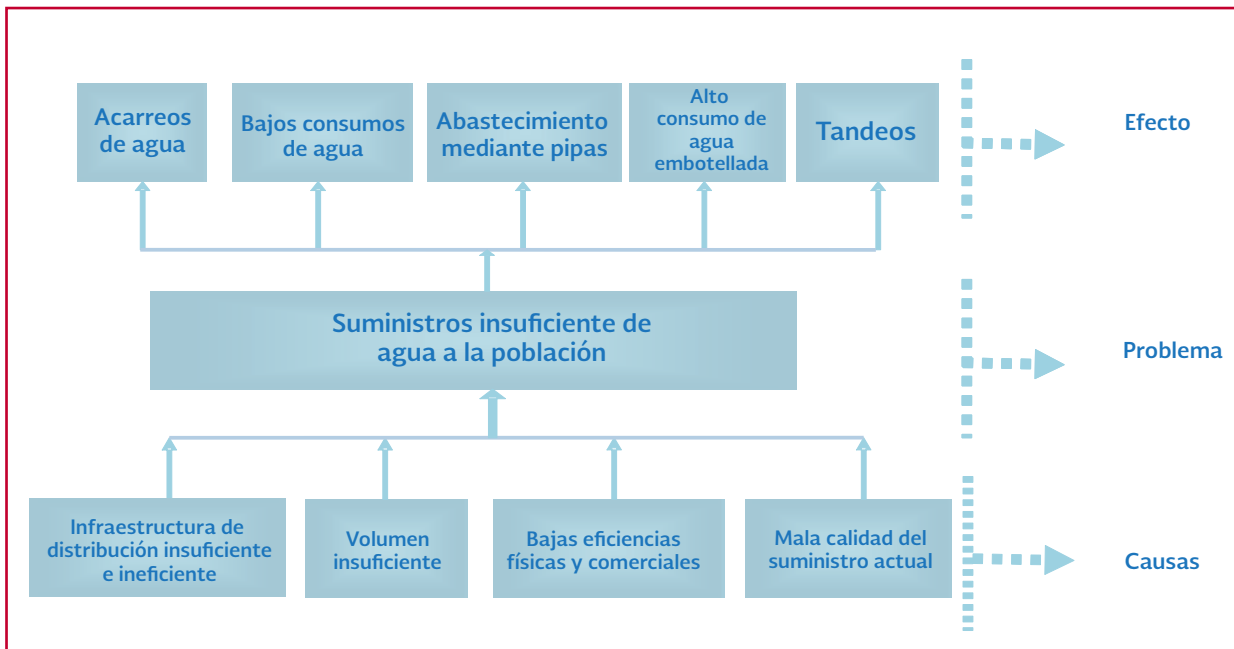
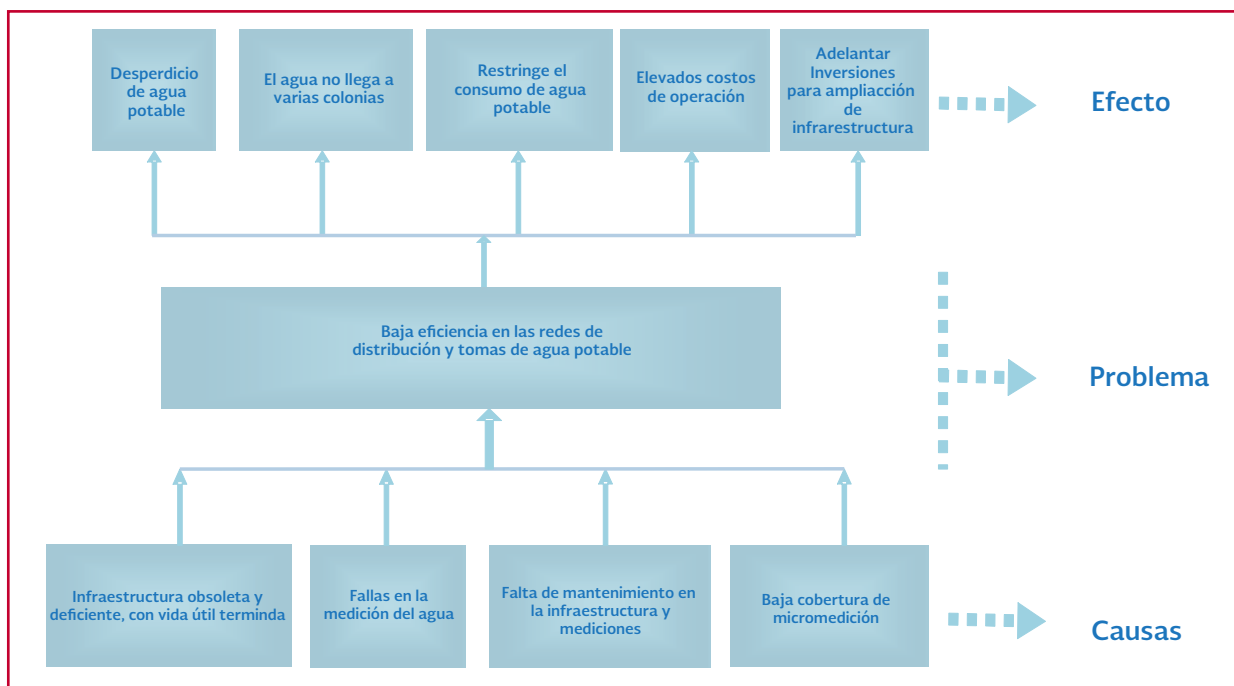


Ilustración 1.11 Diagrama causa-efecto de un proyecto de incremento de eficiencia



1.7.1.3 Estudio de prefactibilidad

Se examinan con más detalle, desde el punto de vista técnico, económico, ambiental y social, las alternativas que fueron determinadas en la etapa anterior; además, se efectúan las optimiza-

ciones por tamaño, aspectos técnicos, localización y otras, eligiéndose de todas las alternativas de proyecto, la opción óptima.

El énfasis radica en medir los beneficios y costos identificados en el estudio de Gran Visión (tam-

bién referido como estudio a nivel de perfil), lo cual implica el uso de un nivel de recursos humanos y materiales significativamente superiores al ya utilizado.

1.7.1.4 Estudio de factibilidad

El estudio de factibilidad debe enfocarse hacia el examen detallado y preciso de la alternativa óptima definida en la etapa anterior; colocando el énfasis en el mejoramiento de la cuantificación y valoración de beneficios y costos, lo que conlleva un incremento significativo de los recursos humanos y materiales utilizados en la etapa de prefactibilidad. La alternativa seleccionada debe considerar todos los estudios y proyectos necesarios para definir su viabilidad y sus características, tal como se analizará en el proyecto ejecutivo.

1.7.2 FASE DE INVERSIÓN

1.7.2.1 Etapa de diseño

El Proyecto ejecutivo o Diseño requiere la configuración de las características de arquitectura e ingeniería de detalle y ajustar los aspectos finales previos a la ejecución. En esta etapa se podría desarrollar ingeniería en diferentes niveles conforme lo requiera el proyecto, como podría ser ingeniería básica, anteproyecto o proyecto ejecutivo.

1.7.2.2 Construcción de la infraestructura

Se realizan todas las acciones que permitan la ejecución física del proyecto tal como fue especificado en el proyecto ejecutivo, es decir que en esta etapa se construye el activo definido para la solución de la problemática.

1.7.3 FASE DE OPERACIÓN

Consiste en poner en funcionamiento el proyecto y concretar los beneficios estimados en la estructuración del proyecto. Las fases se pueden resumir de acuerdo con el gráfico de la Ilustración 1.12.

1.8. ESTUDIOS NECESARIOS PARA LA ESTRUCTURACIÓN DE LOS PROYECTOS

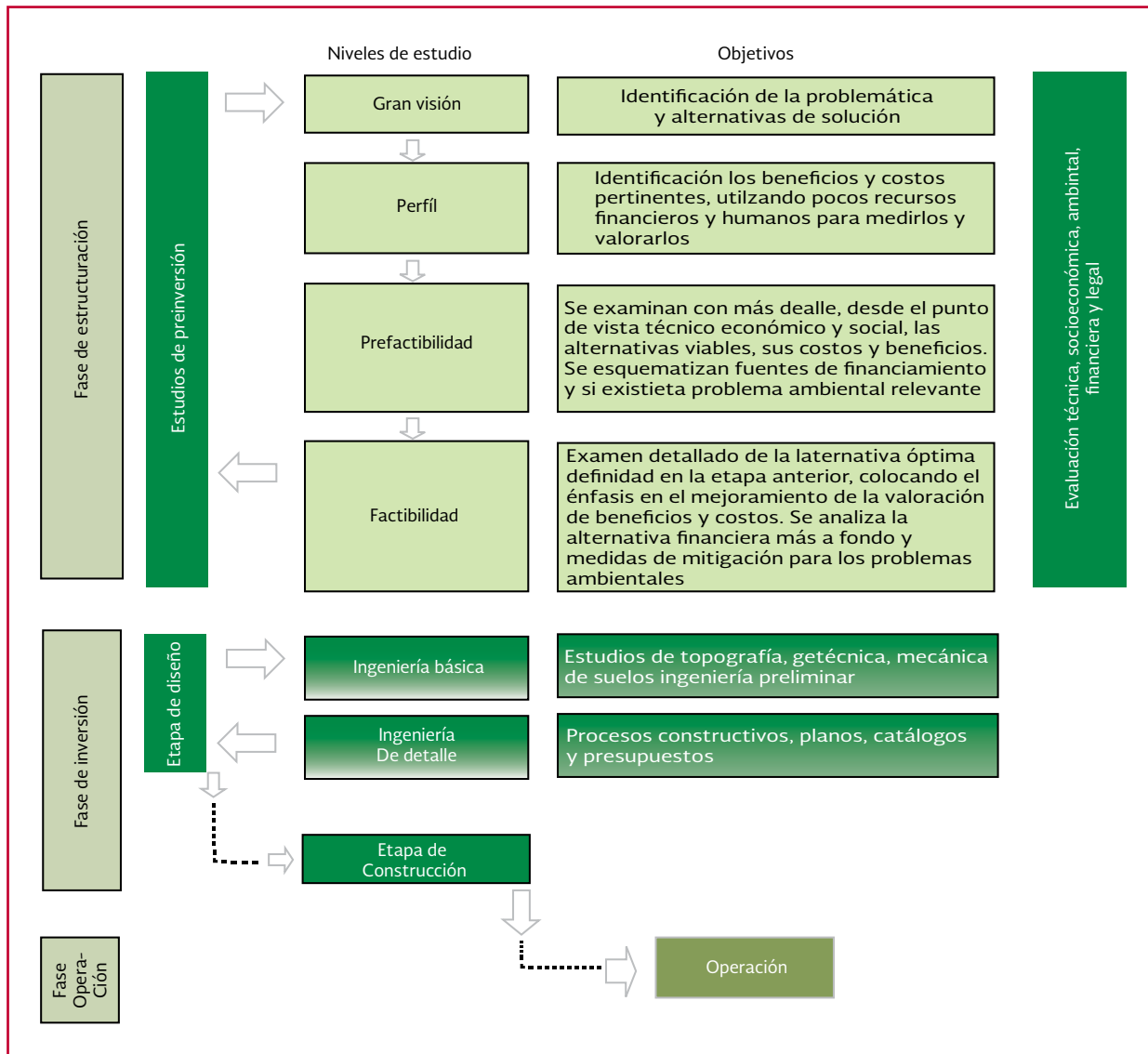
Ya se ha comentado que los niveles de profundidad de los estudios de preinversión en la fase de estructuración van desde gran visión hasta los estudios de factibilidad, siendo necesario profundizar en cuales son los estudios a incluir en estos diferentes análisis.

Una vez que se ha definido la alternativa a realizar para la solventación de la problemática, es necesario con los demás indicadores de toma de decisión, los cuales están íntimamente ligados entre sí para definir la viabilidad del proyecto, por lo que en caso de que alguno de ellos no sea factible, deberá replantearse su redimensionamiento o inhibir la realización del mismo.

La evaluación integral de proyectos contempla los componentes mostrados en la Ilustración 1.13, los cuales es muy recomendable que sean coordinados a través de una Gerencia Externa de Proyectos, que esté dedicada a cumplir con el cronograma establecido para todas las actividades a realizar.

Por otro lado, cuando se trata de proyectos de Asociación Público-Privada (APP) el esquema de

Ilustración 1.12 Diagrama del ciclo del proyecto



estructuración es más amplia y detallada que el de la obra pública tradicional al que se ha estado haciendo referencia, el cual se puede resumir en forma enunciativa en la Ilustración 1.14⁷.

Para cuando se está solicitando el registro en cartera de un proyecto de inversión mediante la evaluación socioeconómica, en caso de no se cuente

en su totalidad con las factibilidades (que se describirán a continuación), podrán presentar la factibilidad con un nivel de avance. Para tal efecto, contarán con un plazo de 180 días hábiles contados a partir de que se les otorgue el registro, para acreditar las factibilidades antes mencionadas. De lo contrario, la Unidad de Inversiones podrá determinar suspender o cancelar dicho registro.

7 En el Anexo E se incluye mayor información sobre la estructuración de APP

Ilustración 1.13 Diagrama de los componentes de la estructuración de un proyecto

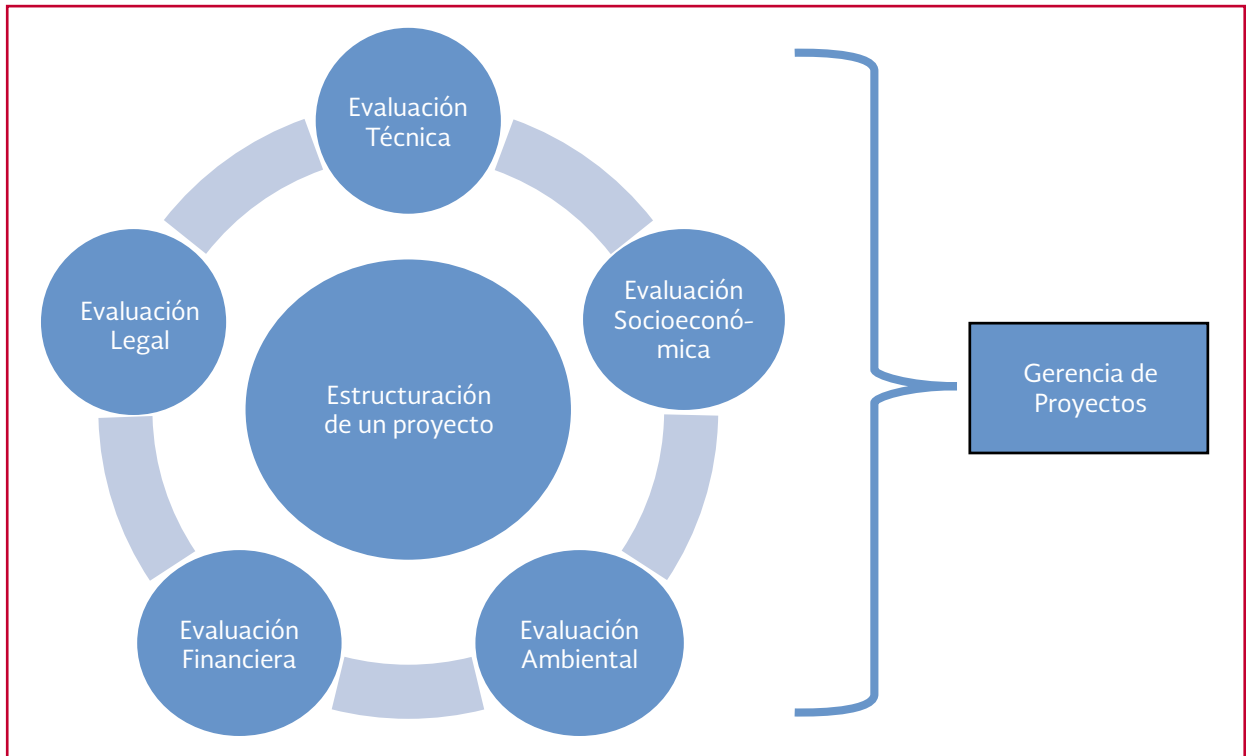
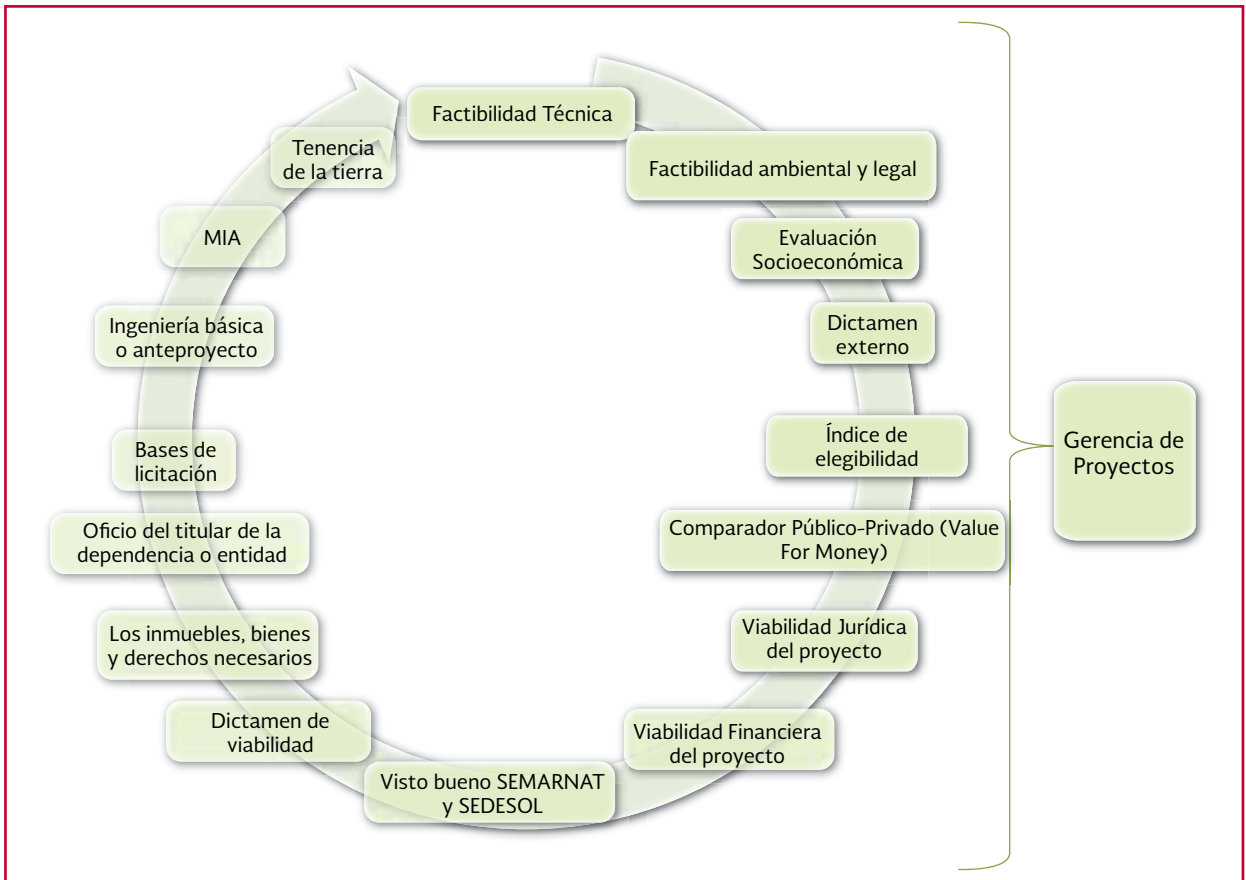


Ilustración 1.14 Diagrama de los componentes de la estructuración de un proyecto APP



Una vez cumplido el plazo a que hace referencia el párrafo anterior, las dependencias y entidades deberán presentar ante la Unidad de Inversiones lo siguiente⁸:

1. Las principales conclusiones de los análisis de factibilidad técnica, legal, económica y ambiental, así como los estudios de mercado y otros específicos de acuerdo al sector y al programa o proyecto de inversión de que se trate.
2. Un escrito por medio del cual manifiesten bajo protesta de decir verdad que han cumplido con los requisitos de los análisis de factibilidad mencionados en el inciso anterior y que se considera viable llevar a cabo el programa o proyecto de inversión

1.8.1 FACTIBILIDAD TÉCNICA

En esta parte del proceso ya se cuenta con la matriz causa-efecto, las metas, el análisis de alternativas y la interacción oferta-demanda, por lo que ya se tiene definido el proyecto.

A partir de aquí, se inicia con el estudio de ingeniería básica o anteproyecto para definir:

- Los costos de inversión y operación con una certeza muy alta en su definición.
- Identificación de los terrenos y derechos de vía necesarios
- El procedimiento constructivo y la tecnología a utilizar
- Los estudios básicos de ingeniería que definan características particulares y es-

pecíficas del proyecto, como pueden ser las topográficas, geotécnicas, de calidad del agua, aforos, caracterización, etcétera

- Las afectaciones en las zonas en donde se va alojar la infraestructura y/o las zonas de inundación, la definición de este punto es esencial en la gestión del proyecto ya que una definición no precisa podría afectar significativamente los tiempos de ejecución del proyecto

Con éste estudio se podrá contar con la información necesaria para definir los materiales, equipo, tecnología y calificación de personal que se requiere para la ejecución del proyecto de inversión, incluyendo su etapa de operación, y la forma cómo el proyecto se apega a las prácticas aceptadas de ingeniería y a los desarrollos tecnológicos disponibles.

1.8.2 FACTIBILIDAD AMBIENTAL

La Factibilidad Ambiental no es una figura contemplada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), por lo que no existe una guía explícita para su elaboración, por lo que este documento da alguna propuesta de alcances y objetivo en el anexo F. Determinar la factibilidad ambiental del proyecto propuesto se basa en una visita de campo y su viabilidad con la normatividad vigente. Con base en la inspección, verificación y evaluación de las condiciones actuales de los sitios, considerando su vulnerabilidad, verificando el cumplimiento de la legislación ambiental, comprobando que se cuente con los planes, programas y procedimientos mínimos necesarios que aseguren di-

⁸ Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, emitidos por la Unidad de Inversiones de la SHCP el 30 de diciembre del 2013

cho cumplimiento y que posibiliten la atención de emergencias de posible ocurrencia durante el desarrollo del proyecto.

Los alcances propuestos son:

- Definir las áreas de afectación del proyecto
- Verificar la infraestructura existente para determinar obras asociadas que pudieran alterar al ambiente
- Verificar de manera general las características fisiográficas, hidrológicas, edafológicas y geológicas del terreno para determinar posibles alteraciones significativas mediante la información documental existente de estudios e investigaciones realizadas por instituciones oficiales, así como la inspección en el área
- Verificar y determinar en lo general el tipo de vegetación y su diversidad de acuerdo a la visita de campo
- Observar y revisar los registros de las especies faunísticas existentes con el objeto de determinar su distribución y presencia en el área de estudio
- Caracterización de las poblaciones afectadas
- Revisar el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente con relación al proyecto propuesto
- Determinar el uso actual del suelo en el sitio y sus alrededores para determinar su compatibilidad y susceptibilidad, haciendo una investigación detallada de las zonas de importancia ambiental que pueda ser afectadas
- Identificar los posibles impactos ambientales. Planteamiento, por orden de

importancia, de las acciones (medidas de mitigación) consideradas para el cuidado del ambiente

Se debe vigilar que el proyecto este enmarcado en la normatividad ambiental vigente; que se haya solicitado a la SEMARNAT el tipo de estudio que requiera realizar, pudiendo ser una exención, Manifestación de Impacto Ambiental en modalidad regional o particular; preferentemente, que ya se haya emitido el dictamen; y que no afecte especies en peligro de extinción, lugares con vestigios históricos o reservas de la biósfera o áreas naturales protegidas.

Un aspecto de suma importancia dentro de la evaluación del proyecto es considerar las **recomendaciones y medidas de mitigación** que se incluyan en el estudio ambiental, especialmente si representan un costo para el proyecto.

1.8.3 FACTIBILIDAD LEGAL

En este estudio se deben analizar los aspectos legales del proyecto, desde que se tenga la capacidad legal de licitarlo, hasta adjudicarlo bajo la modalidad seleccionada, destacando en todo momento el ceñimiento a las leyes y normatividad correspondiente.

Se deberá analizar la posesión de los derechos de aprovechamiento de aguas nacionales o de permiso de descarga de aguas residuales a cuerpo receptores y la situación o estatus referente al pago de derechos.

Se debe identificar la problemática generada por las afectaciones en las zonas en donde se va alojar la infraestructura y/o las zonas de operación, construcción, acceso, incluso inundación, para

su atención en términos legales ya sea que se refiera a compra-venta, cesión, comodato o bien expropiaciones, puesto que de no atenderse se podrían afectar significativamente los tiempos de ejecución de los proyectos. Sobre los derechos de vía, se deben tener identificados y de preferencia solicitada su liberación ante las autoridades correspondientes.

1.8.4 FACTIBILIDAD ECONÓMICA

De acuerdo a los lineamientos de la Unidad de Inversiones de la SHCP, se debe llevar a cabo la realización de la factibilidad económica en forma adicional a la evaluación socioeconómica. Aunque los lineamientos no son muy explícitos sobre su contenido, se ha observado que pueden contener el desarrollo y soporte del análisis oferta-demanda, el análisis de la función de demanda de la disponibilidad a pagar y el sustento del cálculo de los beneficios del proyecto.

1.8.5 FACTIBILIDAD FINANCIERA

Se debe analizar la viabilidad de que el ejecutor del proyecto u operador final de la infraestructura tenga la capacidad y los recursos para realizarlo y operarlo, en congruencia con la disponibilidad de recursos de programas federales, estatales, crediticios, generación interna de caja y bursatilización. Regularmente esta evaluación es de las últimas en realizarse, pero debe buscarse que se defina el esquema finan-

ciero más adecuado para que el proyecto sea factible en paralelo a la realización del estudio socioeconómico.

La intención del estudio financiero es determinar si la mezcla de recursos propuesta es suficiente o determinar la adecuada. Se debe cuidar que exista el menor impacto posible a las tarifas o precio de venta del activo a entregar. Se debe analizar la viabilidad del ejecutor del proyecto para realizarlo y operarlo con los diferentes recursos disponibles, los cuales son regularmente:

- La Generación Interna de Caja (GIC) o recursos propios,
- Recursos Federales (APAZU, FINFRA, PRODDER, etc.) o Recursos Estatales
- Financiamiento por medio de una asociación público-privada, o bien
- Créditos, los cuales pueden ser nacionales o internacionales

Últimamente se ha buscado que los proyectos de mayor envergadura tenga factibilidad financiera mediante la aportación de capital privado mediante el esquema de Asociación Pública-Privada (APP), en donde existe un subsidio a la inversión del Fondo Nacional de Infraestructura (FONDO).

Con respecto a este tipo de financiamiento, es conveniente revisar la normatividad aplicable

para definir los estudios que se deben realizar en forma adicional a los ya mencionados como parte de la estructuración, como es el estudio del índice de elegibilidad y el comparador público-privado “*Value for Money*”⁹.

1.8.6 GERENCIA DE PROYECTOS

Aunque no es un estudio como tal, este servicio de consultoría ha demostrado valía para la coordinación y ensamble de un proyecto de inversión, ya que las actividades que desarrolla apoya en abreviar tiempos y completar los diferentes procesos en la etapa de estructuración y licitación.

1.9. ALGUNOS PROBLEMAS DETECTADOS EN LA FASE DE ESTRUCTURACIÓN DE PROYECTOS

- Los proyectos están sobre dimensionados y no obedecen a un análisis adecuado del déficit de la oferta
- Se realizan los proyectos ejecutivos sin una estructuración previa

⁹ Para el análisis de un proyecto APP, consultar la normatividad correspondiente, como es: Ley de Asociaciones Público Privadas, SHCP, 16 de enero del 2012; Reglamento de la Ley de Asociaciones Público Privadas, SHCP, 5 de noviembre del 2012; Lineamientos que establecen las disposiciones para determinar la rentabilidad social, así como la conveniencia de llevar a cabo un proyecto mediante un esquema de asociación público-privada, SHCP, 22 de noviembre del 2012; Criterios para la realización de Proyectos mediante un esquema de Asociación Público Privada, SHCP, 7 de junio del 2013; Anexo de los criterios para la realización de Proyectos mediante un esquema de Asociación Público Privada, SHCP, junio del 2013

- Estudios de campo insuficientes, como en mecánica de suelos, bancos de materiales, agresividad de suelos y aforos y calidad del agua, por mencionar algunos.
- Los beneficios del proyecto están sobre estimados y llegan a ser metodológicamente incorrectos
- Se subestima la posibilidad de optimizar la demanda, como es el caso de recuperación de caudales, ampliar la cobertura de micro-medición, mejorar la eficiencia comercial y el aumento de las tarifas, dándole prioridad al aumento de la oferta
- Los trabajos para adquisición de terrenos empiezan muy tarde y subestiman su complejidad
- Las bases de licitación inapropiadas provocan procesos de inconformidades que retrasan en forma importante la ejecución de las obras
- No se realiza un estudio hidrológico para estudiar la estacionalidad de la oferta disponible, ya que en ciertas épocas del año puede disminuir la disponibilidad y requerirse obras de regulación
- Se desconocen acuerdos de distribución, disponibilidad de concesiones para el aprovechamiento de aguas nacionales, tipo de cuerpo receptor en donde se pretende descargar las aguas residuales, etcétera
- No se realizan los análisis de las obras complementarias requeridas y su presupuestación, como pueden ser prin-

principalmente la infraestructura de distribución, redes de alcantarillado, sectorización, tanques, micromedición, catastro, colectores, emisores y mejoramiento de eficiencia física

- Existe desconocimiento de la normatividad en impacto ambiental y por ende las restricciones que se le deben imputar o solventar al proyecto
- Se busca que los tiempos de ejecución sean lo más ajustados posibles a los periodos de las autoridades en curso, lo cuál agrega una carga compleja de apresuramiento hacia los tiempos “normales” de ejecución
- Es notoria la falta de la contraparte de recursos Estatales y/o Municipales para los subsidios solicitados para la construcción de las obras y para el pago de la contraprestación
- Existen estructuras tarifarias inadecuadas con una fuerte resistencia a su adecuación

Dentro de los problemas detectados, vale la pena destacar el referente a los tiempos de ejecución necesarios. El tiempo adecuado para la estructuración de un proyecto de inversión podría estar subestimado al no considerar todos los procesos a realizar. Al respecto es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

- El tiempo de estructuración depende directamente del tamaño del proyecto y su complejidad de llevar a cabo

- El dimensionamiento y análisis de alternativas debe incluir trabajos de gabinete y algunos estudios de campo, por lo que en estas etapas se pueden emplear alrededor de 3 a 4 meses
- La ingeniería básica o anteproyecto puede llevar entre 6 meses en proyectos menores o hasta más de un año en proyectos de gran envergadura
- La evaluación socioeconómica y su registro en la cartera de la SHCP requieren un periodo de aproximadamente 6 a 7 meses
- La Manifestación de Impacto Ambiental requiere para su elaboración y aprobación en SEMARNAT de 7 a 9 meses.
- La evaluación financiera lleva un periodo de 3 a 5 meses
- Liberación de derechos y tenencia de la tierra, una vez definidos los terrenos a afectar y dependiendo de la situación legal de los predios, debe tener al menos considerado un periodo de al menos 10 meses, sin embargo puede haber casos especiales (cuando se requiera una expropiación o terrenos intestados o que no se ubican los dueños), que requieran de algunos años en el proceso
- Se recomienda no iniciar la licitación del proyecto si no se tiene al menos las cartas de compromiso de compra-venta de un porcentaje importante de los terrenos para aminorar la especulación y problemas sociales ante la inminente realización de la obra

- Como los concursantes parten de la ingeniería básica y anteproyectos realizados, especialmente en los esquemas de APP, la realización de sus propuestas técnico-económicas lleva de 6 a 8 meses
- Es claro que no todas las actividades son secuenciales y varias pueden llevarse a cabo en forma paralela, aunque hay que tener especial cuidado en aquellas que dependen de los resultados generados, ya sea parcial o totalmente para su inicio o conclusión
- En macroproyectos de inversión se debe de considerar un periodo de al menos 2 años para poder llevar a cabo su licitación, aunque la realización de algunos estudios no depende del tamaño del proyecto. Con la finalidad de esquematizar este último punto para ver el tiempo en la estructuración de un proyecto de inversión de incremento de oferta de agua potable, se muestra la Ilustración 1.15

1.10. RECOMENDACIONES

- Impulsar con los promoventes o responsables de los proyectos el ciclo de los mismos, para que se cuente con el fundamento suficiente y en forma oportuna para su ejecución
- Se debe fortalecer la evaluación de los proyectos y su significado, el cual es ser el orientador y dirigente de la inversión
- El director o líder del proyecto debe tener la coordinación de todos los estudios necesarios para la estructuración del proyecto
- Se debe promover la creación de una cartera de proyectos de inversión debidamente evaluada como el inicio de la planeación de la inversión pública

Ilustración 1.15 Diagrama de actividades tipo de un ejemplo de la estructuración de un macroproyecto de agua potable

	Meses																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Análisis de Demanda y Oferta	■																									
Tamaño óptimo resultante del proyecto	■																									
Estudio de Fuentes Alternativas de Abastecimiento		■	■	■																						
Estudio de Ingeniería Básica					■	■	■	■	■	■	■	■	■													
Autorización Técnica de la CONAGUA								■	■	■	■	■	■	■	■											
Evaluación socioeconómica												■	■	■	■											
Autorización de la UI-SHCP																■	■	■								
Dictamen externo de la factibilidad técnica, socioeconómica y ambiental																			■							
Estudio de Impacto Ambiental												■	■	■	■	■										
Autorización de la MIA por SEMARNAT																		■	■	■	■					
Estructuración Jurídica									■	■	■	■	■	■	■											
Estructuración Financiera												■	■	■	■	■										
Autorización de derechos de vía																										
Autorización de SCT Carreteras												■	■	■												
Autorización de FFCC												■	■	■												
Autorización de CFE												■	■	■												
Adquisición de terrenos												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Diseño de las Bases de Licitación															■	■	■	■								
Proceso de licitación y fallo																					■	■	■	■	■	■

2

CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE PROYECTOS

2.1. INTRODUCCIÓN

En el universo de los proyectos¹⁰ se pueden distinguir los privados de los públicos. En el primer caso, se invierten recursos privados y se espera obtener un rendimiento para los inversionistas. En el segundo, al tratarse de un proyecto de la sociedad (entiéndase a la sociedad por todos los sectores en su conjunto que deposita su representación en el estado-nación, y este su funcionamiento en los poderes Ejecutivo, Legislativo y Judicial), se invierten recursos del país y se espera obtener una mejora en su bienestar¹¹. De esta manera, el origen de la inversión es diferente y diferentes también son los impactos esperados. En consecuencia, la evaluación puede elaborarse tanto para proyectos privados como para sociales (públicos). Las evaluaciones también pueden ser financieras o socioeconómicas.

Por lo anterior, se debe hacer énfasis que en materia de inversión pública no puede realizarse exclusivamente el análisis de rentabilidad priva-

da o financiera que analiza los efectos sobre la riqueza de quién está realizando la inversión, ya que es una visión limitada desde la perspectiva de la sociedad, pues para utilizar los recursos de la Nación que procede de aportaciones de la sociedad, debe orientarse hacia la identificación de los beneficios para propia sociedad¹².

Como ya se indicó, los resultados de la evaluación socioeconómica de un proyecto público difieren de uno privado. Existen casos que presentan resultados contrapuestos entre sí; por ejemplo: la conservación de parques, escuelas públicas, defensa nacional, carreteras federales, pavimentaciones, servicios en zonas marginadas, etc., los cuales tienen un gran valor social pero no son reductibles para un inversionista privado. Se puede decir que en la evaluación privada se consideran ingresos y egresos y en la evaluación socioeconómica costos y beneficios. La evaluación socioeconómica de proyectos tiene sus bases en la denominada Teoría Económica del Bienestar, donde se incluyen en la fundamentación teórica aspectos relacionados con las preferencias del consumidor: utilidad, satisfacción o el bienestar logrado a partir de la asignación de recursos (Duarte, 2007).

10 Proyecto: propuesta de acción que implica la utilización de un conjunto determinado de recursos para el logro de ciertos resultados esperados; según: Sanin, Héctor, "Guía metodológica general para la preparación y evaluación de proyectos de inversión social", ILPES, 1995.

11 CEPEP, "Apuntes sobre evaluación social de proyectos", 1999

12 BANOBRAS, Evaluación Socioeconómica de Proyectos, Septiembre 2001

La evaluación socioeconómica de proyectos consiste en comparar los beneficios contra los costos que implican para la sociedad; es decir, determinar el impacto del proyecto en el bienestar de la sociedad¹³.

La anterior definición es coincidente con la contenida en los lineamientos de la Unidad de Inversiones de la SHCP, donde define a la evaluación socioeconómica como la evaluación del programa o proyecto desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto, con el objeto de conocer el efecto neto de los recursos utilizados en la producción de bienes y servicios sobre el bienestar de la sociedad. Dicha evaluación debe incluir todos los factores del programa o proyecto, es decir, sus costos y beneficios independientemente del agente que los enfrente. Ello implica considerar adicionalmente a los costos y beneficios directos, las externalidades y los efectos indirectos e intangibles que se deriven del programa o proyecto.

A este tipo de evaluación se le denominaba indistintamente como evaluación socioeconómica, análisis costo y beneficio (ACB), evaluación social (entendiendo todos los sectores de la sociedad), evaluación nacional e incluso simplemente evaluación económica, lo cual ha creado cierta confusión.

Al respecto, la Unidad de Inversiones de la SHCP ha planteado las siguientes definiciones¹⁴:

Análisis costo y beneficio (ACB): Evaluación de los programas y proyectos de inversión a que

13 Fontaine, Ernesto, "Evaluación social de Proyectos" Editorial Alfaomega, 1998

14 SHCP, LINEAMIENTOS para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión del 30 de diciembre del 2013

se refiere el artículo 34, fracción II, de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, y que considera los costos y beneficios directos e indirectos que los programas y proyectos generan para la sociedad;

Evaluación socioeconómica: Evaluación del programa o proyecto desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto, con el objeto de conocer el efecto neto de los recursos utilizados en la producción de los bienes o servicios sobre el bienestar de la sociedad.

Por ello, se entiende como el ACB como la acción de realizar un estudio acorde a los lineamientos en sus diferentes tipos, mientras que la evaluación socioeconómica ya es el estudio en específico acorde al tipo de proyecto y monto de inversión.

En resumen, las diferencias entre la evaluación privada y socioeconómica son¹⁵:

La Evaluación Privada:

- También se conoce como evaluación financiera
- Supone que la riqueza constituye el principal interés del inversionista
- Para comparar los flujos monetarios utiliza la tasa de interés que se puede obtener o debe pagarse por los fondos
- Los ingresos provienen de la venta de productos o servicios
- Los costos o egresos de la compra de insumos y pago a factores de la producción.
- Los costos y beneficios se consideran a precios de mercado

15 Evaluación Socioeconómica de Proyectos, PIAP-PEM

La Evaluación Socioeconómica:

- Se realiza para determinar la rentabilidad social de la inversión para un país
- Se identifican, cuantifican y valoran los beneficios y costos generados por el proyecto, incluyendo beneficios directos, indirectos y externalidades
- Se realizan los ajustes a los precios, eliminando impuestos, subsidios y otras distorsiones del mercado
- Se utiliza la tasa social de descuento de cada país, la cual representa el costo de oportunidad de los fondos públicos
- El horizonte de evaluación se define en función de la vida útil del activo principal

En un análisis más detallado, además de los costos y beneficios empleados, se definen cuatro diferencias principales entre las evaluaciones socioeconómicas de proyectos públicos y privados, estas son: los precios empleados, los efectos indirectos, las externalidades y los efectos intangibles.

2.2. COSTOS Y BENEFICIOS

La evaluación consiste en establecer criterios para identificar, cuantificar y valorar costos y beneficios durante todo el horizonte de evaluación, siendo la diferencia entre estos el beneficio neto. Para comprender los costos y beneficios del proyecto, son los que ocurren si se hace el proyecto pero que no se producirían si éste no se llevara a cabo; es decir la diferencia de la situación con proyecto menos la situación sin proyecto.

Los beneficios de un proyecto para el país estarán dados por el valor de los bienes y servicios

que se dispondrá adicionalmente debido al proyecto. Por otro lado, para producir estos bienes y servicios deben utilizarse recursos productivos que ya no estarán disponibles para otros usos; es decir, la disminución de bienes y servicios para otros usos que pueda darles el país constituirán los costos del proyecto¹⁶.

Una forma muy sencilla de comprender los beneficios de un proyecto es responder a la pregunta: ¿Qué pasa si no se realiza el proyecto?, esta es una forma en que los operadores y responsables del proyecto logran enfocar con mayor facilidad la labor de la identificación de los beneficios, siendo necesario el análisis por parte del evaluador cuáles son realmente imputables al proyecto y cómo cuantificarlos y valorarlos.

Con respecto a los costos asociados al proyecto, es necesario identificar todas las inversiones en obra nueva y en costos de operación adicionales para lograr que esos beneficios lleguen a la población objetivo. Es un error común entre la gente que no está familiarizada con la evaluación de proyectos el suponer que se puede por ejemplo evaluar en forma independiente la presa del acueducto que conducirá el agua a la ciudad, o una planta de tratamiento de aguas residuales sin incluir la infraestructura de colectores y emisores que le permitirían hacerle llegar el agua residual, salvo que ya este programada su realización independientemente de la realización del proyecto.

Los costos y beneficios se detallan en cada caso de las metodologías por tipo de proyecto en el siguiente capítulo.

16 Extracto obtenido del libro "Apuntes sobre Evaluación Social de Proyectos", CEPEP 1999

2.3. PRECIOS SOCIALES Y PRECIOS PRIVADOS

Una de las principales diferencias entre la evaluación privada y socioeconómica, es que la primera utiliza precios de mercado y la segunda es mediante precios sociales, también conocidos como precios sombra, precios de cuenta o precios verdaderos. Se considera que regularmente los precios de mercado no representan el verdadero costo que realmente tienen para la sociedad o el país¹⁷, debido a las imperfecciones del mercado existente, como son los impuestos, subsidios, tipos de cambio, monopolios, precios controlados, etcétera.

Los precios sociales son aquellos que reflejan el costo real de la producción o utilización de un determinado bien o servicio. Se trata de los verdaderos valores que se calculan a partir de los precios de mercado, a los cuales se les aplica una serie de ajustes con la finalidad de eliminar las distorsiones o imperfecciones existentes en el mercado. Las más comunes son los impuestos y los subsidios, mismos que deben eliminarse del precio del bien analizado.

Otra definición útil de precios sociales se encuentra al remitirse a los lineamientos de la SHCP: son 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, de la divisa y del capital.

El método más sencillo para determinar los precios sociales es el de las distorsiones. Para ello se toma como base el precio de mercado del bien, se analizan las distorsiones, se cuantifican, valoran y se corrigen.

17 CEPEP, op. cit

Sin embargo, de acuerdo a las disposiciones de la SHCP, a partir del año 2012, para la conversión de precios privados a costos sociales solo se eliminan impuestos y subsidios y se dejan de utilizar factores de ajuste de materiales y mano de obra.

2.4. INTANGIBLES

Gran cantidad de proyectos involucran costos y beneficios llamados intangibles, porque no se les puede asignar un valor monetario. El trato general que debe dárseles es el de especificar claramente la naturaleza del beneficio o del costo, discutir detalladamente la intangibilidad aducida y mencionarlo explícitamente en el estudio del proyecto¹⁸. Es conveniente destacar que en ocasiones ciertos intangibles pueden ser aún más importantes que los beneficios explícitamente valorados, que a pesar de arrojar una rentabilidad negativa, son recomendables por los beneficios que reportan a la salud humana, la preservación del medio ambiente o razones de seguridad nacional; lo recomendable en estas situaciones es hacer del conocimiento de tal condición a los tomadores de decisiones y no dejar de lado los intangibles, por el solo hecho de no poder valorarlos¹⁹

También se da el caso de proyectos con rentabilidad neta positiva que pueden ser rechazados por costos intangibles significativos (contaminación, destrucción de reservas ecológicas, etcétera).

Por eso, cuando se tienen efectos intangibles significativos que pueden cambiar el resultado del estudio socioeconómico, no sólo es importante el criterio del evaluador, sino de todos los

18 Fontaine, Ernesto, Op. Cit.

19 Conagua, "Manual de Ingeniería de Ríos", Evaluación de proyectos, Capítulo 24, 1993

participantes, autoridades responsables y decisoras del proyecto.

2.5. EXTERNALIDADES

Se llaman externalidades o efectos externos a las consecuencias de un proceso productivo o proyecto de inversión sobre la población o actividad económica ajena al mismo, es decir efectos negativos o positivos a terceros.

Un claro ejemplo es la contaminación producida por una localidad al descargar aguas residuales en una corriente que afecta a poblaciones, zonas turísticas o tierras agrícolas ubicadas aguas abajo. También en los casos del incremento de la explotación de pozos en un acuífero y que afecte el nivel dinámico de los pozos de otros usuarios en la zona. La externalidad negativa se produce cuando el que provoca el daño no paga su costo, o existe una externalidad positiva cuando quién ocasiona el beneficio no se apropia a través de él, mediante un cobro.

Por lo anterior, las externalidades, según sea el caso, se considerarán como beneficios o costos del proyecto.

La forma de cuantificarlos y valorarlos es mediante la medición del daño causado o a través de evitar el daño causado.

2.6. ALGUNOS CONCEPTOS BÁSICOS DE ECONOMÍA²⁰

En este apartado se da una breve explicación de algunos conceptos básicos de economía que serán aplicables a la evaluación socioeconómica de

proyectos, y que posteriormente se explicará su aplicación específica en proyectos hídricos.

La evaluación socioeconómica se basa en tres principios básicos :

- El beneficio de una unidad incremental de un bien o servicio a la sociedad se mide mediante la disponibilidad a pagar por el mismo
- El costo de oportunidad de una unidad incremental de un bien o servicio a un productor se mide mediante el costo de los bienes utilizados para su producción
- Cuando se calculan los costos sociales y beneficios de un proyecto o programa, simplemente se toma la diferencia del total de los costos y beneficios atribuidos a la sociedad relevante o en estudio. Lo anterior quiere decir que se considera que cada unidad monetaria del beneficio estimado es igual para cada miembro de la sociedad sin diferenciar niveles socioeconómicos

Los principales conceptos a conocer son los siguientes:

2.6.1 LA DEMANDA

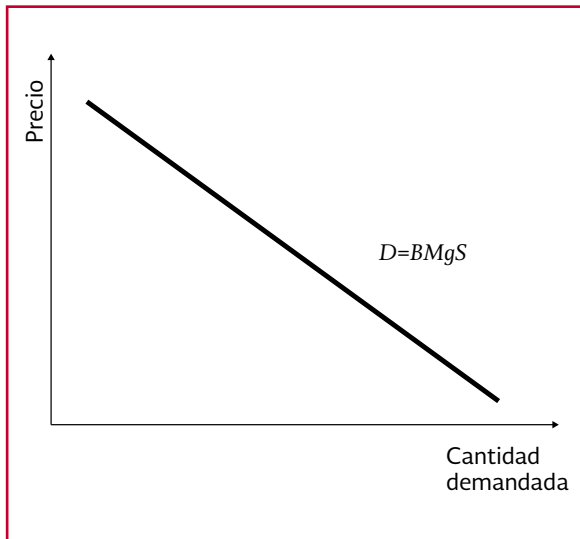
La demanda representa las preferencias de las personas en forma individual y el beneficio o satisfacción que les representa consumir ese bien.

En su conjunto la demanda refleja el beneficio social de consumir un bien a lo que se denomina también como beneficio marginal social (BMgS).

La ley de la demanda establece que la demanda individual de un bien es una función inversa entre la cantidad demandada del bien y el precio (Ilustración 2.1).

La demanda se puede representar mediante una curva o línea recta.

Ilustración 2.1 Gráfica de la demanda de un bien respecto al precio

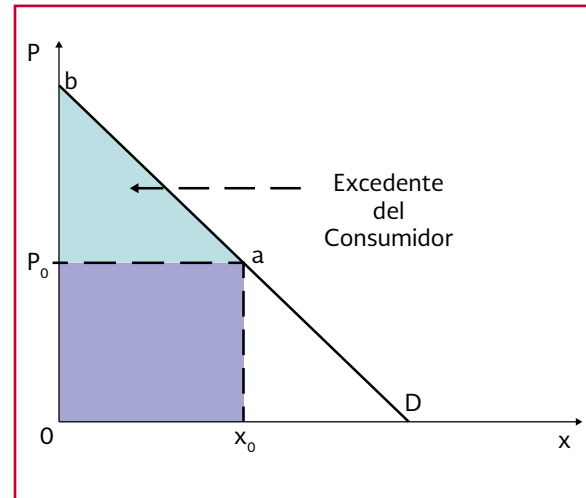


2.6.2 EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR

El excedente del consumidor es la diferencia entre lo que los consumidores están dispuestos a pagar por un bien o servicio y lo que efectivamente pagan. Para el mercado de un bien o servicio determinado, el excedente del consumidor está determinado por el área debajo de la curva de demanda y por encima del precio de un bien.

En la Ilustración 2.2, el excedente del consumidor se da por el área P_0ab .

Ilustración 2.2 Gráfica del excedente del consumidor



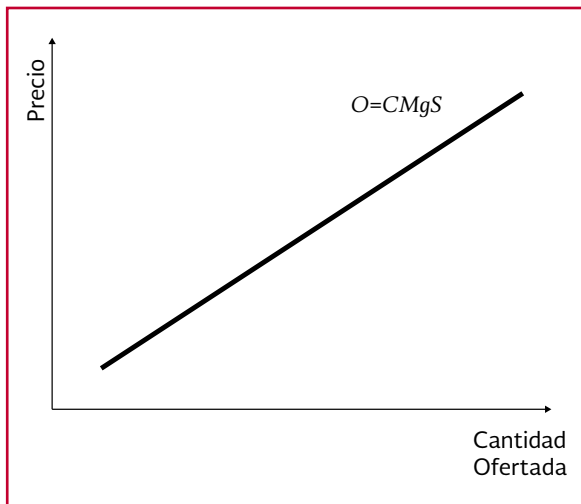
2.6.3 LA OFERTA

La oferta individual de un bien es una función directa entre la cantidad ofrecida del bien y el precio (ley de la oferta). Obsérvese que a medida que se aumenta el precio del bien los productores están dispuestos a ofrecer más del mismo.

La oferta refleja el costo en el que incurre la sociedad por producirlo (costo marginal social, $CMgS$).

La representación gráfica de una curva de oferta se muestra en la Ilustración 2.3.

Ilustración 2.3 Gráfica de la demanda de un bien

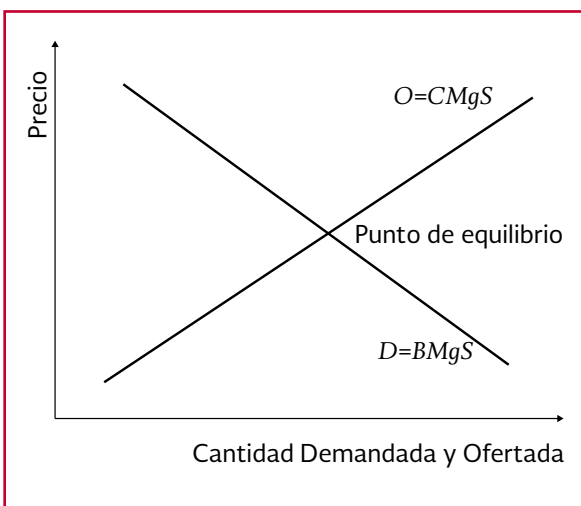


2.6.4 EXCEDENTE DEL PRODUCTOR

El excedente del productor refleja la diferencia entre lo que un productor recibe como pago por la venta de un bien y el precio mínimo que estaría dispuesto a recibir por cada unidad producida de ese mismo bien.

En la Ilustración 2.4 se muestra el excedente del productor se da por el área P_0ab

Ilustración 2.5 Gráfica de equilibrio de mercado



2.6.5 EQUILIBRIO DE MERCADO

Al interactuar en el mercado se llega a un punto de máximo nivel de satisfacción para los consumidores (demandantes) como para los productores (oferentes). A este punto se le denomina punto de equilibrio (Ilustración 2.5).

Si el precio fuera menor al de equilibrio, la cantidad demandada superaría a la cantidad que los productores estarían dispuestos a ofrecer al precio vigente generándose un exceso de demanda, lo que reflejaría una escasez relativa y una presión para elevar el precio.

Si el precio fuera mayor al de equilibrio, la cantidad ofrecida superaría a la cantidad que los demandantes estarían dispuestos a pagar al precio vigente generándose un exceso de oferta, lo que reflejaría una presión para bajar el precio.

Al precio de equilibrio no hay exceso de demanda ni de oferta y el beneficio para el consumidor de la última unidad producida es exactamente igual al costo para el productor de ésta.

Lo anterior implica que el beneficio marginal social ($BMgS$) es igual costo marginal social ($CMgS$).

El equilibrio en los mercados, es un óptimo social que maximiza el bienestar.

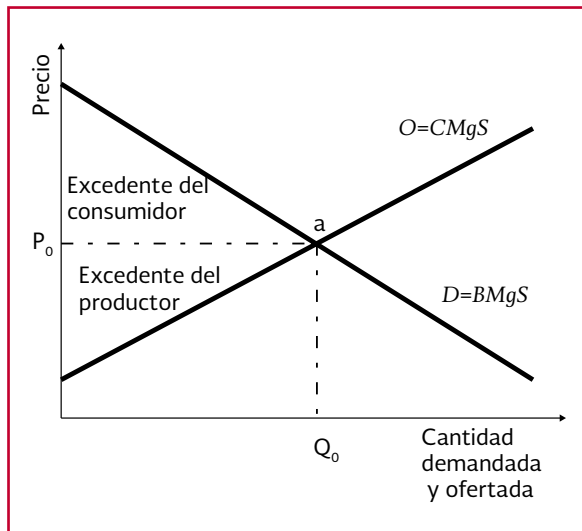
- Si se produce una unidad adicional del bien, el costo marginal social será superior al beneficio marginal social, o sea una situación de pérdida neta social

- Si se produce una unidad menos, el costo marginal social será inferior al beneficio marginal social, lo que también es una situación de pérdida social neta

El equilibrio competitivo provoca una eficiente asignación de los recursos.

En el punto (a) de la Ilustración 2.6 maximiza el excedente del consumidor y el excedente del productor y el beneficio marginal social (BMgS) es igual costo marginal social (CMgS) para producir el bien.

Ilustración 2.6 Gráfica de maximización de los excedentes



2.6.6 EFECTO DEL INCREMENTO DE OFERTA

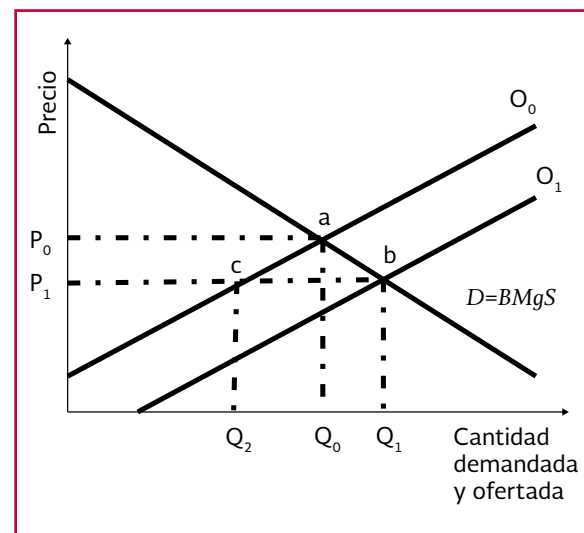
Este es uno de los principales impactos que se tienen en los proyectos, cuando el proyecto a realizar incrementa la oferta de un bien, como puede ser mayor caudal de agua potable.

El valor social de la producción es el verdadero valor que tienen para el país las unidades que serán producidas con el proyecto durante su ciclo de vida.

Considerando la situación del mercado de un bien doméstico se puede analizar el efecto que un proyecto podría generar sobre el mercado y sobre los excedentes del productor y del consumidor.

En la situación actual o sin proyecto el mercado se encuentra en equilibrio con un precio P_0 y una cantidad X_0 (como se observó en la gráfica anterior). Un proyecto que genere un incremento en la oferta mediante una cantidad Q_1 del bien, implica un desplazamiento de la curva de oferta a la derecha en la cantidad de Q_1 generando una nueva curva de oferta agregada O_1 y un nuevo equilibrio en el mercado en b con una cantidad producida y consumida del bien de Q_1 a un precio P_1 .

Ilustración 2.7 Gráfica de equilibrio de mercado con proyecto



Al precio P_1 (menor que P_0), los consumidores estarán dispuestos a consumir más unidades del bien X por lo que elevarán su consumo de Q_0 hasta Q_1 donde su beneficio marginal se iguala con ese precio.

Sin embargo, los antiguos productores que al precio P_0 estaban dispuestos a poner en el mercado una cantidad Q_0 del bien, ahora con un

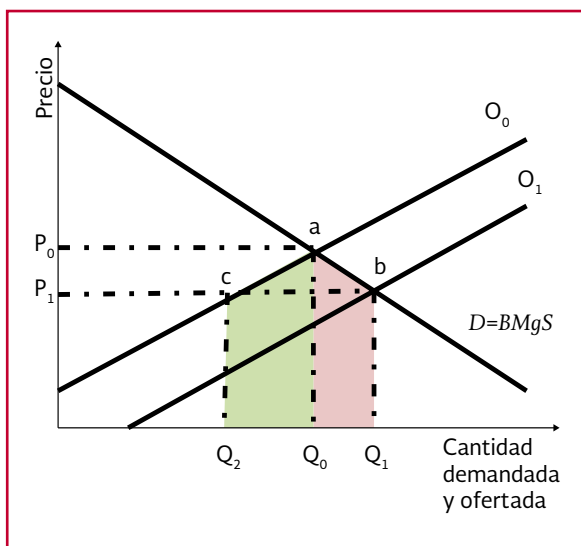
precio P_1 (menor que P_0) no estarán dispuestos a seguir poniendo esa cantidad sino, hasta donde el costo marginal de producir la última unidad se iguala con el precio que efectivamente recibirán, es decir, Q_2 , donde el P_1 cruza la curva de oferta original o de los antiguos productores (c).

El proyecto genera un incremento en el consumo de Q_0 hasta Q_1 , ese incremento los consumidores valoran el incremento en Q_0Q_1ba .

Por otro lado, los antiguos productores generan un beneficio social porque se liberan recursos ya que dejan de utilizar recursos para la producción que realizaban antes del proyecto. Estos recursos se pueden destinar a la producción de otros bienes donde pueden ser más eficientes. La liberación de recursos derivada del proyecto está dada por el área Q_2Q_0ac .

En conclusión, en un mercado competitivo el valor social de la producción de un proyecto es la suma del incremento en el consumo que genera más la liberación de recursos que provoca lo cual se representa en las áreas sombreadas (Q_2Q_1bac) de la Ilustración 2.8.

Ilustración 2.8 Gráfica de beneficios del proyecto



2.7. CRITERIOS DE RENTABILIDAD Y TASA DE DESCUENTO SOCIAL

Una vez establecidos y valorados los beneficios y costos sociales, los cuales se verán en los siguientes capítulos por tipo de proyecto, se procederá a elaborar el flujo del proyecto y obtener el beneficio neto en cada periodo. Se recomienda que los periodos sean anuales. Los datos que se obtengan permitirán determinar la rentabilidad del proyecto aplicando diferentes criterios.

Los criterios empleados con mayor frecuencia son el valor presente neto social o valor actual neto Social (VANS), la tasa interna de retorno social (TIRS), la relación beneficio costo (B/C) y la tasa de rentabilidad inmediata (TRI). Para todos los proyectos el principal criterio empleado es el VANS, aunque en algunos de ellos es conveniente determinar la TIRS como medida de rentabilidad adicional.

Un elemento fundamental en la determinación de los principales indicadores de rentabilidad es la tasa de descuento social (TSD), que representa el costo de oportunidad de utilizar recursos públicos para financiar un proyecto. En este caso, se habla del costo de oportunidad de los recursos federales que se pretenden destinar a los proyectos por evaluar y que la SHCP ha fijado en 10 por ciento a partir del 16 de enero del 2014 para todos los proyectos²¹.

21 Oficio circular No. 400.1.410.14.009 del 13 de enero del 2014 de la Titular de la Unidad de Inversiones de la SHCP

2.7.1 VALOR ACTUAL NETO SOCIAL (VANS)

El VANS (también denotado como Valor Presente Neto Social, VPNS) consiste en llevar al presente todos y cada uno de los beneficios netos a ocurrir o estimados en el horizonte de evaluación del proyecto (beneficios netos futuros), con el fin de conocer el efecto neto del proyecto en el momento de la toma de decisión. La fórmula para calcular este indicador es:

$$VANS = \sum_{t=0}^n \frac{BNS_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

Ecuación 2.1

dónde:

- VANS = es el Valor Actual Neto Social
- BNS_t = es el Beneficio Neto Social en el año t , es decir, los Beneficios menos los Costos en el año t
- r = es la tasa de descuento social
- n = el número de años del horizonte de evaluación

El criterio de decisión para este indicador es el siguiente: si el VANS es mayor que cero se acepta el proyecto; si es menor se rechaza; si es igual a cero, el indicador hace indiferente la conveniencia de realizar o no el proyecto. Se puede tomar una decisión complementando el cálculo con la tasa interna de retorno social o si existen, considerar los efectos intangibles que causa la ejecución del proyecto.

El VANS es una función inversa de la tasa de descuento, lo que significa que en la medida que la tasa de descuento es más alta el costo de oportunidad que enfrenta el proyecto también es más alto y, por lo tanto, el valor presente de los beneficios netos futuros es menor que cuando la tasa de descuento presenta niveles más bajos.

2.7.2 TASA INTERNA DE RETORNO SOCIAL (TIRS)

Este indicador de rentabilidad se determina en función del VANS y se define como aquella tasa de descuento que al calcular el VANS lo iguala con cero. La fórmula que define a la TIRS es:

$$\sum_{t=0}^n \frac{BNS_t}{(1+\alpha)^t} = VANS = 0$$

Ecuación 2.2

dónde:

- α = es la Tasa Interna de Retorno Social, TIRS
- BNS_t = es el Beneficio Neto Social en el año t
- n = el número de años del horizonte de evaluación

Erróneamente se considera la existencia de un solo valor de la TIRS, pero al analizar con detalle la fórmula para su obtención, se observa que matemáticamente se están encontrando la(s) raíz(es) de un polinomio de grado igual al número de años considerados en el horizonte de proyecto; es decir, t , y como es sabido un polinomio de grado " t " puede inclusive no tener raíces en el dominio de los números reales.

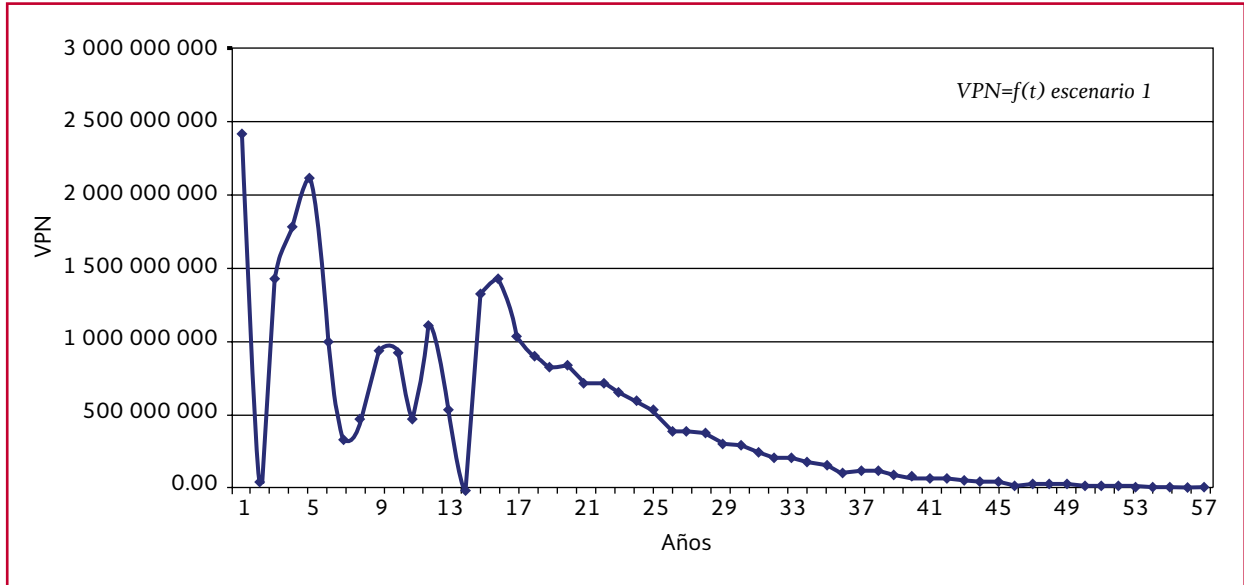
Por lo anterior es importante comentar que si en el flujo final de efectivo existen varios cambios de signos al existir reinversiones cada determinado año o situaciones similares, la TIRS puede marcar error en su cálculo debido a que existen tasas complejas con múltiples raíces (es decir, existen varios cambios de signo del VANS a lo largo de los flujos de efectivo y cruces del eje de las abscisas, lo cual significa que existen varias tasas de rentabilidad asociadas

a VANS iguales a cero), o bien muy elevadas, consideradas como improbables pues se vuelve el VANS asintótico con el eje de las tasas. Un

ejemplo de lo anterior sería la Ilustración 2.9.

En términos simples, la TIRS nos indica el pun-

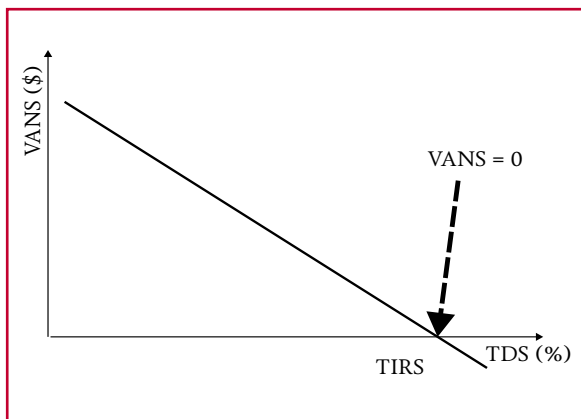
Ilustración 2.9 Representación gráfica de la TIRS



to hasta el cual se puede aumentar la tasa de descuento y el proyecto resulta aún rentable, observe la Ilustración 2.10.

El criterio de decisión para este indicador será análogo al del VANS. Si la TIRS es mayor que la tasa social de descuento empleada se acepta el proyecto, si es menor se rechaza y si es igual, este indicador es indiferente para decidir si conviene llevar a cabo o no el proyecto.

Ilustración 2.10 Representación gráfica de la TIRS



2.7.3 TASA DE RENTABILIDAD INMEDIATA SOCIAL (TRIS)

El momento óptimo para la entrada en operación de un proyecto cuyos beneficios son crecientes en el tiempo se determina cuando la TRIS es igual o mayor que la tasa social de descuento (10 por ciento de acuerdo a los lineamientos emitidos por la SHCP).

$$TRIS = \frac{BNS_{t+1} - CNS_{t+1}}{IS_t}$$

Ecuación 2.3

dónde:

- BNS_{t+1} = Beneficio Neto Social, en el año $t + 1$
- CNS_{t+1} = Costo Neto Social total en el año $t + 1$
- IS_t = Monto total de inversión social valuada al año t (costos de inversión exclusivamente)
- t = Año en que termina la construcción del proyecto
- $t+1$ = Primer año de operación

La Tasa de Rendimiento Inmediato Social nos indica que el año óptimo (t), para la entrada en operación de las obras, será cuando la tasa social es igual o mayor que la tasa de descuento, en donde la construcción se considera en un número de años (m), con lo cual se calculará el momento óptimo de la siguiente manera:

Ilustración 2.11 Representación gráfica del VANS

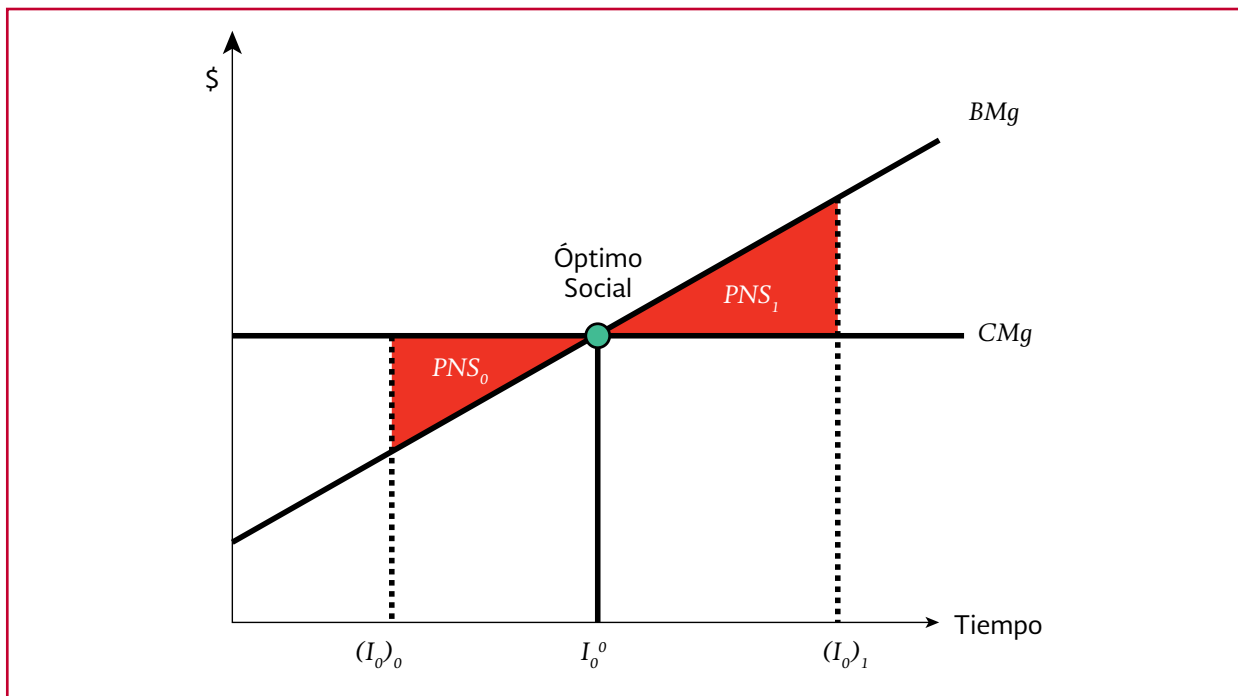
$$\text{Momento óptimo} = t - m \quad \text{Ecuación 2.4}$$

dónde:

- t = año óptimo de entrada en operación del proyecto
- m = período de construcción del proyecto

Es importante considerar que este indicador está asociado con proyectos que tengan beneficios crecientes en el tiempo, especialmente asociados con el crecimiento poblacional, por lo que en proyectos de protección a centros de población en donde los beneficios son prácticamente constantes en el tiempo, o en los de plantas de tratamiento en donde los beneficios agrícolas dependen de una tasa de incorporación en el tiempo, podría no ser aplicable o tener algún significado.

Para comprender mejor el concepto de la TRIS o momento óptimo, se puede analizar la Ilustración 2.11.



Si la inversión del proyecto (I_0) se realiza previo al momento óptimo, se tendrá la pérdida neta social PNS_0 que se mide bajo la curva de costo marginal CMg , en cambio si se realiza posterior-

mente se tendrá la pérdida neta social PNS_1 que se mide bajo la curva de beneficio marginal BMg . Como ejemplo de cálculo se tiene el flujo costo - beneficio de la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Flujo costo-beneficio con tasa de descuento:10 %

Flujo de efectivo		año			
		0	1	2	3
Beneficio	1	-	-	-	21 027 964
Beneficio	2	-	-	-	9 105 052
Beneficio	3	-	-	-	539 581
Beneficio	4	-	-	-	5 767 714
Beneficio	5	-	-	-	503 612
Beneficio	6	-	-	-	197 913
Beneficio	7	-	-	-	-
Beneficios sociales		-	-	-	37 141 838
Costo	1	65 414 956	92 065 494	84 797 166	-
Costo	2	-	-	-	271 514
Costos sociales		65 414 956	92 065 494	84 797 166	271 514
Flujo social neto		-65 414 956	-92 065 494	-84 797 166	36 870 324

Como se había mencionado:

$$TRI = \frac{\text{Beneficio total en el primer año de operación} - \text{Costos totales en el primer año de operación}}{\text{Monto total de inversión valuado al año en que termina la construcción del proyecto}}$$

Ecuación 2.5

Por lo que sustituyendo valores:

$$TRI = \frac{36\,870\,324}{265\,221\,306} = 13.9\%$$

$$\text{Costos al terminar la construcción del proyecto} = 84\,797\,166 + 92\,065\,494(1.1) + 65\,414\,956(1.1^2) = 265\,221\,306$$

$$\text{Flujo de efectivo en el primer año de operación} = 36\,870\,324$$

Lo anterior quiere decir que al ser mayor a la tasa de descuento su momento óptimo de construcción ya está rebasado y se debe proceder a su realización.



3

PRESENTACIÓN DE UN ESTUDIO DE EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA

3.1. ESTRUCTURACIÓN DE UN ESTUDIO DE EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA

Esta sección tiene como objetivo proporcionar los criterios generales para formular y, acorde a los lineamientos vigentes de la SHCP²², presentar los estudios de evaluación socioeconómica. Cada proyecto debe analizarse de manera particular y, en su caso, complementarse con los estudios aquí mencionados. Aunque la estructura de la presentación y su contenido puede variar en la normatividad, los conceptos generales que se indican en cada rubro seguirían siendo válidos.

Las etapas fundamentales en la formulación y realización de una evaluación socioeconómica son cuatro.

- La definición de la problemática que genera la necesidad de realizar una evaluación para sustentar una decisión. **De acuerdo a los análisis de factibilidad se debe plantear el balance oferta-de-**

manda, el cual debe generar la problemática que da origen al proyecto

- La situación sin el programa o proyecto, que incluye la optimización y el diagnóstico de la interacción oferta demanda y el planteamiento de alternativas. **De aquí se define el tamaño del proyecto**
- La situación con el proyecto de inversión, conforme a la propuesta de solución con base en un proyecto particular y específico, incluye la descripción a detalle del proyecto seleccionado. **De aquí se definen los beneficios a atribuir al proyecto**
- La realización propiamente de la evaluación socioeconómica, es decir, establecer los costos y beneficios con su respectivo análisis y determinación de los indicadores de rentabilidad

Si bien esas son las etapas fundamentales, en su presentación será necesario acompañar el estudio con una serie de análisis complementarios y descriptivos para su correcto planteamiento. A continuación se enlistan los tipos de estudios

22 SHCP, LINEAMIENTOS para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión del 30 de diciembre del 2013

y posteriormente los apartados recomendables para la presentación ordenada del estudio, de acuerdo en lo estipulado en los “Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión” emitidos por la Unidad de Inversiones de la SHCP el 30 de diciembre del 2013²³.

3.1.1 TIPOS DE ESTUDIOS

Se establecen los siguientes tipos de evaluaciones socioeconómicas que serán aplicables a los programas y proyectos de inversión que consideren realizar las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal:

1. Ficha técnica
2. Análisis costo-beneficio
3. Análisis costo-beneficio simplificado
4. Análisis costo-eficiencia
5. Análisis costo-eficiencia simplificado

La **ficha técnica** se requerirá en los siguientes casos:

1. Para los proyectos de infraestructura económica que tengan un monto de inversión menor o igual a 50 millones de pesos, así como los programas de adquisiciones y mantenimiento menores a 150 millones de pesos
2. Para los proyectos de inversión mayores a 1 000 millones de pesos, deberán solicitar primero el registro de los estudios de preinversión a través de la ficha técnica, previo a la elaboración y presentación del análisis costo y beneficio correspondiente

23 Se recomienda revisar periódicamente la vigencia de los mismos

En caso de no requerir estudios de preinversión, se deberá justificar dentro del análisis costo y beneficio la razón de no requerirlos.

Sólo para aquellos programas o proyectos de inversión de infraestructura económica con un monto total de inversión **mayor a 30 millones de pesos y hasta 50 millones de pesos**, se deberán calcular los indicadores de rentabilidad necesarios para determinar la conveniencia socioeconómica de realizar el programa o proyecto.

El **análisis costo-beneficio simplificado** consistirá en una evaluación socioeconómica a nivel de perfil.

La información utilizada para la evaluación a nivel de perfil, deberá ser verificable e incluir las fuentes de la misma en la sección de bibliografía.

El **análisis costo-beneficio simplificado** se aplicará en los siguientes casos:

1. Los proyectos de infraestructura económica, social, gubernamental, de inmuebles y otros proyectos con un monto total de inversión **mayor a 50 millones de pesos y hasta 500 millones de pesos**
2. Los programas de adquisiciones y mantenimiento, con un monto total de inversión mayor a 150 millones de pesos y hasta 500 millones de pesos

El **análisis costo-beneficio**, es una evaluación socioeconómica del programa o proyecto a nivel de prefactibilidad.

El **análisis costo-beneficio** se aplicará para los programas y proyectos de inversión con mon-

to total de inversión mayor a 500 millones de pesos

Al análisis costo-beneficio de los programas o proyectos de inversión, se deberán anexar las principales conclusiones y, en su caso, el avance de los estudios técnicos, legales, ambientales, de mercado y otros específicos de acuerdo al sector y al programa o proyecto de inversión de que se trate.

El **análisis costo-eficiencia** permite asegurar el uso eficiente de los recursos cuando se comparan dos alternativas de solución, bajo el supuesto de que generan los mismos beneficios.

El análisis costo-eficiencia simplificado, consistirá en una evaluación socioeconómica a nivel de perfil.

El análisis costo-eficiencia simplificado se aplicará en los siguientes casos:

1. Los proyectos de infraestructura económica, social, gubernamental, de inmuebles y otros proyectos con un monto total de inversión mayor a 50 millones de pesos y hasta 500 millones de pesos, y sus beneficios sean no cuantificables o de difícil cuantificación
2. Los programas de mantenimiento con un monto total de inversión mayor a 150 millones de pesos y hasta 500 millones de pesos

El **análisis costo-eficiencia** consistirá en una evaluación socioeconómica a nivel prefactibilidad.

El análisis costo-eficiencia se aplicará en los siguientes casos:

1. Los programas y proyectos de inversión **mayores a 500 millones** de pesos, en los que los **beneficios no sean cuantificables**
2. Los programas y proyectos de inversión **mayores a 500 millones** de pesos, en los que los **beneficios sean de difícil cuantificación**

No requiere cuantificación de los beneficios ni cálculo de los indicadores de rentabilidad, solo se utiliza el CAE.

Disposiciones generales

Algunos puntos importantes a considerar de la normatividad vigente son los siguientes:

- Se deberá actualizar la evaluación socioeconómica cuando se modifique el alcance del programa o proyecto de inversión
- Las evaluaciones tienen una vigencia de 3 años a partir del registro en cartera
- La tasa de descuento es del 10 por ciento
- Se tienen hasta 180 días para entregar las factibilidades, habiendo entregando un avance, así como un escrito donde se manifieste bajo protesta de decir verdad de que se ha cumplido con los requisitos de los análisis de factibilidad
- En caso de que la Evaluación socioeconómica contenga información clasificada como reservada por la dependencia o entidad de la Administración Pública Federal, además de presentar la versión completa de dicha evaluación en términos de estos Lineamientos, la dependencia o entidad deberá presentar una versión pública de la misma, que excluya la información clasificada

como reservada en términos de la Ley de Transparencia y demás disposiciones aplicables en la materia

- Se deberá realizar un análisis de riesgos para proyectos mayores a 500 millones de acuerdo a la normatividad vigente²⁴
- La UI tiene 20 días hábiles para contestar una solicitud de registro
- El 15 de julio se cierra el sistema para el ejercicio fiscal subsecuente para la elaboración del Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF)
- Solo se registra en cartera los programas y proyectos de inversión que la Dependencia haya incluido en su Mecanismo de Planeación (MECAPLAN)

3.1.2 APARTADOS QUE DEBEN DE INCLUIR LAS EVALUACIONES SOCIOECONÓMICAS

De acuerdo a la normatividad vigente²⁵, los apartados recomendables y el orden que deben de seguir los estudios, es el siguiente:

3.1.2.1 Resumen ejecutivo

El resumen ejecutivo deberá presentar una visión global del proyecto, describiendo brevemente sus aspectos más relevantes. Se explicará en forma concisa la necesidad a cubrir o la pro-

24 LINEAMIENTOS para el seguimiento del ejercicio de los programas y proyectos de inversión, proyectos de infraestructura productiva de largo plazo y proyectos de asociaciones público privadas, de la Administración Pública Federal del 31 de diciembre del 2013

25 Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, emitidos por la Unidad de Inversiones de la SHCP el 30 de diciembre del 2013

blemática que se pretende resolver, las principales características del proyecto, las razones por las que la alternativa elegida es la más conveniente para resolver dicha problemática o atender esa necesidad, sus indicadores de rentabilidad y los riesgos asociados a su ejecución.

Este apartado debe describir brevemente los aspectos mencionados en la Tabla 3.1.

3.1.2.2 Situación actual del PPI

Diagnóstico de la situación actual

En esta sección se deberá presentar un diagnóstico de la situación actual que da origen a la posibilidad de llevar a cabo el proyecto, resaltando la problemática que se pretende resolver o la necesidad que se busca atender a través del proyecto mismo. En este apartado se hace la descripción y el balance proyectado de la situación actual, la cual por lo regular se basa en el año inmediato anterior al año en que se hace la evaluación para contar con información de años completos.

Es necesario describir con detalle la problemática que dio origen al proyecto, así como el impacto y las afectaciones de su realización, las cuales deberán ser congruentes con los beneficios del proyecto.

Se incluirán los datos más relevantes que describan la situación actual, como son número de tomas y/o descargas en su diferente clasificación, proyección demográfica, industrial y comercial a lo largo del periodo de evaluación, cobertura de micro y macromedición y eficiencia física y comercial del sistema, entre otros. Estos datos serán proporcionados por el organismo operador o la institución promotora del proyecto. Se debe incluir la descripción general de los sistemas de

Tabla 3.1 Contenido del resumen ejecutivo

Problemática, objetivo y descripción del PPI	
Objetivo del Programa o Proyecto de Inversión (PPI)	<i>Puntualizar el objetivo del PPI</i>
Problemática Identificada	<i>Incluir una breve descripción de la problemática identificada, que justifique la realización del PPI.</i>
Breve descripción del PPI	<i>Incluir una descripción del PPI y sus componentes.</i>
Horizonte de evaluación, costos y beneficios del PPI	
Horizonte de Evaluación	<i>Número de años considerados dentro de la evaluación del PPI</i>
Descripción de los principales costos del PPI	<i>Enlistar y describir los principales costos de inversión, mantenimiento y operación del PPI</i>
Descripción de los principales beneficios del PPI	<i>Enlistar y describir los principales beneficios relacionados con la implementación del PPI.</i>
Monto total de inversión (con IVA)	<i>Monto de inversión incluyendo IVA, expresado en pesos.</i>
Riesgos asociados al PPI	<i>Riesgos cualitativos asociados a la ejecución y operación del PPI, asimismo enunciar los factores que resultaron más sensibles para la rentabilidad en el análisis de sensibilidad</i>
Indicadores de Rentabilidad del PPI	
Valor Presente Neto (VPNS)	<i>Pesos</i>
Tasa Interna de Retorno (TIRS)	<i>%</i>
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRIS)	<i>%</i>
Conclusión	
Conclusión del Análisis del PPI	<i>Breve conclusión del análisis, referente a la rentabilidad del PPI</i>

agua potable, alcantarillado y saneamiento y sus coberturas.

Para el caso de los proyectos de protección a centros de población se debe incluir la descripción general del funcionamiento hidráulico de las aguas superficiales, su operación actual en emergencias, las condiciones de funcionamiento en los aspectos relevantes de interacción entre las corrientes, ríos, arroyos o cuerpos de agua y los centros de población.

Es recomendable utilizar fotografías, planos, mapas y croquis que permitan visualizar la ubicación de las localidades involucradas, las fuentes de abastecimiento, los sistemas de agua potable y alcantarillado, así como las plantas de tratamiento existentes especificando tanto su capacidad instalada como la de operación.

Se deberán señalar y explicar las alternativas consideradas, las cuales deben demostrar que se está utilizando la alternativa más viable, justificando la decisión tomada. Es conveniente incluir una tabla comparativa para las alternativas con costos por metro cúbico, altura o nivel de protección u otra unidad comparable. La metodología de costo-eficiencia también es válida para el análisis de alternativas, si es que los beneficios se pueden considerar los mismos en todas.

Es necesario aclarar que de acuerdo con la normatividad vigente, en el caso de tratamiento de aguas residuales, la aportación federal será sólo para solucionar la problemática que permite, u obliga al organismo operador, a llevar el tratamiento de las aguas generadas al nivel señalado en las normas oficiales mexicanas para la descarga de los diferentes tipos de cuerpos receptores

o a las condiciones particulares imperantes. Por lo tanto si el organismo operador decide mejorar la calidad del agua tratada para ser reutilizada, será este quien aporte los recursos necesarios para cumplir con los parámetros del efluente. Esta aportación adicional también debe de ser incluida en la evaluación socioeconómica.

Para los proyectos de incremento de oferta de agua potable, es muy importante recalcar que **el balance oferta-demanda se determina, en primera instancia, las fuentes de producción** para definir el tamaño del proyecto y en segunda instancia en las tomas de agua potable, ya que el primer caso es el que define el tamaño del proyecto y el segundo define los beneficios atribuibles al proyecto. Por lo anterior, la disminución de las pérdidas físicas forma parte de la demanda y no de la oferta.

La información necesaria para estimar los beneficios y costos del proyecto, así como su rentabilidad, se obtiene de los estudios técnicos, de oferta-demanda y del análisis de la información administrativa, operativa y comercial del organismo operador o del promotor del proyecto. Por ello, es importante que el organismo operador y demás instituciones involucradas, aporten e incluyan los respaldos de los datos empleados. Se debe tomar como fuente principal la información oficial publicada por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), el Consejo Nacional de Población (CONAPO), encuestas de campo, organismos operadores, Comisiones Estatales del Agua, dependencias federales y municipales o la propia CONAGUA. Es necesario resaltar que ya no será válido realizar proyecciones poblacionales con diferentes valo-

res a los de CONAPO, aunque se podrán revalorar con resultados de INEGI mientras no haya proyecciones basadas en el último dato censal.

Es importante destacar que en ocasiones, cuando se analiza la situación actual, se observa que con la finalidad de cumplir con el servicio, los organismos operadores requieren utilizar prácticas o medidas de operación provisionales o emergentes (que inclusive llegar a quedar por largos periodos de tiempo), ya que la infraestructura existente es insuficiente o inadecuada. Dichas condiciones aunque son condiciones de la situación actual, no se deben considerar como elementos de la situación sin proyecto, sino que ésta debe valorarse en función de la capacidad real con la infraestructura operando en forma correcta.

Análisis de la oferta e infraestructura existente

Resumir los resultados del análisis de la oferta actual del mercado en el cual se llevará a cabo el PPI. Los resultados presentados serán respaldados con gráficas y tablas. El análisis completo de la oferta actual debe integrarse en un Anexo de ser necesario. Adicionalmente, describir brevemente la infraestructura existente en caso de contar con la misma.

Análisis de la demanda actual

Resumir los resultados obtenidos del análisis de la demanda actual del mercado, en el cual se llevará a cabo el PPI. Los resultados presentados serán respaldados por gráficas y tablas que clarifiquen el análisis e indiquen el año del mismo. El análisis completo de la demanda debe integrarse en un Anexo de ser necesario.

Interacción de la oferta-demanda

Describir de forma detallada el análisis comparativo para cuantificar la diferencia entre la oferta y la demanda del mercado en el cual se llevará a cabo el PPI en el año cero de evaluación. El análisis debe incluir los precios implícitos, la estimación de la oferta y la demanda total del mercado, la cuantificación del balance resultante y la explicación de los principales supuestos, metodología y herramientas utilizadas en la estimación. Para fines indicativos, se debe realizar su proyección el horizonte de evaluación, acorde a los lineamientos de la UI aunque no es la proyección que se utiliza en la evaluación.

Es importante resaltar el hecho que esta interacción oferta-demanda debe ser la que genera la problemática planteada a solventar y por ende motive la realización del proyecto, estos tres elementos deben estar perfectamente asociados, para después plantear sus alternativas de solución . Como ejemplo de lo anterior, un proyecto de incremento de oferta de agua debe originarse de un déficit en el suministro, un proyecto de tratamiento de aguas residuales en un déficit en la capacidad de dar un tratamiento al agua residual cruda conforme a la normatividad vigente, un proyecto de drenaje pluvial debe originarse de la falta de capacidad de conducir y regular agua pluvial/residual por un cauce o ducto, así como un programa de mejoramiento de eficiencia debe reflejarse de un déficit en la cobertura de medición, de un déficit en las eficiencias físicas y/o comerciales acorde a estándares establecidos.

3.1.2.3 Situación sin el PPI

Describir la situación esperada en ausencia del PPI, considerando la implantación de las opti-

mizaciones del proyecto, los cuales influirán en el nuevo análisis oferta-demanda que determinarán el monto de los beneficios que no son imputables directamente al proyecto. En este apartado se debe incluir una descripción de los supuestos técnicos y económicos de mayor relevancia utilizados.

En economía, el análisis de oferta-demanda tiene como finalidad estimar el comportamiento del mercado ante la variación del bien objeto de la evaluación. Para el caso particular de un bien como el agua, este análisis se hace a partir de la disponibilidad del líquido y las condiciones de demanda de dicho bien, ya sea por los usuarios domésticos o los consumidores alternos (agricultores, industriales, comerciantes, etc.). Este enfoque involucra cantidades (volúmenes) del bien y su relación con el precio, ya sea de producción o disposición al pago.

Generalmente en ingeniería, el análisis de oferta-demanda de agua se realiza sin explorar o analizar a los consumidores sino con respecto al tiempo y una dotación fijada de antemano, pero no en función del precio. Algunos cuestionamientos al respecto son: cuál es la demanda actual; existe o cuándo existirá déficit o superávit del bien (agua potable, capacidad del tratamiento del agua residual, etc.); cuándo será necesario un proyecto de incremento de oferta; cuándo deberá entrar en operación un módulo adicional de una planta potabilizadora o tratadora de aguas residuales; entre otros. La ingeniería asocia la demanda con el tiempo y la oferta con respecto al recurso e infraestructura disponible y necesaria para cubrir dicha demanda, mientras que la economía la asocia con los costos implícitos del servicio.

La importancia de este análisis es primordial ya que es donde se define el tamaño del proyecto, el

cual se ha visto regularmente sobredimensionado generando proyectos con capacidades muy por encima de las necesidades reales, por lo cual es necesario hacer un análisis detallado del mismo.

La conjunción de los aspectos de ingeniería y economía nos permiten determinar tanto un buen diseño de proyecto como el momento óptimo en que entre en operación.

En este análisis, la oferta debe comprender la totalidad de las fuentes actuales con un **caudal sustentable y en concordancia con la asignación del agua**, ya que muchas veces se trata de partir de un caudal que no se tiene asignado o que no es posible seguir explotando en el mediano y largo plazo. Las fuentes superficiales se deben de proyectar preferiblemente con un análisis estadístico basado en su comportamiento histórico, determinando la oferta sustentable con un nivel de confianza aceptable. En el caso de la oferta subterránea se debe de partir del balance hídrico publicado por la CONAGUA sobre la disponibilidad y relacionar con el nivel de los pozos y su comportamiento histórico. En muchas ocasiones, la oferta a considerar sin el proyecto puede ser inclusive menor que la producción actual.

La diferencia entre la demanda optimizada en el horizonte de evaluación y la proyección de la oferta total bajo escenarios sustentables, determina el tamaño del proyecto. La TIR nos ayudará a determinar el momento óptimo de operación, por lo que se utilizan los criterios técnicos (tamaño) y económicos (momento óptimo) en la definición del proyecto.

Optimizaciones

Describir las posibles medidas administrativas o inversiones de bajo costo²⁶, que podrían ser implementadas en la zona relevante. Por ejemplo, en lugar de realizar el reemplazo de un activo, realizar actividades de mantenimiento al mismo. Las optimizaciones contempladas deben ser incorporadas en el análisis de la oferta y la demanda de la situación sin el PPI.

Lo anterior implica que la situación actual más las optimizaciones es la situación sin proyecto. El efecto de las medidas de optimización deberá proyectarse a lo largo del período de evaluación y desde el año en que se pretende iniciar la construcción del PPI, con el fin de asegurar que en la evaluación solamente se consideren los beneficios legítimamente atribuibles a la realización del proyecto en cuestión.

Estas medidas pueden ser planes o proyectos de inversión que se tengan programados o en marcha, es decir, que se van a realizar independientemente de que se lleve a cabo el proyecto de inversión en análisis.

Para los proyectos de incremento en la oferta de agua potable o nuevas fuentes, algunos ejemplos de medidas de optimización son el incremento en la medición y eliminación de la tarifa fija para ajustar consumos, rehabilitación u optimización de fuentes actuales, pero se deben considerar programas para disminuir pérdidas de agua durante el horizonte del proyecto a índices adecuados, lo cual permite ajustar el tamaño

26 De un monto menor al 10% de la inversión total, de acuerdo a lo establecido en los Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, emitidos por la Unidad de Inversiones de la SHCP el 30 de diciembre del 2013

de la nueva infraestructura, reduciendo las inversiones atribuibles o exclusivas del proyecto. Como política de estructuración de proyectos, ya no es viable considerar el incremento de la oferta si no va acompañado por programas de este tipo de acciones. También es adecuado incluir programas de sectorización y de mejoramiento de la distribución.

En el caso del alcantarillado, pueden ser colectores marginales o represas que disminuyen el escurrimiento de agua de lluvia que llega a las plantas de tratamiento de aguas residuales. Cabe destacar que encontrar medidas optimización para proyectos de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales presentan dificultades de aplicación. En proyectos de protección contra inundaciones puede ser el simular la capacidad del río quitando la basura y azolve. En el caso de programas de mejoramiento de eficiencia para los organismos se basaría en programas de eficiencia física o comercial que ya estuvieran en marcha o que son ya programados.

Es importante recalcar que las optimizaciones deben ser realistas y viables, ya que metodológicamente en muchos casos se tratan de implementar tarifaciones, reducción de consumos, patrones de cultivo y previsiones contra inundaciones en las viviendas que no son viables en la realidad y no deben utilizarse en la evaluación de un proyecto.

A partir de la situación sin proyecto optimizada, se deberá incluir un análisis de la oferta y demanda sin PPI, así como de su evolución esperada a lo largo del horizonte de evaluación. Para ello, se deberá señalar la metodología y los supuestos utilizados, así como la justificación de los mismos.

En el anexo A se amplía la información referente a los proyectos de incremento de oferta de agua.

Análisis de la oferta

Se deben presentar los puntos relevantes y las principales conclusiones del análisis de la oferta a lo largo del horizonte de evaluación, en caso de que el PPI no se lleve a cabo. El análisis completo de la oferta debe integrarse en un Anexo de ser necesario.

El análisis consiste en determinar las condiciones actuales en que se generan los bienes o servicios que el proyecto va a producir. Debe incluir una descripción de la infraestructura de producción disponible, considerando aspectos como capacidad de producción y operación, localización de la misma, ventajas, desventajas, así como la calidad de los bienes y servicios producidos.

Por otro lado, es necesario analizar y determinar las variables que afectan la oferta del bien y su proyección, como sobre explotación, sequías, lluvias intensas, fenómenos meteorológicos extremos, contaminación, abatimientos, crecimiento poblacional “normal” o excepcional, urbanización de los terrenos asociados y toda información que permita realizar un pronóstico de su comportamiento. Se deben incluir las consideraciones tomadas que se utilizaron para la proyección.

Indudablemente son de gran utilidad modelos hidrológicos que mediante una gran serie de datos históricos permitan determinar escenarios de explotación sustentable con un grado aceptable de confiabilidad, como puede ser las perspectivas de abastecimiento con el nivel de explotación actual

de las fuentes o cuáles serían los escenarios sustentables de extracción para no tener disminuciones o cambios significativos en la oferta.

En caso de que no se cuente con el modelo o la información para generarlo, existen diferentes consideraciones para la proyección de la oferta, para lo cual se dan algunos ejemplos de consideraciones al respecto.

a) Aguas subterráneas

Para la estimación de la oferta de aguas subterráneas, hay que considerar la situación actual del acuífero (sobre explotación/equilibrio/con disponibilidad) para estimar el caudal viable para la proyección de las fuentes. En México, la gran mayoría de los proyectos de incremento de oferta de agua están relacionados con ciudades con problemas de sobre explotación y/o mala calidad de los mantos acuíferos que provoca limitación en su explotación, observándose abatimientos del nivel dinámico hasta de 1 o 2 m al año o inclusive mayor en los casos más severos.

Como se había especificado, se debe tender a buscar una explotación de agua en forma sustentable, por lo que para la proyección de la situación sin proyecto, a diferencia de la situación actual, se buscaría disminuir la explotación al valor de la recarga, aunque hay que considerar los otros usuarios del acuífero, ya que hay casos que aun quitando el total del suministro el acuífero seguiría en situación deficitaria y este escenario no sería una opción, aunque podría ajustarse en forma proporcional a cada tipo de usuario.

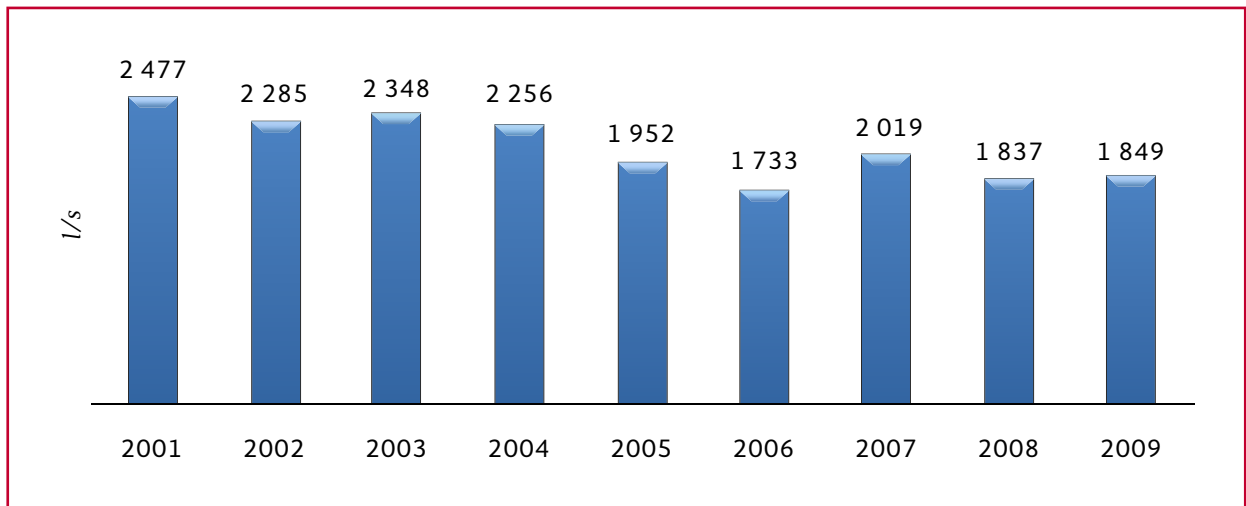
Cuando se trata de abatimientos anuales poco significativos, habría que analizar si las optimizaciones permiten alinearse a la producción sustentable. Dependiendo del tamaño del acuífero y del grado de abatimiento, hay Organismos Operadores que con inversiones espaciadas de reubicación o reequipamiento de pozos logran mantener la oferta actual durante el horizonte de evaluación.

En el ejemplo de la Ilustración 3.1 se observa como el caudal de los pozos, a pesar de que existieron fuertes inversiones en infraestructura adicional, en menos de una década ha presentado disminuciones de alrededor de 600 l/s, lo cual representa una disminución del 25 por ciento en la oferta, lo cual convierte al acuífero en una fuente no sostenible para la ciudad y cuando requiera hacerse la proyección se debería partir de un escenario con cierta disminución de la producción.

Habría que analizar el tipo y volumen de los usuarios del acuífero y la comparativa entre la recarga y las asignaciones o cesiones de derechos sobre el mismo. En este caso la proyección de la situación sin proyecto se tuvo que realizar con un caudal inferior a la media de este periodo para que fuera realmente viable de obtenerse en el mediano y largo plazo.

En cambio, se han observado casos en donde el acuífero presenta niveles graves de contaminación y abatimiento que ha provocado fuertes inversiones en potabilización de materiales pesados, salinidad, fierro, arsénico o manganeso con

Ilustración 3.1 Ejemplo de un comportamiento histórico de las fuentes subterráneas



reposiciones metódicas de pozos debido al comportamiento del nivel dinámico.

En estos casos hay que analizar si los pozos pueden quedar con un caudal menor, para proyectarlos como la situación sin proyecto o si los costos asociados justifican el cambio de la fuente.

Al definir cuál sería el gasto viable de proyectarse para cada fuente, se debe realizar de acuerdo a las condiciones hidrológicas y de explotación para tener un escenario realista de la oferta (los promedios aritméticos no son siempre un escenario viable). Resultado de las medidas de optimización se puede incluir oferta procedente de otras fuentes y de recuperación de caudales, por lo que se puede dar el caso de que los caudales proyectados disminuyan o se incrementen.

Para pronosticar la producción futura de las fuentes subterráneas, se considera su evolución en un periodo significativo y se asume que prevalecerán las condiciones observadas como pueden ser los abati-

mientos sistemáticos, aunque siempre el análisis hidrológico es la mejor alternativa de proyección, ya que determinaría un valor constante para todo el horizonte como caudal sustentable, el cual podría ser menor en forma significativa al actual.

El resumen de las fuentes de aguas subterráneas se puede incluir en un formato como el de la Tabla 3.2 que incluye un ejemplo hipotético.

En este ejemplo, los años 2008-2014 son observados y el periodo 2016-2040 se considera una proyección de la situación sin proyecto. Se observa que la principal fuente se encuentra con graves problemas de sobre explotación, mientras que las otras son dos baterías con producción marginal pero sin mayores problemas, de las tres ya no existen concesiones de derechos adicionales y por ende ya no es posible extraer un mayor caudal, solo reponer pozos.

Al hacer la proyección de los acuíferos que ya estén presentando una disminución de su caudal durante varios años, es

Tabla 3.2 Proyección de la oferta de aguas subterráneas

Año	Oferta (m ³ /s)			Total
	Batería de pozos 1 acuífero en equilibrio	Batería de pozos 2 ligeramente sobre explotado	Batería de pozos 3 altamente sobre explotado	
2008	0.105	0.185	2.64	2.93
2010	0.105	0.185	2.42	2.71
2012	0.105	0.185	2.15	2.44
2014	0.105	0.185	1.87	2.16
2016	0.105	0.17	1.0	1.28
2018	0.105	0.17	1.0	1.28
2020	0.105	0.17	1.0	1.28
2025	0.105	0.17	1.0	1.28
2030	0.105	0.17	1.0	1.28
2035	0.105	0.17	1.0	1.28
2040	0.105	0.17	1.0	1.28

proyectar la situación sin proyecto exclusivamente con el caudal sustentable o acorde a la recarga, lo cual permitiría proponer un caudal constante en el horizonte de evaluación con un sustento ya analizado por la CONAGUA o con un análisis hidrológico correspondiente.

b) Fuentes superficiales

Cuando se trate de fuentes superficiales la proyección también deberá comprender un análisis histórico muy amplio de los caudales, ya que su capacidad depende de varios factores, por lo que podrá ser mayor o menor al actual. Es recomendable proceder con una simulación hidrológica para proyectar los caudales, a menos que la información histórica indique que el comportamiento haya sido en forma muy constante y que sea adecuado para la proyección.

Se puede valorar la disponibilidad de la corriente mediante la publicación en el Diario Oficial de la Federación (DOF), la cual

debe validar la CONAGUA y analizar si se requiere una infraestructura de regulación para aprovechar el caudal requerido.

Por lo anterior es necesario en primera instancia un registro histórico de precipitaciones en el cual se analiza un periodo de precipitaciones medias anuales. Posteriormente se puede realizar un análisis de escurrimientos en una presa por un software para el análisis del funcionamiento de las presas en cuanto a sus almacenamientos de agua y sus salidas.

Para valorar la proyección de la oferta de agua potable, se restan otros usos, concesiones y asignaciones, analizando si es posible disminuir los otros usos mediante el incremento de sus eficiencias, como puede ser en los sistemas de riego.

Un ejemplo de proyección de agua subterránea y superficial sería como se muestra en la Tabla 3.3, considerando que el análisis de la presa hubiera dado un caudal de 850 l/s.

Tabla 3.3 Proyección de la oferta de agua potable

Año	Oferta (m ³ /s)				
	Batería de pozos 1 acuífero en equilibrio	Batería de pozos 2 ligeramente sobre explotado	Batería de pozos 3 altamente sobre explotado	Fuente superficial	Total
2008	0.105	0.185	2.64	0.98	3.91
2010	0.105	0.185	2.42	0.80	3.51
2012	0.105	0.185	2.15	0.74	3.18
2014	0.105	0.185	1.87	0.88	3.04
2016	0.105	0.17	1.0	0.85	2.13
2018	0.105	0.17	1.0	0.85	2.13
2020	0.105	0.17	1.0	0.85	2.13
2025	0.105	0.17	1.0	0.85	2.13
2030	0.105	0.17	1.0	0.85	2.13
2035	0.105	0.17	1.0	0.85	2.13
2040	0.105	0.17	1.0	0.85	2.13

Análisis de la demanda

Resumir los puntos relevantes y las principales conclusiones del análisis de la demanda a lo largo del horizonte de evaluación, en caso de que el PPI no se lleve a cabo. El análisis completo de la demanda debe integrarse en un Anexo de ser necesario.

Se debe estimar la demanda de agua potable en un periodo y explicar la metodología de cálculo. Es necesario exponer y justificar los supuestos utilizados para obtener cada estimación. Las principales variables a considerar son la población, cobertura del servicio, tomas de agua potable, consumos y pérdidas físicas del sistema.

a) Población

Para la proyección deben utilizarse los datos de fuentes oficiales, como son los publicados por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) y del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Las proyecciones de CONAPO se basan en el último censo, por lo que

deben ser las que se deban considerar. En caso de que salga un nuevo censo o conteo y no se hayan actualizado las proyecciones de CONAPO, estas se pueden ajustar con la nueva información poblacional del INEGI a las tendencias de crecimiento de CONAPO.

Ya no es necesario ni adecuado utilizar métodos adicionales de proyección basados en datos históricos.

b) Cobertura

La cobertura se puede obtener del INEGI o del Organismo Operador, aunque puede haber diferencias significativas, aun considerando el índice de hacinamiento (habitantes por vivienda) publicado por INEGI, por lo que en algunos casos se requiere un análisis de los datos del Organismo.

c) Tomas de agua potable

Una de las formas de simplificar la problemática de la población, índice de ha-

cinamiento y cobertura, es utilizar las tomas de agua potable de los diferentes tipos de usuarios y proyectarlas en el tiempo, con el mismo comportamiento estadístico determinado por CONAPO para el horizonte de evaluación. Lo anterior implica que para fines de proyecto, los valores de cobertura e índice de haci-namiento permanecen constantes.

Para el caso de las tomas domésticas, se puede partir de las que indique la información del Organismo Operador al cierre del año inmediato anterior, para posteriormente aplicar la proyección del comportamiento previsto por CONAPO.

Para el caso de las tomas no domésticas no se puede aplicar el mismo comportamiento, aunque se ha observado que sí se encuentran correlacionados. Se puede realizar su proyección partiendo del comportamiento de los últimos años en la localidad, de preferencia con datos de al menos 4 o 5 años.

Como se observa en el ejemplo de la Tabla 3.4, la correlación entre el crecimiento de las tomas domésticas con

las no domésticas es de alta significancia estadística, por lo que se procedió a utilizar el promedio con la finalidad de proyectarlas.

Si no hubiera una correlación adecuada, se puede utilizar el número de tomas no domésticas por tipo de usuario de varios años y obtener un crecimiento promedio, especialmente cuando se trata de tomas de índole turístico.

d) Consumos

El consumo es la cantidad de agua que está dispuesta a consumir la población bajo un esquema de no restricción en la oferta, con medición y pago y considerando las tarifas vigentes.

Debido a lo comentado en lo referente a la población y tomas domésticas, podemos considerar el consumo en m³/toma/mes en lugar de l/hab/día, además de que la información del Organismo Operador está registrada de esa forma.

Para que un consumo sea susceptible de ser representativo de la disponibilidad de

Tabla 3.4 Correlación de las tomas no domésticas con las tomas domésticas

Tomas	2010	2011	2012	2013	
Domésticas	158 606	165 768	171 328	176 938	
Comerciales	11 058	11 422	11 786	12 352	
Industriales	1 700	1 740	1 780	1 820	
Gobierno	460	482	504	526	
Correlación con las tomas domésticas (tomas no domésticas/tomas domésticas)					Promedio
Comerciales	7.0%	6.9%	6.9%	7.0%	6.9%
Industriales	1.1%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%
Gobierno	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%

consumo por parte de los usuarios, especialmente el doméstico, debe de ser un valor que corresponda a usuarios con medición y cobro con tarifa dependiente del nivel de consumo, para evitar el desperdicio de agua, ya que los usuarios con cuota fija al tener un costo marginal de cero en el agua, se tiende a desperdiciarla. Al contrario, se requiere que no exista restricción en la oferta (tandeo) para no subestimar su valor.

En el caso de las tomas domésticas y que exista este tipo de inconsistencias, deberán ser retiradas de la base de datos de análisis, para obtener un consumo promedio que refleje la disposición de consumo real. Se deberá ser cauto en el sentido de que no sea un porcentaje muy importante porque podría perder la representatividad, o en su caso hacer un muestreo.

Existen ciudades que en el sector doméstico, carecen casi en su totalidad de medición o servicio continuo que hace imposible la obtención de un consumo representativo. Para estos casos es recomendable asociarlos con localidades que si cumplan con las condiciones establecidas y características de clima y tarifa similares. Como una referencia, se pue-

den considerar la producción, un nivel de pérdidas físicas estimado tomando en cuenta poblaciones similares, el número de tomas y cobertura de servicios, entre otros, lo cual servirá para determinar si el consumo propuesto no tiene variaciones poco viables respecto al actual. Como un dato de referencia, se ha observado que el nivel de consumo doméstico en el país oscila entre 12 y 20 m³/toma/mes, dependiendo del clima, tarifas y tipos de uso.

En caso de que no se cuente con esta información, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) a través del Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE), desarrolló en el 2011 un estudio de sobre consumos de agua potable en zonas urbanas denominado “*Estimación de los factores y funciones de la demanda de agua potable en el sector doméstico en México*” en localidades mayores de 20 000 habitantes para determinar cuáles son los factores que infieren en la determinación del consumo de agua potable y sus variaciones de acuerdo al clima, Lo cual se muestra en la Tabla 3.5 y Tabla 3.6.

Regularmente en las tomas no domésticas se toma el promedio del padrón de usuarios que tengan medición (que re-

Tabla 3.5 Promedio del consumo de agua potable estimado por clima predominante

Clima	Consumo l/hab/día			Subtotal por Clima
	Bajo	Medio	Alto	
Cálido Húmedo	198	206	243	201
Cálido Subhúmedo	175	203	217	191
Seco o Muy Seco	184	191	202	190
Templado o Frío	140	142	145	142

Tabla 3.6 Promedio del consumo de agua potable estimado según nivel socioeconómico* y clima

Clima	Nivel Socioeconómico			Subtotal por Clima (**)
	Bajo	Medio	Alto	
	m³/mes			
Cálido Húmedo	24	25	28	25
Cálido Subhúmedo	20	23	26	22
Seco o Muy Seco	22	22	22	22
Templado o Frío	15	16	14	16

(*) Los niveles socioeconómicos están determinados con base en una clasificación de las viviendas por Área Geoestadística Básica (AGEB).

(**) Los promedios por toma no tienen el mismo comportamiento a los promedios por persona debido a los diferentes índices de hacinamiento por nivel socioeconómico.

Para el clima de cada localidad se utilizó el Sistema de Clasificación Climática de Köppen

gularmente son la mayoría), dada la diversidad de tomas comerciales o industriales que pueden existir y que tienen consumos por demás diversos.

Para el ejemplo se consideran los valores de consumo mostrados en la Tabla 3.7, obtenidos de la facturación.

Tabla 3.7 Consumos de agua potable para los tipos de usuario del sistema

Toma	Consumo m³/toma/mes
Domésticas	14.39
Comerciales	27.42
Industriales	250.2
Gobierno	205.32

Se observa que los consumos corresponden a consumos típicos domésticos pero con gran actividad industrial de alto consumo de agua.

e) Agua no contabilizada y pérdidas físicas

En México se considera el término de Agua no contabilizada para incluir todo

lo referente a las pérdidas físicas ocasionadas por fugas, usuarios clandestinos y errores o falta de medición, principalmente, este conjunto tiene un promedio nacional de alrededor del 40 por ciento. Salvo que un estudio haya determinado las fugas en las tomas de agua potable y en las líneas de conducción mediante muestreos y mediciones, es muy difícil poder desglosar este valor. Por lo anterior y con fines de proyección se considera este porcentaje, que corresponde a la diferencia entre el volumen producido en las fuentes contra el volumen facturado, es decir, el consumido por los diferentes usos en la ciudad.

Un proyecto de incremento de oferta de agua no puede ser concebido si no existe un programa que permita la reducción de las pérdidas físicas, por lo que, en la proyección de la situación actual se debe de considerar su disminución gradual hasta índices del 30 o 25 por ciento, dependiendo de la localidad y nivel actual de pérdidas. Como valor de referencia, es poco viable que la disminución anual de

las pérdidas físicas llegue al 1 por ciento anual, debido a la complejidad e inversiones que se requieren, pero en definitiva debe de realizarse, ya que no se van a realizar cuantiosas inversiones para desperdiciarlo en la red y no llegue a los usuarios. Es decir, que se trata de un programa a corto, mediano y largo plazo.

Es importante señalar que ha habido casos que la disminución de las pérdidas físicas ha permitido desfasar la construcción de nuevas fuentes, ya que la simple recuperación de caudales permite cubrir el déficit actual o el crecimiento de la población por algunos años.

Una vez considerados todos los parámetros anteriores, se llega a la proyección mostrada en la Tabla 3.8.

Interacción oferta-demanda

Describir de forma detallada la interacción de la oferta y la demanda considerando las optimizaciones, la cual debe proyectarse para todo el horizonte de evaluación del PPI.

Una vez que se cuente con las proyecciones de la oferta y la demanda, se puede realizar la com-

paración entre ambas para determinar el déficit y necesidades de la población, lo cual se puede observar en la Tabla 3.9.

Para el ejemplo anterior, el requerimiento de oferta adicional de agua es de 2.97 m³/s, ya considerando el proyecto de aguas superficiales adicionales y la optimización. La tabla refleja que la situación deficitaria empezaría en el año 2016 y se requerirían a largo plazo fuentes de abastecimiento de hasta 2.97 m³/s. Cabe señalar que ya no es adecuado ni suficiente exclusivamente utilizar un valor de dotación constante con base a lineamientos, ya que podría estar muy alejado de la realidad de la localidad y no reflejar un esquema de disminución de pérdidas físicas. En la Ilustración 3.2 se presenta una curva típica de oferta y demanda de agua en un periodo (25 años). Este es el periodo mínimo de evaluación, aunque se recomienda utilizar un horizonte de 30 años de operación de la infraestructura de nuevas fuentes.

Cuando se requiera evaluar la sustitución de la fuente actual de agua potable por una nueva, es necesario incluir en el análisis los aspectos determinados en la evaluación técnica, ya que puede contener factores determinantes que influyan en la determinación de su viabilidad y el momento óptimo para su realización, como son la calidad del agua o vida útil de la fuente.

Tabla 3.8 Proyección de la demanda de agua potable sin proyecto

Año	Población CONAPO (Hab)	Cobertura (%)	Población cubierta (Hab)	Tomas domésticas (tomas)	Consumo doméstico m ³ /toma/mes	Consumo doméstico (m ³ /s)	Tomas comerciales (tomas)	Consumo comercial m ³ /toma/mes	Demanda comercial (m ³ /s)
2007	627 816	96	602 703	158 606	16.39	1.25	11 058	27.42	0.15
2008	649 402	97	629 920	165 768	16.39	1.31	11 422	27.42	0.15
2009	671 180	97	651 045	171 328	16.39	1.35	11 786	27.42	0.16
2010	693 156	97	672 361	176 938	16.39	1.40	12 352	27.42	0.16
2011	715 342	97	693 882	182 601	16.39	1.44	12 655	27.42	0.17
2012	737 732	97	715 600	188 317	16.39	1.49	13 052	27.42	0.17
2013	760 338	97	737 528	194 087	16.39	1.53	13 451	27.42	0.18
2014	783 152	97	759 657	199 911	16.39	1.58	13 855	27.42	0.18
2015	806 190	97	782 004	205 792	16.39	1.63	14 263	27.42	0.19
2020	924 424	97	896 691	235 972	16.39	1.87	16 354	27.42	0.22
2025	1 046 186	97	1 014 800	267 054	16.39	2.11	18 509	27.42	0.24
2030	1 168 908	97	1 133 841	298 381	16.39	2.36	20 680	27.42	0.27
2035	1 306 026	97	1 266 845	333 382	16.39	2.64	23 105	27.42	0.31
2040	1 449 689	97	1 406 198	370 054	16.39	2.91	25 530	27.42	0.34

Tabla 3.8 Proyección de la demanda de agua potable sin proyecto (continuación)

Año	Tomas industria-les	Consumo industrial	Demanda industrial	Tomas Gobierno	Consumo Gobierno	Demanda Gobierno	Consumo del sistema	Pérdidas del sistema	Demanda Total
	(tomas)	m ³ /toma/mes	(m ³ /s)	(tomas)	m ³ /toma/mes	(m ³ /s)	(m ³ /s)	%	(m ³ /s)
2007	1,700	250.2	0.21	460	205.32	0.05	1.40	38.00 por ciento	2.25
2008	1,740	250.2	0.21	482	205.32	0.05	1.46	38.00 por ciento	2.35
2009	1,780	250.2	0.21	504	205.32	0.05	1.50	38.00 por ciento	2.42
2010	1,820	250.2	0.22	526	205.32	0.05	1.56	38.00 por ciento	2.51
2011	1,912	250.2	0.23	535	205.32	0.05	1.60	37.30 por ciento	2.55
2012	1,972	250.2	0.24	552	205.32	0.05	1.66	36.60 por ciento	2.61
2013	2,033	250.2	0.25	569	205.32	0.06	1.71	35.90 por ciento	2.67
2014	2,094	250.2	0.25	586	205.32	0.06	1.75	35.20 por ciento	2.71
2015	2,155	250.2	0.26	603	205.32	0.06	1.81	34.50 por ciento	2.76
2020	2,471	250.2	0.30	692	205.32	0.07	2.07	31.00 por ciento	3.00
2025	2,797	250.2	0.34	783	205.32	0.08	2.35	27.50 por ciento	3.24
2030	3,125	250.2	0.38	874	205.32	0.09	2.63	25.00 por ciento	3.50
2035	3,491	250.2	0.42	977	205.32	0.10	2.93	25.00 por ciento	3.91
2040	3,857	250.2	0.47	1,080	205.32	0.11	3.82	25.00 por ciento	5.10

Nota: Datos 2007-2014 años base obtenidos de información del Organismo Operador

Tabla 3.9 Proyección de la oferta-demanda de agua potable

Año	Oferta (m ³ /s)					Demanda (m ³ /s)	Balance (m ³ /s)
	Batería de pozos 1 acuífero en equilibrio	Batería de pozos 2 ligeramente sobre explotado	Batería de pozos 3 altamente sobre explotado	Fuente superficial	Total		
2008	0.105	0.185	2.64	0.98	3.91	2.77	1.14
2010	0.105	0.185	2.42	0.80	3.51	2.96	0.55
2012	0.105	0.185	2.15	0.74	3.18	3.08	0.10
2014	0.105	0.185	1.87	0.88	3.04	3.20	-0.16
2016	0.105	0.17	1.0	0.85	2.13	3.26	-1.14
2018	0.105	0.17	1.0	0.85	2.13	3.38	-1.26
2020	0.105	0.17	1.0	0.85	2.13	3.55	-1.42
2025	0.105	0.17	1.0	0.85	2.13	3.82	-1.70
2030	0.105	0.17	1.0	0.85	2.13	4.13	-2.00
2035	0.105	0.17	1.0	0.85	2.13	4.61	-2.49
2040	0.105	0.17	1.0	0.85	2.13	5.10	-2.97

Enfoque económico de la demanda

La función de demanda en el sentido económico es indispensable para el cálculo de los beneficios del proyecto y el momento óptimo de su construcción.

Para construir la función de demanda en el sentido económico se realiza un análisis identificando los costos implícitos en que incurre la población por obtener el bien o servicio estudiado por medios sustitutos, por ejemplo: acarreos, tiempo de espera, bombeos, etc., los cuales afectan al consumo de los demandantes, por otro lado se deben de identificar los consumos observados en poblaciones sin restricciones con tarifas similares.

Algunas técnicas para asignar el valor monetario pueden ser las relacionadas con el valor del tiempo destinado a la realización de una cierta actividad: costos de viaje, incluso los precios hedónicos²⁷.

27 Precios Hedónicos: técnica mediante la cual se obtiene, por comparación, la valoración que el consumidor o el

Lo que se hace es construir una función en donde se obtenga la disponibilidad a pagar por el agua, en la cual a un determinado precio (P) se está dispuesto a consumir un volumen de dicho bien (Q); cuando el precio se desplaza a P_1 , los usuarios o consumidores del bien tienen un consumo (Q_1), como es el caso de las zonas que carecen de servicio formal de agua potable. Cuando estos usuarios observan precios elevados del bien y experimentan un precio menor (P_2) y un mejor servicio (conexión a la red), tenderán a consumir un mayor volumen (Q_2). La representación gráfica de este comportamiento se muestra en la Ilustración 3.3.

Esta función es la base para calcular los beneficios de mayor consumo de un proyecto de incremento de agua potable.

Cuando el proyecto tiene como beneficio incrementar el suministro de agua potable y por ende los consumos de la población beneficiada, se utilizará la función de demanda.

mercado hace o paga por un determinado atributo o bien

Ilustración 3.2 Gráfico oferta-demanda sin proyecto

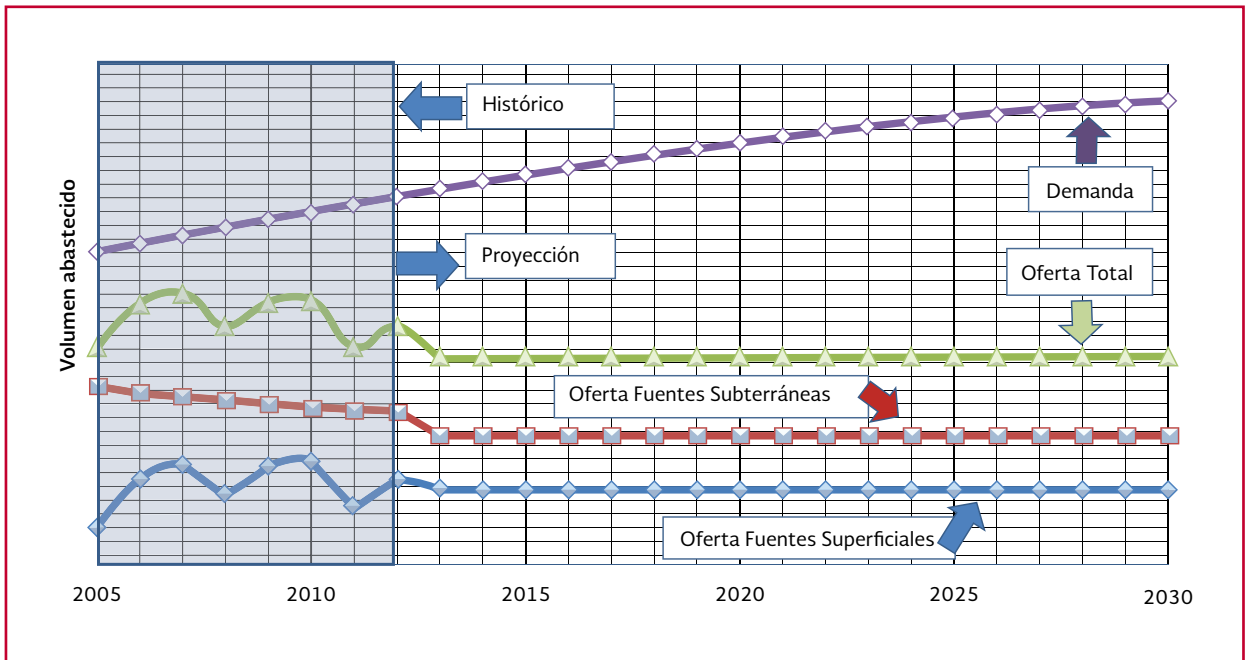
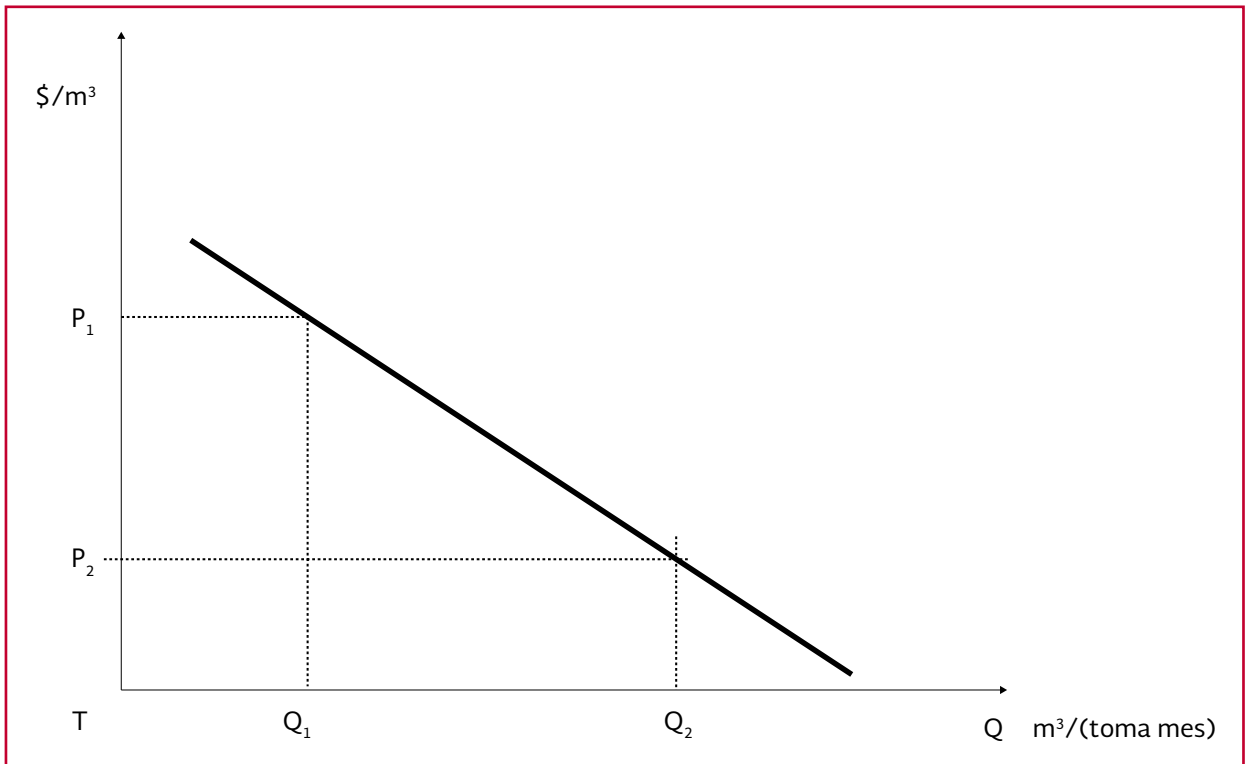


Ilustración 3.3 Función de demanda de agua potable respecto al precio



El beneficio del proyecto representa la valoración que los usuarios hacen de la cantidad adicional de agua que estará disponible para su consumo. Como se explicará con detalle en este documento, el beneficio del proyecto partirá de esta gráfica.

Una vez que se tienen los beneficios del proyecto se puede proceder a calcular el momento óptimo de construcción de la infraestructura, el cual se obtiene con base a los beneficios que genera y los costos producto de la construcción de la infraestructura.

Esta metodología se puede observar en el punto ***Tasa de Rentabilidad Inmediata Social (TRIS)*** del capítulo 2.

Por lo antes expuesto, se concluye que los enfoques clásico y económico pueden converger adecuadamente para el dimensionamiento y entrada en operación en la infraestructura. **Lo anterior implica que con la información de población, consumos y pérdidas físicas contra la oferta sustentable se obtiene el tamaño de la infraestructura mediante el déficit obtenido, y el momento óptimo de operación mediante la función de demanda.**

En el caso de los proyectos de saneamiento habría que partir de este análisis para obtener la proyección de aguas residuales, lo cual se verá a detalle en el apartado de dicho tema.

Para los proyectos de protección contra inundaciones, de acuerdo a los tránsitos de las avenidas de diseño, se establecen los volúmenes que se presentarán en los sitios de análisis.

En los proyectos de mejora de eficiencia el balance se puede analizar comparando la eficien-

cia global, física y/o comercial en la situación sin proyecto contra una de proyecto a la que se quiera llegar y de ahí desglosar las acciones requeridas para llegar a dichas metas de eficiencia, e inclusive se puede analizar en forma específica por componente, como puede ser para el consumo de energía o tomas con micromedidor.

Alternativas de solución

Como se había comentado, las alternativas deben de ir completamente alineadas con la problemática que se origina del balance oferta-demanda y la concepción del proyecto. Las alternativas deben de buscar solucionar las causas que generan la problemática (ver diagrama causa-efecto) y no ser variantes de una misma solución.

Cabe señalar que no se considera como alternativa de solución diferente la comparación entre distintos proveedores del mismo bien o servicio. Incluir una descripción de las alternativas de solución consideradas para atender la problemática identificada, así como la justificación de los criterios utilizados en la selección y los motivos de haber elegido la opción que se propone como solución a la situación actual.

Para tal fin, hay que describir y justificar la opción tecnológica, técnica, de funcionamiento o de infraestructura propuesta en razón de la calidad y cantidad del bien o servicio a ofrecerse, incluyendo los principales equipos, instalaciones e insumos involucrados. Debe justificarse que la capacidad y calidad sean las óptimas en función de su localización, economías de escala, disponibilidad de insumos y normatividad.

Se recopilarán los estudios realizados para la ejecución de las obras del proyecto, se describirá la alternativa seleccionada en todos sus aspectos,

alcances y etapas, desde su concepción física y componentes hasta su concepción operativa, capacidad de diseño y estimación o proyección de su utilización en el tiempo. Esta información es la base para la estimación y definición del nivel de solución que brindará o solucionará el proyecto, así como para definir la inversión necesaria y los costos de operación y mantenimiento del mismo. Deberá hacerse uso de mapas, croquis, diagramas o esquemas para facilitar su presentación y correcto planteamiento.

a) Alternativas

Se incluirá un comparativo de las alternativas que en su momento se consideraron para solucionar la problemática que dio origen al proyecto, debe mencionarse en las alternativas que se estudiaron, el sustento de cada una para convalidar la selección realizada. Debe considerarse que sólo son comparativas aquellas alter-

nativas, que como el proyecto, cumplen con los criterios de factibilidad técnica acordes a las condiciones existentes.

También se debe realizar un resumen de las alternativas de solución analizadas con la información que se muestra en la Tabla 3.10.

Si las alternativas presentan la misma vida útil, deberá seleccionarse aquella que tenga el menor Valor Presente de Costos (VPC).

Si las alternativas técnicas de solución tienen diferente vida útil, deberá elegirse la que presente el menor Costo Anual Equivalente (CAE).

Para el cálculo del CAE se puede proceder como en la Tabla 3.11.

Tabla 3.10 Análisis de alternativas

Alternativa	Capacidad instalada	Breve descripción técnica	Monto total de inversión	Costo de Operación fijo	Costo de operación variable	Costo de mantenimiento	Vida útil	Valor presente de los costos (VPC)	Costo Anual Equivalente (CAE)
	(m ³ /s)		(\$)	(\$/año)	(\$/m ³)	(\$/año)	años	(\$)	(\$)
1									
2									
3									

Tabla 3.11 Análisis de alternativas mediante el CAE

Alternativa 1					Alternativa 2		
Año	Factor	Inversión	Costos de Operación y mantenimiento	Valor presente de los costos	Inversión	Costos de Operación y mantenimiento	Valor presente de los costos
0	1	3 921 933		3 921 933	4 403 841		4 403 841
1	0.8929		425 000	379 464		250 000	223 214
2	0.7972		425 000	338 807		250 000	199 298
3	0.7118		425 000	302 507		250 000	177 945
4	0.6355		425 000	270 095		250 000	158 880
5	0.5674		425 000	241 156		250 000	141 857
6	0.5066		425 000	215 318		250 000	126 658
7	0.4523		425 000	192 248		250 000	113 087
8	0.4039		425 000	171 650		250 000	100 971
9	0.3606		425 000	153 259		250 000	90 153
10	0.3220		425 000	136 839		250 000	80 493
11	0.2875		425 000	122 177		250 000	71 869
12	0.2567		425 000	109 087		250 000	64 169
13	0.2292		425 000	97 399		250 000	57 294
14	0.2046		425 000	86 963		250 000	51 155
15	0.1827		425 000	77 646		250 000	45 674
16	0.1631		425 000	69 327		250 000	40 780
17	0.1456		425 000	61 899		250 000	36 411
18	0.1300		425 000	55 267		250 000	32 510
19	0.1161		425 000	49 345		250 000	29 027
20	0.1037		425 000	44 058		250 000	25 917

Alternativa 1
VPC= 7 096 447
 Si:
 r = 12 %
 n = 21

Alternativa 2
VPC= 6 271 202
 Si:
 r = 12 %
 n = 21

CAE = \$ 938 435

CAE = \$ 829 304

3.1.2.4 Situación con el PPI

Describir la situación esperada en caso de que se realice el PPI, la cual debe contener los siguientes elementos:

Descripción general

De la Tabla 3.12 se seleccionará el tipo de PPI.

Tabla 3.12 Tipo de PPI

Proyecto de infraestructura económica	<input type="checkbox"/>
Proyecto de infraestructura social	<input type="checkbox"/>
Proyecto de infraestructura gubernamental	<input type="checkbox"/>
Proyecto de inmuebles	<input type="checkbox"/>
Programa de adquisiciones	<input type="checkbox"/>
Programa de mantenimiento	<input type="checkbox"/>
Otros proyectos de inversión	<input type="checkbox"/>
Otros programas de inversión	<input type="checkbox"/>

Detallar las características físicas del PPI como son sus componentes, esto es, los productos o activos que resultarían de la realización del proyecto, tales como: la construcción de una presa, acueducto y planta potabilizadora para un caudal de 1 000 l/s, habitantes protegidos para un drenaje pluvial, una PTAR de 750 l/s de capacidad para el saneamiento de determinado río, o un programa de mejoramiento de eficiencia de cierto organismo operador.

Se deberán describir las principales características de la infraestructura, incluyendo diagramas y figuras de la infraestructura principal de modo que sea más fácil el entendimiento del proyecto.

Tabla 3.13 Componentes del PPI

Componente	Tipo	Cantidad	Principales Características

Alineación estratégica

Describir cómo el PPI contribuye a la consecución de los objetivos y estrategias establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo y los programas sectoriales (PNH), institucionales, regionales y especiales, así como al mecanismo de planeación al que hace referencia el artículo 34 fracción I de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.

Se pueden incluir temas como los siguientes:

Objetivo, el cual debe corresponder a uno o más de los objetivos y estrategias establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo y los programas sectoriales, regionales y especiales que aplican a la dependencia o entidad encargada de la ejecución del proyecto;

En el plano sectorial, el objetivo del tipo de proyectos aquí tratados se encuentra ligado a Objetivos Nacionales del Programa Nacional Hídrico de la Comisión Nacional del Agua que estén relacionados con conceptos como el incremento en cantidad y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento y a la prevención de los riesgos derivados de fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos. El propósito del proyecto, es decir, el resultado inmediato o consecuencia directa que se espera lograr con la ejecución del proyecto y que contribuirá a alcanzar el objetivo a que se refiere el inciso anterior, por ejemplo, disminución de tandeos, incremento en el consumo de agua potable, aumento en caudal potabilizado o de aguas residuales tratadas, aseguramiento contra inundaciones de tales o cuales áreas y demás beneficios asociados al proyecto.

Localización geográfica

Definir la localización geográfica del PPI así como su zona de influencia, acompañado de un plano de localización y un diagrama en el que se señale la ubicación exacta, siempre y cuando el proyecto lo permita. **Es indispensable que se incluyan las coordenadas georreferenciadas del proyecto**

(inicio y fin), así como la entidad o entidades federativas donde se desarrollará el proyecto. En caso de ser múltiples puntos, se deberán seleccionar dos puntos estratégicos de referencia del proyecto.

Calendario de actividades

Establecer la programación de actividades necesarias para la ejecución y operación del PPI. Tabla 3.14.

Tabla 3.14 Programación de actividades necesarias para la ejecución y operación del PPI

Actividad	Año 1	Año 2	Año "n"

El calendario de actividades debe indicar, la programación de las principales acciones que se requieren para generar los componentes del proyecto; como liberación de terrenos, derechos de vía, realización de estudios y proyectos, bases de concurso y licitaciones.

Monto total de inversión

Establecer el calendario de inversión por año y la distribución del monto total, desglosando los impuestos correspondientes. Tabla 3.15.

Tabla 3.15 Calendario de inversión por año y la distribución del monto total

Monto total de inversión	
Componentes/Rubros	Monto de inversión
1	
2	
3	
Supervisión	
Gerencia externa	
Impuesto al Valor Agregado	
Total	

Para la etapa de operación, la distribución de las erogaciones a realizar en sus principales rubros. Tabla 3.16.

Tabla 3.16 Distribución de las erogaciones

Costos de operación	
Componentes/Rubros	Monto anual
1 Costos fijos de operación	
2 Costos variables de operación	
3	
Subtotal de Componentes/Rubros	
Impuesto al Valor Agregado	
Total	

Fuentes de financiamiento

Enlistar las fuentes de financiamiento del PPI, así como su porcentaje de participación, especificando si los recursos son federales, estatales, municipales, fideicomisos y en su caso privados, todos deben indicarse por año.

En el caso de recursos federales, especificar la partida presupuestaria, fondo o programa al que se pretende solicitar los recursos; estatales y municipales, especificar el nombre completo del estado o municipio; para fideicomisos especificar el nombre completo del mismo.

Capacidad instalada

Explicar la capacidad que se tendría y su evolución en el horizonte de evaluación con la ejecución del PPI, como pueden ser l/s de incremento de oferta de agua potable, l/s de agua residual tratada o el por ciento de eficiencia global incremental en un Organismo operador.

Tabla 3.17 Fuentes de financiamiento

	Recursos fiscales		Fondo		Inversionista privado/crédito		Estado	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Presa de almacenamiento								
Acueducto								
Centros de población								
Mejoramiento integral de la gestión								
Planta de tratamiento								
Gerencia externa de proyecto								
Supervisión técnica, financiera y ambiental								
Total del proyecto								

Tabla 3.18 Porcentaje de participación en las fuentes de abastecimiento

Aportación porcentual	Federal	Estatal	Municipal	Privada
Presa de almacenamiento				
Acueducto				
Centros de población				
Mejoramiento integral de la gestión				
Planta de tratamiento				
Gerencia externa de proyecto				
Supervisión técnica, financiera y ambiental				
Total del proyecto				

Metas anuales y totales de producción

Explicar las metas que se tendrán con el PPI de bienes y servicios cuantificadas en el horizonte de evaluación.

Vida útil

Detallar la vida útil del PPI, la cual debe contemplar el tiempo de operación expresado en años.

Descripción de los aspectos más relevantes

El análisis costo-beneficio de los programas o proyectos de inversión deberá incluir las principales conclusiones de la factibilidad técnica, legal, económica y ambiental, así como los estudios de mercado y otros específicos de acuerdo al sector y al programa o proyecto de inversión de que se trate. La Unidad de Inversiones podrá solicitar la presentación de los estudios que con-

Tabla 3.19 Vida útil del PPI

Vida útil del PPI
Vida útil en años

sidere necesarios para profundizar el análisis de la evaluación socioeconómica.

a) Estudios técnicos

Detallar los puntos, resultados y recomendaciones relevantes de los estudios técnicos realizados para el PPI, los cuales de acuerdo a su extensión pueden ser integrados en un Anexo.

En este punto se debe explicar cómo se llegó a la alternativa seleccionada y su dimensionamiento, así como los estudios que se realizaron para dar la certidumbre a la conceptualización del proyecto, como pueden ser topografía, geotecnia, geología, calidad del agua, diseño hidráulico e ingeniería básica, y sus principales conclusiones.

b) Estudios legales

Detallar los puntos, resultados y recomendaciones relevantes de los estudios legales realizados para el PPI, los cuales de acuerdo a su extensión pueden ser integrados en un Anexo.

En primera instancia se debe ver que el ejecutor tenga la capacidad legal para concursarlo y darle seguimiento al proceso de acuerdo con la Ley Federal correspondiente.

Se debe identificar la problemática generada por las afectaciones en las zonas en donde se va alojar la infraestructura y/o las zonas de operación, construcción, acceso, derechos de vía, incluso inundación, para su atención en términos legales ya sea que se refiera a compra-ventas, cesiones, comodatos, pago de bienes dis-

tinto a la tierra o expropiaciones, puesto que de no atenderse se podrían afectar significativamente los tiempos de ejecución de los proyectos.

Es recomendable que la construcción de un proyecto no se inicie si no se cuenta con la totalidad de los derechos de vía y terrenos afectados, aunque en las presas puede variar el esquema. Previo a la licitación es muy recomendable tener al menos los documentos de promesa de compra-venta de los mismos por parte del ejecutor.

Asimismo, debe incluirse lo referente al trámite de la asignación de los derechos de agua o el permiso de descarga para el proyecto.

c) Estudios ambientales

Detallar los puntos, resultados y recomendaciones relevantes de los estudios ambientales realizados para el PPI, los cuales de acuerdo a su extensión pueden ser integrados en un Anexo.

Determinar la factibilidad ambiental del proyecto propuesto con base en la inspección, verificación y evaluación de las condiciones actuales del sitio o los sitios, considerando su vulnerabilidad, verificando el riguroso cumplimiento de la legislación ambiental, identificando los impactos y medidas de mitigación.

Se debe vigilar que el proyecto este enmarcado en la normatividad ambiental vigente y que no afecte especies en pe-

ligro de extinción, lugares con vestigios históricos o reservas de la biósfera o áreas naturales protegidas.

Si es posible, se recomienda realizar la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad correspondiente para darle mayor certeza al proyecto.

d) Estudios de mercado

Detallar los puntos, resultados y recomendaciones relevantes de los estudios de mercado realizados para el PPI, los cuales de acuerdo a su extensión pueden ser integrados en un Anexo.

Este caso se daría si existe información adicional a la plasmada en el análisis oferta-demanda.

e) Estudios específicos

Detallar los puntos, resultados y recomendaciones relevantes de los estudios requeridos y realizados para el PPI, los cuales de acuerdo a su extensión pueden ser integrados en un Anexo.

Se desarrollará este inciso en caso de que sea necesario.

Análisis de la oferta

Resumir los aspectos relevantes y las principales conclusiones del análisis de la oferta a lo largo del horizonte de evaluación, considerando la implementación del proyecto. El análisis completo de la oferta debe integrarse en un Anexo en caso de ser necesario por su extensión.

En este capítulo hay que hacer la proyección de la oferta sin proyecto más la oferta del proyecto en el horizonte de evaluación, incluyendo gráfico, tabla y consideraciones tomadas. En caso que se estipule dejar de operar fuentes actuales o incluir fuentes de abastecimiento durante el periodo de evaluación se debe de poner énfasis en esta situación.

Análisis de la demanda

Resumir los aspectos relevantes y las principales conclusiones del análisis de la demanda a lo largo del horizonte de evaluación, considerando la implementación del proyecto. El análisis completo de la demanda debe integrarse en un Anexo en caso de ser necesario por su extensión.

Se debe plasmar la demanda optimizada en el horizonte de evaluación, incluyendo tabla, gráfico y consideraciones tomadas.

Interacción oferta-demanda

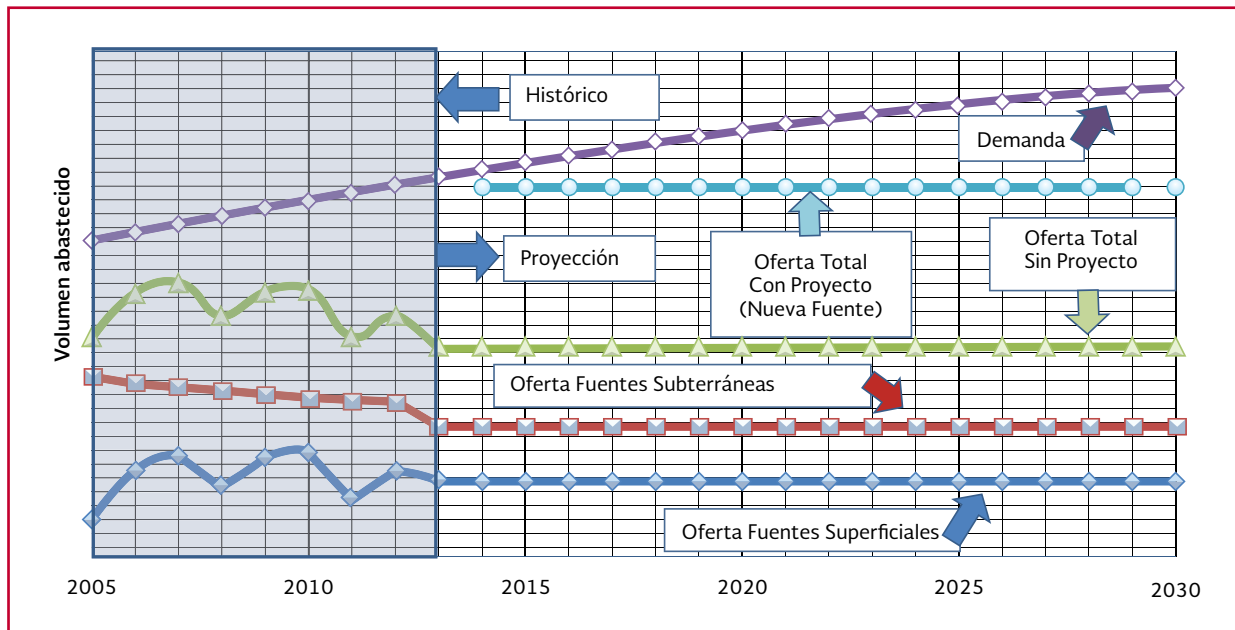
Describir de forma detallada la interacción de la oferta y la demanda a lo largo del horizonte de evaluación, considerando la implementación del PPI. La Ilustración 3.4 es un ejemplo de una incorporación de una nueva fuente, la cual no es suficiente para cubrir el total de la demanda al sumarse a las fuentes actuales.

3.1.2.5 Evaluación del PPI

Resumir los principales puntos de la evaluación del PPI. Asimismo y de ser necesario, desglosar el cálculo completo de los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad en un Anexo.

En esta sección se deberá considerar el impacto que tendría sobre el mercado la realización

Ilustración 3.4 Gráfico oferta-demanda con proyecto



del proyecto. Para dicho análisis deberá compararse la situación sin proyecto optimizada con la situación con proyecto, de tal manera que se identifiquen los impactos (beneficios y costos) atribuibles al proyecto exclusivamente, mismos que deberán reflejarse en el flujo de efectivo con objeto de mostrar que el proyecto es susceptible de generar, por sí mismo, beneficios netos para la sociedad bajo supuestos razonables. Este análisis deberá basarse en las estimaciones de la oferta y demanda desarrolladas e incluidas en el documento.

En la evaluación del proyecto se deberán tomar en cuenta los efectos directos e indirectos, incluyendo, en su caso, las externalidades positivas y negativas, derivadas de su realización sobre el mercado relevante, los mercados relacionados de bienes y servicios, y otros agentes económicos, a fin de determinar su impacto final sobre la sociedad.

Asimismo, se deberán presentar los indicadores de rentabilidad que resulten de la cuantifi-

cación de costos y beneficios. En particular, se deberá incluir una estimación del Valor Presente Neto Social (VPNS), la Tasa Interna de Retorno Social (TIRS) y, en el caso de proyectos cuyos beneficios estén vinculados al crecimiento de la población, la Tasa de Rendimiento Inmediato Social (TRIS).

Para la evaluación del proyecto, es importante tener siempre presente las denominadas

Reglas de oro de la evaluación

1. No atribuir a un proyecto beneficios que sean mayores del costo alternativo de obtenerlo por otra vía alternativa²⁸. Lo que quiere decir que el monto de un beneficio no puede ser mayor que el costo de solucionar esa problemática de una forma más económica; e.g. si el beneficio identificado, es el evitar que el ganado ingiera agua contaminada con aguas

28 BANOBRAS, Apuntes sobre Evaluación de Proyectos, CEPEP 1999

residuales tiene un valor de 100,000 unidades monetarias debido a sus efectos negativos en el peso de los animales, número de crías y producción de leche; y existe una forma de solucionarlo que es un sistema alternativo de abastecimiento de agua de pipa con canaletas a un costo de 50 000 unidades monetarias, entonces el monto del beneficio que se ingresa al flujo de evaluación es el de 50 000 unidades monetarias

2. No asignar a un proyecto costos mayores al menor costo alternativo de evitarlos²⁹. Lo que quiere decir es que un costo no puede ser mayor al costo de evitarlo por una vía alternativa. Si en el proyecto se identifica una pérdida de algún bien o servicio que va a ser considerada como beneficio en el proyecto, y se encuentra una forma de solventarlo con un menor costo, ese es el valor a considerar como costo en el flujo de evaluación. Un ejemplo sería la pérdida de una población por encontrarse en el área de inundación de una presa a construir, en donde para muchos este sería un costo muy alto, incluso tendiente al infinito, pero el menor costo sería la reubicación de la población, el cual sería el que se incluiría en el flujo de la evaluación
3. Separabilidad de proyectos. Es muy importante verificar la separabilidad de los proyectos para no realizar proyectos con rentabilidad negativa que sean ponderados con otros proyectos muy rentables, restando así la riqueza del país. Un proyecto es separable de otro cuando los cos-

tos y beneficios de dichos proyectos sean separables entre sí y que operativamente no dependan uno de otro. **La separabilidad también se debe de considerar con base en la operatividad de la infraestructura y las factibilidades técnica, ambiental y legal de los mismos**

4. Los costos y beneficios utilizados en el estudio deben ser factibles. Las consideraciones e insumos utilizados deben hacerse bajo supuestos razonables que obedezcan tanto a la situación actual como a lo que se prevé que vaya a suceder, ya que, metodológicamente pueden existir consideraciones que “optimicen” la situación actual de forma irreal, ya sea que castiguen los beneficios o que se proyecten escenarios que los sobrevaluen.

Identificación, cuantificación y valoración de costos del PPI

Desglosar los costos del PPI de forma anual y total, diferenciando aquellos que se realizarán durante la ejecución y durante la operación. Dichos costos pueden ser agrupados por su tipo: costos directos, indirectos y externalidades, incluyendo una breve descripción. Adicionalmente, explicar cómo se identificaron, cuantificaron y valoraron los costos, incluyendo los principales supuestos y fuentes empleadas para su cálculo.

Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del PPI

Detallar los beneficios y ahorros generados por el PPI de forma anual y total. Dichos beneficios podrán ser agrupados por su tipo: beneficios directos, indirectos y externalidades, incluyendo una breve descripción. Adicional-

29 Idem

mente, explicar cómo se identificaron, cuantificaron y valoraron los beneficios, incluyendo los principales supuestos y fuentes empleadas para su cálculo.

Cálculo de los indicadores de rentabilidad

Incorporar el cálculo de los indicadores de rentabilidad del PPI, resultantes del análisis del mismo. De ser necesario, la memoria de cálculo con la información cuantitativa del PPI debe ser integrada en un Anexo del presente documento.

Tabla 3.20 Cálculo de los indicadores de rentabilidad

Indicadores de Rentabilidad	
Indicador	Valor
Valor Presente Neto Social (VPNS)	Pesos
Tasa Interna de Retorno Social (TIRS)	%
Tasa de Rentabilidad Inmediata Social (TRIS)	%

Análisis de sensibilidad

En este apartado se debe analizar el comportamiento de la rentabilidad de proyecto ante el cambio de una variable mientras todo lo demás permanece constante. Seleccionando las variables más relevantes del proyecto (monto de inversión, monto de los beneficios, costos de operación y mantenimiento, etcétera) se modificará en diferentes porcentajes hasta que el VPN del proyecto sea 0. Dichos comportamientos deben ser descritos de manera concreta para llegar a una conclusión general y se incluirán las recomendaciones que se consideren pertinentes, asimismo, se deben presentar los resultados en tablas señalando los diferentes porcentajes de variación utilizados, **destacando el que arroje un VPN igual a 0.**

De ser necesario, el análisis de sensibilidad completo debe ser integrado en un Anexo del presente documento.

Tabla 3.21 Anexo del análisis de sensibilidad completo

Variable	Variación porcentual respecto al origen	Valor presente neto
Variable 1		
		0

Análisis de riesgos

Identificar los principales riesgos asociados al PPI en sus etapas de ejecución y operación, dichos riesgos deberán clasificarse con base en la factibilidad de su ocurrencia y se deberán analizar sus impactos, así como las acciones necesarias para su mitigación.

Tabla 3.22 Clasificación con base en la factibilidad de su ocurrencia

Descripción	Impacto	Factibilidad de ocurrencia	Acciones de mitigación

Para el caso de proyectos mayores a 500 millones de pesos, se debe de realizar un análisis de riesgos acorde a la normatividad vigente³⁰, el cual se debe de hacer en una tabla como la 3.23 (solo se muestran algunos de los tipos de riesgos estipulados en los lineamientos en este ejemplo hipotético):

30 De acuerdo a lo establecido en los LINEAMIENTOS para el seguimiento del ejercicio de los programas y proyectos de inversión, proyectos de infraestructura productiva de largo plazo y proyectos de asociaciones público privadas, de la Administración Pública Federal del 31 de diciembre del 2013.

Tabla 3.23 Análisis de riesgos de un proyecto

Factor de riesgo	Probabilidad	Nivel de Riesgo			Valor			Eventos que pueden detonar este riesgo	Medidas de Mitigación
		Impacto en costo	Impacto en alcance	Impacto en programa de ejecución	Impacto en costo	Impacto en alcance	Impacto en programa de ejecución		
I. Riesgos en la licitación									
a) Riesgos de adquisición de terrenos	Media		Alto			0.8		Que los propietarios no vendan los terrenos necesarios	Acelerar la negociación y la compra de los terrenos y estar en espera del decreto de expropiación
II. Riesgos de construcción / ejecución									
a) Riesgo de diseño	Baja	Alto	Alto		0.6	0.6		Alguna falla en los trabajos de campo o en el diseño de la cortina	La ingeniería esta revisada por las diferentes áreas de la CONAGUA y en la supervisión de la obra. En caso de que se presentara habría que activar las fianzas contra la empresa y/o supervisora
III. Riesgos en la Operación y Mantenimiento:									
a) Riesgo operativo: Aumento no previsto de los costos de operación y/o mantenimiento del proyecto	Bajo	Medio			0.3			Incremento súbito en la energía eléctrica	El riesgo lo adquirió el inversionista privado ganador del CPS.
IV. Riesgos ambientales									
a) Riesgo de infracción a las normas establecidas	Bajo		Medio			0.3		Que hubieran faltado de identificar especies de flora y fauna enlistadas como especies en peligro	
V. Riesgos de fuerza mayor:									

Tabla 2.24 Análisis de riesgo para inversiones mayores a 500 millones (continuación)

Factor de riesgo	Probabilidad	Nivel de Riesgo			Valor			Eventos que pueden detonar este riesgo	Medidas de Mitigación
		Impacto en costo	Impacto en alcance	Impacto en programa de ejecución	Impacto en costo	Impacto en alcance	Impacto en programa de ejecución		
a) Riesgos de catástrofes naturales	Bajo	Medio	Medio	Medio	0.3	0.3	0.3	Movimiento telúrico o lluvias extraordinarias	
VI. Riesgos legales y regulatorios:									
a) Riesgos contractuales;	Bajo		Medio			0.3		Que el licitante ganador muestre inconformidad al contrato firmado	
VII. Riesgos políticos /sociales:									
a) Riesgos de cambios en la legislación pertinente	Bajo	Bajo			0.1			Cambios que se quisieran realizar al contrato del CPS o activación de fianzas	
VIII. Riesgos de mercado									
a) Riesgo de demanda	Bajo	Alto	Alto		0.6	0.6		Debido al incremento de la tarifa disminuye la demanda por debajo de las proyecciones de consumo	Si el volumen consumido fuera menor, se podría disminuir la extracción de los pozos para ahorro de energía y disminuir la sobre explotación.

IX. Riesgos a los Ingresos

Tabla 2.24 Análisis de riesgo para inversiones mayores a 500 millones (continuación)

Factor de riesgo	Probabilidad	Nivel de Riesgo			Valor			Eventos que pueden detonar este riesgo	Medidas de Mitigación
		Impacto en costo	Impacto en alcance	Impacto en programa de ejecución	Impacto en costo	Impacto en alcance	Impacto en programa de ejecución		
a) Riesgos tarifarios	Bajo	Alto	Alto		0.6	0.6	0.6	Que el Cabildo no apruebe los incrementos de la tarifa para pagar la contraprestación del CPS	En caso de que no se tuviera la recaudación suficiente vía tarifa, el estado debería buscar subsidio estatal o crédito
X. Riesgos Financieros									
a) Riesgo de bancabilidad	Bajo	Bajo			0.1			Tener problemas crediticios y de liquidez el ganador de la licitación del CPS	

3.1.2.6 Conclusiones y Recomendaciones

Exponer de forma clara y precisa, las razones por las cuales debe llevarse a cabo o no el PPI, con base en los resultados obtenidos del análisis realizado.

En esta última sección se deberán exponer en forma concisa las principales conclusiones a las que se llega con el análisis realizado y, en su caso, señalar las acciones que se requieren para la ejecución oportuna del proyecto. En las conclusiones de la evaluación deben destacarse los beneficios incluidos y valorados y, de manera especial, los intangibles, ya que en algunos casos, éstos pueden ser determinantes o tener un gran impacto en la decisión final de la ejecución del proyecto.

También deben señalarse las limitaciones o condicionantes con las que se elaboró o concluyó el estudio, ya sean de información; tiempo; particularidades del proyecto u organismo operador; razones institucionales; geográficas; físicas; etc.,

así como las variables que presentaron mayor problema en su estimación.

Es importante señalar que se debe buscar, soportar o garantizar la realización de los supuestos considerados en el estudio, para que se cumpla con la rentabilidad esperada del proyecto. Por último, de acuerdo con los resultados y en congruencia con las conclusiones, es posible hacer recomendaciones antes de la licitación, durante la construcción del proyecto o aún posteriores a la puesta en marcha u operación del mismo.

3.2. ANEXOS

Para los casos en que sea necesario desarrollarlos

3.3. BIBLIOGRAFÍA

Incorporar la bibliografía de las fuentes de información utilizadas para la realización del análisis del PPI.

Tabla 3.24 Anexos

Número del Anexo	Concepto del Anexo	Descripción
Anexo A	Análisis de la Oferta y la Demanda	Contiene el análisis de la oferta y demanda en la situación actual, sin proyecto y con proyecto.
Anexo B	Estudios Técnicos	
Anexo C	Estudios Legales	
Anexo D	Estudios Ambientales	
Anexo E	Estudios de Mercado	
Anexo F	Estudios Específicos	
Anexo G	Memoria de cálculo con los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad del PPI	
Anexo H	Análisis de Sensibilidad	

3.3.2.1 Responsable del proyecto

Responsables de la Información			
Ramo:			
Entidad:			
Área Responsable:			
Datos del Administrador del programa y/o proyecto de inversión:			

Nombre	Cargo*	Firma	Fecha

Versión

Fecha

*El administrador del programa y/o proyecto de inversión, deberá tener como mínimo el nivel de Director de Área o su equivalente en la dependencia o entidad correspondiente, apegándose a lo establecido en el artículo 43 del Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.



4

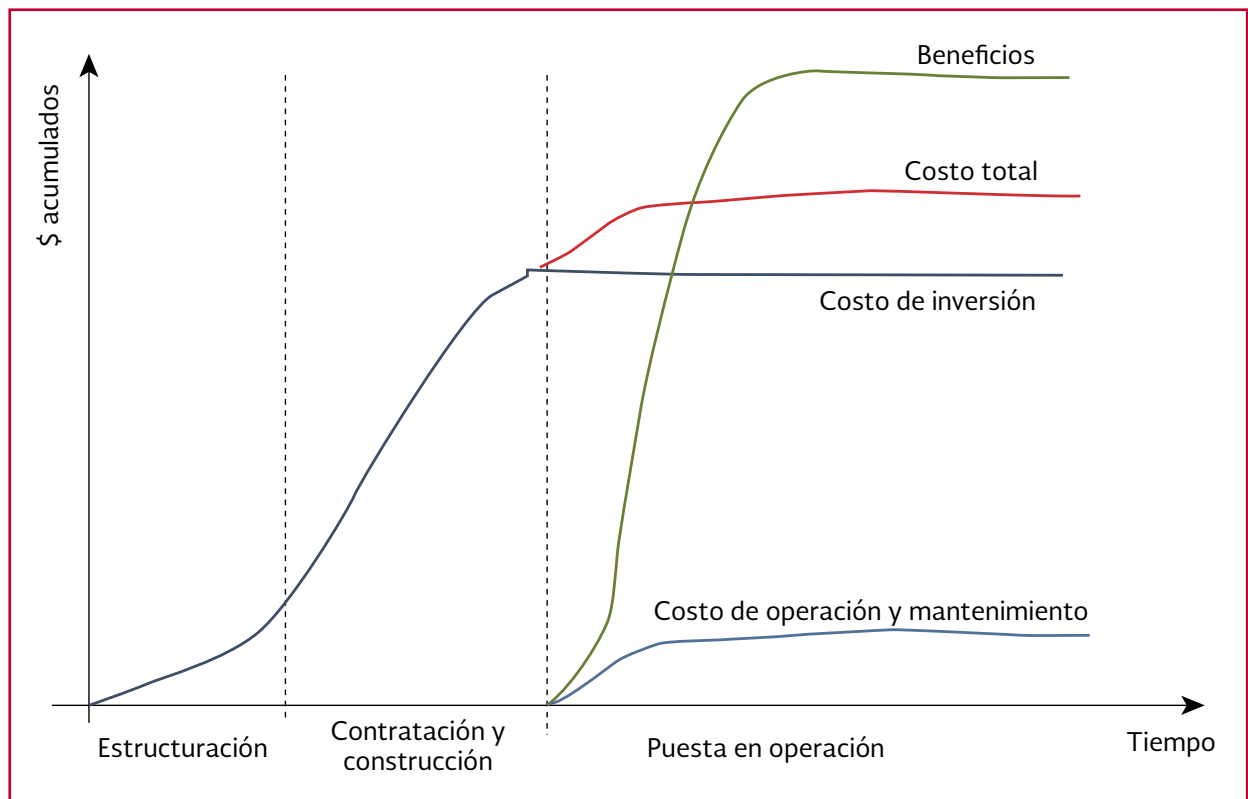
METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA

Con base en lo expuesto en los capítulos anteriores y en las evaluaciones socioeconómicas realizadas en el sector hídrico desde el año 2000, se ha analizado la aplicación de las metodologías para agua potable, alcantarillado, saneamiento, mejoramiento de eficiencia y protección a centros de población, con la intención de proporcionar mediante este manual una herramienta de apoyo para evaluar proyectos de inversión.

Como se había abarcado en los primeros capítulos, un principio fundamental de cualquier proyecto de infraestructura es que el beneficio socioeconómico sobrepase los costos de inversión, operación y mantenimiento a lo largo de su ciclo de vida para tener una rentabilidad positiva.

La Ilustración 4.1 muestra los costos y beneficios a lo largo del ciclo de vida de un proyecto.

Ilustración 4.1 Costos y beneficios a lo largo del ciclo de vida de un proyecto



Un proyecto exitoso deberá recuperar los costos totales que implica, ya sea por la vía de los ingresos económicos que genera o por los beneficios socioeconómicos que aporta a los usuarios.

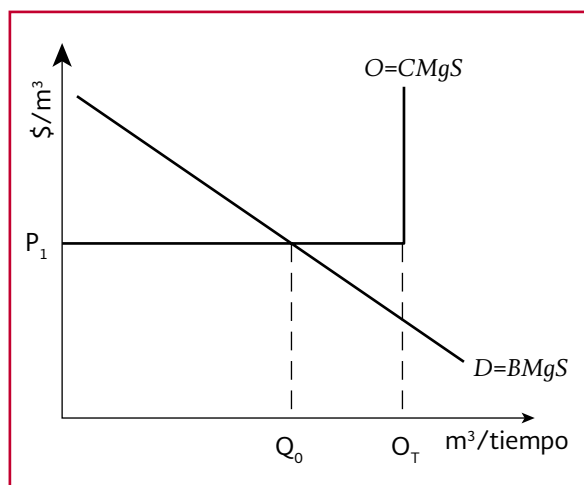
A continuación se presentan las metodologías para evaluar cada tipo de proyecto.

4.1. AGUA POTABLE

La teoría económica parte de la consideración de que el agua es un bien como cualquier otro, ya que se puede comprar y vender “libremente” en el mercado, lo cual cabe señalar que en la realidad no es estrictamente así.

En un mercado de agua potable existe una curva de demanda por consumo de agua que en cualquier punto refleja la cantidad máxima a consumir a un determinado precio, el cual representa el beneficio marginal por consumir una unidad adicional del bien. Asimismo, hay una curva de oferta por producir este bien, la cual representa en cualquier punto la cantidad máxima a ofrecer por parte de los productores a un determinado precio, y el costo marginal de proveer este bien.

Ilustración 4.2 Gráfica comparativa oferta-demanda de agua potable



En la gráfica anterior se presentan dos “curvas” (por lo regular se representan como rectas), por un lado, una de demanda de la que se interpreta que conforme el precio sea menor, se tendrá una disposición de consumir un mayor volumen; y por el otro, una curva de oferta, limitada hasta un punto de capacidad instalada máxima u oferta total (OT), que indica el precio que el usuario percibe a las diferentes cantidades ofrecidas (P_1); de ellas se deduce que la intersección entre ambas sería el volumen a consumir en el sistema³¹.

Sin embargo, una realidad nacional nos muestra que cuando se calcula la oferta-demanda, hay que tomar en cuenta otros factores adicionales, como:

que el agua no es un bien como cualquier otro en el mercado, ya que es indispensable para la vida humana. Aunque se parte como principio económico que el agua se comporta como cualquier otro bien sujeto a las condiciones del mercado de oferta y demanda, no se comporta realmente de esta forma, que en gran parte del país es insuficiente o que la oferta esta regularmente supeditada a la disponibilidad natural del recurso, como:

- que los bienes sustitutos son excesivamente caros,
- que el servicio está otorgado por un monopolio natural en donde los organismos operadores no tienen la autoridad sobre la fijación de las tarifas,
- que existen subsidios cruzados entre los usuarios,
- que el porcentaje de medición del consumo (micromedición) es sumamente

31 BANOBRAS, Apuntes sobre Evaluación de Proyectos, CEPEP 1999

- bajo en una gran cantidad de ciudades
- que en la mayor parte del país no está permitido cortar el servicio a la población por falta de pago,
- no existe el reflejo de la escasez o precio de referencia en el costo de oportunidad del agua.
- no hay claridad en los sistemas de tarificación que permitan a los usuarios regular su consumo con base en un sistema de costo marginal más simple.

Todas estas condiciones afectan en forma significativa el trato que se debe dar a un proyecto de agua potable, especialmente en las medidas de optimización que se pueden manejar, como son las tarificaciones a costo marginal de corto y largo plazo, lo cual se comenta a mayor profundidad en los Anexos A y B.

Es importante tener en cuenta que los beneficios dependen de cada proyecto y que pueden variar significativamente entre proyectos del mismo tipo, es posible que algunos beneficios sean determinantes en un proyecto y en otro ni siquiera existan.

De este modo la evaluación socioeconómica de un proyecto de agua potable consiste en la identificación, cuantificación y valoración de los costos y beneficios sociales asociados tanto a la construcción del proyecto como a la operación y mantenimiento de dicha infraestructura, comparando las situaciones con y sin proyecto.

4.1.1 BENEFICIOS

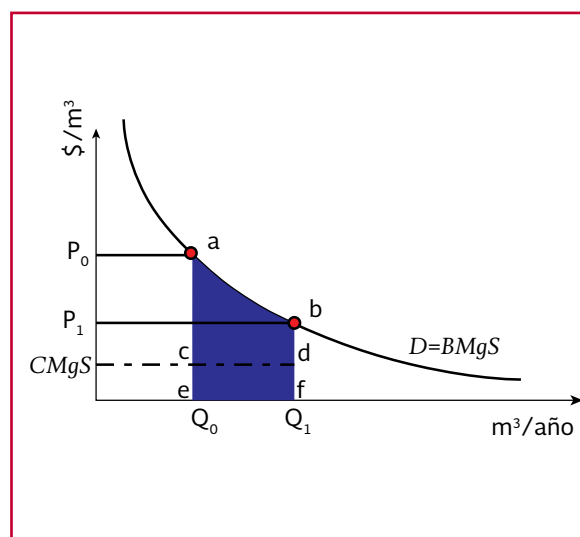
Los principales beneficios que se pueden presentar en este tipo de proyectos son los siguientes:

4.1.1.1 Mayor consumo de agua potable

Cuando el proyecto tiene como beneficio incrementar el suministro de agua potable y por ende los consumos de la población beneficiada, se utilizará la función de demanda obtenida conforme a lo indicado en el Anexo A, en él se expone detenidamente del cálculo de este beneficio.

El beneficio del proyecto representa la valoración que los usuarios hacen de la cantidad adicional de agua que estará disponible para su consumo, de acuerdo a la Ilustración 4.3, el beneficio, en forma gráfica, se representa como el área desde la cantidad actualmente ofertada Q_0 y que se incrementa con el proyecto hasta Q_1 .

Ilustración 4.3 Beneficio de mayor consumo de agua potable debido a un incremento del volumen



El beneficio consiste en que el consumidor percibe un precio implícito mayor (P_0) al que en realidad paga ($P_1 = \text{tarifa}$) como consecuencia de las medidas que tiene que realizar para completar su consumo (compra de pipas, acarreo, bombeos intradomiciliarios, etc.) y que disminuirán debido al consumo adicional de agua del proyecto (de Q_0 a Q_1).

En el Anexo A se sugiere como obtener y usar la función de la demanda.

Cabe señalar que el beneficio BRUTO de mayor consumo se calcula tomando en cuenta el área a beneficiar (entre los dos niveles de consumo) delimitada por abfe, mientras que el beneficio NETO está representado por el área abcd. Para realizar la evaluación, es factible y recomendable incluir el total de los beneficios brutos en el flujo de efectivo de la evaluación y de forma independiente los costos correspondientes a: inversión, operación y mantenimiento que en la gráfica se representan con el costo marginal social ($CMgS$), obviando así la necesidad de su cálculo, lo cual simplifica y facilita el cálculo de los indicadores de rentabilidad.

El valor de esa área multiplicado por el número de tomas a beneficiar en términos anuales, es la cuantificación monetaria de la comodidad que significa, para el usuario, contar con un servicio entubado y no tener que recurrir a los métodos alternativos de suministro.

Para obtener el valor de los consumos, en la situación sin proyecto (Q_0) puede procederse con encuestas en zonas sin servicio (ver Anexo G), o en el caso de zonas con servicio este valor se obtiene con datos medios anuales de micromedición, en caso de no contar directamente con esta información se puede trabajar con datos medios anuales en zonas similares de la localidad o área de estudio, de acuerdo con el nivel de profundidad del análisis.

Por otro lado el consumo de proyecto (Q_1), se puede obtener a partir de la información de zonas con micromedición que cuenten con características socioeconómicas, climatológicas y de servicios similares a la del área a beneficiar

o de zonas en la misma ciudad sin problemas de restricción.

Es también viable, de no contar con información suficiente, utilizar los valores de consumo del estudio "Estimación de factores y funciones de la demanda de agua potable en el sector doméstico en México (CONAGUA, 2011)³² para determinar la demanda, del cual hay un resumen en el Anexo A.

Una vez que se tienen los consumos con y sin proyecto (Q_1 y Q_0), se procede a obtener los precios implícitos (P_0 y P_1) en cada año del horizonte de evaluación, es decir, lo que el usuario del bien está dispuesto a pagar por cada volumen a consumir, respectivamente, y con ellos obtener el área bajo la curva.

En los casos de que los consumos sin proyecto presenten precios implícitos muy altos, se puede proceder a limitarlos acorde a lo señalado en el Anexo A.

4.1.1.2 Liberación de recursos en la población

El beneficio por la liberación de recursos implica la cantidad de recursos monetarios o molestias que los usuarios dejan de tener en la situación con proyecto debido a la ejecución del mismo.

Para la explicación de este tema, cabe aclarar que el supuesto de que la tarifa es igual al Costo

32 La Comisión Nacional del Agua (Conagua) a través del Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE), desarrolló en el 2011 un estudio de sobre consumos de agua potable en zonas urbanas denominado "Estimación de los factores y funciones de la demanda de agua potable en el sector doméstico en México" en localidades mayores de 20,000 habitantes

Marginal Social e igual al Costo Marginal Privado ($T_0=CMgS=CMgP$) claramente no sucede en la realidad, pero se presupone por simplicidad.

Para estimar³³ en qué medida el equipamiento instalado en una vivienda y los hábitos de consumo de agua de los miembros del hogar influyen en sus niveles de consumo, se calcularon indicadores sobre los volúmenes consumidos por tipo de actividad donde se utiliza agua y las condiciones bajo las que se realizan.

Se estimó (ver Ilustración 4.4) que en el 90.9 por ciento de las viviendas se tiene tubería instalada para la distribución interna del agua y que el 62.0 por ciento de las viviendas cuenta con un tinaco en la azotea, o en algún lugar alto, conectado a la tubería; sin embargo, independientemente de contar o no con estas facilidades, derivado del tandeo o la baja presión del agua que llega a la toma de agua, o incluso a que no se tienen toma de agua, se estimó que en el 13.6 por ciento de las viviendas se requiere cotidianamente del acarreo intradomiciliario de agua, para las cuales se estimó un valor social de 172 pesos por metro cúbico (mediana), por el tiempo de los miembros del hogar que participan en esta actividad. Asimismo, se estimó que un 31.7 por ciento de las viviendas tiene alguna bomba de agua instalada y un 2.6 por ciento algún equipo hidroneumático³⁴.

Los equipos hidroneumáticos, también conocidos como “hidros” funcionan a través de un

33 idem anterior

34 Los equipos hidroneumáticos, también conocidos como “hidros” funcionan a través de un sistema de bombas que impulsa el agua a través de la red hidráulica con la finalidad de mantener una presión constante y adecuada para el correcto funcionamiento del equipamiento de la vivienda (lavadoras, filtros, regaderas, llenado rápido de los depósitos de inodoros, entre otros)

sistema de bombas que impulsa el agua a través de la red hidráulica con la finalidad de mantener una presión constante y adecuada para el correcto funcionamiento del equipamiento de la vivienda (lavadoras, filtros, regaderas, llenado rápido de los depósitos de inodoros, entre otros). La liberación de recursos se da principalmente en los siguientes efectos:

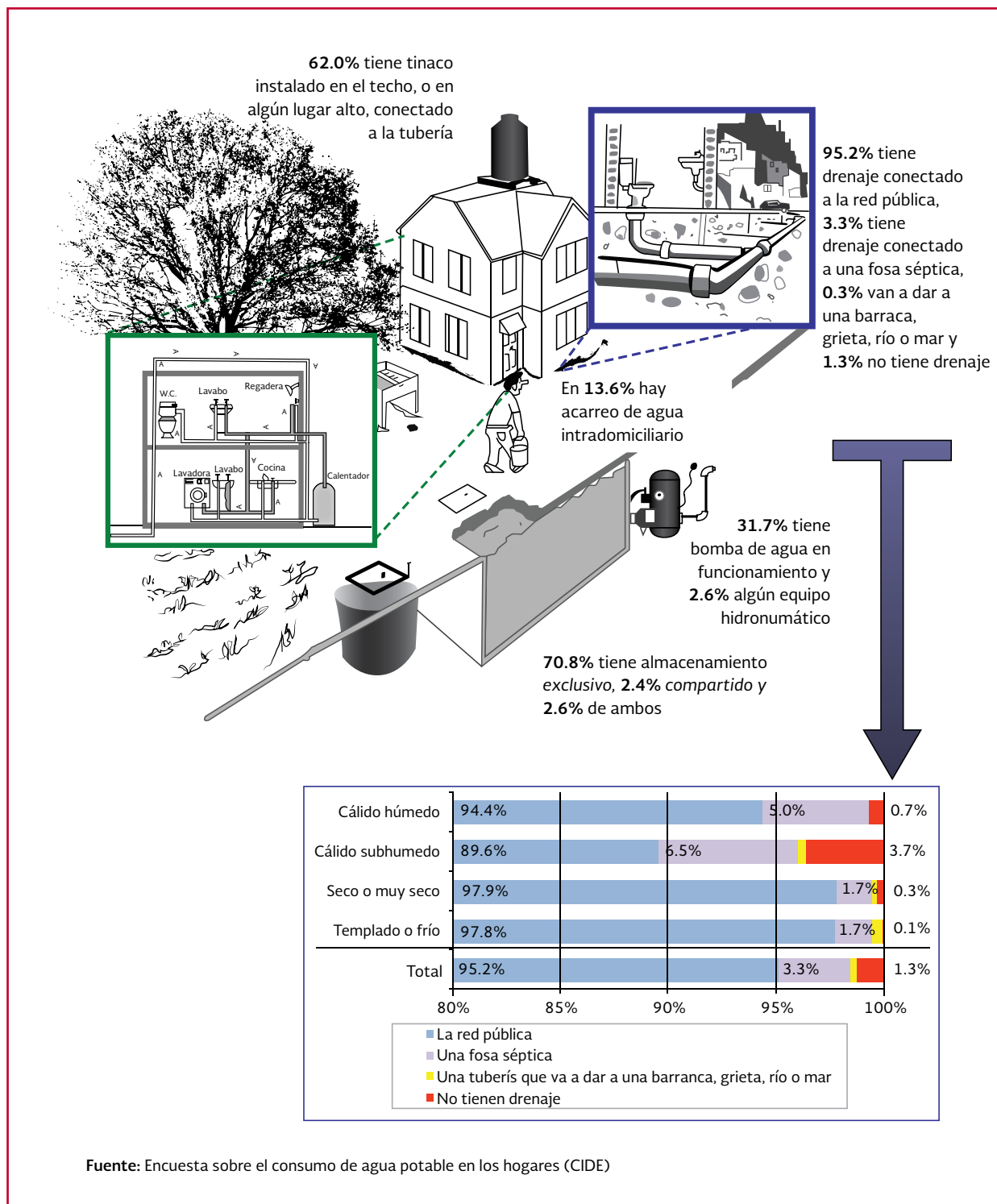
a) Disminución del consumo de agua en pipas

Este beneficio se presenta principalmente para zonas sin red de distribución de agua potable, con problemas de baja presión, tandeo o alguna otra forma de suministro insuficiente que provoca la necesidad de comprar volúmenes adicionales de agua.

En estos casos, es necesario obtener la información de campo mediante encuestas (ver Anexo G) para cuantificar los consumos y costos promedio que se dan en la localidad, los cuales se asumirán como costos sociales.

También es posible obtener datos con los organismos operadores y con los distribuidores de agua en pipa para determinar número de viajes, precios de venta y área de influencia, además con el Organismo el número de viviendas de las zonas de estudio, sin embargo, se debe comentar que las encuestas ofrecen una mayor certidumbre en los datos. En ocasiones el suministro de agua en pipas lo proporcionan tanto el organismo operador o el ayuntamiento, como particulares. Es una práctica común que en el servicio de pipas no particulares, se cobre un precio “simbólico” (subsidio) no representativo de su costo social, en tales casos, debe considerarse como costo social el costo de las pipas particulares, que de alguna manera refleja el precio de un mercado en competencia que incluye el costo de la escasez.

Ilustración 4.4 Equipamiento en la vivienda que influye en el consumo del agua en el hogar



Para valorar este beneficio, de los trabajos de campo 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.

Para valorar el beneficio anual de liberación de recursos por consumo de agua en pipas, se multiplica el consumo promedio de agua en pipas, por el costo social identificado y por el número de tomas a beneficiar.

Metodológicamente también es válido considerar el cálculo del área de liberación de recursos mediante la función de demanda, la cual se obtiene mediante el consumo sin proyecto y el precio implícito.

Cabe señalar que el número de tomas se va incrementando anualmente hasta la saturación estimada de la infraestructura del proyecto, tales consideraciones se deben analizar en forma conjunta con el organismo operador.

b) Acarreo de agua

En muchas zonas del país es necesario acarrear el agua desde una fuente cercana o hidrantes públicos, debido principalmente a la falta del servicio.

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.

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.

Para el caso del acarreo común, se deben determinar datos como: número de recipientes a transportar cada vez y su capacidad, número de personas que acarrean, 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, que de acuerdo a la normatividad de la SHCP utilizar el que publica el CEPEP para cada año³⁵, siendo en el 2011 de \$27.452/h, de \$34.406/h en el 2012, de \$35.90/h en el 2013 y de \$37.295/h en el 2014, los cuales son un valor estándar homologado para todo el país.

Para la valoración de este beneficio primero será necesaria la multiplicación del total del valor del tiempo de acarreo por el costo unitario del tiempo, todo dividido entre el volumen acarreado para así obtener el costo implícito del agua por unidad de volumen. Posteriormente, con este costo implícito menos la tarifa y el volumen consumido por acarreos se obtendrán los recursos liberados por familia, el cual al ser multiplicado por el número total de familias a beneficiar se obtendrá el beneficio anual.

En los casos donde la zona presente una mayor capacidad de pago y el acarreo ocurra en vehículos particulares, habrá que considerar la información precisada en el párrafo anterior y en el costo implícito del agua por unidad de volumen ($\$/m^3$), al menos incluir el valor del combustible utilizado por los vehículos en el tiempo destinado al acarreo. Cabe señalar que para poder con-

35 http://www.cepep.gob.mx/doc_precios_sociales.html

siderar el valor del combustible en el beneficio de ahorro de recursos, es necesario realizar su ajuste a precios sociales eliminando el impuesto del IVA y la tasa del impuesto especial sobre producción y servicios (IEPS), lo cual se puede hacer de la siguiente manera:

1.- Se elimina el IVA al diésel y a la gasolina, (en este ejemplo se considera gasolina Premium a mayo del 2013)

Precio del litro de Gasolina (l) (con IVA)	11.81
Precio del litro de Gasolina (l) (sin IVA)	10.18

2.- Se elimina la tasa del impuesto especial sobre producción y servicios aplicables a la enajenación de la gasolina de cada entidad, en este caso suponemos la ciudad de Cuernavaca de abril del 2013³⁶

IEPS (Cuernavaca) Gasolina	28.61 %
Precio del litro de Gasolina (l) (s/impuestos)	7.268

Cuando se tengan valores negativos en el IEPS deberá hacerse el ajuste como si se tratara de un subsidio ya que ello ocurre cuando al precio internacional de referencia es mayor al precio de comercialización interna en el país.

36 Estos valores se obtienen de la tabla "TASAS (%) para el cálculo del impuesto especial sobre producción y servicios aplicables a la enajenación de gasolinas y diesel en el mes XX de 200X, por agencia y producto" que se encuentra en la página de Internet del DOF

c) Liberación de recursos por evitar molestias intradomiciliarias³⁷

Es importante destacar que este beneficio no es común de encontrar en la bibliografía y fue desarrollado para el presente manual.

Estos efectos los podemos ver en los siguientes tipos de proyecto:

Caso A. Proyectos de sustitución de fuentes de abastecimiento

Los proyectos de sustitución de fuentes de abastecimiento, consisten en implementar sistemas formales de suministro de agua potable, a través de redes públicas, en localidades en donde no existe cobertura, de manera que la población debe acudir a fuentes alternativas de abasto, que pueden ser de diversa índole, dependiendo de las condiciones de cada localidad, por ejemplo:

- Abastecimientos a través de camiones cisterna (pipas de agua)
- Acarreos de hidrantes públicos
- Acarreos de ríos, arroyos u otro tipo de cuerpos de agua

En estos casos, para la situación sin proyecto la población potencialmente beneficiaria del proyecto, se abastece de alguno de los medios alternativos mencionados como ejemplo, ante lo cual

37 Para el desarrollo de este subcapítulo se contó con la participación del Arq. Amado Croda de la Rosa (amado.croda@ampres.com.mx), el Ing. Mario Palomares Flores (mario.palomares@ampres.com.mx) y el Lic. Jesús Govea Loredó (jesus.govea@ampres.com.mx)

enfrenta un costo por cada m^3 de agua que consume, y dicho costo, al interactuar con su disposición a pagar por el agua, determina el consumo actual promedio por unidad de tiempo.

En este sentido, el costo de cada m^3 en la situación sin proyecto, está representado por todos los recursos humanos y materiales que deben utilizarse para que la población consuma los volúmenes de agua que está dispuesto a pagar ante ese esquema de costos. Dependiendo de la fuente de abasto, los costos por m^3 tendrán diferentes valores monetarios, tal como puede apreciarse en los ejemplos de la Tabla 4.1.

Una vez estimados los costos unitarios del agua que se consumen en la situación sin proyecto, es posible calcular el costo total del consumo, multiplicando el costo por m^3 , por la cantidad de agua consumida en un periodo determinado.

Complementariamente, una vez ejecutado el proyecto de implementación de un sistema formal de abastecimiento, a través de una red pública, se tendrán costos de operación y mante-

nimiento variables en dicho sistema, los cuales, desde el punto de vista socioeconómico, sustituirán a los costos en los que incurre la población en la situación sin proyecto.

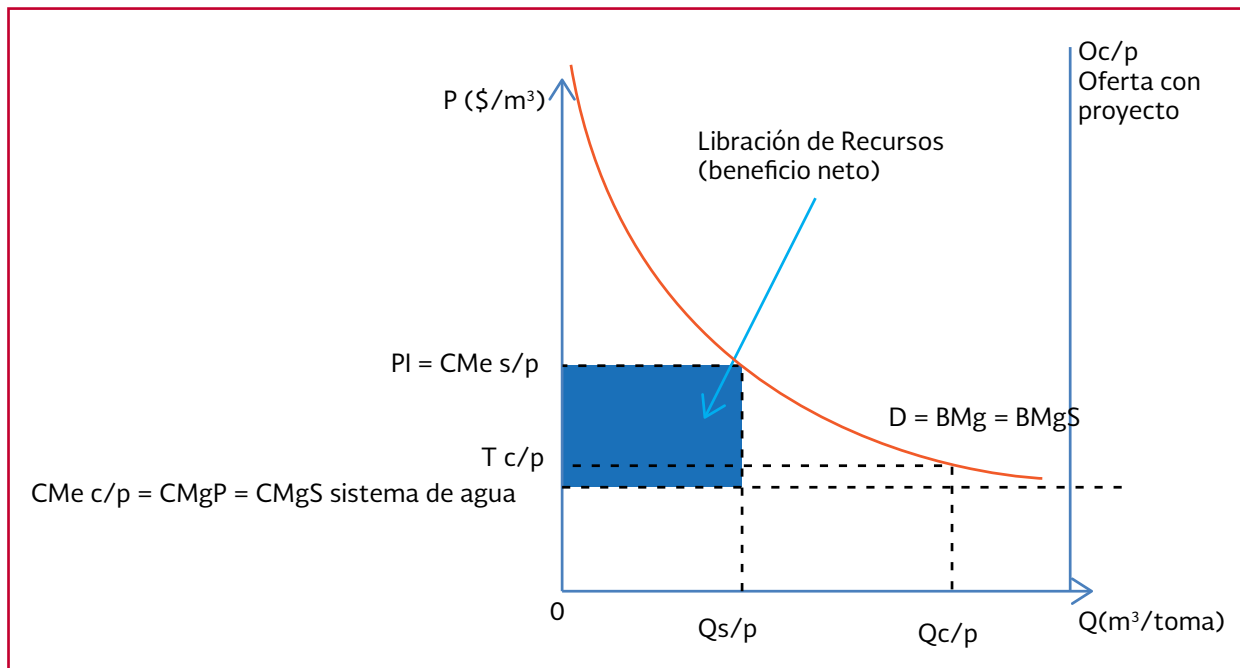
En este sentido, la liberación de recursos corresponde al costo total en que incurre la población por la cantidad de agua que consume en la situación sin proyecto, durante un periodo determinado, menos el costo que se generará para producir y poner a disposición de los usuarios esa misma cantidad de agua, pero ahora a través de una red pública. En la siguiente gráfica puede apreciarse de manera esquemática la estimación de este beneficio.

En la Ilustración 4.5 se observa que en la situación sin proyecto los usuarios consumen Q_s/p m^3 de agua en una determinada unidad de tiempo, dada su disposición a pagar con una tarifa observada y costos implícitos. Lo anterior quiere decir que cuando se enfrentan a un costo medio variable (CME s/p) equivalente a todos los costos en los que tienen que incurrir, para obtener cada m^3 de agua que consumen (acarreo, bombeo,

Tabla 4.1 Estimación de integración de los costos por m^3 consumido en sistemas de abastecimiento ante la falta de una red pública formal

Tipo de abastecimiento	Conceptos que integran el costo por m^3
Camiones cisterna (pipas de agua)	<p>Costo de los recursos del traslado del agua a través de los camiones cisterna (combustible, desgaste del vehículo, tiempo del conductor y en su caso sus ayudantes). Generalmente este costo se considera similar al precio de mercado del agua en pipas, asumiendo que no hay distorsiones en el mercado. Para estimar el costo unitario, se divide el costo promedio por viaje de un camión cisterna, entre su capacidad en m^3.</p> <p>Costo de los acarreo y bombeos de agua intradomiciliarios que deban realizar los usuarios, para poder consumir el agua que obtienen a través de pipas.</p> <p>El valor del costo de los acarreo puede estimarse con base en el tiempo que implica el acarreo, multiplicando el tiempo empleado en horas por el valor promedio del tiempo; el valor obtenido, se divide entre el volumen de agua que se logra trasladar en cada acarreo.</p> <p>El valor del costo de los bombeos puede estimarse con base en los consumos de energía eléctrica promedio, para el bombeo de un m^3 de agua desde cisternas hasta tinacos.</p>
Acarreo de hidrantes públicos	<p>Costo de los acarreo de agua que deban realizar los usuarios, para poder consumir el líquido que obtienen de los hidrantes públicos. El valor se puede calcular con el mismo procedimiento descrito para el acarreo de agua de pipas.</p>
Acarreo de ríos, arroyos u otro tipo de cuerpos de agua	<p>Costo de los acarreo de agua que deban realizar los usuarios, para poder consumir el líquido que obtienen de cuerpos de agua. El valor se puede calcular con el mismo procedimiento descrito para el acarreo de agua de pipas.</p>

Ilustración 4.5 Beneficios por liberación de recursos en proyectos de sustitución de fuentes de abastecimiento



compra de pipas, etc.); dicho costo represente el precio implícito (PI) que internalizan los usuarios por el agua en estas condiciones.

Con un proyecto que ofrezca Q_c/p m³ de agua por unidad de tiempo, a través de una red formal de agua potable, para los usuarios desaparecerían los costos actuales que enfrentan por el consumo de agua, y en su lugar tendrían que pagar una tarifa (T_c/p), que para los fines del ejemplo se asume que representa el costo marginal de largo plazo (CMg LP) del sistema que se construiría, por lo cual se ubicaría por arriba de los costos marginales o medios variables de producción de agua, tanto privados (CMgP = CMe c/p) como sociales.

(CMgS = CMe c/p). Ante la tarifa y su disposición a pagar —representada por la función de de-

manda, que refleja el beneficio marginal privado y social (BMg P = BMg S) de cada unidad que se consume—, los usuarios en la situación sin proyecto consumirían Q_s/p m³ de agua por unidad de tiempo.

Independientemente del mayor consumo, por las unidades que ya se consumían en la situación sin proyecto (Q_s/p), se generaría una liberación de recursos, ya que en lugar de incurrirse en los costos medios variables de abastecimiento actuales (CMe s/p), esa misma cantidad de agua se produciría con los costos medios variables del sistema formal que será instalado (CMe c/p). En este sentido, la liberación de recursos equivale a la cantidad de agua consumida sin proyecto (Q_s/p), multiplicada por la diferencia de costos medios variables sin y con proyecto (CMe s/p – CMe c/p).

Caso B. Proyectos de incremento de oferta de agua potable para localidades que cuentan actualmente con abastecimiento a través de una red pública formal

En este tipo de proyecto, de no realizarse las obras para el incremento de la oferta, al no existir suficiente disponibilidad de agua se tendría que restringir el consumo a los usuarios. Dadas las condiciones de restricción, los usuarios recibirán cada vez una menor cantidad de agua de la red pública, a medida que transcurra el tiempo y se incorporen nuevos usuarios al sistema, ya que la disponibilidad de agua permanecerá constante a lo largo del tiempo, mientras que la demanda agregada será mayor.

En estas condiciones, se asume que a los usuarios tendrán que aplicárseles restricciones en sus consumos, ya sea a través de tandeos, o bien vía tarifas. Ante estas restricciones, es previsible que los usuarios tengan que comenzar a incurrir en algún momento en costos intradomiciliarios, adicionales a los costos de producción del agua por parte del organismo operador, para poder tener disponibilidad de agua en el momento en que la requieren, a pesar de las restricciones impuestas en la oferta.

Los costos intradomiciliarios se generan por las medidas que deberán tomar los usuarios, a fin de poder consumir la cada vez más escasa agua que recibirán, si la oferta agregada permanece constante. En estas condiciones, deberán implementarse cada vez con mayor frecuencia bombeos en los domicilios, para poder abastecer los sistemas intradomiciliarios, o incluso acarreos, con los consecuentes costos.

Complementariamente, en la medida en que se incrementen las restricciones de la red pública,

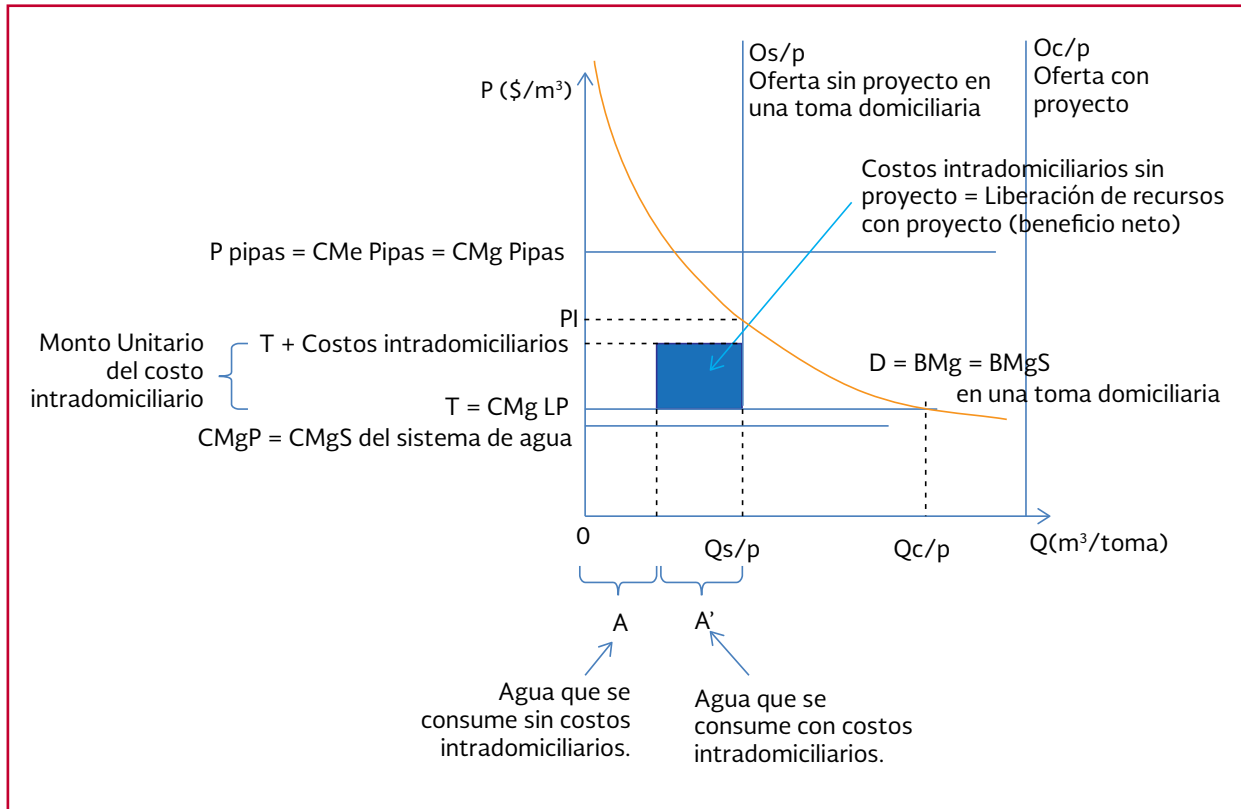
es previsible que cada vez tenga que bombearse con mayor frecuencia el agua disponible, o bien acarrearla con cubetas desde los depósitos que hayan sido implementados por los usuarios.

En la Ilustración 4.6 se presentan de manera esquemática los costos intradomiciliarios que se generan ante condiciones de restricción, cuando los usuarios no pueden consumir toda el agua que desean de la red ante las tarifas vigentes.

La gráfica de la Ilustración 4.6 representa una toma domiciliaria en la que se desearía consumir hasta Q_c/p dadas las tarifas vigentes (T) —se asume que la tarifa T representa el costo marginal de largo plazo del sistema ($CMg LP$)—, pero en realidad sólo pueden consumir hasta Q_s/p , por las restricciones vía tandeo que impone el organismo operador. En estas condiciones, es factible que parte del agua que se recibe de la red, se consuma sin tener que incurrir en costos adicionales intradomiciliarios; esta agua que no genera costos adicionales está representada por el segmento A . Sin embargo, existirán periodos en que los usuarios requerirán de agua que no pueden consumir, a no ser que se acarree a través de cubetas o se bombee, porque no se recibe en el momento en que se requiere, o sin la presión que se requiere; la cantidad de agua que genera estos costos corresponde al segmento A' , de manera que $A + A' = Q_s/p$.

Por cada unidad de agua que se consuma en los periodos de falta de presión en la red, los usuarios deberán internalizar los correspondientes costos por acarreos o bombeos, que corresponden a los costos intradomiciliarios necesarios para consumir el agua. Ante estas circunstancias, un proyecto que incremente la oferta disponible en la toma sujeta a análisis hasta O_c/p , permite que los usuarios de esa toma puedan

Ilustración 4.6 Beneficios por liberación de recursos



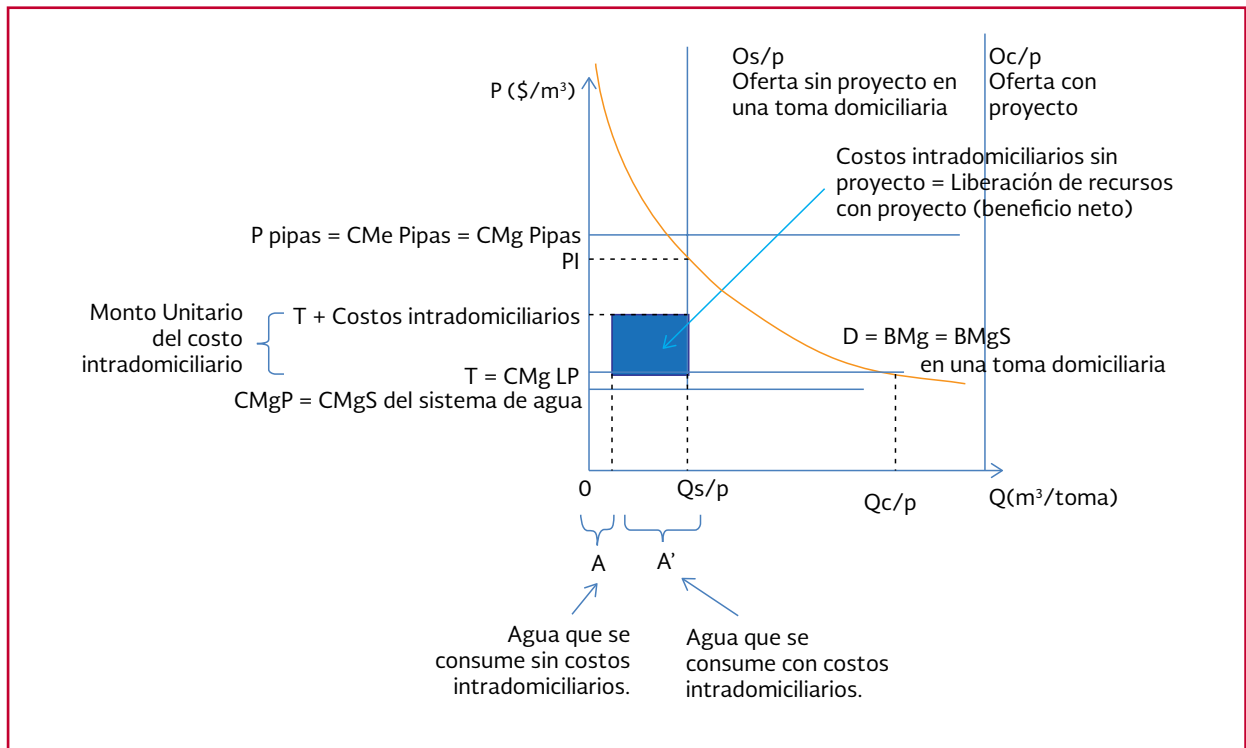
consumir hasta Qc/p , con lo cual como parte de los efectos que perciben, internalizan una liberación de recursos equivalente a la cantidad de agua que tenían que acarrear o bombear, multiplicada por los costos unitarios del acarreo o bombeo.

No obstante, de agravarse en el tiempo las condiciones de restricción de la oferta –lo cual es previsible si se mantiene la misma capacidad de la red en el tiempo, mientras que se incrementan los usuarios conectados–, la cantidad Qs/p

tenderá a disminuir, mientras que el segmento A' tenderá a representar una proporción mayor del agua total consumida, de manera que el costo promedio por cada unidad de agua consumida tenderá a incrementarse.

En la medida en que se agrave la restricción de la oferta en una toma domiciliaria, la proporción de A' tendrá a ser mayor, hasta poder llegar al límite en que toda el agua que se consuma tenga que ser bombeada o acarreada, de manera que A' sería igual a Qs/p .

Ilustración 4.7 Beneficios por liberación de recursos ante incrementos en las restricciones de oferta



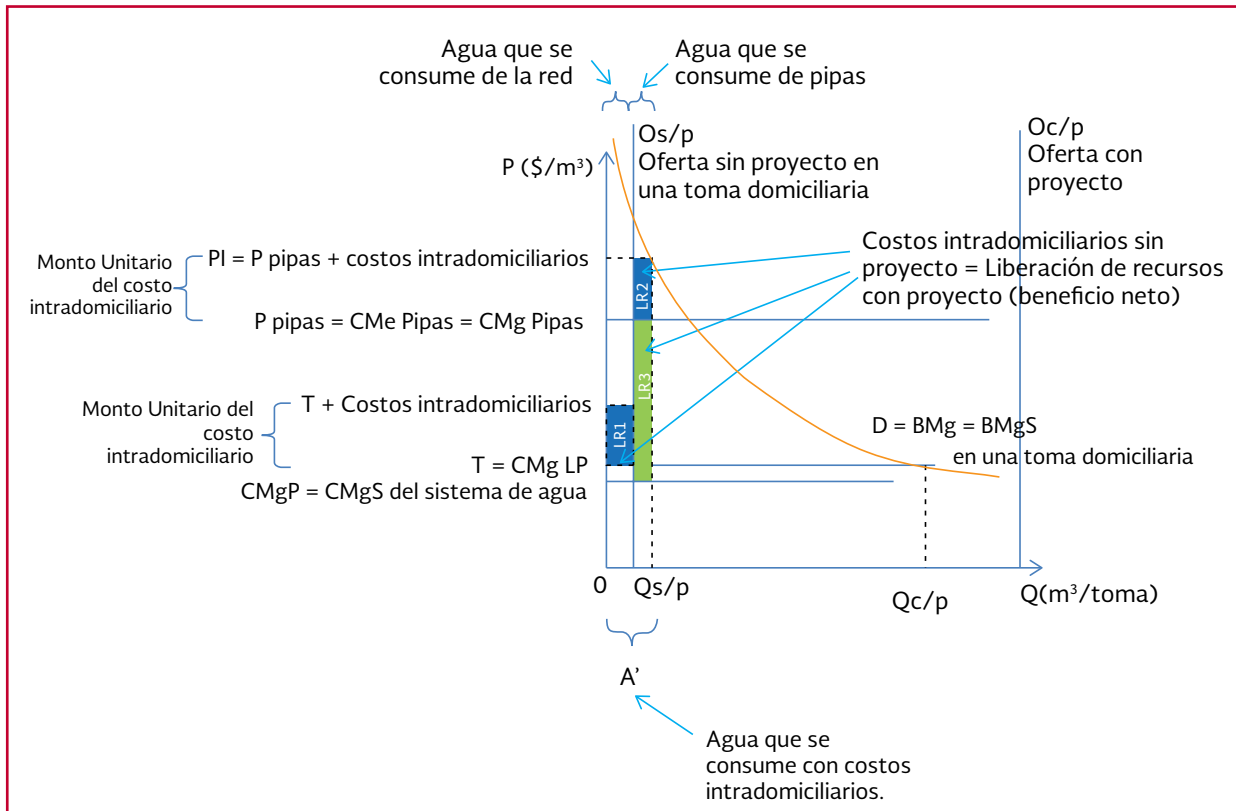
Por otra parte, si las restricciones de oferta siguieran incrementándose, los usuarios llegarían a optar por complementar sus consumos a través de agua en pipas, teniéndose en este caso que pagar el precio de las pipas (P pipas), que se asume que es igual al costo medio y costo marginal (CMe pipas y CMg pipas) de obtener el agua por este medio. De llegarse a esta situación, es previsible que los usuarios, por cada unidad de agua que consuman de pipas, tengan que incurrir además en costos intradomiciliarios de bombeos o acarreos, ya que justo se recurrirá al abastecimiento a través de tanques cisterna cuando no se cuente con agua de la red. En estos casos, la liberación de recursos de un proyecto que incrementa la oferta hasta Oc/p , equivale al costo intradomiciliario del agua que se recibe de la red y que se tiene que bombear o acarrear, así como al costo intradomiciliario del bombeo o acarreo para toda el agua que se consume a través de pipas, que son las áreas LR1 y LR2 de la Ilustración 4.7.

Complementariamente, con el incremento de oferta en este caso también se liberaría el costo del abasto en pipas, pero se tendría que incurrir en el costo por la producción del agua en el sistema, a fin de liberar el consumo del agua a través de pipas, con lo cual se tendría un beneficio neto adicional por liberación de recursos equivalente al área LR3.

Cuando se llega al caso esquematizado en la gráfica anterior, con complementos de consumo a través de pipas, se asume que prácticamente la totalidad del agua consumida, tanto de la red como de pipas, genera costos intradomiciliarios, porque es tan escasa que debe almacenarse permanentemente para consumirla en los momentos en que se requiere.

Para la valoración de los beneficios por liberación de recursos en el caso esquematizado en la Ilustración 4.8, se requiere determinar el costo intradomiciliario promedio por m³ de agua con-

Ilustración 4.8 Beneficios por liberación de recursos cuando los usuarios llegan a complementar sus consumos con pipas



sumida, por bombeos o acarreos –según sea el caso–, la cantidad consumida de agua –tanto total como en pipas–, el costo medio de producción de agua en la red ($CMg P = CMg S$) y el costo de abastecimiento de agua a través de pipas. Todos estos datos son factibles de determinar con la información que se disponga sobre la situación actual del sistema de agua, complementada en su caso con sondeos o encuestas a los usuarios en campo.

No obstante, para los casos esquematizados en la Ilustración 4.6 y la Ilustración 4.7, la cuantificación de los beneficios se complica, ya que habría que determinar la proporción de agua que se consume en las tomas de agua con costos intradomiciliarios, y la proporción que se consume sin estos costos, para cada periodo del horizonte de análisis, lo cual resulta complejo de determinar. Por estos motivos, para los casos en que no sea factible de

terminar la proporción de agua que se consume sin costos intradomiciliarios, y la proporción de agua que sí requiere de dichos costos para poder ser consumida por los usuarios, se plantea un método de valoración simplificado para los periodos en que los usuarios estén sujetos a restricciones, sin que lleguen aún al consumo complementario a través de pipas.

Esta simplificación consiste en considerar que sin consumo de agua los costos intradomiciliarios son de cero –lo cual es cierto–, y que para la unidad de agua más costosa que consume un usuario –la cual determina su nivel máximo de consumo–, su costo total equivale a la tarifa más el costo intradomiciliario –lo cual es cierto también–. A partir de estos dos puntos de costos observados, se asume que paulatinamente los costos de bombeos o acarreos se incrementan con una tendencia lineal, desde la tarifa –que

representa el punto de partida con cero costos intradomiciliarios—, hasta alcanzar el costo máximo $T + \text{costos intradomiciliarios}$, según se presenta en la Ilustración 4.9.

Con base en lo descrito, la simplificación consiste en considerar que el beneficio por liberación de recursos es equivalente al área del triángulo ABC, en lugar del rectángulo DEBC. Esta simplificación asume que para los periodos de menor consumo de agua de la red con costos intradomiciliarios asociados, los beneficios estarán sobredimensionados, pero para los periodos de mayor consumo de agua de la red con costos intradomiciliarios asociados, los beneficios estarán sub-dimensionados.

Para los periodos en los cuales se comienzan a registrar consumos complementarios a través de pipas, el método de valoración se deberá basar

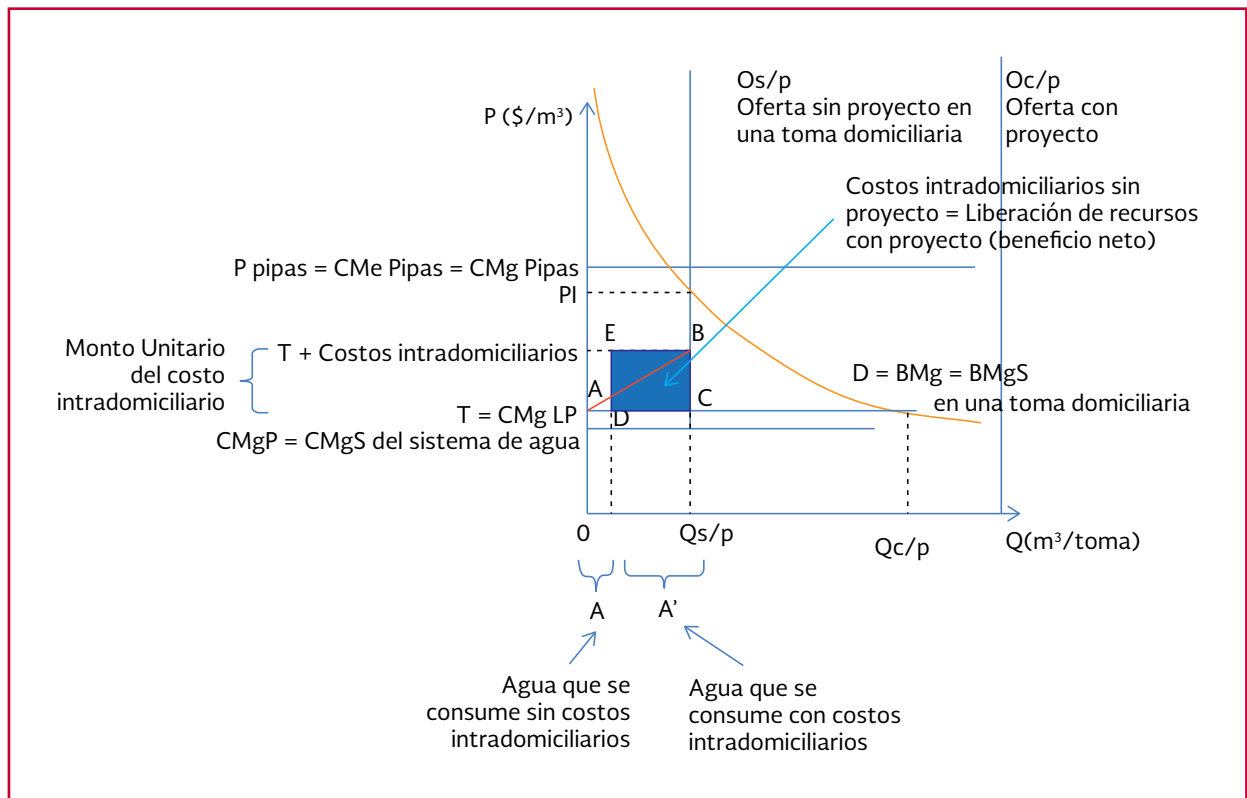
en las áreas correspondientes a la liberación de recursos de la Ilustración 4.9.

A partir de lo descrito, es posible estimar la liberación de recursos para proyectos de incremento de oferta en redes públicas ya existentes, dependiendo de la problemática que estén enfrentando los usuarios en la situación actual, y del comportamiento de dicha problemática a lo largo del horizonte de análisis.

d) Ahorro de recursos por la disminución del consumo de agua de garrafón

Se ha identificado en varios casos que con la implantación de un proyecto de agua potable (especialmente cambio de fuentes o instalación de redes), la población tiende a disminuir el consumo de agua de garrafón, debido a que el agua entubada suple algunos de sus usos, inclusive el de

Ilustración 4.9 Valoración del beneficio por liberación de recursos, en periodos en que las restricciones en consumo no generan consumos complementarios a través de pipas



agua para beber. Es importante recalcar que este beneficio se ha observado en zonas a beneficiar que actualmente no cuentan con servicio formal y en zonas con problemas de calidad en el agua. Es importante señalar que esta demanda no se cuantifica dentro de la curva de demanda de agua ya que son mercados diferentes.

Para cuantificar este beneficio se requiere preferentemente información obtenida en trabajos de campo (en el Anexo G se incluye un formato de encuesta que puede ser de utilidad), 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.

Como referencia indicativa, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) a través del Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE), desarrolló en el 2011 un estudio de sobre consumos de agua potable en zonas urbanas denominado “*Estimación de los factores y funciones de la demanda de agua potable en el sector doméstico en México*” en localidades mayores de 20 000 habitantes para determinar cuáles son los factores que influyen en la determinación del consumo de agua potable y sus variaciones de acuerdo al clima, del cual se obtuvieron datos del consumo de agua en garrafón en el país.

Los resultados de la encuesta levantada para este estudio muestran que la compra de agua embotellada para cocinar o para beber³⁸ es una práctica extendida entre los hogares urbanos del país. Así, en solo la tercera parte de las viviendas se utiliza agua de la toma para cocinar o para beber (33.9 por ciento del total de viviendas), en tanto

que en 90.4 por ciento se compra agua embotellada. Se estimó (a través de sus medianas) que el volumen mensual de agua embotellada consumido por hogar es de 257 litros, el pago mensual por este bien es de 206 pesos por hogar.

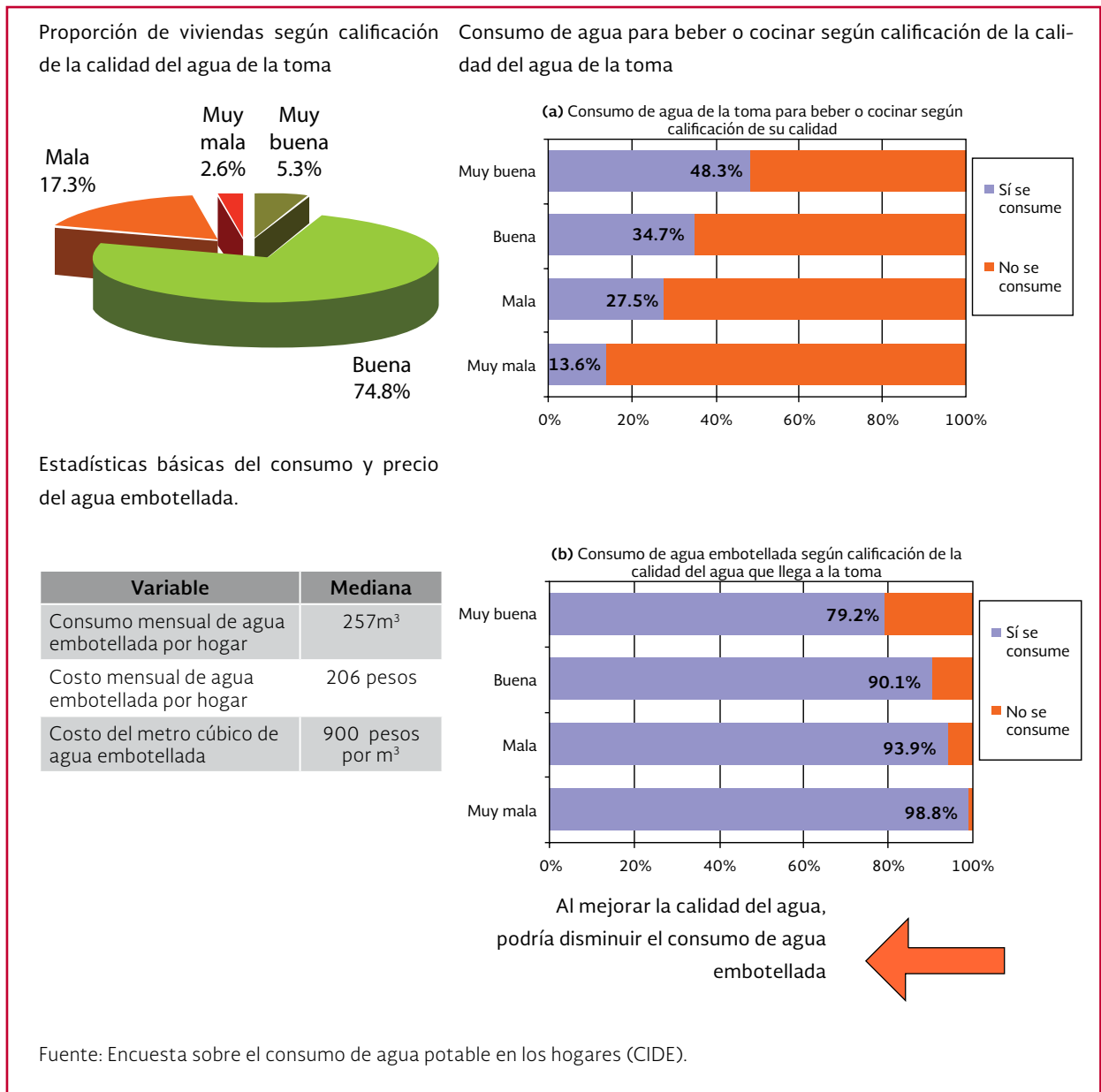
Directamente relacionado con la calidad del agua recibida a través de la toma, se encontró que dos terceras partes de las viviendas dan algún tipo de tratamiento al agua para beber o cocinar (equivalentes al 23.4 por ciento del total de viviendas).

El método más usado es hervir el agua y muy pocos hogares aplican gotas de desinfectante o cuenta con filtros de agua. Asimismo, se encontró una relación inversa entre la calidad del agua recibida, según la percepción del hogar entrevistado, y la proporción de viviendas que usan el agua de la toma para beber o para cocinar. Si bien alrededor de la tercera parte de las viviendas sí utilizan agua de la toma para estas actividades, esta proporción es menor si la calidad del agua es calificada como muy mala (13.6 por ciento), y más alta en el conjunto de hogares donde se considera que el agua de la toma es de muy buena calidad (48.3 por ciento).

En cambio, la relación se invierte cuando se refiere al consumo de agua embotellada respecto a la calificación de la calidad del agua de la toma. Así, casi la totalidad de los hogares (98.8 por ciento) que consideran como de muy mala calidad el agua la red pública que reciben, consumen agua embotellada, mientras que esta proporción es menor para quienes perciben recibir agua de mejor calidad: De aquellas donde se calificó al agua de la red pública como de buena calidad, el 79.2 por ciento consume agua embotellada.

38 Se refiere al agua de garrafón, botella o cualquier otro tipo de contenedor disponible comercialmente

Ilustración 4.10 Resultados de la encuesta de estudio sobre consumos de agua potable en zonas urbanas



Fuente: Encuesta sobre el consumo de agua potable en los hogares (CIDE).

De esta manera, si bien muchos de los hogares consumen agua embotellada aunque consideran que su calidad es *muy buena*, es posible afirmar que mejoras en la calidad del líquido tendrían el potencial de reducir el consumo de agua embotellada entre el resto de hogares que no consideran que el líquido que reciben tenga una buena calidad.

De acuerdo al estudio realizado en 2012, la mediana del monto mensual pagado por hogar para la compra de agua embotellada fue de 206 pesos. Si se toma este costo como referencia y se combina con una posible reducción en el consumo de agua embotellada en el hogar derivada de proyectos que mejoraran sustancialmente la calidad del agua, al tiempo que se considera la

composición de los hogares según su percepción sobre la calidad, se podrían estimar los posibles ahorros para los hogares que potencialmente reducirían la compra de agua embotellada.

Con lo anterior se calcula la disminución en el número de garrafones con el proyecto por toma al año, dato que se multiplica por el costo social promedio y por el número de tomas a beneficiar para obtener el beneficio social anual por liberación de recursos. Cabe señalar que el número de tomas se va incrementando anualmente hasta la saturación estimada de la infraestructura del proyecto. Solo en caso de que ocurra una sustitución efectiva del agua de garrafón por el agua entubada, podrá considerarse un beneficio social por este concepto, por lo que la información obtenida en campo permitirá definir la pertinencia del mismo.

e) Liberación de recursos por la construcción y operación de cisternas

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.

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

escasez son tales, se ha llegado a considerar la construcción de cisternas en las nuevas viviendas como una política de los desarrolladores de vivienda o como una exigencia de los mismos organismos operadores para liberar las factibilidades de desarrollo.

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.

La proyección de dichas tomas se puede realizar en forma consistente con el crecimiento de las tomas domésticas para la situación sin proyecto, así como dejar un crecimiento medido para la situación con proyecto, ya que sería difícil suponer que se eliminaría en su totalidad la afectación con el proyecto. La valoración del beneficio se obtiene de multiplicar el diferencial del número de cisternas de la situación con y sin proyecto por el costo estimado de construcción (obtenido de trabajo de campo mediante encuestas o costeo de proveedores), al cual se debe sumar el costo de energía para el bombeo.

Cabe señalar que en caso de que la reglamentación de construcción contemple o prohíba la instalación de tinacos y/o construcción de cisternas y no sufra alteraciones durante el horizonte de evaluación, no podrá considerarse este beneficio ya que de todas maneras se tendrían que ejecutar esas inversiones por parte de los constructores de vivienda o no existiría una liberación de recursos.

4.1.1.3 Disminuir las afectaciones por falla en la infraestructura de agua potable³⁹

Es importante destacar que este beneficio no se encuentra en la bibliografía tradicional y fue desarrollado para el presente manual.

Cuando se realiza la evaluación socioeconómica de un proyecto de inversión, metodológicamente es preciso determinar todos aquellos parámetros que son susceptibles de ser modificados por la ejecución del proyecto.

En el caso específicos de obras de agua potable, algunos de los parámetros que son susceptibles de ser modificados por la ejecución de una obra corresponden a los niveles de consumo de agua en la población objetivo, a los costos de abastecimiento o al precio que paga la población por el servicio, ya que en cualquiera de ellos pueden generarse cambios si se llevan a cabo obras de mejoramiento de los sistemas de abastecimiento en una determinada población.

No obstante, existen proyectos cuyo objetivo no está orientado a mejorar las condiciones de servicio con las que cuentan los usuarios en la actualidad, sino a preservarlas en el tiempo, evitando que se deterioren o se pongan en riesgo.

Tal es el caso, por ejemplo, de la construcción de líneas de refuerzo (o segundas líneas) en acueductos existentes, para los cuales en ocasiones resulta imposible detener su operación actual, ya que de hacerlo se generaría desabasto de agua potable en la población. Pero al mismo tiempo resulta necesario, y en ocasiones impostergable, la ejecución de obras que permitan garantizar la

39 Arq. Amado Croda de la Rosa, Consultor; amado.croda@ampres.com.mx

confiabilidad de la infraestructura, ya que de no hacerlo así se tienen riesgos cada vez mayores de un potencial colapso estructural, lo cual dejaría sin servicio a la población.

Como este ejemplo, pueden encontrarse otros casos similares sobre obras de infraestructura hidráulica, en las que resulta complejo para los organismos operadores aplicar acciones de conservación y mantenimiento para mejorar su confiabilidad, debido a que el servicio depende en forma directa de la infraestructura existente, así que cualquier tipo de intervención para realizar labores de mantenimiento implica la interrupción temporal de los servicios, en ocasiones por periodos prolongados.

Al analizar proyectos que pretenden mejorar la confiabilidad estructural⁴⁰ de obras de infraestructura hidráulica que se encuentran en servicio, es necesario definir la Situación Sin Proyecto modelando el comportamiento que tendría en el tiempo, durante todo el horizonte de análisis, la confiabilidad estructural de la infraestructura instalada, de la cual es posible inferir el riesgo de colapso estructural de las obras que se encuentran operando.

La confiabilidad estructural se define como la probabilidad de que una estructura no alcance un determinado estado límite de falla en un período determinado

Para esto, resulta fundamental tener en consideración lo siguiente⁴¹:

40 La confiabilidad estructural se define como la probabilidad de que una estructura no alcance un determinado estado límite de falla en un período determinado

41 Criterios asimilados de: Practical Reliability Engineering. Patrick D.T. O'Connor; Andre Kleyner. Editorial John Wiley & Sons, Ltd. 5ª Edición 2012

La probabilidad de falla en ingeniería⁴², puede definirse como el complemento de la confiabilidad que presenta un determinado componente u obra ingenieril.

La probabilidad de falla de una estructura se define como la probabilidad de que una acción o carga exceda la resistencia de una estructura o elemento estructural.

$$Pr = 1 - C \quad \text{Ecuación 4.1}$$

donde,

Pr = Probabilidad de falla estructural
C = Confiabilidad estructural

1. La confiabilidad en ingeniería disminuye a medida que transcurre la vida en operación de un determinado componente u obra ingenieril
2. La confiabilidad de un determinado componente u obra ingenieril, disminuye más rápidamente si no se le aplican acciones de mantenimiento a dicho componente u obra

La Ilustración 4.11 esquematiza estas consideraciones, en donde se observa que la confiabilidad estructural de una determinada obra de infraestructura disminuye con el tiempo, de manera que el riesgo de falla gradualmente se incrementa (Confiabilidad + Probabilidad de falla = 1). No obstante, si se aplican acciones de mantenimiento a la infraestructura, su confiabilidad se decrementa en menor medida y por ende disminuye el riesgo de falla, al considerarse a este

último parámetro como el complemento del primero (La vida útil es la duración estimada que un objeto puede tener, cumpliendo correctamente con la función para el cual ha sido creado).

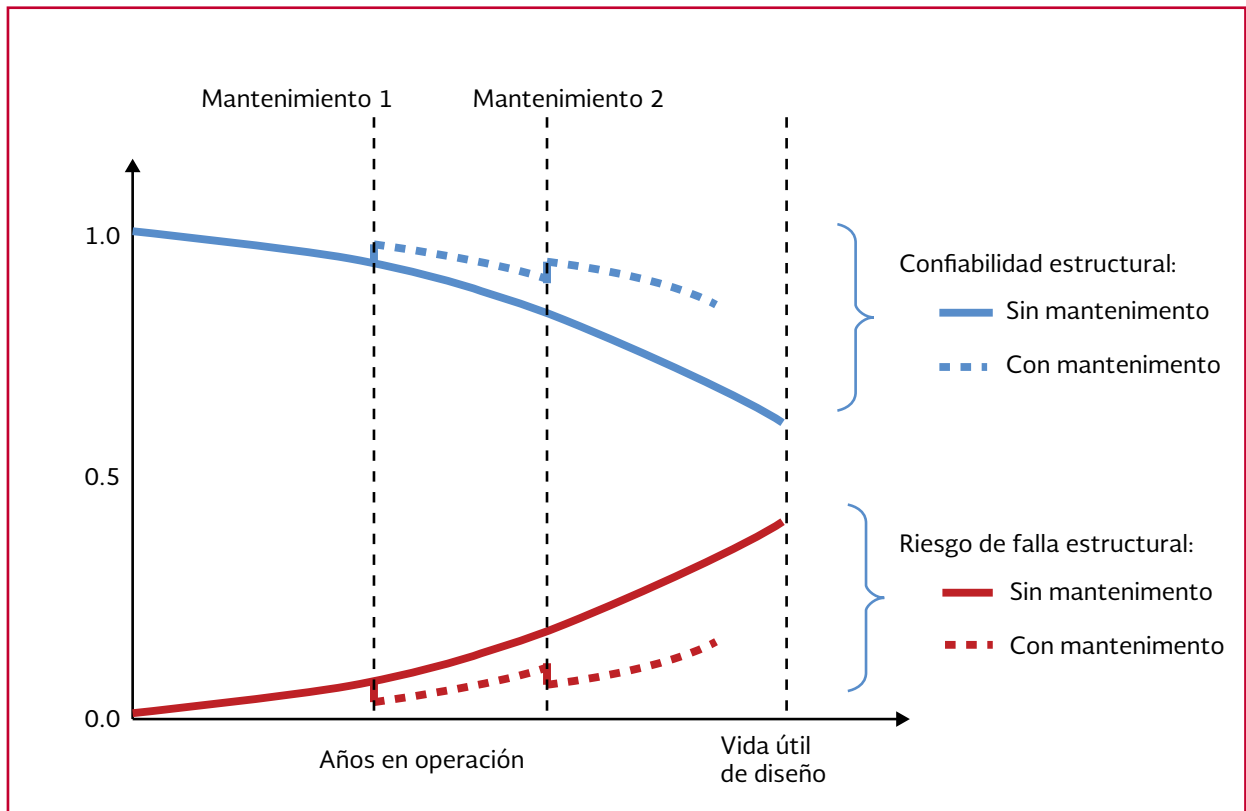
En la situación en que no existe mantenimiento, estas condiciones de operación resultan críticas ya que a medida que transcurre el tiempo, se incrementa gradualmente el riesgo de que la infraestructura existente falle o en casos extremos colapse, pero además de esto, es común que se registren también incrementos graduales en los niveles de saturación de la capacidad instalada de la infraestructura, cuando ésta representa la única alternativa disponible para otorgar un determinado servicio a la población, que bien puede ser de abastecimiento de agua o de alejamiento de aguas residuales, entre otros.

En este contexto, resulta evidente que cuando el ámbito de influencia de un nuevo proyecto de inversión incluye obras existentes, que se encuentran operando sin posibilidad de darles mantenimiento, es imprescindible determinar el comportamiento que podría esperarse para la infraestructura existente a lo largo del horizonte de evaluación, en caso de que permanezcan en el tiempo las condiciones actuales de falta de mantenimiento por insuficiencia de capacidad del sistema. Asimismo, es preciso estimar las potenciales repercusiones socioeconómicas en caso de falla o colapso.

Así, para poder realizar una correcta definición de la situación sin proyecto en un escenario de este tipo, es necesario determinar la probabilidad de falla de la infraestructura existente, ante la escasa posibilidad de aplicarle acciones de mantenimiento, lo cual generalmente constituirá uno de los principales motivos para realizar el nuevo proyecto sujeto

42 La probabilidad de falla de una estructura se define como la probabilidad de que una acción o carga exceda la resistencia de una estructura o elemento estructural

Ilustración 4.11 Análisis de confiabilidad y riesgo de falla de una estructura, en función de su vida útil y de su mantenimiento



a análisis. Cuando la infraestructura existente ya haya tenido fallas o colapsos durante los años que lleve en operación, podría ser factible realizar un análisis estadístico de estos eventos, con la finalidad de proyectar un comportamiento estimado para los siguientes años sobre su confiabilidad estructural y su posible riesgo de falla, a medida que transcurran más años sin mantenimiento o con un mantenimiento mínimo. Sin embargo, este análisis se complica si es que la infraestructura existente no ha presentado fallas o colapsos durante su vida operativa, hasta el momento actual, pero se asume que de continuar operando sin un adecuado mantenimiento, podría llegar a presentar una falla estructural o colapso en un futuro próximo.

Para lo anterior, se desarrolló un procedimiento específico que pretende aportar criterios básicos a fin de poder determinar la probabilidad de falla de infraestructura hidráulica que se encuentre operando en la actualidad, ante condiciones de falta de mantenimiento, cuando dicha infraestructura no haya presentado fallas durante su vida operativa, pero el deterioro gradual al que está sujeta implique una inminente falla en los próximos años.

Con estos criterios metodológicos, se pretende poder asignar una probabilidad de falla estructural a la infraestructura hidráulica para los años que comprenda el horizonte de evaluación, con base en los niveles de mantenimiento que se le hayan aplicado durante su vida operativa.

Metodología para determinar la probabilidad de falla estructural en obras de agua potable

El análisis se enfoca en la probabilidad de que falle el sistema actual ante la falta de mantenimiento adecuado, a fin de determinar el valor probabilístico de los costos sociales que esto conllevaría.

Es importante destacar que el procedimiento aquí descrito asume que la infraestructura existente que se está analizando, no ha presentado fallas o colapsos durante su vida operativa, que permitan interpolar un posible comportamiento futuro de la probabilidad de falla a partir de un análisis estadístico, correlacionando las fallas registradas con el nivel de mantenimiento o conservación de la infraestructura.

a) *Probabilidad de falla de la infraestructura*

En este caso, para determinar la probabilidad de falla de la infraestructura hidráulica que se encuentre operando dentro del ámbito de influencia del proyecto sujeto a evaluación, es fundamental realizar un análisis del mantenimiento que se le haya otorgado desde su puesta en operación.

Como simplificación, se propone al menos el análisis de los siguientes escenarios:

1. Periodos de tiempo en los cuales la infraestructura haya estado sujeta a acciones de mantenimiento adecuadas
2. Periodos de tiempo en los cuales la infraestructura haya estado sujeta a acciones de mantenimiento mínimas
3. Periodos de mantenimiento en los cuales la infraestructura haya per-

manecido sin acciones de mantenimiento

Para cada uno de estos escenarios se requiere realizar una modelación del comportamiento de la confiabilidad estructural de la infraestructura en el tiempo, para lo cual será fundamental tomar en consideración la opinión de ingenieros y personal operativo que haya tenido contacto con la infraestructura existente que se esté analizando.

Para facilitar la explicación, se realizará un ejercicio hipotético a manera de ejemplo.

En este ejemplo se considera una obra de infraestructura hidráulica que se encuentra en operación, cuya vida útil de diseño es de 50 años. Asimismo, se considerará que de acuerdo a la opinión de los ingenieros y personal operativo que ha estado en contacto con esta obra durante su vida operativa, se estima que su confiabilidad estructural se comporte de acuerdo a los valores que se presentan en la Tabla 4.2.

Por su parte, como se ha comentado anteriormente, la probabilidad de falla estructural es el complemento de la confiabilidad estructural de una obra de infraestructura, de manera que a partir de los valores que se presentan en el cuadro anterior es posible inferir la probabilidad de falla estimada para los tres escenarios de mantenimiento considerados. Así, siguiendo con el ejemplo, los valores para la probabilidad de falla se presentan en la Tabla 4.3.

Tabla 4.2 Comportamiento estimado de la confiabilidad estructural

Años transcurridos en operación	Comportamiento estimado de la confiabilidad estructural		
	Periodos con mantenimiento adecuado	Periodos con mantenimiento mínimo	Periodos sin mantenimiento
1	100.00%	100.00%	100.00%
10	99.50%	97.50%	96.00%
20	99.00%	91.50%	86.00%
30	97.00%	81.50%	70.00%
40	95.00%	66.50%	46.00%
50	92.00% ¹	50.00%	20.00%

¹ Esta se podría considerar la confiabilidad estructural que deberá de tener la infraestructura al final de su vida útil y siga operando sin falla

Tabla 4.3 Valores para la probabilidad de falla

Años transcurridos en operación	Comportamiento estimado de la probabilidad de falla		
	Periodos con mantenimiento adecuado	Periodos con mantenimiento mínimo	Periodos sin mantenimiento
1	0.00%	0.00%	0.00%
10	0.50%	2.50%	4.00%
20	1.00%	8.50%	14.00%
30	3.00%	18.50%	30.00%
40	5.00%	33.50%	54.00%
50	8.00%	50.00%	80.00%

A partir de los datos obtenidos con base en la experiencia del personal que ha estado en contacto con la obra, se procederá a realizar una regresión, con la finalidad de identificar una función que se ajuste a los valores inferidos sobre la probabilidad de falla estructural de la obra analizada.

En el caso que estamos planteando como ejemplo, se tiene que una ecuación polinómica de segundo grado o cuadrática se ajusta adecuadamente a los valores propuestos sobre la confiabilidad estructu-

ral, con una R^2 cercana a 1. No obstante, dependiendo de los valores que sean obtenidos para la confiabilidad estructural, así como para la probabilidad de falla, a partir de la opinión de los expertos involucrados con la operación de la estructura sujeta a análisis, pueden encontrarse otras formas funcionales que mejor se adapten a los valores considerados.

Para el caso hipotético tomado como ejemplo, tenemos que la forma funcional de una ecuación polinómica es la siguiente:

$$y = Ax^2 + Bx + C \quad \text{Ecuación 4.2}$$

donde:

- y = Probabilidad de falla estructural en el año x
- x = Número de años transcurridos en operación
- A = Constante
- B = Constante
- C = Constante

A continuación se presentan los valores obtenidos de las regresiones, para las constantes A, B y C de la función polinómica de segundo grado, en cada uno de los escenarios de mantenimiento considerados en el ejemplo⁴³.

43 Los valores de las constantes A, B, C se han obtenido para este ejemplo a través de una regresión, aplicando la función de ESTIMACION.LINEAL en el programa Excel de Microsoft®, resolviendo la regresión para una función del tipo $y = Ax^2 + Bx + C$.

Tabla 4.4 Valores obtenidos de las regresiones

Periodos con mantenimiento adecuado		
A	B	C
0.00003314	-0.00007239	0.00060052

Periodos con mantenimiento mínimo		
A	B	C
0.00018844	0.00067665	-0.00145938

Periodos sin mantenimiento		
A	B	C
0.00029460	0.00146770	-0.00370309

A partir de las ecuaciones de probabilidad de falla obtenidas para cada escenario de mantenimiento, es factible modelar el comportamiento de dicha probabilidad durante los periodos en que la obra sujeta a análisis se ha mantenido operando, así como para periodos futuros. Para esto, se requiere solamente conocer los años en los que la obra ha estado sujeta a cada uno de los niveles de mantenimiento considerados.

Para el caso que se está planteando como ejemplo, se asumirá que la obra sujeta a análisis se ha mantenido en operación durante 25 años, de los cuales los primeros 10 años se le pudo aplicar un mantenimiento adecuado; los siguientes 5 años se le aplicó un mantenimiento mínimo, mientras que en los últimos 10 años no ha sido posible aplicarle acciones de mantenimiento.

Aplicando las ecuaciones de probabilidad de falla para cada escenario de mantenimiento, se tiene que dicha probabilidad ha tenido el comportamiento que se presenta en la Tabla 4.5, hasta la fecha actual.

De la Tabla 4.5 se concluye que a la fecha la probabilidad de falla de la estructura sujeta a análisis sería del 8.78 por ciento

Tabla 4.5 Escenarios de falla de mantenimiento

Año	Probabilidad de falla			Comportamiento de la probabilidad de falla
	Periodos con Mantenimiento	Periodos con Mantenimiento Mínimo	Periodos sin Mantenimiento	
1*	0.06%			0.06%
2	0.06%			0.06%
3	0.07%			0.07%
4	0.08%			0.08%
5	0.11%			0.11%
6	0.14%			0.14%
7	0.17%			0.17%
8	0.21%			0.21%
9	0.26%			0.26%
10	0.32%			0.32%
11		0.54%		0.54%
12		0.79%		0.79%
13		1.09%		1.09%
14		1.42%		1.42%
15		1.79%		1.79%
16			1.73%	1.73%
17			2.28%	2.28%
18			2.88%	2.88%
19			3.55%	3.55%
20			4.27%	4.27%
21			5.06%	5.06%
22			5.90%	5.90%
23			6.80%	6.80%
24			7.76%	7.76%
25**			8.78%	8.78%

* Inicio de operaciones

** Momento actual

Complementariamente, si sabemos las condiciones de mantenimiento a que estará sujeta la obra en los próximos años, podremos determinar también la probabilidad de falla esperada en los años que comprenda el horizonte de evaluación. Para el ejemplo que hasta ahora hemos aplicado, se asumirá que de mantenerse las condiciones actuales en los próximos años, sería imposible dar mantenimiento a la obra de infraestructura hidráulica sujeta a análisis, de manera que la probabilidad de falla estaría determinada por la siguiente función en el horizonte de evaluación:

$$y = 0.00029460x^2 + 0.00146770x - 0.00370309$$

donde

y = Probabilidad de falla estructural en el año x

x = Número de años transcurridos en operación

Asimismo, se asume que el horizonte de evaluación comprende los próximos 10 años (año 26 al año 35 de operación de la obra de infraestructura existente), de manera que la proyección de la probabilidad de falla estimada para esta obra hipotética se presenta en la Tabla 4.6.

Tabla 4.6 Horizonte de evaluación de los próximos 10 años

Año	Probabilidad de falla			Comportamiento de la probabilidad de falla
	Periodos con Mantenimiento	Periodos con Mantenimiento Mínimo	Periodos sin Mantenimiento	
26			9.86%	9.86%
27			11.00%	11.00%
28			12.19%	12.19%
29			13.45%	13.45%
30			14.76%	14.76%
31			16.14%	16.14%
32			17.57%	17.57%
33			19.06%	19.06%
34			20.61%	20.61%
35			22.22%	22.22%

Así, tenemos que de mantenerse las condiciones que prevalecen en la situación sin proyecto, la probabilidad de falla de la infraestructura analizada sería del 9.86% en el primer año del horizonte de análisis del proyecto a evaluar –año que equivale al año de operación número 26 de la infraestructura existente–. Por su parte, al año 10 del horizonte de análisis –después de 35 años de operación de la infraestructura existente–, la probabilidad de falla sería del 22.22 por ciento.

Una vez determinada la probabilidad de falla de la infraestructura, deberán estimarse los efectos socioeconómicos esperados para la situación sin proyecto aplicando el siguiente procedimiento:

b) Estimación monetaria de los efectos que se generen al interrumpirse el abastecimiento de agua potable, ante una falla del sistema existente

Asumiendo que la infraestructura hidráulica existente se tratase de una obra

de abastecimiento de agua potable, los principales efectos socioeconómicos que se tendrían en caso de falla serían los siguientes:

- Menor consumo de agua potable en la zona de influencia de la infraestructura de abastecimiento existente
- Mayores costos de abastecimiento de agua por medios alternativos (por ejemplo, pipas de agua)
- Liberación de recursos de los costos de abastecimiento de agua potable del sistema durante la interrupción
- Costos de reparación de la falla del sistema de abastecimiento

Para la estimación de los efectos reales atribuibles a una falla del sistema de abastecimiento existente, es preciso considerar exclusivamente el periodo de tiempo estimado durante el cual permanecerá fuera de servicio el sistema, hasta ser reparado. Para los fines del ejemplo se considerarán los valores hipotéticos de la Tabla 4.7.

Tabla 4.7 Costos probabilísticos esperados para la situación sin proyecto, atribuibles a una potencial falla de un sistema de abastecimiento de agua

Año	Millones de pesos				
	Costos			Ahorros	Costos Totales
	Menor consumo	Costos de abastecimiento a través de pipas	Costos de reparación de la falla	Liberación de recursos	
26	17.5	43.6	3.5	1.6	63.0
27	17.9	44.7	3.5	1.6	64.5
28	18.4	45.8	3.5	1.7	66.0
29	18.8	47.0	3.5	1.7	67.6
30	19.3	48.1	3.5	1.8	69.2
31	19.8	49.3	3.5	1.8	70.8
32	20.3	50.6	3.5	1.9	72.5
33	20.8	51.8	3.5	1.9	74.2
34	21.3	53.1	3.5	1.9	76.0
35	21.9	54.5	3.5	2.0	77.8

c) Aplicar la probabilidad de falla estimada para la infraestructura existente, para determinar el valor probabilístico de los efectos socioeconómicos en cada año del horizonte de evaluación

El valor probabilístico de los efectos socioeconómicos que se generarían en caso de falla de la infraestructura, para cada año del horizonte de análisis, en caso de mantenerse las condiciones que prevalecen en la actualidad, se obtiene simplemente multiplicando los valores obtenidos según lo descrito en el inciso a) anterior, por la probabilidad de falla correspondiente a cada año del horizonte de análisis, misma que tiene un comportamiento creciente, tal como se ha planteado anteriormente. Si consideramos el ejemplo hipotético que se ha venido describiendo hasta ahora, tendríamos los costos probabilísticos esperados para la situación sin proyecto, atribuibles a una

potencial falla de un sistema de abastecimiento de agua (Tabla 4.8).

En caso de que el proyecto sujeto a análisis elimine por completo los riesgos de falla de la infraestructura actual, la totalidad de los valores probabilísticos estimados para la situación sin proyecto se eliminarían por efecto del proyecto. Esto ocurriría, por ejemplo, si se construye una línea de conducción paralela a un acueducto existente, con la cual fuera factible operar alternadamente para brindar un adecuado mantenimiento a las dos líneas que se tendrían en la situación con proyecto, además de contarse con dos líneas que permitirían que una de ellas se mantuviera en operación en caso de que la otra presentara alguna falla.

Sin embargo, pudiera ser el caso de que en la situación con proyecto solamente fuera factible poder aplicar acciones de

Tabla 4.8 Costos probabilísticos esperados para la situación sin proyecto

Año	Costos Totales (millones de pesos)	Probabilidad de ocurrencia Sin Proyecto	Costos Probabilísticos esperados Sin Proyecto (millones de pesos)
26	63.0	9.86%	6.2
27	64.5	11.00%	7.1
28	66.0	12.19%	8.0
29	67.6	13.45%	9.1
30	69.2	14.76%	10.2
31	70.8	16.14%	11.4
32	72.5	17.57%	12.7
33	74.2	19.06%	14.1
34	76.0	20.61%	15.7
35	77.8	22.22%	17.3

mantenimiento adecuado a la infraestructura existente, pero sin eliminar en su totalidad el riesgo de falla. De ser este el caso, se tendría que estimar la probabilidad de falla en la situación con proyecto, con la finalidad de determinar el valor probabilístico de los efectos socioeconómicos de una falla una vez que se ejecute el proyecto.

4.1.1.4 Liberación de recursos por dejar de extraer agua subterránea

El beneficio aquí desarrollado 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, incremento en los niveles o profundidades de explotación, y aumento de los costos de operación en energía eléctrica principalmente.

La Ilustración 4.12 ejemplifica el abatimiento de los niveles estático y dinámico de pozos a través del tiempo debido a la sobre explotación.

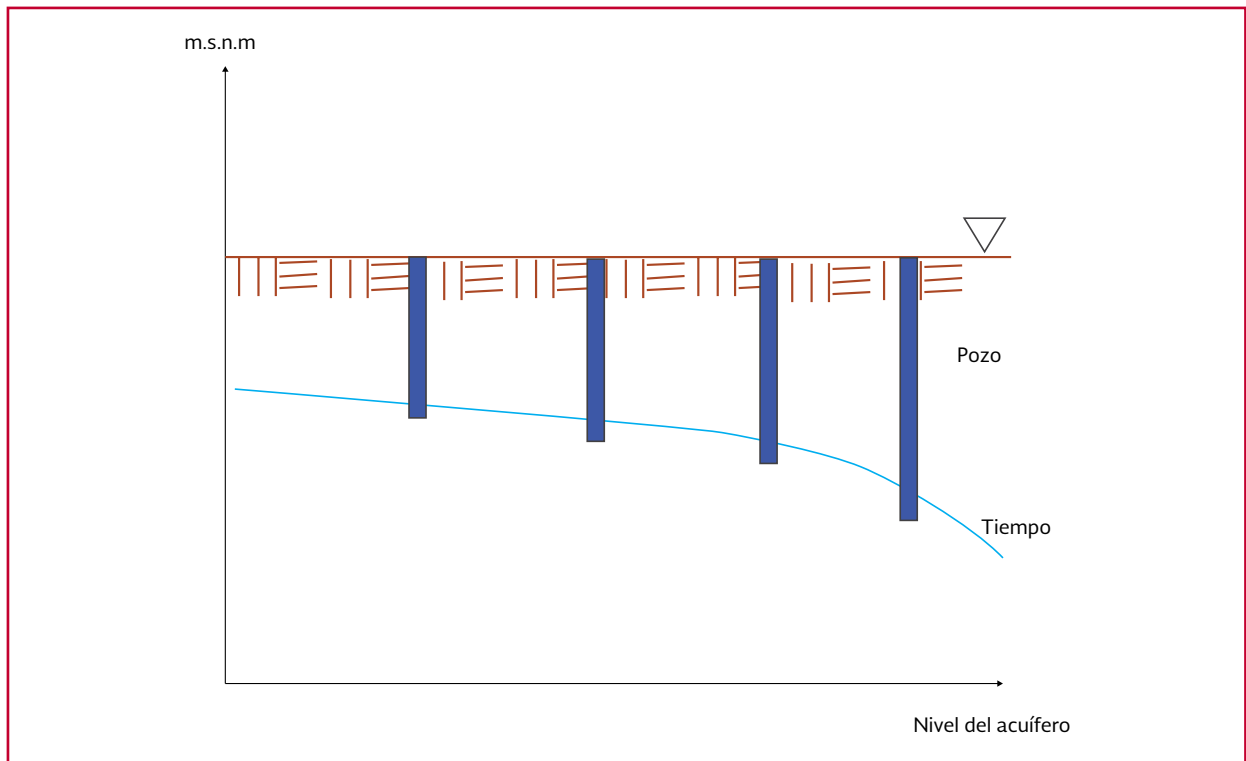
A continuación se describen cada uno de los beneficios específicos que se derivan de un proyecto para sustituir o reducir la extracción subterránea en acuíferos sobre explotados.

1. *Ahorro de recursos en equipo de estabilización*

Este problema se presenta principalmente en los pozos que extraen agua cada vez a mayor profundidad en un acuífero sobre explotado, puesto que a mayor profundidad se va obteniendo agua de menor calidad.

En las baterías de pozos se pueden identificar problemas de calidad del agua por diferentes contaminantes, como pueden ser manganeso, flúor, dureza del agua, arsénico y salinidad excesiva, o bien sustancias que se encuentren fuera de la normatividad y que sería indispensable su tratamiento para poder entregar el líquido con calidad adecuada a la población.

Ilustración 4.12 Profundización de los niveles de pozos en acuíferos sobre explotados



Para este beneficio se debe partir y sustentar de los análisis de calidad del agua que evidencien la problemática, identificando las zonas que desarrollan este tipo de situación y el área de influencia que se tiene con otros pozos aledaños, determinando así los caudales en riesgo de contaminación.

Para estimar los costos de inversión y operación de la potabilización para parámetros citados se puede realizar un estudio de mercado y recopilar la información sobre plantas potabilizadoras existentes, tratando de obtener valores conservadores para no sobre estimar los beneficios.

El beneficio se va a obtener por la liberación de recursos de inversión, operación y mantenimiento del equipo de potabilización para tratar el caudal del abastecimiento dentro de los parámetros de las normas de calidad.

2. Recuperación de caudal ofertado por reducción de agua de rechazo

Otro efecto negativo de seguir sobreexplotando acuíferos, se presenta en lo que se denomina el agua de rechazo. En algunos tipos de procesos de potabilización y de acuerdo al contaminante a remover y su concentración, la potabilización puede provocar que exista un porcentaje

de agua de rechazo. Esta disminución deberá verse reflejada en la oferta de agua en el horizonte de proyecto y por ende en el beneficio de mayor consumo. Esto quiere decir que, suponiendo un porcentaje de rechazo de 20, por cada 100 litros que se envían a potabilizar, sólo 80 litros salen para la distribución y el restante es desechado.

El beneficio se obtendría cuantificando los volúmenes ofertados con y sin proyecto para determinar el mayor consumo.

3. *Beneficio por evitar el costo por profundización de columna en pozos por abatimiento de nivel dinámico*

Derivado de continuar del abatimiento del nivel dinámico que se puede presentar en pozos de un acuífero sobre explotado, será necesario aumentar la longitud de la columna, cambiar equipos de bombeo y aumentar el consumo de energía eléctrica con la finalidad de proporcionar la sumergencia necesaria y capacidad que demandan los equipos de bombeo.

Con base en estudios geohidrológicos realizados y los abatimientos históricos presentados en los acuíferos, se deberá estimar el abatimiento al final del horizonte de evaluación y así determinar la longitud de columna a incrementar y en que años se realizarían las reinversiones.

La valoración de este beneficio se estimará con las reinversiones en nuevos equipos, reequipamientos, reubicación de pozos y energía eléctrica que se dejaría de consumir. Para el cálculo de este beneficio es necesario analizar la diferencia entre la situación actual y la situación de proyecto con la nueva fuente.

4. *Beneficio por evitar que los predios pierdan valor debido al hundimiento del suelo*

Este es un beneficio que se requiere sustentar ampliamente con documentos y estudios como: planes de riesgo, estudios del subsuelo y del acuífero, recorridos de campo y establecer perfectamente la situación con y sin proyecto, definiendo claramente si al eliminar o disminuir la explotación del acuífero se contribuirá a disminuir los conos de abatimiento y por ende los hundimientos.

Cabe señalar que esta problemática se presenta y agudiza en forma significativa en zonas urbanas más que en las rurales o agrícolas, ya que, aunque se trata del mismo acuífero, el tipo de suelo, el peso de las edificaciones, la concentración de pozos de extracción y los conos de abatimiento coadyuvan entre sí con la sobre explotación del acuífero para que se intensifique este fenómeno.

Como consecuencia de la sobreexplotación del acuífero, existen predios y

vialidades que han sido afectadas por los hundimientos resultantes, que de continuar tal situación los daños se incrementarán aún más. Lo anterior, representa un costo social por el hecho de que los inmuebles perderán parte o la totalidad de su valor, y por otro lado, el peligro latente de que los habitantes de las zonas afectadas sufran las consecuencias de los hundimientos.

Existen dos escenarios en la situación con proyecto; que los hundimientos disminuyan en forma significativa o se eliminen, o bien, que el efecto por dejar de explotar las aguas superficiales de la misma manera que en la situación actual sea solo un paliativo y que se aplacen las afectaciones a los inmuebles.

En ambos casos lo primero que se debe hacer es definir el área de afectación, las zonas donde ya se han presentado los daños, donde se prevé que se sigan presentando en caso de seguir con la sobre explotación y el valor comercial de los terrenos.

Conviene mencionar que el valor catastral generalmente no es representativo del valor comercial o de mercado de los terrenos, de tal manera que utilizarlo podría subvalorar los beneficios estimados. La forma correcta de obtener este beneficio es a través de un perito inmobiliario calificado que valore todas las zonas y exprese en sus avalúos los valores de los predios. Se debe tomar en cuenta que los daños ocurridos con anterior-

idad a la evaluación se consideran como costo hundido, es decir, que ya no se reflejan en el flujo de costos evitados (beneficios) con el proyecto.

Para el primer caso, en el cual, previos estudios técnicos se estime que los hundimientos no se presentarán una vez puesto en marcha el proyecto, se debe restar al valor comercial de la zona próxima a afectarse el valor residual de los mismos predios si fueran afectados por los hundimientos, este último puede llegar a un valor nulo a pesar de que las construcciones sean aun habitables pues dadas las condiciones del suelo, nadie querrá comprar una propiedad en un lugar con probabilidad de falla.

Si las zonas que aún no presentan hundimientos ya perdieron valor por la cercanía a la falla, se pueden utilizar valores comerciales de zonas socioeconómicas similares que no presenten estos problemas, para el caso del valor residual, el perito puede tomar como referencia el porcentaje en que se vio afectado el valor de los terrenos que ya han sido perjudicados.

Si en el estudio en el que se sustenta el comportamiento del subsuelo se menciona que en la situación actual las afectaciones en la zona se presentarán gradualmente, para efectos de la evaluación es válido prorratear la diferencia antes mencionada entre el lapso del tiempo, suponiendo que los hundimientos cubrirán la zona de influencia en la misma proporción en cada año.

$$BNS_h = \frac{(\$m^2Z_{sh} - \$m^2Z_{ch})A}{T}$$

Ecuación 4.3

dónde:

BNS_h = Beneficio neto social por evitar hundimientos

$\$m^2Z_{sh}$ = Precio por metro cuadrado de la zona sin hundimientos

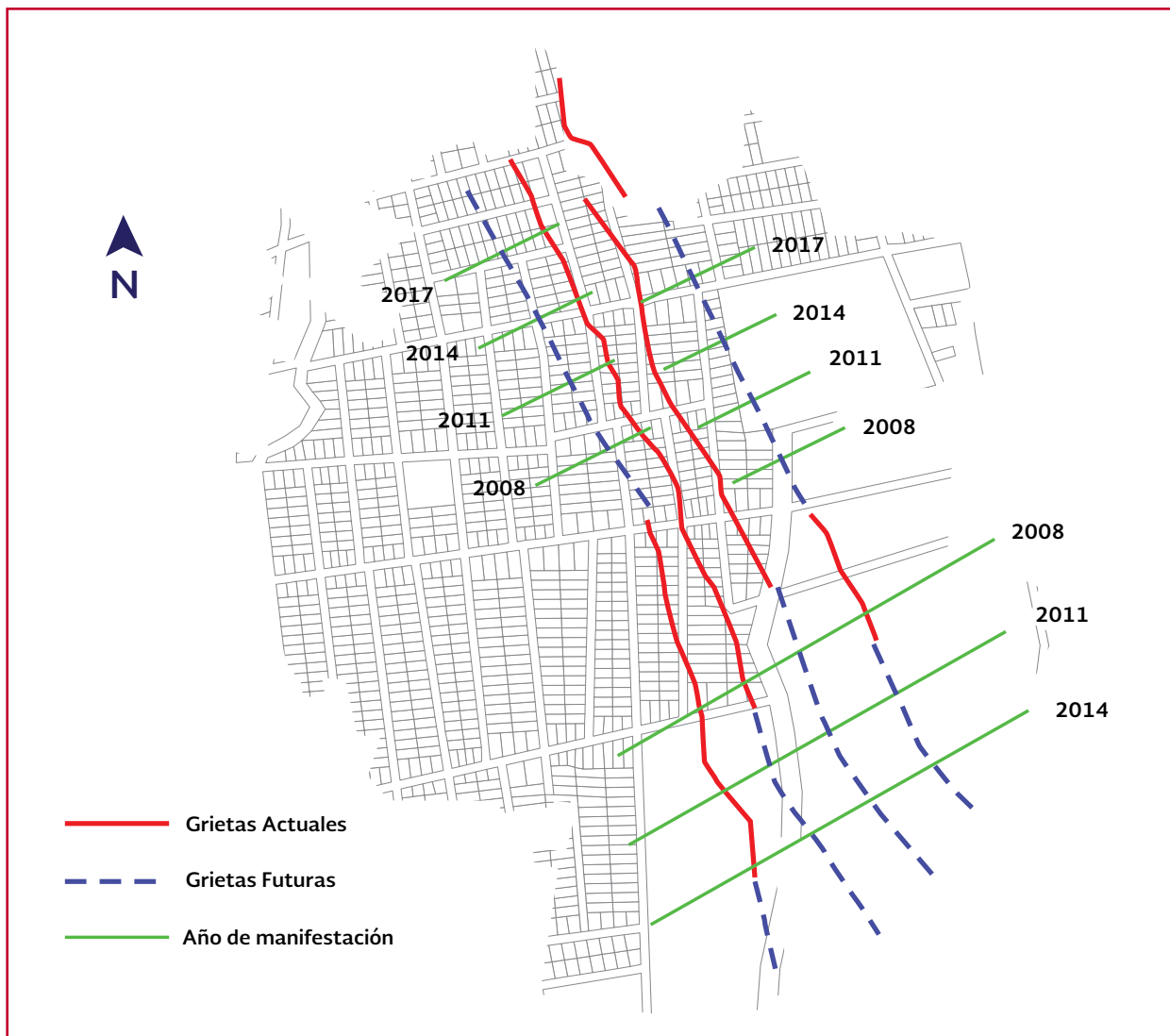
$\$m^2Z_{ch}$ = Valor residual por metro cuadrado de la zona afectada

A = Área que no resultará afectada por evitar el abatimiento del acuífero en la situación con proyecto

T = Tiempo que tardará en presentarse el hundimiento o falla en toda la zona

La Ilustración 4.13 muestra las grietas actuales y el comportamiento futuro, así como el año en que se manifestarían sin que existiera el proyecto.

Ilustración 4.13 Proyección de las fallas en el terreno sin proyecto



Para el segundo caso, en que la afectación por hundimiento solo se postergue una vez que entre en funcionamiento el proyecto, el beneficio social será el valor del dinero en el tiempo correspondiente al periodo en el que se aplaza el hundimiento ya que los daños se presentarán tarde o temprano.

Para obtener este beneficio se tiene que estimar en qué momento se presentarán los hundimientos en la situación con y sin proyecto, y calcular el valor presente neto de las pérdidas de valor de los predios afectados en las dos situaciones, la diferencia de estos se considera el beneficio social por aplazar el hundimiento. Así como en el caso anterior, se debe tomar en cuenta el tiempo que tomará el hundimiento de la totalidad de la zona de estudio, ya que es posible que además de aplazar el inicio de los hundimientos también se modifique la celeridad con la que se hunda la superficie.

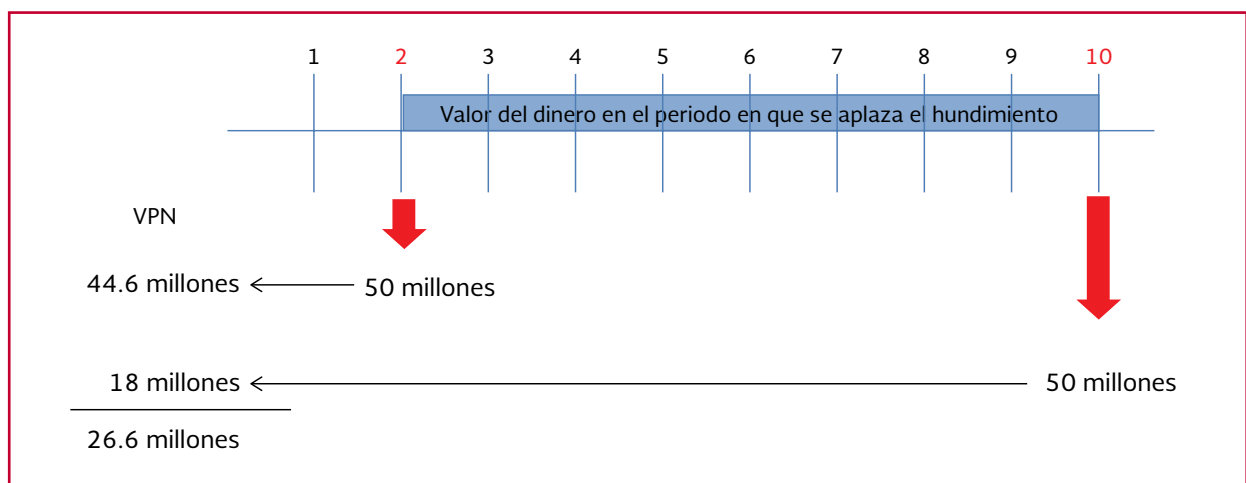
Para ejemplificar dicha situación, supongamos que de no llevarse a cabo el proyecto la zona se hundiría en su totalidad en el año 2 y en la situación con proyecto dicho fenómeno se presentará hasta el año 10, tal como se muestra en la Ilustración 4.14, en ambos casos el valor comercial es de \$50 millones. Para calcular el beneficio, ambos montos se traen a valor presente neto y se restan, dando un total de \$26.6 millones, los cuales representan en valor del dinero en el periodo en que se aplazó el hundimiento.

Una forma alterna de medir este impacto puede ser el de considerar la producción sustentable en la oferta de agua potable, lo cual se detalla en la parte de análisis de oferta.

4.1.2 TIPOS DE PROYECTOS Y BENEFICIOS ASOCIADOS

Aun cuando los beneficios de los proyectos varían de acuerdo con sus condiciones particulares, a continuación se describen los beneficios más comunes de cada tipo de obra.

Ilustración 4.14 Cálculo del beneficio por evitar que los predios pierdan valor debido al hundimiento del suelo



4.1.2.1 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. Siempre se deberá de confirmar que la capacidad de producción del sistema permita dotar a las zonas de proyecto del agua demandada, sin caer en un efecto distributivo que les dé a unos usuarios agua y les quite a otros, en dado caso, se deberá contemplar un efecto indirecto de restricción de consumo.

4.1.2.2 Nueva fuente 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. Se determinan beneficios de mayor consumo y liberación de recursos principalmente, al proyectar los consumos con y sin proyecto.

Se debe considerar, como se explicó en el apartado correspondiente, que es necesario analizar la oferta sustentable contra la demanda optimizada.

4.2. MEJORAMIENTO DE EFICIENCIA⁴⁴

Los Programas de Mejoramiento Integral de Gestión (PMIG) se implementan para fortalecer la operación y mejorar el desempeño financiero de los organismos operadores con el fin de brindar un mejor servicio y hacer frente a nuevas inversiones. En este sentido, los objetivos del PMIG son: identificar grupos de acciones que permitirán fortalecer financieramente al organismo y mejorar la eficiencia física del sistema, recuperando caudales y disminuyendo costos operativos así como incrementar la eficiencia comercial del organismo, incrementando los niveles de recaudación, reduciendo los niveles de morosidad en los usuarios y mejorando la atención a usuarios. Financiados principalmente con una mezcla de recursos privados y públicos, aportados estos últimos por el Fondo Nacional de Infraestructura (FONDO).

La visión integral del PMIG responde generalmente a un diagnóstico que llevó a cabo el organismo (que puede ser el Diagnóstico Integral de Planeación –DIP-). En estos estudios se identifican las deficiencias y áreas de oportunidad del servicio de agua potable –producción, distribución, comercialización, facturación y cobranza – con varios problemas relacionados entre sí.

44 Para la realización de este subcapítulo se utilizó información de los estudios: Evaluación Socioeconómica del programa de Mejoramiento Integral de la Gestión para INTERAPAS, S.L.P., Programa de Mejoramiento Integral de la Gestión de Tuxtla Gutiérrez, Chis. y Evaluación Socioeconómica del Programa de Mejoramiento integral de la Gestión para SOAPAP en el municipio de Puebla, Pue.

Generalmente el atender los retos en forma independiente no permitiría revertir totalmente la situación del organismo.

A pesar de la visión y concepción integral del Programa de Mejoramiento de la Gestión, para fines de evaluación socioeconómica es preciso aplicar el principio de separabilidad de proyectos; lo anterior, con la finalidad de determinar la rentabilidad individual de cada acción que sea capaz de generar por sí misma, beneficios netos bajo supuestos razonables, independientemente del resto de las acciones. De esta manera, al aplicar el principio de separabilidad, es posible asegurar que la rentabilidad agregada de un programa de inversiones, incluirá sólo aquellas acciones específicas que verdaderamente contribuyan positivamente a la rentabilidad agregada.

Con la finalidad de identificar los beneficios y costos que efectivamente son atribuibles a cada una de las acciones identificadas como separables, se identificaron aquellas que generan beneficios similares. Para estas acciones, se consideró importante realizar un análisis marginal de los efectos generados en sus correspondientes ámbitos de influencia.

Para realizar este análisis marginal, se debe determinar por parte del organismo operador el orden cronológico óptimo para la ejecución de las obras con beneficios similares. Una vez determinado este orden, la evaluación se debe realizar de manera escalonada para acciones con beneficios comunes, determinando el impacto incremental que cada acción genera con respecto a la acción anterior que haya sido ejecutada.

Es decir, que la situación con proyecto de una acción se vuelve la situación sin proyecto de la

siguiente, en el orden de ejecución de las mismas. Esta es la parte más importante para evaluar este tipo de programas.

A manera de ejemplo, se ha observado que las acciones pueden tener diferentes tipos de agrupaciones acorde a los efectos de los beneficios que genera, como pueden ser:

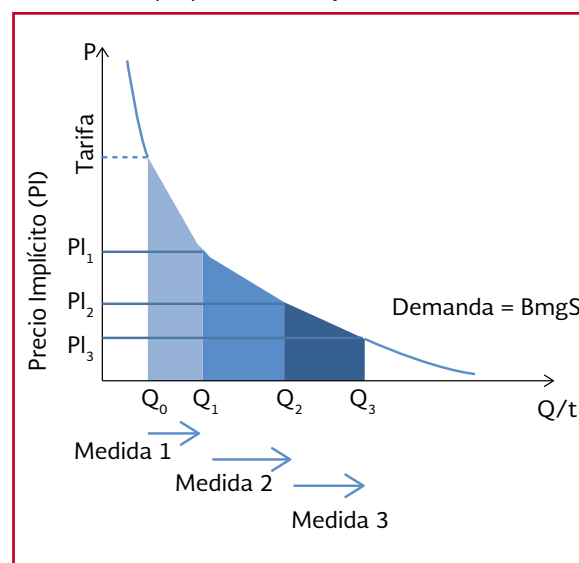
1. Acciones que generan ahorros operativos de manera independiente:
 - Rehabilitación y mejora de eficiencias electromecánicas:
 - Liberación de personal
 - Ahorro en costos de mantenimiento
 - Ahorro en costos de energía eléctrica
2. Automatización de bombeo (control supervisorio)
 - Liberación de personal
 - Reducción en costos de operación (energía y de producción)
 - Acciones que liberan caudal y eliminan o reducen la restricción de consumo:
 - Actualización del padrón de usuarios y regularización de tomas clandestinas (adicional al impacto positivo en la revaloración de usuarios, posible eliminación de subsidios, optimización de rutas de medición, regularización de usuarios clandestinos y mejorar la eficiencia en la cobranza)
 - Instalación y sustitución de micromedidores
 - Sustitución y reparación de tomas domiciliarias
 - Sectorización y reparación de fugas en red

- Reforzamiento de líneas de conducción
 - Regulación de presiones y continuidad en el abastecimiento
 - Mejora del sistema lectura-facturación (adicional al impacto de la acción en la mejora del área comercial de los Organismos Operadores).
3. Acciones que tienen únicamente impacto financiero
- Fortalecimiento de la recaudación y recuperación de cartera vencida
 - Instalación de sistemas para modernizar la atención al público
 - Descentralización de oficinas y mejoramiento de sistemas y procesos de atención al público;
 - Implementación de sistema de cajas móviles para mejoramiento de la cobranza.

En la situación con proyecto, los grupos de acciones 1 y 3 definidos anteriormente, generan beneficios que se suman directamente debido a su carácter independiente. Sin embargo, las acciones que liberan caudal que es reasignado al consumo no se pueden sumar directamente, ya que los rendimientos marginales de cada una de las acciones son diferentes y se deben de considerar de manera escalonada.

Para analizar las acciones del inciso 2, se utilizan las demandas estimadas para cada tipo de usuario. En primer lugar, se estima la recuperación de caudal de cada una de las medidas; en segundo lugar, se estima el volumen efectivo de agua que se podrá suministrar a los usuarios con dicha medida; y posteriormente, el volumen extra que se distribuirá a los mismos produc-

Ilustración 4.15 Beneficio por mayor consumo marginal acorde a cada proyecto (área bajo la curva de la demanda)



to de cada medida, se va acumulando como se muestra en la Ilustración 4.15.

En la Tabla 4.9 se observa el impacto de la gráfica de la Ilustración 4.15. Se observa como los diferentes tipos de usuarios domésticos del sistema (I, II y III) y los no domésticos ven a través de los años de evaluación un incremento en el consumo, producto de los diferentes proyectos. Si tomamos como ejemplo el usuario doméstico I en el 2012, vemos como aumenta del consumo sin proyecto de 12.62 m³/toma/mes a 12.67 con el primer proyecto, a 13.15 con el segundo y así sucesivamente, por lo que los beneficios por mayor consumo en cada tipo de usuario son claramente identificables. Cabe señalar que los usuarios domésticos pueden estar agrupados en un mismo rubro.

4.2.1 TIPOS DE PROYECTOS

Los beneficios se calculan acorde a lo ya mencionado en la parte de metodología de los proyectos de agua potable, pero vale la pena men-

Tabla 4.9 Resumen de los consumos por proyecto

	Resumen de consumos con proyecto m ³ /toma/mes					
	2010	2012	2013	2014	2015	2016
Doméstico I	12.62	12.62	12.62	12.62	12.62	12.62
Proyecto 1	12.62	12.67	12.70	12.54	12.54	12.54
Proyecto 2	12.62	13.15	13.32	13.13	13.13	13.13
Proyecto 3	12.62	13.57	14.07	14.53	14.53	14.53
Proyecto 4	12.62	14.66	15.18	15.73	15.73	15.73
Doméstico II	13.65	13.65	13.65	13.65	13.65	13.65
Proyecto 1	13.65	13.69	13.70	13.50	13.50	13.50
Proyecto 2	13.65	14.21	14.37	14.13	14.13	14.13
Proyecto 3	13.65	14.65	15.15	15.65	15.65	15.65
Proyecto 4	13.65	15.83	16.39	16.99	16.99	16.99
Doméstico III	19.84	19.84	19.84	19.84	19.84	19.84
Proyecto 1	19.84	19.78	19.66	19.16	19.16	19.16
Proyecto 2	19.84	20.53	20.62	20.08	20.08	20.08
Proyecto 3	19.84	21.06	21.56	22.29	22.29	22.29
Proyecto 4	19.84	22.78	23.58	24.46	24.46	24.46
Comercial	32.03	32.03	32.03	32.03	32.03	32.03
Proyecto 1	32.03	32.03	32.03	32.03	32.03	32.03
Proyecto 2	32.03	33.31	33.74	33.74	33.74	33.74
Proyecto 3	32.03	34.72	36.51	37.87	37.87	37.87
Proyecto 4	32.03	37.71	39.34	40.97	40.97	40.97
Oficial	128.57	128.57	128.57	128.57	128.57	128.57
Proyecto 1	128.57	128.57	128.57	128.57	128.57	128.57
Proyecto 2	128.57	133.69	135.39	135.39	135.39	135.39
Proyecto 3	128.57	139.29	146.42	151.85	151.85	151.85
Proyecto 4	128.57	151.22	157.73	164.23	164.23	164.23
Industrial	38.69	38.69	38.69	38.69	38.69	38.69
Proyecto 1	38.69	38.69	38.69	38.69	38.69	38.69
Proyecto 2	38.69	40.19	40.69	40.69	40.69	40.69
Proyecto 3	38.69	41.84	43.94	45.53	45.53	45.53
Proyecto 4	38.69	45.35	47.26	49.17	49.17	49.17

cionar los que se han identificado en varios de los proyectos:

4.2.1.1 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 reparacio-

nes. Cuando se liberan volúmenes o nivelan presiones, se puede tener mayor consumo.

4.2.1.2 Detección y reparación 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, 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.

4.2.1.3 Sustitución y reparación de tomas domiciliarias

Esta medida genera beneficios por mayor consumo de agua potable o disminución en la producción debido a que con esta acción habrá menos pérdidas físicas y con ello se logrará recuperar agua potable que antes se perdía. En la situación sin proyecto existen deficiencias en la ciudad en donde no llega el agua demandada por falta de volumen, por lo tanto, el agua recuperada se reasignará a las zonas de bajos niveles de consumo.

4.2.1.4 Instalación de macromedidores

Regularmente se evalúa junto con acciones de sectorización y 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.

4.2.1.5 Instalación de micromedidores

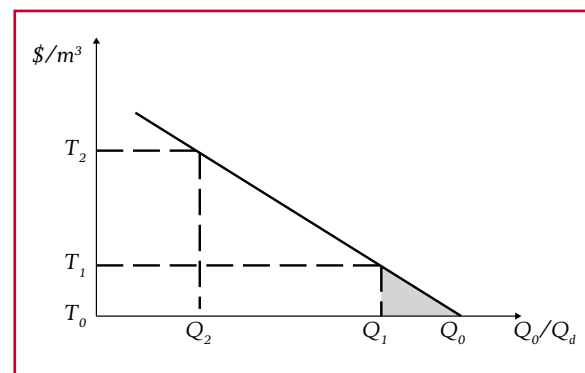
El principal beneficio social es la liberación de caudal. Con el proyecto, se evita que los consumidores que presentan falta o anomalías en el medidor consuman agua en exceso, dado que pueden disponer del servicio sin hacer frente a

su costo acorde al consumo. Cabe señalar que la medida tiene implicaciones económicas positivas para el Organismo ya que se espera un incremento en la facturación como resultado del cambio de medidores.

Como se comentó, la medición de caudales trae consigo 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

Ilustración 4.16 Costo marginal social de la instalación de micromedidores



otros usuarios con consumos restringidos.

En la figura anterior, Q_0 es el consumo actual debido a la tarifa fija o falta de medición representada por T_0 , es decir, que se consume toda el

agua que desean a menos que exista una restricción en la oferta, incluso con desperdicio ya que el $CMgP$ es igual a cero, por lo que el consumo es independiente a la tarifa.

Q_1 representa el volumen que se debiera consumir a la tarifa actual (T_1), pero esta tarifa es un precio subsidiado que no representa aún el costo marginal de producción. T_2 indica el precio que debería cobrarse, lo cual reduciría aún más el consumo (Q_2). Por lo anterior, el área sombreada de la figura representa el desperdicio o sobre consumo.

Es importante diferenciar entre costo, precio y valor. Costo es lo que cuesta producir el agua de calidad potable, precio es la cantidad en que el prestador de servicio la vende u oferta y valor es lo que representa el agua para el usuario que la consume.

Desgraciadamente, el precio es menor al costo y por consiguiente el valor que le da el usuario al agua es muy bajo, especialmente si no padece escasez.

La solución a esta ineficiencia debe darse por partes. En primer lugar, se debe procurar que todos los usuarios cuenten con medición, facturación y cobranza para evitar consumos en Q_0 y que se disminuya a niveles de Q_1 . En segundo lugar, es necesario que los esquemas tarifarios situados en T_1 se aproximen a T_2 para que la población realmente valore el agua. Esto estaría basado en los esquemas de tarificación de corto y largo plazo, de los cuales se habla en el Anexo B, en donde se explican los factores necesarios para su realización.

El volumen anual recuperado o que se deja de producir se calcula como la diferencia mensual entre $Q_0 - Q_1$ por el número de micromedidores instala-

dos multiplicado por los doce meses del año. Este volumen se puede destinar a mayor consumo en otras tomas del sistema al redistribuir dicho volumen (tal y como se indicó en el apartado de agua potable), o se puede considerar como ahorro de recursos de producción de agua potable. En muchos casos, la micromedición se puede considerar como “una nueva fuente” por el caudal que puede llegar a liberar en zonas sin medición.

Aunado a la parte socioeconómica, en algunos Organismos, el hecho de cambiar de un sistema de cobro de cuota fija a uno de cobro medido puede reducir los ingresos del Organismo Operador, ya que no cuentan con tarifas que reflejen el verdadero costo de suministrar el recurso y tienen un mayor ingreso por el cobro en cuota fija. Por lo que, a la par de la instalación de micromedición es necesario contar con un esquema tarifario acorde a las necesidades.

4.2.1.6 Rehabilitación y eficiencias electromecánicas

Los beneficios sociales que se derivan de la medida son ahorros en energía eléctrica y ahorros por liberación de personal. El menor consumo en energía resulta de equipos más eficientes, con un menor costo de mantenimiento. El ahorro por liberación de personal corresponde a la reasignación de empleados de operación y mantenimiento a otras áreas.

4.2.1.7 Automatización de bombeo

Los beneficios de esta medida son generalmente, por una parte liberación de personal; y por otra se considera el ahorro por disminución de pérdidas por derrames de agua en tanques, ocasionados por la falta de una operación eficiente.

4.2.1.8 Actualización del padrón de usuarios, regularización de tomas clandestinas y fortalecimiento del sistema comercial

El principal beneficio es la liberación de caudal para así lograr una distribución de agua más eficiente entre toda la población. Es similar a los proyectos de micromedición.

En los beneficios privados, el hecho de actualizar el padrón impacta directamente al área comercial, ya que el agua producida es utilizada por usuarios, en norma, como por clandestinos; el problema es que el Organismo no percibe ingresos por el claudestinidad y al regularizarlos seguirá produciendo un volumen similar, pero podrá tener el ingreso que no tenía de los clandestinos.

4.2.1.9 Mejora integral de la recaudación y recuperación de cartera vencida

Este proyecto consiste en la implementación de una serie de medidas administrativas, operativas y legales, para incentivar el pago puntual de los usuarios rezagados, así como la recuperación de adeudos de usuarios morosos.

En este caso el proyecto no genera efectos socioeconómicos, debido a que los recursos que logre captar el organismo al incrementar su capacidad de cobranza, constituyen una transferencia de recursos desde el punto de vista socioeconómico, ya que pasan del poder de los usuarios al organismo, sin que esto implique una generación de bienes o servicios, ni la utilización de recursos, de manera que la sociedad en su conjunto permanece sin cambios a nivel agregado ante esta transferencia. Sí bien es cierto que a largo plazo esta transferencia de recursos puede ser utilizada para ampliar los servicios o

mejorar la calidad de los mismos, este beneficio puede ser difícilmente cuantificable, por lo cual se aconseja solo hacer mención del incremento en los ingresos que podrá traer esta medida al organismo operador y las posibles mejoras que esto podría representar en el servicio.

4.2.1.10 Descentralización de oficinas y mejoramiento de sistemas y procesos de atención al público

De las oficinas que en la situación sin proyecto se tengan, se busca brindar una mejor atención al público para asuntos relacionados con quejas y trámites, mediante la implementación de un mayor número de oficinas en la ciudad.

Los beneficios identificados son el ahorro en costos de transporte y en tiempos de espera para usuarios que acuden a realizar trámites y quejas; ahorro en tiempos de espera para usuarios que realizan pagos, por las cajas adicionales que se planea incorporar. Evidentemente hay que realizar encuestas a las personas que acuden a realizar los trámites.

4.2.1.11 Implementación de sistema de cajas móviles para mejoramiento de la cobranza

El proyecto consiste en la adquisición y acondicionamiento de vehículos, con la finalidad de que funcionen como cajas de cobro itinerantes, para facilitar los medios de pago a las colonias que en la actualidad presentan niveles altos de morosidad.

Con la instalación de cajas móviles se tiene un objetivo claramente financiero, al tratar de facilitar el pago a los usuarios morosos, para incrementar la recaudación; no obstante, desde el punto de vista socioeconómico, el proyec-

to tendría efectos en la disminución de costos de transporte y tiempo de espera para realizar pagos, considerando que las cajas móviles se instalarán de manera itinerante en puntos estratégicos, más cercanos a los usuarios objetivo. En este sentido, se estima un ahorro por pago, incluyendo transporte y espera.

4.2.2 COSTOS

Para todas las obras, los costos principales son los de la nueva infraestructura y los de operación y mantenimiento, ajustados a precios sociales. Cabe señalar que los costos de operación y mantenimiento utilizados en el flujo de efectivo del proyecto son exclusivamente los de la nueva infraestructura o los del costo incremental que se tenga sobre los actuales.

Para el caso de las fuentes de abastecimiento, se debe considerar el uso actual de la fuente que se va a incorporar. Cuando la incorporación se haga mediante compra de derechos de zonas de riego, lo que se deje de producir representará un costo social para el país y por ende un costo para el proyecto. Para el cálculo de este costo, se utilizará la metodología descrita para los beneficios sociales por superficies de riego en plantas de tratamiento.

4.3. ALCANTARILLADO

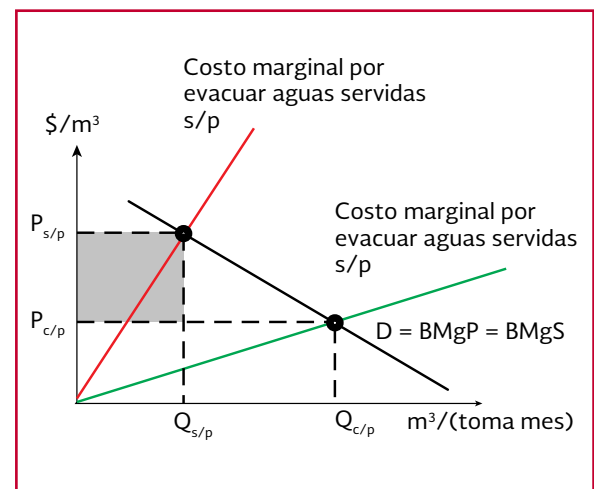
La evaluación socioeconómica de un proyecto de alcantarillado consiste en la identificación, cuantificación y valoración de los costos y beneficios sociales asociados a la construcción, operación y mantenimiento del proyecto en cuestión, comparando las situaciones con y sin proyecto.

El análisis de este tipo de proyectos se desarrolla en forma similar a un proyecto de agua potable, considerando la función de demanda. En ella se observa una curva de costo marginal sin proyecto, que contempla e incluye los métodos alternativos de desalojo de las excretas, que comúnmente son letrinas o fosas sépticas. También se observa una curva de costo marginal por evacuar las excretas con proyecto, es decir la red formal de alcantarillado.

Haciendo uso de la Ilustración 4.17, se observa que los usuarios pasan de un consumo de agua potable $Q_{s/p}$ sin proyecto a uno $Q_{c/p}$ con proyecto, existiendo un beneficio de mayor consumo, ya que ahora al contar con un mejor servicio para el desalojo del agua residual doméstica se incentiva el consumo de agua potable; de igual forma existe un ahorro de recursos por dejar de utilizar dichos sistemas alternativos de disposición, representado por el área en gris comprendida entre $P_{s/p} - P_{c/p} - Q_{s/p}$.

Es complicado encontrar medidas de optimización significativas para este tipo de proyectos.

Ilustración 4.17 Costos y beneficios marginales de un proyecto de alcantarillado



4.3.1 BENEFICIOS

Los principales beneficios que se pueden identificar en este tipo de proyectos son los siguientes:

4.3.1.1 Mejoramiento de la imagen, eliminación de fauna nociva y malos olores en la zona de estudio

La falta de la debida conducción de las aguas residuales por las corrientes interurbanas mediante una tubería y la falta de tratamiento de dichas aguas que son arrojadas a los ríos, tiene como consecuencia; la reducción en la producción agrícola; problemas de salud entre la población que vive en las riveras; contaminación por residuos; fauna nociva y malos olores, entre otras. Por lo anterior, se requiere de una herramienta de evaluación que permita estimar los beneficios de proyectos de inversión orientados a mejorar bienes y servicios no comercializables en el mercado, y es particularmente para la estimación del valor de no uso de bienes y servicios ambientales.

Por lo anterior, el beneficio para la población por disminuir fauna nociva y malos olores producto de la existencia de agua residual tratada, debe de cuantificarse por métodos alternativos, donde uno de los más utilizados es el de precios hedónicos.

En esta metodología se busca cuantificar y valorar este beneficio ambiental mediante la asimilación de un valor de mercado alternativo, en donde el más común, es el de determinar el incremento del valor de mercado de los terrenos aledaños al río en una franja a considerar, para lo cual se requiere de un experto, como es un perito inmobiliario.

Esta determinación no quiere decir que se está invirtiendo recursos para revalorizar predios, se están aplicando recursos para mejorar las condiciones ambientales de la ciudad y que se valorizan mediante la metodología de asociación de un valor en un mercado alternativo.

Aunque sólo se contara con este beneficio, éste demuestra bajo supuestos totalmente razonables y soportados, que la eliminación de las molestias a los habitantes de la ciudad conlleva a beneficios netos para el proyecto.

Para valorar este beneficio, se considera que el mercado estaría dispuesto a pagar más por terrenos o viviendas con un sistema formal de alcantarillado que por unos que carecen de este servicio, por lo que existe un diferencial en el costo que representa el beneficio. Este cálculo tiene como objetivo determinar el beneficio económico por eliminar la externalidad negativa ocasionada por la presencia de aguas residuales y sus efectos nocivos en la zona de influencia, en la cual las viviendas tienen un valor inferior al de aquellos que están fuera de ésta, en virtud de dichos efectos previamente identificados.

Lo anterior quiere decir, que al alejarse de las aguas residuales, el valor de los inmuebles adquiere en la mayoría de las veces el valor homogéneo de la colonia o localidad en que se encuentren. Lo anterior está basado en que, es mayor la demanda para aquellos inmuebles ubicados fuera del área de influencia, debido principalmente a que no se percibe alta contaminación visual y de olores, a que existe menor riesgo toxicológico, entre otros factores.

El beneficio debe obtenerse con los valores comerciales para la situación sin y con proyecto, los

cuales deben ser proporcionados formalmente por un perito inmobiliario calificado. Para la valoración se toma el porcentaje que incrementa el valor actual por metro cuadrado de terreno y se multiplica por las áreas de influencia del proyecto. Este beneficio se presenta una sola vez al término de la construcción de la infraestructura del proyecto. Es importante resaltar que la valoración mediante precios hedónicos incluye, además del beneficio descrito, los de mayor consumo de agua potable y el ahorro de construcción y mantenimiento de sistemas alternativos de desalojo de aguas residuales, por lo que no deberán ser cuantificados en forma adicional. Se considera que esta estimación no contiene la valoración del beneficio por enfermedades hídricas.

En el Anexo C se detalla esta metodología.

4.3.1.2 Ahorro de los costos de instalación y mantenimiento de los sistemas alternativos de evacuación

Los sistemas alternativos que se dejarán de utilizar son las letrinas y las fosas sépticas, por lo que es necesario recabar información en campo para obtener el promedio de viviendas que utilizan cada uno de los sistemas y los costos promedio de construcción y mantenimiento.

Para el caso de las letrinas, los datos relevantes son los costos de construcción o sustitución y sus periodicidades en el tiempo. Lo más común es que los costos de mantenimiento sean muy pequeños y la periodicidad de sustitución sea relativamente corta, comúnmente entre uno y dos años.

Para cuantificar el ahorro de recursos por construcción y mantenimiento de este sistema de evacuación, se multiplicará el porcentaje promedio de uso de letrinas por el número de viviendas de la zona del proyecto. Con ello, se obtendrá el número de viviendas a beneficiar, lo cual se multiplicará tanto por el costo anual promedio de construcción de letrinas (costo promedio de las letrinas/periodicidad promedio de construcción) como por el costo promedio de mantenimiento.

Las fosas sépticas se caracterizan por ser un sistema de evacuación cuyos costos de inversión en su construcción y mantenimiento son altos, pero con una vida útil muy larga.

De los trabajos de campo, se obtiene el número de viviendas a beneficiar y se multiplica por el costo promedio de construcción de las fosas, para obtener el beneficio anual de liberación de recursos. El crecimiento de las mismas se estima en el tiempo, ya que se utilizarán sólo las viviendas incrementales de cada año hasta la saturación de la infraestructura de la zona de influencia. La razón de sólo utilizar el crecimiento de las viviendas y no las existentes, es la dificultad de determinar en cuántas viviendas se hará la reposición de fosas al término de su vida útil.

Para determinar los costos de operación y mantenimiento, se utiliza el número total de viviendas a beneficiar, multiplicándolas por el costo promedio anual de mantenimiento, también obtenido de las encuestas aplicadas.

Estos beneficios de alcantarillado son incrementales hasta el año en que se considera la satu-

ración de la infraestructura de proyecto, para luego permanecer constantes.

4.3.1.3 Mayor consumo de agua potable

La cantidad de agua residual generada depende de la cantidad de agua consumida, y en la medida en que los costos de evacuación y alejamiento aumentan, el consumo de agua potable disminuye. En la situación con proyecto, al contar con un sistema eficiente de evacuación de aguas residuales, es lógico suponer que la cantidad consumida de agua potable se incrementará, especialmente en el caso de las viviendas con letrina.

Para obtener este beneficio se procederá conforme a lo indicado en el apartado de agua potable, empleando la función de demanda, con lo que se obtendrá el beneficio al pasar de los consumos en zonas con agua potable sin alcantarillado, a los consumos en zonas con ambos servicios.

4.3.1.4 Ahorro de recursos al evitar enfermedades de origen hídrico

Este beneficio se obtiene con la información recabada en encuestas de campo. Con ella se determinan los tipos de enfermedades asociadas a la falta de alcantarillado y agua potable o sin potabilizar (principalmente afecciones gastrointestinales, respiratorias, oftálmicas y dermatológicas), el número de personas que han presentado estas enfermedades, el costo del tratamiento médico y la periodicidad. Lo anterior permite obtener el porcentaje de tomas donde se presentó la enfermedad y su costo promedio por tipo de enfermedad.

El costo de medicación deberá obtenerse en campo, de acuerdo con la información de la en-

cuesta donde se trate la enfermedad, considerándose como representativo del costo social el tratamiento y medicamentos prescritos por un médico privado, ya que en el sector salud es difícil obtener un costo representativo debido a los subsidios. En este caso se procura tomar el precio de medicamentos genéricos intercambiables (GI) o similares, ya que es más representativo del costo social.

Posteriormente, con la información recopilada se estimará la incidencia de cada enfermedad, provocada por la ausencia de un sistema de alcantarillado adecuado y falta de agua o agua no potable, y se contabilizará para el total de viviendas comprendidas en el proyecto, multiplicando el costo promedio por la incidencia anual de cada una. Dicho beneficio se considerará creciente hasta el año de saturación de la infraestructura y posteriormente constante.

Por otro lado, también se puede considerar el costo de oportunidad con relación al tiempo que dejan de trabajar los adultos (en la encuesta hay que diferenciar a los adultos de los niños) por acudir o llevar a los menores al servicio médico. Para considerar el costo de oportunidad del tiempo se debe utilizar el valor del tiempo publicado en la página del CEPEP, de acuerdo a la normatividad de la SHCP.

De los estudios realizados a la fecha, se ha visto que este beneficio es de baja cuantía para el proyecto y requiere un gran trabajo de campo, además de que es complicado determinar qué tan asociado está a la presencia de aguas residuales o se deben a malos hábitos higiénicos. Se recomienda trabajar en su cuantificación y valoración exclusivamente cuando en los recorridos de

campo se observe una clara presencia y efectos significativos en la población.

Cabe señalar que este beneficio también puede ser aplicable en ciertos casos de proyectos de agua potable.

4.3.1.5 Menor contaminación de los acuíferos

En la situación con proyecto, al contar con un sistema de alcantarillado eficiente se disminuye la infiltración de aguas residuales hacia los acuíferos, evitando su degradación. Este beneficio es de difícil valoración, por lo que generalmente se maneja como intangible. La valoración podría darse cuando se utiliza el acuífero para suministro y se tiene información de la evolución en la calidad del agua referente a la contaminación y a su impacto en mayores costos de potabilización en zonas aguas abajo de la descarga.

4.3.2 TIPOS DE PROYECTOS Y BENEFICIOS ASOCIADOS

Aun cuando los beneficios de los proyectos varían de acuerdo con sus condiciones particulares, a continuación se describen los beneficios más comunes de cada tipo de obra.

4.3.2.1 Construcción de redes de alcantarillado

Para la construcción de las redes de alcantarillado se tienen identificados los beneficios de eliminación de malos olores y fauna nociva o los de mayor consumo de agua potable y ahorro de recursos en la construcción y mantenimiento de letrinas y fosas sépticas; así como liberación de

recursos destinados a la atención de las enfermedades de origen hídrico.

4.3.2.2 Construcción de colectores y emisores

Regularmente estas obras se incluyen en la inversión de la red de alcantarillado, ya que para que se puedan dar los beneficios de las nuevas redes se requiere de la infraestructura de conducción de las aguas colectadas en la nueva red.

La forma más común de estimar los beneficios es mediante la metodología de precios hedónicos (plusvalía en la zona del proyecto) especialmente cuando se tiene un caudal de aguas residuales sin tratar circulando a cielo abierto en la zona urbana. Se puede manejar que el valor de los predios aledaños (obtenidos mediante un perito inmobiliario) causa una disminución debido a la presencia de aguas residuales, decremento que se eliminará con el proyecto, manejando la longitud del colector por un ancho de franja que se determinará en campo, generalmente entre 50 y 100 m a cada lado del colector, considerando que la longitud del mismo pasa en forma paralela a la corriente a cielo abierto que se pretende eliminar.

En el caso de los colectores que se contemplen para redes existentes, se deberá identificar la razón de su construcción, la más común es la falta de capacidad en la infraestructura actual. Los beneficios identificados pueden ser fallas en la operación o altos costos de operación y mantenimiento, así como las consecuencias al presentarse derrames de aguas negras, hundimientos en calles y avenidas.

Para cuantificar y valorar estos beneficios, el organismo operador debe proporcionar la infor-

mación referente a los costos históricos por la reparación de daños (hundimientos), sobrecostos calculados por falta de capacidad en la operación y mantenimiento de los colectores existentes y después, proyectarlos en forma anual como ahorro de recursos por un determinado número de años, hasta donde se considere que mediante reparaciones parciales y emergentes se ha realizado la sustitución del colector.

Generalmente, la construcción de emisores se evalúa en forma conjunta con las plantas de tratamiento de aguas residuales.

4.3.3 COSTOS

Están representados por la inversión y reinversiones requeridas para las redes de alcantarillado y su operación y mantenimiento; además de que en el caso de existir planta de tratamiento, los relativos a la operación de la infraestructura existente por el tratamiento de un mayor volumen de agua residual generada.

Conviene insistir que los costos de operación y mantenimiento que se utilizan en el flujo del proyecto, son exclusivamente los de la nueva infraestructura o los del incremento que se tenga sobre los actuales.

4.4. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

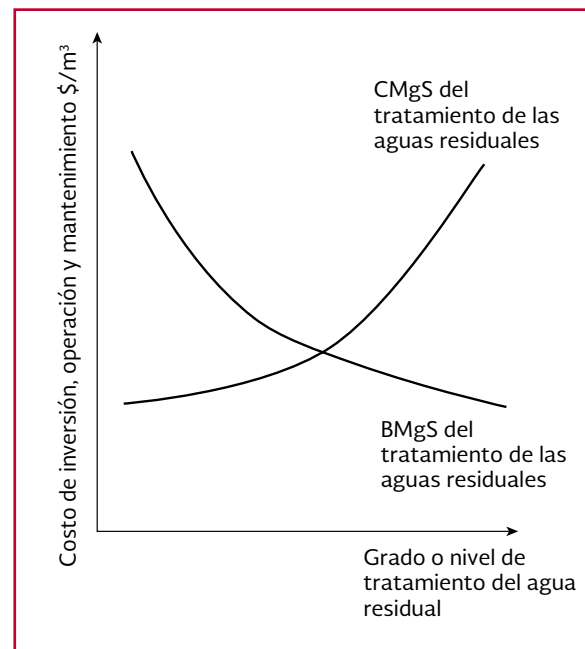
4.4.1 FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS

En el medio ambiente se producen gran cantidad de bienes, sin embargo, él mismo es el receptor de residuos y desechos de todo tipo, producto de las diversas actividades de la sociedad.

En este sentido, la contaminación por el vertido de las aguas residuales en los cuerpos receptores es un efecto de la presencia de externalidades en la producción y consumo de agua potable, y provocan que los beneficios y costos privados difieran de los costos que la sociedad debe enfrentar. Esto sucede por la naturaleza misma del medio ambiente como un bien común.

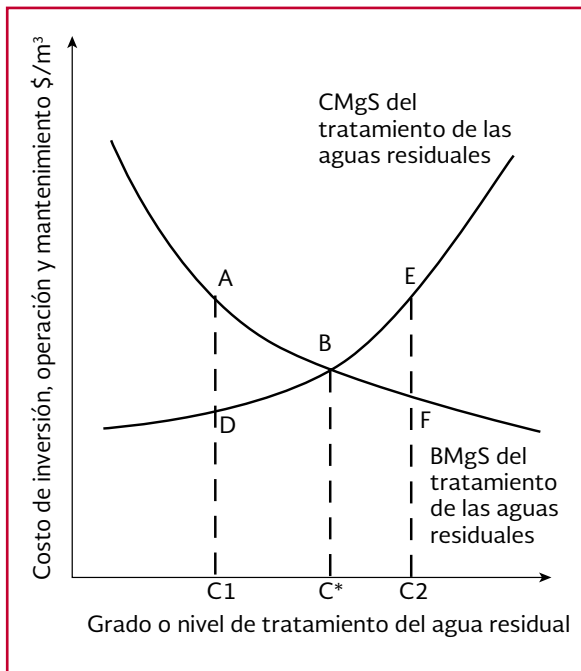
Desde un punto de vista teórico conceptual se puede decir que existe un óptimo social de contaminación. En la Ilustración 4.18 se observa una curva de beneficio marginal social por limpiar las corrientes al tratar las aguas residuales, la cual tiene una pendiente negativa, ya que a medida que las aguas son tratadas y su nivel de contaminación disminuye, el beneficio de seguir limpiándolas se reduce. Por otra parte, existe una curva creciente de costo marginal por descontaminar, lo que significa que en la medida en que se trate más el agua residual, es más caro el proceso.

Ilustración 4.18 Costos y beneficios marginales de un proyecto de alcantarillado



En la Ilustración 4.19 se puede observar el análisis del nivel de tratamiento y sus costos asociados

Ilustración 4.19 Costos y beneficios marginales del tratamiento de las aguas residuales



Al pasar de un nivel de contaminación $C1$ a un nivel de contaminación C^* , se genera un beneficio que se puede valorar como el área bajo la curva de beneficio marginal ($BMgS$) y correspondería al área ABC^*C1 , que al restarle los costos del tratamiento del agua residual, que se obtienen bajo la curva de costo marginal ($CMgS$), mediante el área DBC^*C1 . Por lo anterior existe un beneficio social neto equivalente al área ABD y la conclusión sería que conviene llevar a cabo dicho tratamiento.

En forma equivalente, si se quisiera pasar de un nivel de contaminación C^* a $C2$ existiría un costo social neto equivalente al área BEF y la recomendación sería que no se debe realizar el proyecto.

La conclusión desde el punto de vista social, es que existe un óptimo de contaminación representado por el punto C^* .

Comentarios a la metodología

La principal debilidad de la metodología es que la curva de beneficio marginal estará en función de la reutilización del agua residual tratada, los cuales son independientes de la verdadera razón de ser de las PTARs, que es el saneamiento de las aguas residuales para el mejoramiento ambiental.

El problema es que los beneficios ambientales carecen de un mercado que permita valorarlos explícitamente, es por eso que en este documento se abordan las metodologías de precios hedónicos y valoración contingente (Anexos C y D), que sería una manera indirecta de medir dicho beneficio ambiental.

En la práctica cotidiana, la normatividad que rige el tratamiento de las aguas residuales se establece en función del tipo de cuerpo receptor, con ciertos criterios que no empatan con el punto óptimo social de contaminación (C^*), por lo que es necesario realizar un análisis a fondo de los costos y beneficios asociados a los proyectos de las plantas de tratamiento.

Aunado a lo anterior, el punto “óptimo” definido en la gráfica es en forma “económica” con base en los beneficios obtenidos de la reutilización del agua residual tratada (bienes con mercado medible), siendo que realmente el nivel de tratamiento del agua residual que se debe de dar en la infraestructura, debe ser con base en los contaminantes de las descargas y el grado de autodepuración de las corrientes que realizan un

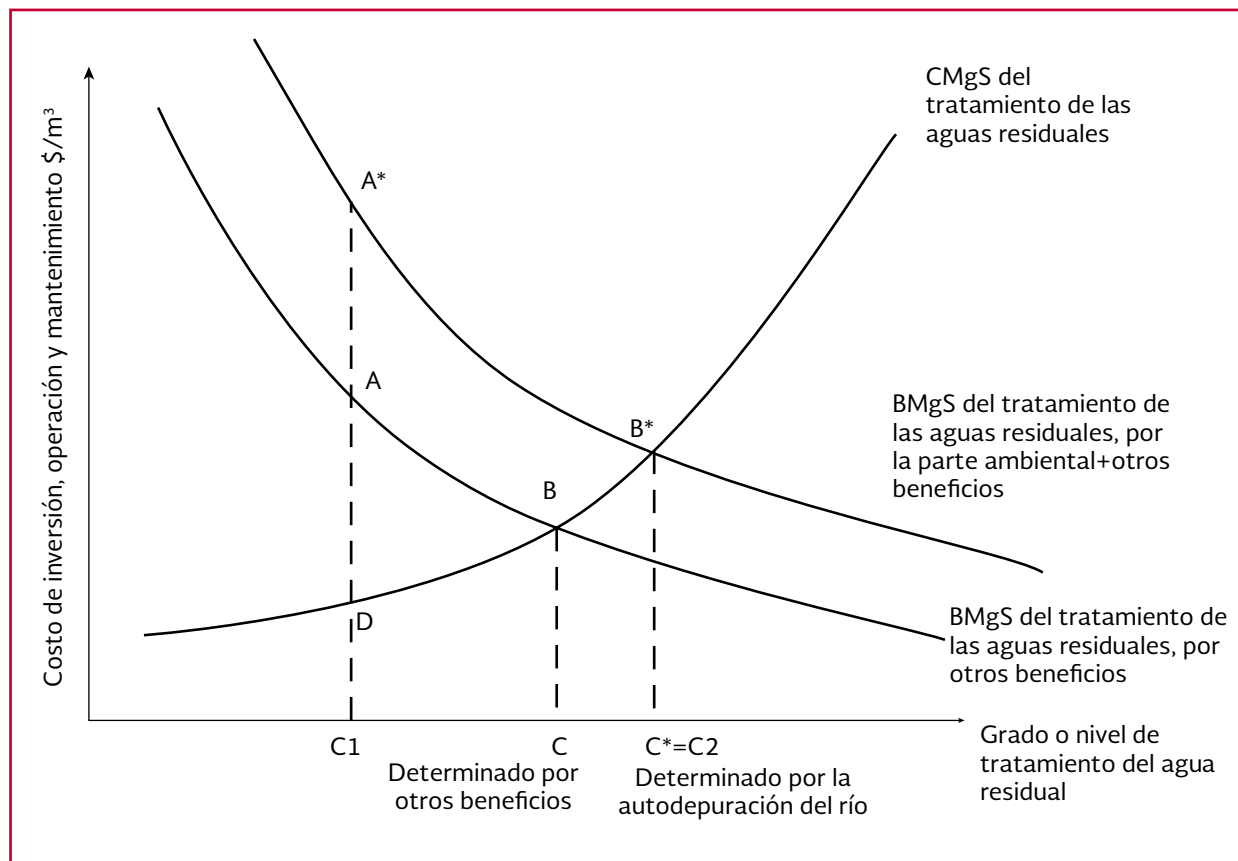
tratamiento en forma natural, de forma de que se logren sanear los cauces. Todos los beneficios adicionales identificados y cuantificados que son beneficios directos e indirectos adicionales para el proyecto. Lo anterior quiere decir, que no se está utilizando la curva de *BMgS* adecuada (Ilustración 4.20).

En dicha ilustración se observa que el área de beneficio neta real es A^*B^*D y no ABD , por lo que los beneficios están subvalorados, es decir, que no se toma en cuenta el objetivo de la infraestructura. Inclusive, y de acuerdo a lo que se ha visto en los proyectos, los beneficios ambientales son superiores a los estimados de otros usos. Lo anterior, se considera como una externalidad positiva que hace que la curva tenga un desfase, y por lo tanto, las áreas de beneficio se modifiquen.

Asimismo, el saneamiento de aguas residuales se realiza por Ley, es decir que se realiza de acuerdo a la normatividad establecida en la Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su Reglamento.

Actualmente la CONAGUA realiza simulaciones basadas en aforos y muestreos para determinar cuál es el grado de autodepuración de algunos ríos y con eso determina el C^* y las condiciones particulares de descarga, pudiendo ser generales para la corriente en cuestión y específicas hasta por tramos del mismo. En el caso de que exista el análisis de la corriente se puede asegurar que $C^* = C2$, mientras que en los casos que sea determinado el nivel de tratamiento de acuerdo al tipo de cuerpo receptor, se ha observado que $C^* > C2$, por lo que el agua debería de tener aún una mejor calidad en la descarga. Por lo anterior, dada la problemática que implica determinar las

Ilustración 4.20 Nivel "óptimo" del tratamiento de las aguas residuales



curvas, se sugiere en la medida de lo posible, utilizar las metodologías para valorar los bienes ambientales y demás beneficios identificados. Inclusive, al ser una obligación establecida en la LAN, debería ser objeto de evaluación, exclusivo bajo la metodología de costo-eficiencia.

En resumen, la metodología que considera los beneficios basados en los reusos del agua, no captan el objetivo real del proyecto, debiendo ser dichos beneficios exclusivamente adicionales a los ambientales.

4.4.2 DIMENSIONAMIENTO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR)

Para dimensionar las plantas de tratamiento se tomará en cuenta la proyección de la demanda de agua potable de acuerdo con los criterios definidos para su estimación en el capítulo de agua potable; su relación con las aguas residuales, deberá basarse en los estudios de la ingeniería básica de la PTAR o al menos ser validado con aforos en época de estiaje.

Existen varios supuestos para su cálculo, pero la obtención depende de muchos factores como son: población, cobertura de alcantarillado, producción de agua potable, pérdidas en la red de agua potable, infiltración en la red de alcantarillado por nivel freático o las mismas pérdidas del sistema de agua, drenaje combinado en casas y calles y uso consuntivo del agua en los hogares, influyendo todos en diferente forma en cada una de las ciudades.

Por lo anterior, es indispensable contar con aforos representativos y realizados en época de

estiaje que permitan determinar el caudal que produce la población sin la presencia de lluvias; lo anterior, hay que asociarlo a la cobertura y el número de descargas domiciliarias, con lo cual se obtendría una aportación por vivienda que serviría para la proyección de la población de acuerdo a CONAPO.

Cuando exista previamente un proyecto ejecutivo o ingeniería básica y el cálculo de la población no se haya realizado con base en los datos de CONAPO, deberá recalcularse haciendo uso de estas fuentes oficiales.

Es muy conveniente incluir tablas y gráficas de la proyección de generación de aguas residuales en la situación con proyecto para que se indique la modulación del proyecto.

En caso de que no se tuviera la relación entre la producción de agua potable y los caudales de aguas residuales para determinar el coeficiente de aportación, en las siguientes tablas se presenta un ejemplo de la estimación de las aportaciones de aguas residuales, partiendo de los consumos de agua potable de diferentes tipos de usuarios hasta obtener el consumo total (Tabla 4.10). Posteriormente, se obtiene el caudal de aguas residuales colectadas considerando el uso consuntivo y otras aportaciones, en estos casos una vez obtenido el resultado se debe cotejar con aforos o trabajos de campo para tomarlo como una proyección válida. En este ejemplo se supone una cobertura de agua potable igual a la de alcantarillado, en caso contrario hay que afectar por esta última (Tabla 4.11).

De igual forma, al considerar varias plantas de tratamiento, se debe de realizar el análisis de las aportaciones por cuenca (Tabla 4.12).

Tabla 4.10 Cálculo del consumo total de agua potable

Año	Población CONAPO	Cob.	Población cubierta	Tomas domésticas	Consumo doméstico	Consumo doméstico	Tomas comerciales	Consumo comercial	Demanda comer.
-	(Hab)	(%)	(Hab)	(tomas)	m ³ /toma/mes	(m ³ /s)	(tomas)	m ³ /toma/mes	(m ³ /s)
2007	313 908	96%	301 352	79 303	14.39	0.43	5 429	27	0.06
2008	324 701	97%	314 960	82 884	14.39	0.45	5 711	27	0.06
2009	335 590	97%	325 522	85 664	14.39	0.47	5 993	27	0.06
2010	346 578	97%	336 181	88 469	14.39	0.48	6 276	27	0.06
2011	357 671	97%	346 940	91 300	14.39	0.50	6 558	27	0.07
2012	368 866	97%	357 800	94 158	14.39	0.52	6 841	27	0.07
2013	380 169	97%	368 764	97 043	14.39	0.53	7 123	27	0.07
2014	391 576	97%	379 829	99 955	14.39	0.55	7 405	27	0.08
2015	403 095	97%	391 002	102 895	14.39	0.56	7 688	27	0.08
2020	462 212	97%	448 346	117 986	14.39	0.65	9 100	27	0.09
2025	523 093	97%	507 400	133 526	14.39	0.73	10 512	27	0.11
2030	584 454	97%	566 920	149 189	14.39	0.82	11 924	27	0.12

Año	Tomas indust.	Consumo industrial	Demanda industrial	Tomas Gobierno	Consumo Gobierno	Demanda gob.	Consumo del sistema
-	(tomas)	m ³ /toma/mes	(m ³ /s)	(tomas)	m ³ /toma/mes	(m ³ /s)	(m ³ /s)
2007	850	250	0.08	460	205	0.04	0.61
2008	870	250	0.08	482	205	0.04	0.63
2009	890	250	0.08	504	205	0.04	0.65
2010	910	250	0.09	526	205	0.04	0.68
2011	929	250	0.09	548	205	0.04	0.70
2012	949	250	0.09	570	205	0.04	0.72
2013	969	250	0.09	592	205	0.05	0.74
2014	989	250	0.09	614	205	0.05	0.77
2015	1,009	250	0.10	635	205	0.05	0.79
2020	1,108	250	0.11	745	205	0.06	0.90
2025	1,207	250	0.11	854	205	0.07	1.02
2030	1,306	250	0.12	964	205	0.08	1.14

Tabla 4.11 Cálculo de las aguas residuales del sistema

Año	Consumo del sistema	Aguas residuales	Situación sin proyecto		Situación con proyecto	
			Capacidad actual	Balance	Capacidad c/proyecto	Balance
-	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
2007	0.61	0.49	0.50	0.01	0.50	0.01
2008	0.63	0.51	0.50	-0.01	0.50	-0.01
2009	0.65	0.52	0.50	-0.02	0.50	-0.02
2010	0.68	0.54	0.50	-0.04	0.50	-0.04
2015	0.79	0.63	0.50	-0.13	1.00	0.37
2020	0.90	0.72	0.50	-0.22	1.00	0.28
2025	1.02	0.82	0.50	-0.32	1.00	0.18
2030	1.14	0.91	0.50	-0.41	1.00	0.09

Tabla 4.12 Aportaciones de agua residual por cuenca

Año	Aportación aguas residuales domésticas		Aportación de aguas residuales no domésticas (l/s)		Aguas Residuales totales		
	(l/s)				(l/s)		
	Cuenca1	Cuenca2	Cuenca1	Cuenca2	Cuenca1	Cuenca2	Total
2007	0.269	0.122	0.061	0.038	0.330	0.160	0.49
2008	0.280	0.127	0.064	0.039	0.343	0.167	0.51
2009	0.285	0.130	0.065	0.040	0.350	0.170	0.52
2010	0.296	0.135	0.068	0.041	0.364	0.176	0.54
2015	0.345	0.157	0.079	0.048	0.424	0.206	0.63
2020	0.395	0.180	0.090	0.055	0.485	0.235	0.72
2025	0.450	0.205	0.103	0.063	0.552	0.268	0.82
2030	0.499	0.227	0.114	0.070	0.613	0.297	0.91

La otra forma mencionada es partir de los aforos, tal como se muestra en la Tabla 4.13.

Posteriormente se utiliza cualquiera de estos dos parámetros, los cuales se proyectan con base en el crecimiento poblacional de CONAPO y la cobertura esperada a criterio del organismo operador para obtener el caudal de aguas residuales en el horizonte de evaluación.

En estos casos es necesario un análisis detallado de la modulación, ya que el no construirse los siguientes módulos en el tiempo indicado, se podría afectar tanto la parte ambiental como la reutilización del agua, ya sea en zonas de riego, industrias u otros, dado que con el

aumento del caudal de aguas residuales en el tiempo, se deterioraría la calidad del efluente al rebasarse la capacidad de diseño del módulo existente. Inclusive existe el riesgo de desviar una parte del agua residual en forma directa hacia la corriente.

4.4.3 BENEFICIOS

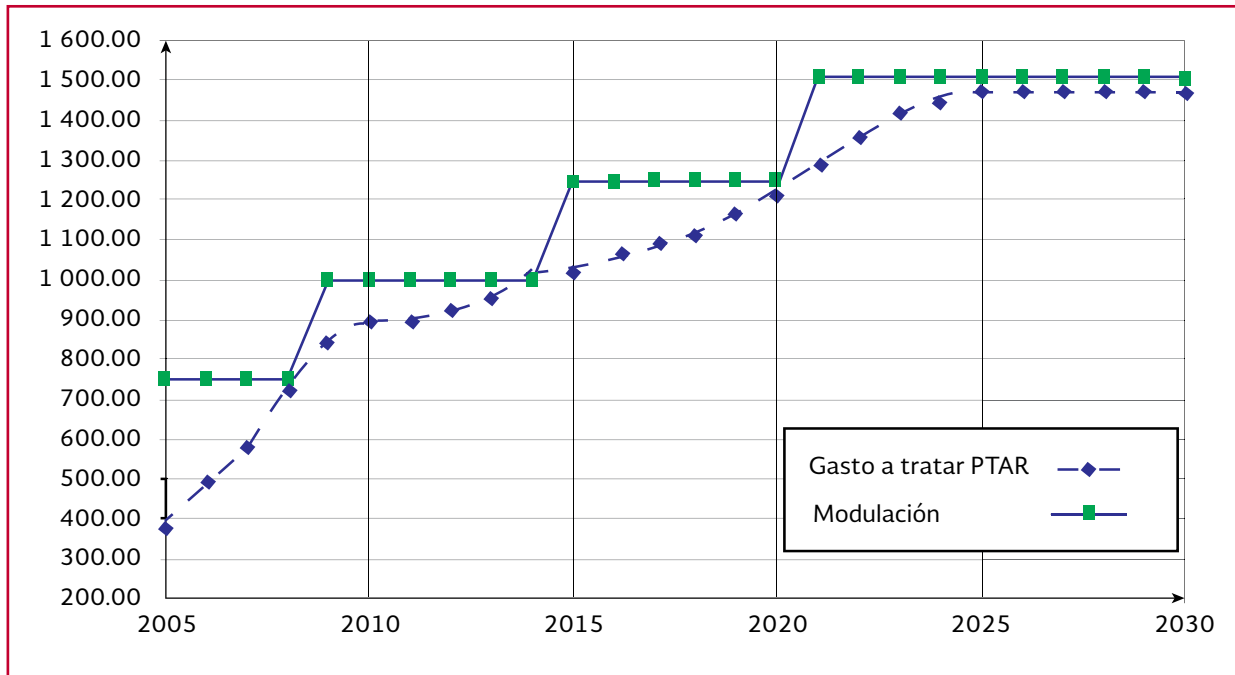
4.4.3.1 Producción agrícola

Este es el beneficio más común en la evaluación de las plantas de tratamiento, ya que el sector agrícola tiene una fuerte demanda de agua para su producción, dado que en ocasiones el agua subterránea y superficial disponible es insuficiente.

Tabla 4.13 Datos de aforo

Población	=	346 578	hab
Cobertura de alcantarillado	=	97	%
Índice de hacinamiento	=	3.8	hab/vivienda
Población servida	=	336 181	hab
descargas conectadas al alcantarillado	=	88 469	hab
Aforo de agua residual en estiaje en todos los puntos de descarga	=	542	l/s
Aportación de aguas residuales	=	139	l/hab/d
	=	15.88	m ³ /toma/mes

Ilustración 4.21 Nivel óptimo del tratamiento de las aguas residuales



Los beneficios se pueden obtener de la siguiente forma:

- Incremento en el rendimiento de los cultivos por el mejoramiento en la calidad del agua
- Cambio en los cultivos al mejorar la calidad del agua por otros no restringidos por la norma
- Aumentar la superficie agrícola al incrementar el agua disponible para riego
- Incremento en la producción por mayor número de riegos en la parcela
- Combinación de las anteriores

Existen proyectos en dónde la recolección adicional en nuevas zonas de alcantarillado o el cambio del punto de descarga, permiten incrementar el volumen disponible de agua para riego en zonas existentes o de nueva creación.

Cuando el tratamiento de las aguas residuales permite disponer de cierto caudal de agua adi-

cional para la agricultura y es posible incorporar al riego nuevas superficies de siembra, se considera como beneficio el excedente del productor de estas nuevas hectáreas, sin embargo, es necesario considerar el costo de la infraestructura requerida para el riego de estas nuevas áreas.

Cuando el caudal de la planta permite tener un flujo constante de agua tratada hacia una zona de riego de temporal, es decir, que sólo riega en época de lluvias, se puede plantear un complemento al esquema de cultivos en esta zona (cultivos perennes). El beneficio será la diferencia del excedente del productor entre la situación con y sin proyecto.

Cuando la calidad del agua tratada que se propone obtener del sistema de tratamiento, permite cambiar los patrones de cultivo actuales (sin proyecto) por cultivos más rentables, la diferencia del excedente del productor entre la situación con y sin proyecto, es decir, con los cultivos actuales y los que se pueden sembrar una vez

operando el proyecto, representa el valor del beneficio atribuible al proyecto de saneamiento.

El agua residual tratada puede utilizarse para riego agrícola, sin embargo, los patrones de cultivo que se propongan desarrollar con esta agua, deberán ser congruentes con la calidad del agua obtenida del sistema de tratamiento, observando tanto el cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT -1996, como el tipo de cultivos que se producen en la región.

Es importante considerar las medidas de optimización en este tipo de proyectos. En este caso podemos entender que la optimización se refiere a lo que debería de hacerse en la situación actual de no llevarse a cabo el proyecto. Lo anterior significa que, la situación actual optimizada tenderá a disminuir o eliminar los cultivos menos rentables o con rentabilidad social negativa, como en muchos casos es el maíz u otros que se siguen sembrando debido a los subsidios que se otorgan.

Usualmente en este tipo de proyectos se manejan optimizaciones, como pueden ser el pasar de la situación actual a la situación sin proyecto el quitar cultivos con rentabilidad social negativa si la calidad del agua y las costumbres del lugar así lo permiten. Hay que tener cuidado en estas medidas de optimización, ya que se podría exagerar en ellas y debe de aplicarse una tasa de incorporación de cultivos al igual que en la situación con proyecto.

De igual forma hay que tener cuidado en los cultivos de temporal puesto que es muy compleja su optimización, ya que son de alto riesgo y los agricultores no tienen mucha disposición a cambiar los patrones actuales debido al riesgo que

implican. Después de analizarlo a detalle, se podrían considerar exclusivamente otros cultivos regados por lluvia en la zona pero de mayor rentabilidad pero por lo regular es igual la situación actual que la de sin proyecto.

Para calcular este beneficio deberá obtenerse del Distrito de Riego o Distrito de Desarrollo Rural de la SAGARPA, que corresponda a la zona de estudio, patrones de cultivo (hectáreas destinadas a cada cultivo) por ciclo; superficies sembradas y cosechadas de riego y temporales; rendimientos (t/ha); láminas de riego promedio utilizadas por cultivo (mm/ha); problemática principal, costo de producción por cultivo (\$/ha) y el precio medio rural (PMR), subsidios e impuestos. Para algunos casos se puede utilizar precios de CIF (Cost, Insurance and Freight) como precio internacional más el flete hasta el sitio del proyecto, especialmente en productos comerciables, ya que al ser un mercado en competencia perfecta, regido por la oferta y la demanda se considera un precio de eficiencia, por lo cual refleja el valor social para el país.

En la situación sin proyecto, se deberán utilizar los patrones de cultivo actuales y con base en los datos obtenidos, se calcula el excedente del productor o utilidad neta, tal como se muestra en la Tabla 4.14.

Para la situación con proyecto se deberán proponer patrones de cultivos que estén soportados y derivados de reuniones con los Distritos de Riego, estudios de mercado o históricos semejantes y, en función del volumen de agua tratada disponible y las láminas de riego necesarias para los cultivos propuestos, se determinará la superficie y producción a incorporar, de donde también se obtendrá la utilidad neta anual.

Tabla 4.14 Producción agrícola en la situación actual

Círculos/cultivos situación actual	Superficie sembrada	Rendimiento	P.M.R.	Producción total	Valor de la producción	Valor prod. Unitario	Costo social de prod. Unitario	Costo de producción total	Utilidad Total	Utilidad Unitaria
	(Has)	(T/ha)	(\$/T)	(T)	(\$)	(\$/Ha)	(\$/Ha)	(\$)	(\$)	(\$/Ha)
Primavera-verano										
Avena forrajera en verde	230	8.1	350	1 860	651 004	2 830	4 045	930 443	-279 440	-1 215
Brocoli	73	14.4	3 200	1 052	3 366 410	46 115	17 735	1 294 679	2 071 731	28 380
Calabacita	32	31.6	1 500	1 010	1 515 024	47 345	7 267	232 546	1 282 478	40 077
Cebada forrajera en verde	240	4.7	250	1 118	279 480	1 165	6 700	1 608 000	-1 328 520	-5 536
Chile seco	374	2.0	45 000	743	33 441 210	89 415	14 000	5 236 000	28 205 210	75 415
Chile verde	119	10.1	5 686	1 196	6 800 028	57 143	12 222	1 454 392	5 345 636	44 921
Frijol	574	2.0	7 287	1 168	8 511 673	14 829	7 304	4 192 585	4 319 089	7 525
Maiz forrajero en verde	658	82.7	225	54 439	12 248 769	18 615	5 626	3 701 698	8 547 071	12 989
Maiz grano	15 320	6.6	1 295	101 235	131 108 879	8 558	8 410	128 841 200	2 267 679	148
Pepino	24	28.3	2 549	680	1 732 980	72 208	5 485	131 635	1 601 345	66 723
Sorgo grano	5 745	9.3	1 297	53 589	69 497 362	12 097	6 700	38 491 500	31 005 862	5 397
Tomate rojo (jitomate)	22	30.5	5 517	670	3 696 258	168 012	18 430	405 455	3 290 802	149 582
Tomate verde	108	31.1	3 481	3 354	11 674 737	108 099	11 872	1 282 166	10 392 570	96 228
Trigo grano	130	1.0	1 000	125	125 060	962	6 700	871 000	-745 940	-5 738
Zanahoria	44	39.8	2 500	1 750	4 375 030	99 433	21 233	934 255	3 440 775	78 199
Subtotal	23 693				289 023 902				99 416 348	
Otoño-invierno										
Ajo	99	9.5	10 309	941	9 700 953	97 989	21 308	2 109 472	7 591 481	76 682
Avena forrajera en verde	771	37.1	187	28 588	5 334 218	6 919	4 045	3 119 007	2 215 211	2 873
Brocoli	22	13.5	2 500	297	742 500	33 750	17 735	390 177	352 323	16 015
Canola	2	2.0	3 377	4	13 508	6 754	5 000	10 000	3 508	1 754
Cebada grano	727	6.0	1 950	4 365	8 511 571	11 708	6 700	4 870 900	3 640 671	5 008

Tabla 4.14 Producción agrícola en la situación actual (continuación)

Círculos/cultivos situación actual	Superficie sembrada	Rendimiento	P.M.R.	Producción total	Valor de la producción	Valor prod. Unitario	Costo social de prod. Unitario	Costo de producción total	Utilidad Total	Utilidad Unitaria
	(Has)	(T/ha)	(\$/T)	(T)	(\$)	(\$/Ha)	(\$/Ha)	(\$)	(\$)	(\$/Ha)
Cebolla	75	38.2	3 023	2 866	8 665 017	115 534	18 366	1 377 436	7 287 582	97 168
Garbanzo grano	5	2.4	2 500	12	30 000	6 000	3 033	15 166	14 834	2 967
Lechuga	98	26.0	1 953	2 548	4 976 397	50 780	21 000	2 058 000	2 918 397	29 780
Pastos y praderas en verde	92	40.9	199	3 765	749 914	8 151	100	9 200	740 714	8 051
Tomate rojo (jitomate)	2	28.0	2 800	56	156 800	78 400	18 430	36 860	119 940	59 970
Tomate verde	4	32.0	2 500	128	320 000	80 000	11 872	47 488	272 512	68 128
Trigo grano	239	5.4	1 646	1 280	2 106 839	8 815	6 700	1 601 300	505 539	2 115
Triticale grano	45	6.4	1 000	286	286 020	6 356	5 000	225 000	61 020	1 356
Zanahoria	403	27.1	2 500	10 926	27 315 340	67 780	21 233	8 556 923	18 758 417	46 547
Subtotal	2584				68 909 077				44 482 148	
Perennes										
Alfalfa verde	2740	81.0	207	221 940	45 992 626	16 786	16 527	45 283 511	709 115	259
Durazno	80	5.3	5 699	422	2 404 999	30 062	13 373	1 069 813	1 335 186	16 690
Rosa (gruesa)	81	2027.7	178	164 247	29 288 529	361 587	88 200	7 144 200	22 144 329	273 387
Rosa (gruesa)	12	4564.0	214	54 768	11 701 731	975 144	140 000	1 680 000	10 021 731	835 144
Uva	105	13.5	9 000	1 417	12 752 775	121 455	10 490	1 101 450	11 651 325	110 965
Subtotal	3 018				102 140 660				45 861 686	
Total	29 295				460 073 639				189 760 182	

Tabla 4.15 Producción agrícola en la situación sin proyecto (actual optimizada)

Círculos/cultivos sin proyecto	Superficie sembrada	Rendimiento	P.M.R.	Producción total	Valor de la producción Sp	Valor prod. unitario sp	Costo social de prod. unitario	Costo de producción total	Utilidad Total	Utilidad Unitaria
	(Has)	(T/ha)	(\$/T)	(T)	(\$)	(\$/Ha)	(\$/Ha)	(\$)	(\$)	(\$/Ha)
Primavera-verano										
Avena forrajera en verde	0	8.1	350	0	0	0	4 045	0	0	-4 045
Brocoli	73	14.4	3 200	1 052	3 366 410	46 115	17 735	1 294 679	2 071 731	28 380
Calabacita	32	31.6	1 500	1 010	1 515 024	47 345	7 267	232 546	1 282 478	40 077
Cebada forrajera en verde	0	4.7	250	0	0	0	6 700	0	0	-6 700
Chile seco	374	2.0	45 000	743	33 441 210	89 415	14 000	5 236 000	28 205 210	75 415
Chile verde	119	10.1	5 686	1 196	6 800 028	57 143	12 222	1 454 392	5 345 636	44 921
Frijol	574	2.0	7 287	1 168	8 511 673	14 829	7 304	4 192 585	4 319 089	7 525
Maiz forrajero en verde	658	82.7	225	54 439	12 248 769	18 615	5 626	3 701 698	8 547 071	12 989
Maiz grano	10 264	6.6	1 295	67 827	87 842 949	8 558	8 410	86 323 604	1 519 345	148
Pepino	24	28.3	2 549	680	1 732 980	72 208	5 485	131 635	1 601 345	66 723
Sorgo grano	11 401	9.3	1 297	106 345	137 913 250	12 097	6 700	76 384 020	61 529 230	5 397
Tomate rojo (jitomate)	22	30.5	5 517	670	3 696 258	168 012	18 430	405 455	3 290 802	149 582
Tomate verde	108	31.1	3 481	3 354	11 674 737	108 099	11 872	1 282 166	10 392 570	96 228
Trigo grano	0	1.0	1 000	0	0	0	6 700	0	0	-6 700
Zanahoria	44	39.8	2 500	1 750	4 375 030	99 433	21 233	934 255	3 440 775	78 199
Subtotal	23 693				313 118 316				131 545 282	
Otoño-invierno										
Ajo	99	9.5	10 309	941	9 700 953	97 989	21 308	2 109 472	7 591 481	76 682
Avena forrajera en verde	771	37.1	187	28 588	5 334 218	6 919	4 045	3 119 007	2 215 211	2 873

Tabla 4.15 Producción agrícola en la situación sin proyecto (actual optimizada) (continuación)

Círculos/cultivos sin proyecto	Superficie sembrada	Rendimiento	P.M.R.	Producción total	Valor de la producción Sp	Valor prod. unitario sp	Costo social de prod. unitario	Costo de producción total	Utilidad Total	Utilidad Unitaria
	(Has)									
Brocoli	22	13.5	2 500	297	742 500	33 750	17 735	390 177	352 323	16 015
Canola	2	2.0	3 377	4	13 508	6 754	5 000	10 000	3 508	1 754
Cebada grano	727	6.0	1 950	4 365	8 511 571	11 708	6 700	4 870 900	3 640 671	5 008
Cebolla	75	38.2	3 023	2 866	8 665 017	115 534	18 366	1 377 436	7 287 582	97 168
Garbanzo grano	5	2.4	2 500	12	30 000	6 000	3 033	15 166	14 834	2 967
Lechuga	98	26.0	1 953	2 548	4 976 397	50 780	21 000	2 058 000	2 918 397	29 780
Pastos y praderas en verde	92	40.9	199	3 765	749 914	8 151	100	9 200	740 714	8 051
Tomate rojo (jitomate)	2	28.0	2 800	56	156 800	78 400	18 430	36 860	119 940	59 970
Tomate verde	4	32.0	2 500	128	320 000	80 000	11 872	47 488	272 512	68 128
Trigo grano	239	5.4	1 646	1 280	2 106 839	8 815	6 700	1 601 300	505 539	2 115
Triticale grano	45	6.4	1 000	286	286 020	6 356	5 000	225 000	61 020	1 356
Zanahoria	403	27.1	2 500	10 926	27 315 340	67 780	21 233	8 556 923	18 758 417	46 547
Subtotal Perennes	2 584				68 909 077				44 482 148	
Alfalfa verde	2 740	81.0	207	221 940	45 992 626	16 786	16 527	45 283 511	709 115	259
Durazno	80	5.3	5 699	422	2 404 999	30 062	13 373	1 069 813	1 335 186	16 690
Rosa (gruesa)	81	2027.7	178	164 247	29 288 529	361 587	88 200	7 144 200	22 144 329	273 387
ROSA (Gruesa)	12	4564.0	214	54 768	11 701 731	975 144	140 000	1 680 000	10 021 731	835 144
UVA	105	13.5	9 000	1 417	12 752 775	121 455	10 490	1 101 450	11 651 325	110 965
SUBTOTAL	3 018				102 140 660				45 861 686	
Total	29 295				484 168 053				221 889 116	

Tabla 4.16 Producción agrícola en la situación con proyecto

Círclos/cultivos con proyecto	Superficie sembrada	Rendimiento	P.M.R.	Producción Total	Valor de la Producción cp	Valor prod. Unitario cp	Costo social de prod. Unitario	Costo de producción total	Utilidad Total	Utilidad Unitaria
	(Has)	(T/ha)	(\$/T)	(T)	(\$)	(\$/Ha)	(\$/Ha)	(\$)	(\$)	(\$/Ha)
Primavera-verano										
Avena forrajera en verde	0	8.1	350	0	0	0	0	0	0	0
Brocoli	73	14.4	3 200	1 052	3 366 410	46 115	17 735	1 294 679	2 071 731	28 380
Calabacita	32	31.6	1 500	1 010	1 515 024	47 345	7 267	232 546	1 282 478	40 077
Cebada forrajera en verde	0	4.7	250	0	0	0	0	0	0	0
Chile seco	374	2.0	45 000	743	33 441 210	89 415	14 000	5 236 000	28 205 210	75 415
Chile verde	119	10.1	5 686	1 196	6 800 028	57 143	12 222	1 454 392	5 345 636	44 921
Frijol	574	2.0	7 287	1 168	8 511 673	14 829	7 304	4 192 585	4 319 089	7 525
Maiz forrajero en verde	658	82.7	225	54 439	12 248 769	18 615	5 626	3 701 698	8 547 071	12 989
Maiz grano	9 956	6.6	1 295	65 792	85 207 660	8 558	8 410	83 733 896	1 473 764	148
Pepino	24	28.3	2 549	680	1 732 980	72 208	5 485	131 635	1 601 345	66 723
Sorgo grano	11 401	9.3	1 297	106 345	137 913 250	12 097	6 700	76 384 020	61 529 230	5 397
Tomate rojo (jitomate)	56	30.5	5 517	1 690	9 324 650	168 012	18 430	1 022 853	8 301 796	149 582
Tomate verde	382	31.1	3 481	11 877	41 340 675	108 099	11 872	4 540 199	36 800 476	96 228
Trigo grano	0	1.0	1 000	0	0	0	0	0	0	0
Zanahoria	44	39.8	2 500	1 750	4 375 030	99 433	21 233	934 255	3 440 775	78 199
Subtotal	23 693				345 777 359				162 918 602	
Otoño-invierno										
Ajo	99	9.5	10 309	941	9 700 953	97 989	21 308	2 109 472	7 591 481	76 682
Avena forrajera en verde	771	37.1	187	28 588	5 334 218	6 919	4 045	3 119 007	2 215 211	2 873
Brocoli	22	13.5	2 500	297	742 500	33 750	17 735	390 177	352 323	16 015
Canola	2	2.0	3 377	4	13 508	6 754	5 000	10 000	3 508	1 754
Cebada grano	727	6.0	1 950	4 365	8 511 571	11 708	6 700	4 870 900	3 640 671	5 008
Cebolla	75	38.2	3 023	2 866	8 665 017	115 534	18 366	1 377 436	7 287 582	97 168

Tabla 4.16 Producción agrícola en la situación con proyecto (continuación)

Círculos/cultivos con proyecto	Superficie sembrada	Rendimiento	P.M.R.	Producción Total	Valor de la Producción cp	Valor prod. Unitario cp	Costo social de prod. Unitario	Costo de producción total	Utilidad Total	Utilidad Unitaria
	(Has)	(T/ha)	(\$/T)	(T)	(\$)	(\$/Ha)	(\$/Ha)	(\$)	(\$)	(\$/Ha)
Garbanzo grano	5	2.4	2 500	12	30 000	6 000	3 033	15 166	14 834	2 967
Lechuga	98	26.0	1 953	2 548	4 976 397	50 780	21 000	2 058 000	2 918 397	29 780
Pastos y praderas en verde	92	40.9	199	3 765	749 914	8 151	100	9 200	740 714	8 051
Tomate rojo (jitomate)	2	28.0	2 800	56	156 800	78 400	18 430	36 860	119 940	59 970
Tomate verde	4	32.0	2 500	128	320 000	80 000	11 872	47 488	272 512	68 128
Trigo grano	239	5.4	1 646	1 280	2 106 839	8 815	6 700	1 601 300	505 539	2 115
Triticale grano	45	6.4	1 000	286	286 020	6 356	5 000	225 000	61 020	1 356
Zanahoria	403	27.1	2 500	10 926	27 315 340	67 780	21 233	8 556 923	18 758 417	46 547
Subtotal	2 584				68 909 077				44 482 148	
Perennes										
Alfalfa verde	2 740	81.0	207	221 940	45 992 626	16 786	16 527	45 283 511	709 115	259
Durazno	80	5.3	5 699	422	2 404 999	30 062	13 373	1 069 813	1 335 186	16 690
Rosa (gruesa)	81	2027.7	178	164 247	29 288 529	361 587	88 200	7 144 200	22 144 329	273 387
Rosa (gruesa)	12	4564.0	214	54 768	11 701 731	975 144	140 000	1 680 000	10 021 731	835 144
Uva	105	13.5	9 000	1 417	12 752 775	121 455	10 490	1 101 450	11 651 325	110 965
Subtotal	3 018				102 140 660				45 861 686	
Total	29 295				516 827 096				253 262 436	

El beneficio del proyecto será la diferencia de los excedentes del productor entre la situación con y sin proyecto (o situación actual optimizada).

En ambas situaciones se deberá descontar de la utilidad el apoyo proporcionado por el Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO)⁴⁵ o cualquier otra ayuda externa (subsidios como lo es la energía eléctrica) que reciban los agricultores de otras fuentes. Por tal situación es probable que el costo social llegue a ser mayor que el precio privado.

Es importante también considerar la tasa de incorporación de los cultivos, debido a que cuando son superficies de riego nuevas, la incorporación de los agricultores no es inmediata, por lo que deberá diferirse de acuerdo con la experiencia que se tenga en la región o en distritos de riego cercanos y al programa de inversión.

También es importante considerar un balance anual del agua con base en las láminas de riego para comprobar que sea suficiente para los cultivos, incluyendo la revisión de la eficiencia del sistema de riego existente.

45 El PROCAMPO se instrumenta a finales de 1993 y surge como un mecanismo de transferencia de recursos para compensar a los productores nacionales por los subsidios que reciben sus competidores extranjeros, en sustitución del esquema de precios de garantía de granos y oleaginosas; otorga un apoyo por hectárea o fracción de ésta a la superficie elegible, inscrita y que esté sembrada con cualquier cultivo lícito o que se encuentre bajo proyecto ecológico autorizado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

4.4.3.2 Eliminación de Malos olores y fauna nociva

Las consecuencias de la falta de la debida conducción de las aguas residuales crudas por las corrientes interurbanas mediante una tubería y aunado a la falta de tratamiento de dichas aguas que son arrojadas a los ríos son perceptibles de presentar diversas afectaciones o impactos, como pueden ser la reducción en la producción agrícola, problemas de salud entre la población que vive en las riveras, fauna nociva y malos olores, entre otras.

Por lo anterior, se requiere de una herramienta de evaluación que permita estimar los beneficios de proyectos de inversión orientados a mejorar bienes y servicios no comercializables en el mercado y, es particularmente para la estimación del valor de no uso de bienes y servicios ambientales, como es la eliminación del impacto ambiental de dichas aguas.

Precios hedónicos

Uno de los métodos alternativos para cuantificar y valorar el beneficio para la población por disminuir fauna nociva y malos olores producto de la existencia de agua residual sin tratamiento, es el de precios hedónicos.

En esta metodología se busca cuantificar y valorar este beneficio ambiental mediante la asimilación de un valor de mercado alternativo, en donde el más común es el de determinar el incremento del valor de mercado en las zonas de afectación, las cuales son los terrenos y

construcciones aledaños a la corriente en una franja a considerar por un experto en la materia como es un perito inmobiliario.

Esto se aplica tanto para líneas de conducción que captan el agua residual cruda que transita por la ciudad como para las corrientes aguas abajo de la planta de tratamiento, donde en ambos casos se ha saneado la zona.

Esta determinación no quiere decir que se están invirtiendo recursos para revalorizar predios, se están aplicando recursos para mejorar las condiciones ambientales de la ciudad y que se valorizan mediante la metodología de asociación de un valor de un mercado alterno.

Aunque solo se contara con este beneficio, éste demuestra bajo supuestos totalmente razonables y soportados, que la eliminación de las molestias a los habitantes de la ciudad genera un beneficio social y por lo tanto contribuye a la rentabilidad del proyecto y demostrar beneficios netos.

Este cálculo tiene como objetivo, determinar el beneficio económico por eliminar la externalidad negativa ocasionada por la presencia de aguas residuales crudas y sus efectos nocivos en la zona de influencia, en la cual las viviendas tienen un valor inferior al de aquellos que

están fuera de ésta, en virtud de dichos efectos previamente identificados. Es decir, que al alejarse de las aguas residuales, el valor de los inmuebles adquiere en la mayoría de las veces, el valor homogéneo de la colonia o localidad en que se encuentren. Lo anterior, está basado en que es mayor la demanda para aquellos inmuebles ubicados fuera del área de influencia, debido principalmente a que no se percibe alta contaminación visual y de olores, a que existe menor riesgo toxicológico, entre otros factores.

El beneficio debe obtenerse con los valores comerciales para la situación sin y con proyecto, los cuales deben ser proporcionados formalmente por un perito inmobiliario calificado.

Para la valoración se toma el diferencial del valor de la dos zonas, se multiplica por las áreas de influencia del proyecto y se afecta por el factor que represente la superficie realmente comerciable ya que se debe de descontar el equipamiento urbano como son banquetas, áreas verdes, vialidades, etcétera ya que a esta área no se le debe de dar un valor de mercado, dicho porcentaje también lo debe de determinar un perito inmobiliario.

Este beneficio se presenta una sola vez al término de la construcción de la infraestructura del proyecto.

Tabla 4.17 Beneficio ambiental del proyecto mediante precios hedónicos

Colector	Localidad	Desarrollo	Longitud a Beneficiar (m)	Ancho de franja (m)	Superficie Beneficiada (m ²)	Valor Comercial S/Proyecto (\$)	Valor comercial C/Proyecto (\$)	Beneficio Total (\$)	
C-01	San José del Valle	Valle de San José	300	100	30 000	105 000 000	115 800 000	10 800 000	
		Villas de la Bahía	200	100	20 000	94 000 000	95 800 000	1 800 000	
		Vistas de San José	200	100	20 000	88 000 000	91 000 000	3 000 000	
	Santa Rosa Tapachula	Valle de Bandejas	Poblado	150	100	15 000	72 000 000	73 800 000	1 800 000
			La Concha	200	100	20 000	96 000 000	98 400 000	2 400 000
		Valle de Bandejas	Poblado	300	100	30 000	115 500 000	119 550 000	4 050 000
			Monte Sinai	400	100	40 000	152 000 000	158 000 000	6 000 000
C-02	San José del Valle	Azul Turqueza	200	100	20 000	78 000 000	80 400 000	2 400 000	
		Jardines del Sol	200	100	20 000	88 000 000	90 400 000	2 400 000	
		Santa Fé Homex	200	100	20 000	88 000 000	90 400 000	2 400 000	
	San Juan de Abajo	Poblado	300	100	30 000	115 500 000	119 550 000	4 050 000	
		Poblado	300	100	30 000	118 500 000	125 250 000	6 750 000	
C-03	El Porvenir	Los Mangos	350	100	35 000	122 500 000	135 100 000	12 600 000	
		Poblado	500	100	50 000	197 500 000	208 750 000	11 250 000	
		Arcos de San José	100	100	10 000	35 000 000	40 400 000	5 400 000	
	San José del Valle	El Campanario	125	100	12 500	50 000 000	52 250 000	2 250 000	
		El Parque	125	100	12 500	50 000 000	52 250 000	2 250 000	
		Hdas de San José	250	100	25 000	103 750 000	107 875 000	4 125 000	
		Haciendas la Noria	100	100	10 000	36 500 000	38 150 000	1 650 000	
		Jardines del Porvenir	100	100	10 000	35 000 000	39 500 000	4 500 000	
		Las Lunas	100	100	10 000	44 000 000	45 200 000	1 200 000	
		Real del Oro	100	100	10 000	46 000 000	47 500 000	1 500 000	
San Vicente	Rinc de las Flores	100	100	10 000	47 000 000	49 400 000	2 400 000		
	Poblado	100	100	10 000	44 500 000	46 750 000	2 250 000		
	Ciudad Vallejo	100	100	10 000	56 500 000	59 350 000	2 850 000		
	Misión del Valle	500	100	50 000	272 500 000	283 750 000	11 250 000		
	Palma Real	500	100	50 000	200 000 000	227 000 000	27 000 000		
Suma	San Vicente del Mar	250	100	25 000	120 000 000	125 250 000	5 250 000		
	Villas Miramar	300	100	30 000	120 000 000	133 500 000	13 500 000		
			6 650		665 000		159 075 000		

Fuente: Evaluación Socioeconómica del proyecto "Saneamiento de Bahía de Bandejas en el Estado de Nayarit", 2009

El ejemplo determina el beneficio de la construcción de los colectores marginales para llevar el agua a la PTAR. Un punto importante es sobre la separabilidad de los proyectos y la relación de las líneas de conducción con la planta de tratamiento, ya que independientemente si estos beneficios son atribuibles a los colectores y no a la PTAR, se deben de ver como un solo proyecto ya que desde la factibilidad técnica, ambiental y legal no es viable el tratamiento de las aguas residuales sin una recolección y conducción mediante un colector, asimismo se debe recordar que el objetivo del proyecto es el saneamiento de la zona de estudio.

Es importante destacar que se considera subvalorado este beneficio ambiental, ya que aunque se cuantifica en la zona más afectada, por lo regular se utilizan anchos de franja muy conservadores (50-100 m por cada lado) y no se involucra a toda la población afectada, por lo cual se considera que la metodología de valoración contingente sí logra captar todo el mercado ambiental involucrado en el proyecto.

En el anexo C se da una mayor explicación de esta metodología de precios hedónicos.

Valoración contingente⁴⁶

La teoría económica indica que el objetivo de la sociedad es maximizar el bienestar social. Debido a que el bienestar es un estado de la percepción humana, se ha puesto énfasis en conocer cómo los individuos perciben su bienestar y, por lo tanto, en medir sus preferencias. De esta manera, es posible estimar las prefe-

rencias por diferentes niveles de bienestar, medidos por medio de la disposición a pagar del individuo.

Cuando los bienes y servicios se ofrecen en los mercados, los individuos expresan su interés a través de su compra. El precio pagado por el agua para uso consuntivo, puede ser un indicador del rango mínimo de la DAP (Disposición a pagar) por los beneficios que derivan de su consumo. Los individuos con una DAP menor al precio de un artículo, no lo compran, aquellos con una DAP igual o mayor lo compran. El exceso de DAP, por encima del precio, se conoce como excedente del consumidor. En otras palabras, el excedente del consumidor es la diferencia entre la cantidad que se paga y el beneficio que obtiene el individuo por el recurso adquirido.

Para bienes que no tienen mercado, y por lo tanto están subvalorados, como en general ocurre con los ambientales, y en particular con las cuencas hidrológicas, la DAP se compone en su totalidad del excedente del consumidor.

Aunque en el caso de las plantas de tratamiento es lo más común utilizar beneficios del tipo agrícola o de mejoramiento ambiental en zonas aledañas a los cauces, la valoración contingente se vuelve una herramienta muy útil también para el tipo de proyectos como son los saneamientos integrales de cuencas o que incluyen varios cauces y plantas de tratamiento, no siendo viable circunscribir los beneficios a una sola corriente o a un sitio específico de la misma.

46 Este subcapítulo está basado en el “Estudio para estimar los beneficios ecológicos del Proyecto Integral para el Saneamiento del Alto Atoyac en el Estado de Puebla”

El método de valoración contingente se ha convertido en una de las herramientas metodológicas más utilizadas para estimar los beneficios de grandes proyectos de inversión orientados a mejorar bienes y servicios no comercializables en el mercado y, es particularmente recomendado para calcular el valor de no uso de bienes y servicios ambientales.

Este método es una alternativa a los enfoques o métodos basados en la estimación de los costos generados por la degradación ambiental. Una ventaja de los métodos de preferencias expresadas, y en particular de la valoración contingente, es que permiten estimar el componente del valor de no uso⁴⁷ del valor económico total⁴⁸

47 De acuerdo con la Autoridad Nacional del Ambiente de Panamá, el valor de no uso u intrínseco, viene dado por la sola existencia del recurso en su entorno natural, independientemente de su relación con las personas, no obstante su valor se capta mediante la revelación de las preferencias de los seres humanos. Dicho valor incluye el valor de legado y el valor de existencia, el primero se refiere al que el individuo le da a un recurso al conocer que las generaciones futuras se puede beneficiar del mismo, y el de existencia, es el valor que se le da a un recurso natural simplemente por su existencia, aunque no existe ni existirá contacto con él.

48 Está integrado por el valor de no uso y el valor de uso, éste último puede ser consuntivo o no consuntivo y está conformado por; el valor de uso directo que se refiere al goce del recurso natural sin ninguna transformación; el valor de uso indirecto, es aquel en el que la persona no entra en contacto directo con el recurso natural, como es el caso regulación del clima, generación de oxígeno, etc. y por último está conformado por el valor de opción, el cual se calcula al conocer la disposición que tiene los individuos a pagar hoy por usar el recurso en el futuro. Algunos autores lo consideran como una cuasi-opción, el cual refleja el beneficio neto obtenido al posponer una decisión de usar o no un recurso, en espera de despejar total o parcialmente la incertidumbre existente mediante la obtención de una mayor información.

(VET), el cual puede ser significativo en determinados contextos.

Asimismo, esta metodología rescata en su totalidad la esencia del saneamiento y la cuantificación de su impacto en la población.

El método de valoración contingente requiere del diseño y conducción de una encuesta, aplicada a la población directamente beneficiada por una mejora hipotética de algún bien o servicio ambiental. La naturaleza hipotética de este tipo de estudios requiere de la construcción de un mercado que incluya una serie de cambios por valorar. A partir de un escenario de cambio creíble, planteado en el cuestionario de la encuesta, se trata de determinar la cantidad máxima de dinero que el beneficiario entrevistado estaría dispuesto a pagar por tal mejora (Mitchell y Carson, 1989).

A través de una encuesta, se estima la disposición a pagar de los hogares por los beneficios generados a partir de mejorar la calidad del agua en una zona o corriente. La encuesta se aplica a una muestra probabilística de hogares de las localidades vinculadas con alguna de las plantas de tratamiento incluidas en el proyecto de rescate ecológico de la cuenca. El método supone el diseño de una encuesta que hace una serie de preguntas estructuradas a un miembro del hogar, con el objetivo de determinar la cantidad máxima de dinero que estaría dispuesto a pagar por el cambio propuesto en las características del bien o servicio ambiental. La naturaleza hipotética del estudio requiere construir un mercado contingente, o escenario hipotético, que presente al entrevistado una serie de cambios a ser valorados. Los beneficios ambientales valorados se relacionan particularmente con la mejora de la calidad del agua y que impactará

favorablemente las condiciones de salud, la biodiversidad y valor estético, entre otros.

Para calcular la disposición a pagar de la población, se utiliza un modelo de regresión de respuestas dicotómicas para relacionar las respuestas positivas de los precios ofrecidos con diversas variables sugeridas por la teoría económica y expectativas. Considerando la importancia de obtener estimaciones conservadoras de la disposición a pagar, se puede utilizar la respuesta al primer precio ofrecido.

Del modelo se obtiene el monto que están dispuestos a pagar (DAP) los habitantes (considerando por viviendas) ya sea mensual o bimestral. Este monto se debe anualizar para el cálculo del beneficio. En el Anexo D se detalla la metodología a seguir para este tipo de evaluación.

4.4.3.3 Mayor disponibilidad de agua

Existen casos en que se puede intercambiar el agua residual tratada, con la calidad adecuada, por el agua de primer uso que emplea en la agricultura o la industria, lo cual permite liberar volúmenes de agua potable para ser empleados en otros usos o simplemente dejar de extraerlos.

Estos caudales liberados que se pueden ingresar al sistema de agua potable, considerando los costos necesarios para su interconexión, se pueden evaluar como un proyecto de agua potable, considerando como beneficios mayor consumo y liberación de recursos ya que regularmente el costo del agua de primer uso que emplean es elevado, por lo que, se debe estimar la diferencia entre el costo del agua actual y la residual tratada, es decir, costos con y sin proyecto, que al multiplicarlo por el volumen anual da el beneficio del proyecto en cada periodo.

4.4.3.4 Disminución de enfermedades de origen hídrico

Existen diversas enfermedades relacionadas con el contacto de aguas residuales crudas, entre ellas las intestinales, cutáneas y oftálmicas. Este beneficio será aplicable cuando con el proyecto de las plantas de tratamiento de aguas residuales se limpien estas descargas, aunque podría estar supeditado a la presencia de colectores y emisores.

Para cuantificar los costos de ese contacto, se procederá a realizar encuestas directas a la población objetivo del proyecto, y se complementarán con información del sector salud en caso de ser necesario.

En las encuestas se obtendrá el porcentaje de incidencia de cada enfermedad, el número de casos al año, lugar donde se atienden (privado o particular), el costo de tratamiento, días de incapacidad y el tipo de personas que lo adquieren.

Con estos datos se determinará el número de casos promedio presentados en el último año, el costo promedio de tratamiento y el costo por atención médica anual por persona. Este beneficio se aplicará al número de habitantes que se van a beneficiar con el proyecto, el cual se hará incremental hasta el año de saturación del mismo.

Es muy importante aislar el tipo de enfermedades y su frecuencia con las acciones de tipo cultural de la población con respecto de las que son exclusivamente de las de contacto directo con el agua residual cruda. Lo anterior para no atribuir beneficios que no le corresponden al proyecto, ya que independientemente de que

éste se lleve a cabo o no, las cuestiones culturales de la población no se verán modificadas, como sería el caso de no lavarse las manos, no lavar frutas y verduras antes de comer, no bañarse, etcétera.

También se debe considerar el costo de oportunidad del tiempo de la población afectada. Para ello, se debe de estimar el número de días que dejan de laborar las personas que se enferman y multiplicar este número por el costo de oportunidad en pesos del día laborable. Es importante considerar el costo de las medicinas con Genéricos Intercambiables (GI), ya que es el más representativo del costo social.

Se puede considerar el costo de oportunidad con relación al tiempo que dejan de trabajar los adultos (en la encuesta hay que diferenciar a los adultos de los niños) por acudir o llevar a los menores al servicio médico.

Para considerar el costo de oportunidad del tiempo se utiliza el valor publicado en la página del CEPEP, de acuerdo a la normatividad de la SHCP.

4.4.3.5 Ahorro de energía eléctrica mediante autoconsumo a partir del aprovechamiento del biogás generado en el proceso⁴⁹

El aprovechamiento del biogás que resulta de los procesos de tratamiento de agua residual, puede

⁴⁹ Mario Palomares Flores, consultor; mario.palomares@ampres.com.mx

representar un ahorro cuantioso en cuestión de costos de energía eléctrica, por lo cual se hace relevante analizar la conveniencia socioeconómica de comparar dichos ahorros contra los que implicaría la inversión en una planta de cogeneración de energía eléctrica de biogás, como un proyecto complementario a la planta de tratamiento de agua residual.

En procesos de estabilización del lodo producido por las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, con digestores anaerobios, parte del material orgánico se transformará en biogás, que se puede aprovechar en un esquema de cogeneración, el cual consiste en la generación de energía eléctrica y la producción de vapor o agua caliente (Ilustración 4.22).

El proceso de digestión anaerobia involucra un proceso bioquímico complejo en donde las bacterias bajo condiciones anaerobias se encargan de degradar la materia orgánica o material volátil de los lodos producidos en los sistemas biológicos de tratamiento de las aguas residuales. Dentro de la degradación de la fracción volátil de los lodos en la digestión anaerobia se tiene una producción de dos gases esenciales: CO₂ (dióxido de carbono) y metano (CH₄⁺), del orden de 70 por ciento del primero y 30 por ciento del segundo.

Los lodos que son enviados a los digestores se producen en los diversos sistemas de tratamiento de aguas residuales, los procesos biológicos al degradar los contaminantes (Demanda bioquímica de oxígeno o DBO) producen biomasa o lodo, esto significa que a mayor cantidad de contaminantes (DBO), mayor producción de lodo y por lo

tanto mayor alimentación de materia orgánica a los digestores. La reducción típica de materia volátil en la digestión anaerobia varía entre 45 y 60 por ciento, de acuerdo a la norma NOM-004-SE-MARNAT-2002 se pide un valor mínimo de reducción de 38 por ciento, el volumen de metano producido durante el proceso de digestión es estimado usualmente del porcentaje de reducción de materia volátil, se tienen valores típicos de 0.75 a 1.12 m³ de biogás / kg sólidos suspendidos volátiles (SSV) eliminados. La producción de biogás puede variar, dependiendo del contenido de sólidos volátiles en el lodo de alimentación al digestor y de la actividad biológica en el digestor.

Debido a que el biogás es un gas con un alto grado energético, se ha visto el interés de utilizar este gas como fuente de energía. A temperatura y presión estándar tiene un valor calorífico neto de 960 (British thermal Unity) BTU / pies cúbicos (ft³) de biogás producido (35 800 kilo joules, kJ/m³). Sin embargo, debido a que un porcentaje del biogás es metano (60 – 70 por ciento), el valor calorífico es menor, con un valor de 600 BTU / ft³ (6.21 kwh/m³ de biogás). Realizando una comparación con el gas natural, que es una mezcla de metano, propano y butano, tiene un valor calorífico de aproximadamente 1 000 BTU / ft³ (37 300 kJ / m³).

El cálculo de producción de biogás se encuentra determinada a una tasa de generación de biogás conservadora de 0.8 m³ solo un poco arriba de los valores típicos de 0.75 a 1.12 m³ de biogás / kg SSV, así como una consideración de un 40

por ciento y 45 por ciento de reducción de materia volátil igualmente de manera conservadora, circunstancias que dependen del lodo y su reproducción que se envían al digestor anaerobio.

Dependiendo de la tecnología y condiciones del influente, los parámetros pueden variar, por lo que a continuación se presenta otro ejemplo con distintos valores estimados, para una planta de tratamiento más grande.

A manera de ejemplo, para una PTAR de 8.5 m³/s se tendría una producción de lodo volátil alimentado al digestor anaerobio de 190 000 kg SSV/día con una reducción de 45 por ciento de materia volátil y una tasa de generación de biogás de 0.8 m³ de biogás / kg SSV eliminados, esto representaría una producción de biogás estimada de 68 400 m³/día, considerando una concentración de metano disponible de 65 por ciento, resulta una cantidad de 44 460 m³ de metano/día, para un valor calorífico de biogás de 600 BTU / ft³ (6.21 kwh / m³ de biogás), esta producción multiplicada por los 44,460 m³/día y una eficiencia térmica del 25 por ciento, se tendría una generación aproximada de 69,024 kwh/día, lo cual según la tarifa de Energía Eléctrica aplicable a la operación de la planta, significaría un ahorro en esa cantidad de energía.

Para conocer el valor del beneficio por generación de energía, únicamente se multiplica la producción de energía, por el costo social de la misma (sin subsidios ni impuestos) en el sitio donde se aprovechará dicha energía (Tabla 4.18).

Ilustración 4.22 Proceso de tratamiento y generación de energía eléctrica con biogás

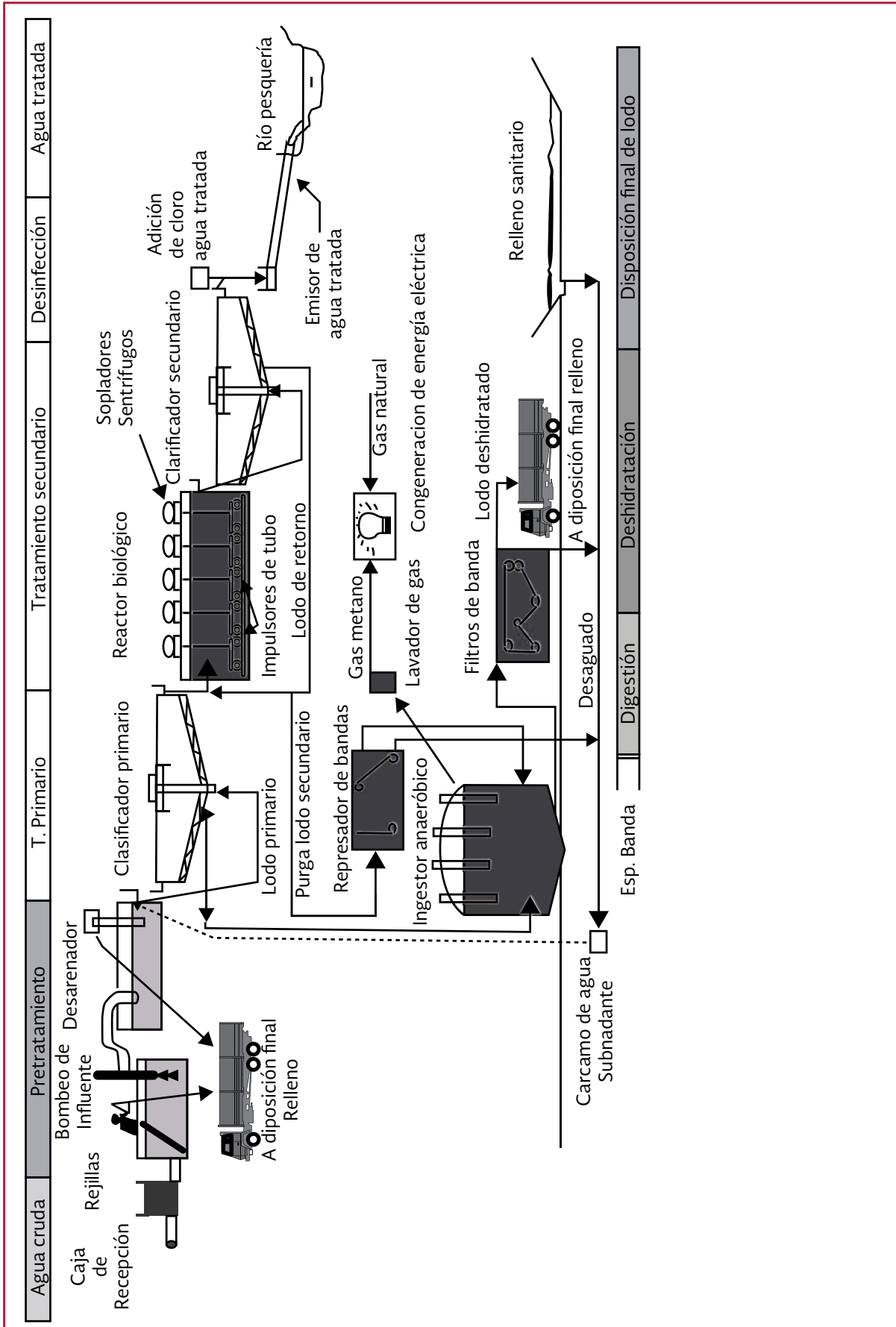


Tabla 4.18 Cálculo de la generación de energía a partir de biogás

Concepto	Datos
Sólidos suspendidos totales (mg/lit) del influente	313.9
Relación de concentración de SSV/SST	80.0 %
Concentración de SSV (mg/lit SSV)	251.1
Gasto del influente (m ³ /s)	23.0
Producción de lodo volátil alimentado al digester anaerobio (kg SSV/día)	499 000
Reducción de materia volátil (por ciento)	50 %
Tasa de generación de biogás (m ³ / kg SSV)	0.94
Producción de biogás (m ³ /hr)	9 729
Producción de biogás (m ³ /día)	233 507
Concentración de metano en el biogás	70 %
Metano producido (m ³ /día)	163 455
Valor calorífico de biogás 8.9kwh / m ³ de biogás	8.9
Contenido calorífico (Mw/día)	1 455
Potencia aprovechable	30 %
Producción de energía (Kwh/día)	436 425

Fuente: Estudio socioeconómico de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Atotonilco de Tula, Estado de Hidalgo.

Como se podrá observar los datos más importantes son el gasto y el costo social de la energía eléctrica, ya que el resto de los parámetros no varían significativamente para el tratamiento de aguas residuales domésticas típicas, con lo cual se podrá tener un valor bastante cercano a la realidad del beneficio esperado por este concepto. De cualquier modo, se recomienda que al realizar el estudio de evaluación se consulte con el promotor el detalle técnico de la tecnología a utilizar en la generación y que se validen los coeficientes y factores para tener un cálculo más preciso de los beneficios esperados con el proyecto. Hay que considerar todos los costos atribuibles a la generación de energía eléctrica como obras complementarias. Hay ocasiones en los que se puede considerar la venta de los lodos tratados como composta y la

cual tiene su principal mercado con los agricultores. Este concepto es poco usado.

4.4.3.6 Cumplimiento de tratados internacionales

Cuando existen tratados o acuerdos internacionales que implican cumplir con cierta calidad en las descargas de aguas residuales para beneficio común o por algún interés internacional, su incumplimiento implica sanciones no siempre escritas o explícitas, por lo que de existir, deberá estimarse como intangible el impacto social y de imagen diplomática que pudiese provocar el incumplimiento de los mismos. Dada la importancia del cumplimiento de los mismos, se podría optar por la metodología de costo-eficiencia.

4.4.3.7 Postergación de inversiones

Si por efecto de aumentar la disponibilidad de agua se logran postergar inversiones programadas para infraestructura de agua potable nueva, el costo de estos recursos deberá incluir el interés (costo de oportunidad de los recursos) que generen en el tiempo que se logre diferir la inversión, el cual se tomará como beneficio adicional por este concepto. Se puede estimar por el costo anual equivalente de la nueva fuente en el número de años que se desfase la infraestructura de agua potable.

4.4.3.8 Costos

Costos de inversión y reinversión

Están representados por el uso de recursos materiales, maquinaria y mano de obra requeridos para construir el sistema de tratamiento de aguas residuales y todas las obras necesarias para ponerlo en funcionamiento. Por consiguiente, deberá incluir los colectores para conducir el agua residual a la planta y el tratamiento de los lodos, subproducto del tratamiento de aguas residuales.

Asimismo, se incluyen en este rubro todas aquellas inversiones que se requieran para que el agua tratada genere los beneficios propuestos. Por ejemplo, los sistemas de riego, los canales, las líneas para conducir el agua para su reutilización. Si alguna obra está condicionada a la construcción de la planta de tratamiento, se incluirá el flujo de costo-beneficio de dicha obra, así como cualquier infraestructura necesaria para obtener los beneficios.

Un concepto muy importante dentro de las inversiones lo constituye el predio o terreno necesario para la realización del proyecto, en caso de que sea propiedad del organismo o promotor del proyecto, se considerará como costo hundido, sin embargo, siempre se deberá incluir el costo de oportunidad del mismo.

Las reinversiones tienen relevancia cuando sea necesario reinvertir en equipamiento o módulos adicionales para conservar el nivel de calidad del efluente durante todo el horizonte de evaluación.

Costos de operación y mantenimiento

Es indispensable considerar todos los costos necesarios para operar y mantener en buenas condiciones el sistema de tratamiento y toda la infraestructura adicional propuesta para el aprovechamiento del agua residual durante la vida útil del proyecto.

4.5. PROYECTOS DE PROTECCIÓN A CENTROS DE POBLACIÓN CONTRA INUNDACIONES (PCP)

A nivel mundial, las inundaciones se han incrementado más rápidamente que ningún otro desastre natural. De acuerdo con la Cruz Roja Internacional, durante el período de 1919 a 2004 ha colaborado en más ocurrencias de inundaciones que en cualquier otro tipo de asistencias⁵⁰, en gran medida porque el desarrollo acelerado de las comunidades modifica los ecosistemas locales, incrementando el riesgo de inundaciones al que están expuestas muchas poblaciones.

50 International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies.

Una estimación de las víctimas fatales en nuestro país a consecuencia de fenómenos hidrometeorológicos arroja 2,767 personas⁵¹ en dicho periodo, lo que arroja un promedio de 140 individuos fallecidos anualmente. En México han ocurrido pérdidas económicas con un monto promedio anual cercano a los 500 millones de dólares⁵². En el pasado, las poblaciones entendían la naturaleza de las inundaciones, no en términos de ocurrencia estadística ni de estructura hidrometeorológica, sino en términos de un elemento más del medio ambiente con el que se mantenían en estrecho contacto.

Aunque la gente vivía cerca de los ríos, sus hogares eran construidos en terrenos altos para evitar afectaciones debidas a las inundaciones, conforme aumentó la población y sus necesidades, la infraestructura desarrollada también lo hizo, esta ocupación de las zonas cercanas a los ríos y el crecimiento no ordenado de las nuevas zonas urbanas son algunos de los factores fundamentales que acrecienta el riesgo de inundaciones.

En las últimas décadas, los daños originados por las inundaciones se han incrementado, como consecuencia de múltiples factores tales como: situaciones naturales, el vertiginoso crecimiento de la población mundial y la ocupación de espacios vulnerables a las inundaciones, tales como las márgenes de ríos y costas (Dehays, 2002; Matías, 2007).

En nuestro país en las planicies de los grandes ríos, prácticamente todos los años se producen inundaciones derivadas de sus desbordamientos; la causa principal es la pérdida de la capacidad hidráulica de estas corrientes una vez que transitan de las zonas de sierra o montaña y se adentran en las planicies. En contraste, las inundaciones en las zonas semidesérticas son menos frecuentes, por lo que suelen olvidarse o ignorarse, sin embargo, cuando éstas se llegan a presentar, causan serios problemas ya que tienen altas intensidades de precipitación en corto tiempo.

Es interminable el número de casos donde las inundaciones han causado estragos, dejando la sensación de que podemos prevenir su recurrencia. Cada vez más la actividad humana está afectando a nuestro medio ambiente natural a tal punto, que a menudo, tenemos que evaluar de nuevo las causas de las catástrofes llamadas naturales; reconociendo que el error humano es evitable y podría haber contribuido en la magnitud y frecuencia de los daños (ANGUS, 2008). Tal es el caso del crecimiento urbano en la llanura de inundación ubicada en ambos lados del río Chao Phraya en Bangkok (Tailandia) donde se presentan graves inundaciones y daños equivalentes a miles de millones de bahts (LEKUTHAI *et al* 2001).

Para mitigar los efectos negativos causados por las inundaciones, se pueden diseñar y construir

51 Salas M. "Inundaciones". Serie Fascículos, CENAPRED

52 Bitran D. "Características del impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en México". Nos. 1, 2, 3,4 y 5. Serie Impacto socioeconómico de los desastres en México. CENAPRED

sistemas de evacuación para reducir o eliminar el agua en el sector inundado, o bien para evitar o retrasar la llegada de ésta al sector que se inunda.

Para efectos de elegir el sistema adecuado de evacuación y drenaje de aguas lluvias, hay que diferenciar entre sectores urbanos ya consolidados (caso específico del casco urbano consolidado de la mayoría de las ciudades del país) y aquellos sectores nuevos que están en vías de desarrollo. En el caso de los centros urbanos consolidados se opta generalmente por soluciones enterradas, motivadas por condiciones de seguridad, por restricciones de espacio, por razones de costos, etc.; en cambio, en sectores nuevos, es posible implementar en forma más profusa técnicas alternativas o técnicas de gestión de escurrimiento urbano.

El objetivo de esta sección es proporcionar las herramientas que permitan evaluar socioeconómicamente las obras de protección contra inundaciones planteadas. Vale la pena destacar que muchos de los beneficios que se presentan no pueden ser evaluados en términos económicos, y sin embargo, pueden ser muy importantes (vidas humanas, por ejemplo), tanto o más como el proyecto estudiado. Si bien se puede plantear el hecho de evaluar la mejor alternativa, considerada como única factible, derivado del nivel de información tanto histórica como circunstancial, también existen criterios técnicos para la evaluación de diversas alternativas (bordos, presas de control, canales de alivio, etc.) todas ellas enfocadas al mismo fin, aunque con diferentes beneficios directos e indirectos. La selección de la mejor alternativa se hará tomando en cuenta los indicadores económicos y en muchos casos aquellos beneficios que no pudieron valorarse económicamente (transformarse a unidades monetarias).

4.5.1 CONCEPTOS BÁSICOS

4.5.1.1 Inundaciones

Una inundación se produce cuando una zona de tierra queda temporalmente cubierta por agua, ello se puede deber al almacenamiento de agua de lluvia en zonas con escaso drenaje, a mareas de tormenta o de viento o bien al desbordamiento de ríos y arroyos⁵³.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Ciencia, la Educación y la Cultura UNESCO, la definición oficial de inundación es “aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce” En este caso el nivel normal debe entenderse como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños⁵⁴.

Por otra parte, avenida se define como “una elevación rápida y eventualmente breve del nivel de las aguas en un río o arroyo hasta un máximo desde el cual dicho nivel desciende a menor velocidad⁵⁵”

53 Maza, A. “Obras de Protección para el Control de Inundaciones”. Instituto de Ingeniería de la UNAM

54 Ley de Aguas Nacionales del 24 de abril de 2004. artículo 3º, párrafo XI, se define “Cauce de una corriente”: el canal natural o artificial que tiene la capacidad necesaria para que las aguas de la creciente máxima ordinaria escurran sin derramarse. Cuando las corrientes estén sujetas a desbordamiento, se considera como cauce el canal natural, mientras no se construyan obras de encauzamiento; en los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, cuando el escurrimiento se concentre hacia una depresión topográfica y éste forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno.

55 OMM/UNESCO “Glosario Hidrológico Internacional”, Secretaria de la Organización Meteorológica Mundial. 1974

Con lo anterior se entenderá el concepto de inundación como: aquel evento que debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta o falla de alguna estructura hidráulica, provoca un incremento en el nivel de la superficie del agua de los ríos o del mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y, generalmente, daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura en general.

Desde la perspectiva económica, la inundación es un desastre natural que puede causar enormes daños materiales e inmateriales para la economía nacional. La evaluación de los daños materiales, es decir, el valor monetario de todos los daños físicos directos e indirectos, han sido estudiados, mientras que los daños no materiales aún no han sido considerados en los procesos de evaluación de los daños (Lekuthai, et al 2001).

Las clasificaciones más comunes de las inundaciones obedecen a su origen, o bien, al tiempo que tardan en presentarse sus efectos.

De acuerdo con su origen, los principales tipos de inundaciones son:

- Inundaciones pluviales. Son consecuencia de la precipitación⁵⁶, se presentan cuando el terreno se ha saturado y el agua de lluvia excedente comienza a acumularse, pudiendo permanecer horas o días; su principal característica es

56 Las causas principales de la precipitación son: ciclones tropicales, lluvias orográficas, lluvias invernales (frentes fríos) y lluvias convectivas

que el agua acumulada es agua precipitada sobre esa zona

- Inundaciones fluviales. Cuando el agua se desborda de los ríos y queda sobre la superficie del terreno cercano a ellos
- Inundaciones costeras. Se presentan cuando el nivel medio del mar asciende debido a la marea y permite que éste penetre tierra adentro, en las zonas costeras
- Inundaciones por falla de infraestructura hidráulica. Esta causa es aún más grave que las antes mencionadas, ya que si la capacidad de las obras destinadas para protección es insuficiente, la inundación será mayor que si no existieran obras, afortunadamente estas fallas son poco frecuentes y eventualmente se deben a diseño escaso, mala operación, falta de mantenimiento o término de la vida útil

De acuerdo con el tiempo de respuesta de la cuenca, las inundaciones se clasifican en:

- Inundaciones lentas. Cuando el suelo no puede seguir absorbiendo más agua de lluvia, el volumen remanente escurre por los ríos, arroyos o sobre el terreno, si el volumen que fluye por el cauce excede la capacidad de este, se presentan desbordamientos sobre sus márgenes, y el agua desalojada puede

permanecer horas o días sobre el terreno inundado

- Inundaciones súbitas. Son el resultado de lluvias repentinas e intensas que ocurren en áreas específicas, pueden ocasionar que pequeñas corrientes se transformen en cuestión de minutos en violentos torrentes

4.5.1.2 Lámina de precipitación.

Un factor fundamental en las inundaciones es la precipitación, y su efecto está en función de su magnitud y duración, así como de las características físicas de la cuenca, las combinaciones más comunes para que se presenten inundaciones son: precipitación intensa sobre cuencas montañosas pequeñas y precipitación de gran magnitud con varios días de duración en cuencas grandes.

La cantidad de precipitación que no se infiltra en el suelo y produce escurrimiento superficial se le llama lluvia efectiva, lluvia neta o lluvia en exceso y equivale a la altura total de la precipitación menos las pérdidas (intercepción, almacenamiento en depresiones, evaporación e infiltración).

La precipitación se caracteriza como una altura o lámina⁵⁷, de esta manera es posible comparar la altura de la lluvia en diferentes puntos de una cuenca, o bien, obtener un promedio. Es de interés particular en el tema de las inundaciones, conocer la cantidad de precipitación que se acumula en duraciones generalmente, menores a un día.

4.5.1.3 Intensidad de precipitación

La cantidad de lluvia que se precipita en cierto tiempo es conocida como la intensidad de precipitación (altura de precipitación por unidad de tiempo, por ejemplo milímetros por hora, mm/h); como se puede intuir, este parámetro es de vital importancia ya que no es lo mismo que llueva cierta lámina en un día, a que esa misma lámina se registre en pocas horas (Tabla 4.19).

Es importante mencionar que la duración de la lluvia es una variable importante que afecta a la población. Se puede presentar una lluvia denominada moderada o fuerte, la cual, si va acompañada con una duración de gran tiempo, puede causar mayores daños que una lluvia categorizada como intensa.

57 Los aparatos que miden la lluvia, pluviómetros o pluviógrafos, la expresan como lámina de lluvia

Tabla 4.19 Clasificación de la precipitación según su intensidad en 24 horas

Clasificación	Intensidad
Lluvias intensas	Lluvia mayor de 70 mm
Lluvias muy fuertes	Lluvia entre 50 y 70 mm
Lluvias fuertes	Lluvia entre 20 y 50 mm
Lluvias moderadas	Lluvia entre 10 y 20 mm
Lluvias ligeras	Lluvia entre 5 y 10 mm
Lluvias escasas	Lluvia menor de 5 mm

Gasto

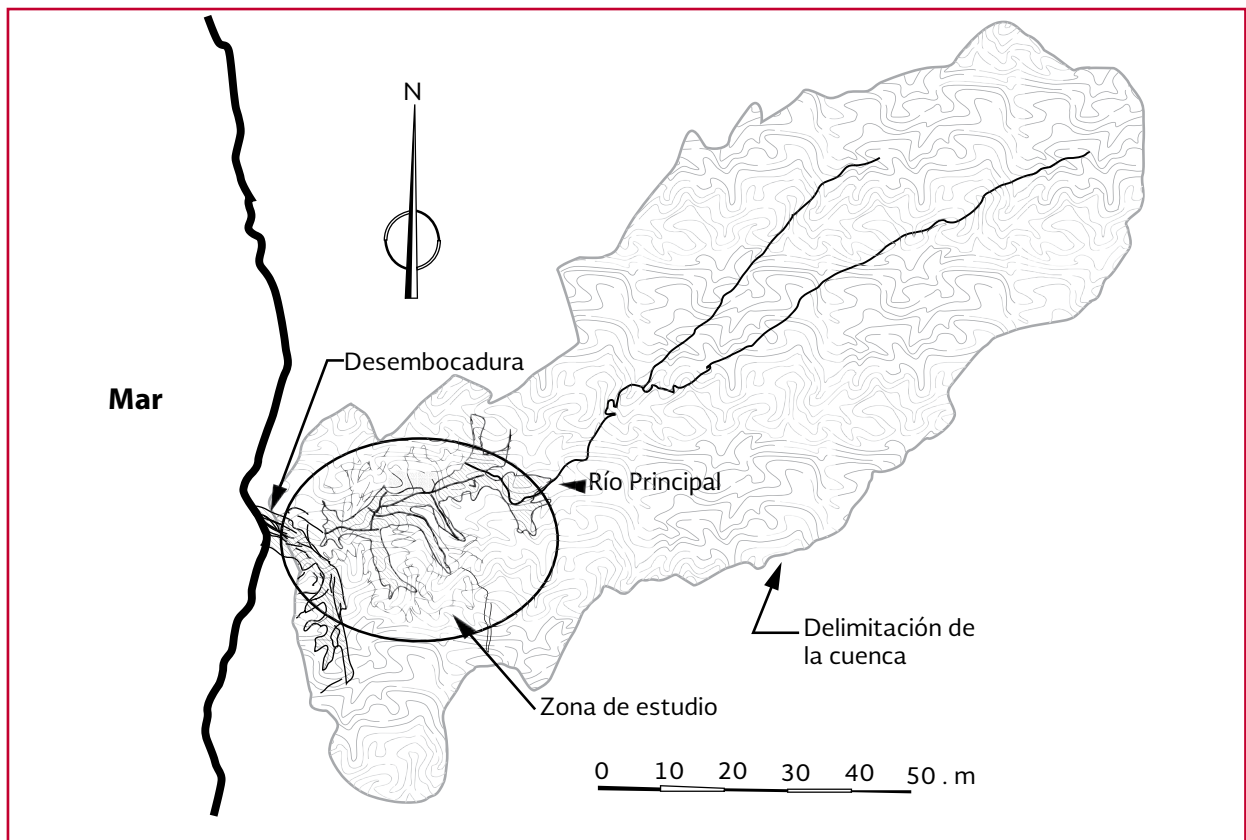
Es la cantidad volumen de agua, en este caso, de origen pluvial que pasa por un sitio determinado en un cierto tiempo, también se conoce como caudal, las unidades más comúnmente empleadas son los metros cúbicos por segundo, m³/s. Este concepto se usa para determinar el volumen de agua que escurre en un río o fluye por una estructura (canal, túnel, tubería, vertedor, etc.), sin embargo, en esta sección, su uso más importante se refiere al diseño de obras de in-

fraestructura hidráulica, para dar solución a una problemática de inundaciones.

Cuenca

La cuenca es una zona de la superficie terrestre delimitada por un contorno de mayor altura denominado parteaguas donde, si fuera impermeable, las gotas de lluvia que caen sobre ella tenderían a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida, usualmente el área se expresa en km².

Ilustración 4.23 Esquema de una cuenca



Para fines prácticos se puede usar la clasificación de la Tabla 4.20 para cuencas en función de su tamaño:

La regulación de los escurrimientos permite disminuir los gastos máximos y mantener los gastos mínimos que fluyen por algún conducto, sea escurrimiento natural (ríos) o artificial (canal, túnel, etc.). Cuando se trata de avenidas extraordinarias, resulta difícil atenuar los gastos máximos y solo se logra mediante embalses reguladores (presas).

Hidrograma

Es la representación gráfica de la variación continua del gasto en el tiempo, para cada punto del hi-

drograma se conoce el gasto que está pasando por el sitio de medición. El área bajo la curva de esta gráfica es el volumen que ha escurrido durante el lapso entre dos instantes (Ilustración 4.24).

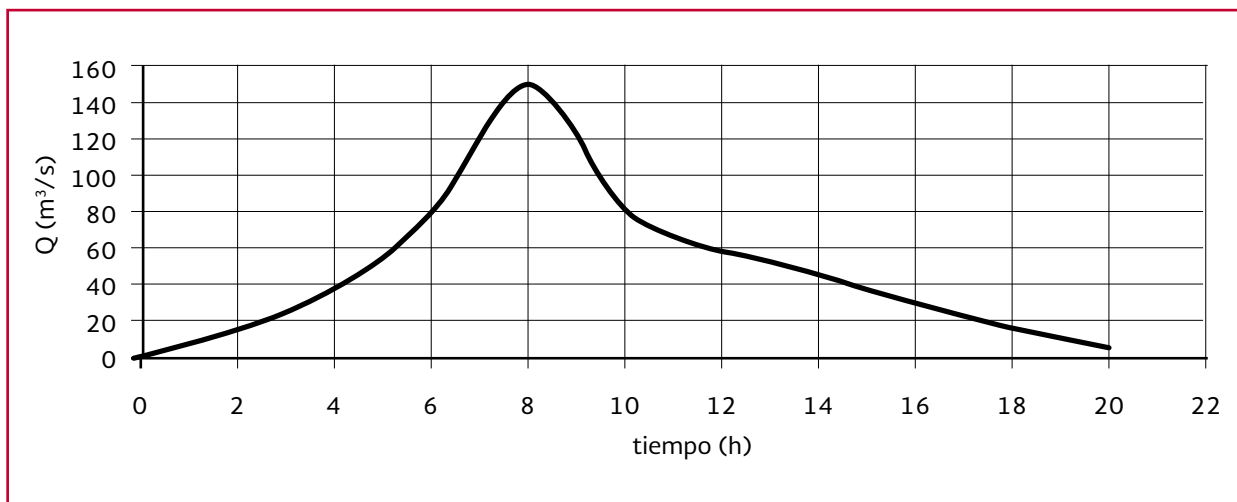
La respuesta de una cuenca a un evento de lluvia es el escurrimiento que se presenta en su salida y este depende de las características geomorfológicas de la cuenca y su grado de urbanización; el tipo y uso de suelo son factores fundamentales en la determinación de las superficies impermeables y de la capacidad de infiltración. Dicha respuesta se caracteriza por un hidrograma unitario, el cual se debe estimar con los datos de escurrimiento observados y con datos de lluvia en la cuenca de interés, cuando no se disponga de esta información se debe estimar un hidrograma unitario.

Tabla 4.20 Clasificación de las cuencas según su tamaño

Tamaño de la cuenca (km ²)	Descripción
Menor de 25	Muy pequeña
Entre 25 y 250	Pequeña
Entre 250 y 500	Intermedia-pequeña
Entre 500 y 2500	Intermedia-grande
Entre 2500 y 5000	Grande
Mayor a 5000	Muy grande

Fuente: CONAGUA, "Manual de Ingeniería de Ríos", Estudio Hidrológico para Obras de Protección, 1993

Ilustración 4.24 Esquema de un hidrograma



Periodo de retorno

Es el tiempo que, en promedio, debe transcurrir para que se presente un evento igual o mayor a una cierta magnitud; también podemos decir, que es el periodo de tiempo en el que se puede presentar una lluvia de una cierta intensidad, pudiendo ser desde el primer o hasta el último día de dicho periodo.

Normalmente el tiempo que se usa son años, y la magnitud del evento puede ser el escurrimiento, expresado como un gasto, una lámina de precipitación o un tirante de inundación. En las normas de diseño de obras hidráulicas⁵⁸ se han propuesto periodos de retorno específicos para dimensionar obras de protección contra inundaciones, por ejemplo, para obras de diseño de drenaje urbano se utiliza comúnmente 10 años y para obras de excedencias de presas se usan 10 000 años.

La selección de la frecuencia o periodo de retorno para el diseño de una estructura u obra hidráulica de protección, se encuentra en función de los daños ocasionados, en pérdidas de vidas humanas, en daños materiales, en contaminación de cuerpos de agua, en impactos negativos a la salud de la población, o bien en afectaciones a la economía regional y/o nacional, mismos que deben minimizarse hasta donde sea posible.

Avenida de diseño

La avenida de diseño se determina a partir de una frecuencia de ocurrencia o periodo de retorno, mismo que puede entenderse como una medida de seguridad de la estructura y se puede

estimar utilizando alguno de los siguientes enfoques, el primero con base en recomendaciones y el segundo basado en un análisis del riesgo con fundamento estadístico.

Con relación al primer enfoque existen criterios de diseño generalizados que pueden ser adoptados en el diseño de avenidas para obras de control de inundaciones.

El segundo enfoque se emplea cuando se cuenta con suficiente información para determinar el periodo de retorno óptimo, que involucrará tanto el costo de la estructura como los daños ocasionados en ausencia de la misma, es decir, se selecciona el tamaño de la estructura en función del costo total mínimo esperado.

Obtención de las avenidas de diseño asociadas a un periodo de retorno

El primer paso para definir la(s) avenida(s) de diseño asociada(s) a uno o varios periodos de retorno, las cuales son indispensables para la estimación de las áreas de inundación, es determinar el método más adecuado para su obtención, para fines prácticos los métodos para determinar las avenidas máximas se pueden clasificar como sigue:

Los métodos empíricos se emplean para obtener una idea preliminar sobre el gasto de diseño, o bien cuando no se conocen características de la precipitación de la zona correspondiente a la cuenca en estudio, ya que en ellos intervienen como variables únicamente las características físicas de la cuenca. Los métodos más utilizados son los de Creager y Lowry que proporcionan el gasto de diseño en función del área de la cuenca y un coeficiente que depende de la región hidrológica correspondiente.

58 Conagua, Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos (GASIR).

Los métodos estadísticos son de gran utilidad en sitios en los que se cuenta con un buen registro de los gastos ocurridos. Se basan en suponer que los gastos máximos anuales aforados en la cuenca, son una muestra aleatoria de la población de gastos máximos. Difieren entre ellos en la forma de la función de distribución de probabilidades que suponen tiene la población.

Los métodos hidro-meteorológicos se basan en la determinación de la precipitación máxima probable (PMP), a partir de métodos meteorológicos, para determinar la tormenta de diseño y convertir dicha tormenta en el hidrograma de diseño mediante una relación precipitación-escorrentamiento. En este caso los más utilizados son el Método Racional, Chow, Método Gráfico Alemán, el *HEC-HMS* (Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling System) de dominio público generado en el Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos, este entre muchos otros.

Estos análisis tienen por objeto determinar los caudales máximos para distintas probabilidades o sus periodos de retorno equivalentes (regularmente se utilizan 10, 25, 50, 100, 500 y 1 000 años de recurrencia), para conocer el caudal máximo que debe ser conducido por el río o la infraestructura pluvial de proyecto.

En caso de no contar con datos hidrométricos, se puede recurrir a la estimación de caudales máximos aplicando modelos lluvia-escorrentamiento. En este sentido es indispensable consultar las recomendaciones de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos (GASIR) de la CONAGUA sobre el periodo de retorno mínimo que debe de utilizarse en cada tipo de obras. Las estimaciones de los hidrogramas o gasto máxi-

mo esperado para la cuenca, aplicando un modelo lluvia-escorrentamiento, debe tomar en consideración tormentas de diseño determinadas por análisis estadístico de eventos de lluvia y uso del suelo (Curvas Numéricas) para estimar la lluvia en exceso que produce el escorrentamiento en la cuenca; así como los datos fisiográficos de la cuenca (longitud y pendiente del cauce principal) para estimar el tiempo de concentración del agua. De esa manera y empleando el concepto de Hidrograma Unitario Sintético se puede determinar el hidrograma de salida. Es importante mencionar que si es factible el uso de algún otro método de recopilación y análisis de lluvia para la determinación del gasto máximo esperado para el correspondiente periodo de retorno siempre y cuando el método sea avalado por la Comisión Nacional del Agua.

Mitigación de daños por inundaciones

Dada la importancia de identificar y cuantificar los daños por inundación, se procede a definir y clasificar el término daño. De manera cuantitativa el daño es la cantidad de dinero para restaurar la zona a su estado original antes del desastre (Grigg, et al 1974). La problemática de la protección contra inundaciones puede abordarse mediante el control del agua de la avenida o intentando controlar el uso que hace la sociedad de la zona inundable, en el pasado, en nuestro país se trabajó con una tendencia hacia el primer enfoque.

De acuerdo a lo anterior, las acciones contra inundaciones pueden ser de dos tipos, las conocidas como acciones estructurales (construcción de obras), generalmente realizadas por las dependencias gubernamentales y que requieren fuertes inversiones, mismas que son sujetas de evaluaciones socioeconómicas objetivo de la presente sección, y las no estructurales (indirec-

tas o institucionales), las cuales se avocan más a modificar la susceptibilidad de los daños, informando a la población de manera oportuna la ocurrencia de posibles avenidas, estableciendo normas o reglamentos de uso de suelo, de construcción, etcétera.

4.5.1.4 Acciones estructurales

De regulación, son aquellas que reducen el gasto máximo de la avenida y en ocasiones el volumen, estas pueden ser:

- Presas de almacenamiento, se pueden considerar una o varias
- Presas rompe picos, generalmente se construyen en forma escalonada a lo largo del cauce, las cuales reducen el gasto máximo esperado en el río y retienen azolves los cuales afectan la infraestructura urbana aguas debajo de la cuenca.

De desvío, son las que permiten extraer un cierto volumen del hidrograma, pueden ser:

- Desvíos permanentes, cuando el flujo se tiene que dirigir hacia otros cauces, lagunas costeras o directamente al mar, no retorna al río
- Desvíos temporales, se realizan cuando el agua tiene que retornar al río cuando disminuyen los gastos de la avenida

De mejoramiento hidráulico, aquellas que permiten incrementar la capacidad de conducción de los cauces.

- Rectificaciones de ríos, para incrementar la pendiente del río y por lo tanto su capacidad hidráulica

- Presas para retener azolves, las cuales evitan que se azolven otros cauces y la pérdida de su capacidad hidráulica
- Remoción de vegetación o maleza, a lo largo de los cauces y bordos longitudinales
- Dragado, para incrementar la capacidad hidráulica del cauce. Se realizaran dragados permanentes cuando el transporte de sólidos es alto
- Canalización o entubamiento de cauces, se utilizan en tramos donde el arroyo o ríos cruzan poblaciones o ciudades.
- Reforestación de la cuenca, retarda el tiempo de concentración y disminuye el coeficiente de escurrimiento, y reduce la aportación de sedimentos a los cauces

De contención, aquellas que limitan la zona de inundación

- Muros longitudinales
- Muros perimetrales, en poblaciones y construcciones de importancia
- Drenes
- Puentes y alcantarillas

4.5.1.5 Acciones no estructurales

- Zonificación
- Normas de construcción.
- Planes de desarrollo urbano que mitiguen o sean preventivos ante riesgos hidrometeorológicos
- Sistemas de alertamiento
- Planes de evacuación
- Vigilancia y monitoreo de cauces
- Control de desechos en descargas
- Planeación de campañas sanitarias y de servicios médicos, como repuesta a los desastres

- Identificación de rutas de evacuación y albergues temporales
- Comunicación social
- Sistemas de alarma y alerta
- Simulacros y educación en materia de prevención de desastres
- Actualización de la base de datos de lluvia
- Programas de mantenimiento o implantación de instrumentación de cuencas hidrológicas, para diseños específicos y apropiados de la infraestructura pluvial

4.5.2 METODOLOGÍAS PARA LA VALORACIÓN DE BENEFICIOS

Los beneficios de un proyecto de protección contra inundaciones o evacuación de aguas lluvias se asocian a un determinado nivel de protección; para medirlos y valorarlos existen, entre otras metodologías: la valoración contingente, los precios hedónicos y el daño evitado esperado, que surgen al no existir un mercado donde las personas revelen su disposición a pagar por evitar o disminuir los costos asociados a las tormentas.

Valoración contingente

Mediante la aplicación de un cuestionario se plantea un escenario hipotético esperado, sobre el cual el individuo entrevistado declara su máxima disposición a pagar (DAP) por un cambio en la cantidad o calidad de un bien o servicio, en este caso, por la no ocurrencia de un cierto nivel de daños por inundación.

En la aplicación de la valoración contingente hay posibilidad de fracaso u obtención de

resultados erróneos, al ser difícil que la gente internalice el hecho de que la lluvia es un fenómeno probabilístico, por lo que no es recomendable aplicar este método después de una lluvia de importancia o de un par de años secos, ya que las respuestas son influenciadas por las vivencias recientes.

Precios hedónicos

Se basa en los precios de las propiedades, y sirve para estimar los beneficios en viviendas o por recuperación de terrenos inundables. Se fundamenta, en que, el precio de un bien depende de sus características, por lo que, al aislar un atributo específico, es posible establecer su precio implícito.

Su principal ventaja es que permite capturar gran parte de los beneficios tangibles e intangibles del proyecto a través de precios de las viviendas (preferencias reveladas). En esta metodología, para valorar los beneficios es indispensable contar con un avalúo de un perito inmobiliario que determine los valores con y sin proyecto al comparar el precio de mercado en la zona de influencia de la obra con un lugar con características similares a esta, pero sin los problemas que se pretenden solucionar.

Daño evitado esperado

Este método permite determinar el valor esperado de cada uno de los costos evitados, mediante la construcción de una curva probabilidad de ocurrencia-costos. A través de la secuencia mostrada en la Ilustración 4.25 se explica este criterio.

Gráfico I. Las precipitaciones y su probabilidad de ocurrencia

Para que se produzca una inundación es necesaria la precipitación en combinación con las condiciones particulares de la cuenca. La lluvia es un fenómeno aleatorio regido por una función de probabilidad, cuya forma típica se muestra en este gráfico. La precipitación, en el eje de las ordenadas, se mide en milímetros por unidad de tiempo

En el eje de las abscisas se indica la frecuencia de ocurrencia de cada nivel de lluvia en un año típico, observándose que las lluvias más comunes, de mayor probabilidad, son aquéllas de menor intensidad o ligeras. Este gráfico es una simplificación, ya que una caracterización completa considera también su duración, la época del año, hora de inicio y término

Gráfico II. Niveles de precipitación y severidad de inundación

Los problemas de inundación comienzan a partir de cierto nivel de intensidad de precipitación y se reflejan como una altura o nivel de inundación y aumentan conforme sea mayor la intensidad, lo cual se observa en este gráfico. Distintas combinaciones de determinados factores (duración y velocidad de las aguas, presencia de sedimentos, geomorfología de la cuenca, urbanización del terreno, etc.) producen distintos niveles de severidad o altura

Gráfico III. Severidad de inundación y costo de los daños producidos

De acuerdo con su severidad, las inundaciones causan daños que se asocian a un costo económico. En este gráfico se observa que para distintas severidades

de inundación se tienen diferentes costos asociados, los que crecen de forma proporcional a la severidad

Gráfico IV. Costos y sus probabilidades de ocurrencia

La curva probabilidad de ocurrencia-costos se construye a partir de la interconexión de las anteriores: si una lluvia con probabilidad de ocurrencia (gráfico I) produce una inundación de severidad asociada a dicha probabilidad (gráfico II), que genera un daño definido (gráfico III), se deduce que la probabilidad de ocurrencia de dicho daño (gráfico IV) es igual a la probabilidad de ocurrencia de partida

De acuerdo a la explicación anterior, se realiza un comparativo sin y con proyecto. Para cada nivel de precipitaciones con proyecto habrá una menor severidad de inundaciones. Para lluvias menores al nivel de diseño de la obra de protección o cauce no habría inundaciones; si se sobrepasa este nivel, habrá inundaciones pero serán menos severas.

Siguiendo la teoría de decisiones bajo incertidumbre, y suponiendo neutralidad al riesgo, se puede establecer que el beneficio por evitar la inundación estará dado por la esperanza matemática de los menores daños que se obtienen con el proyecto:

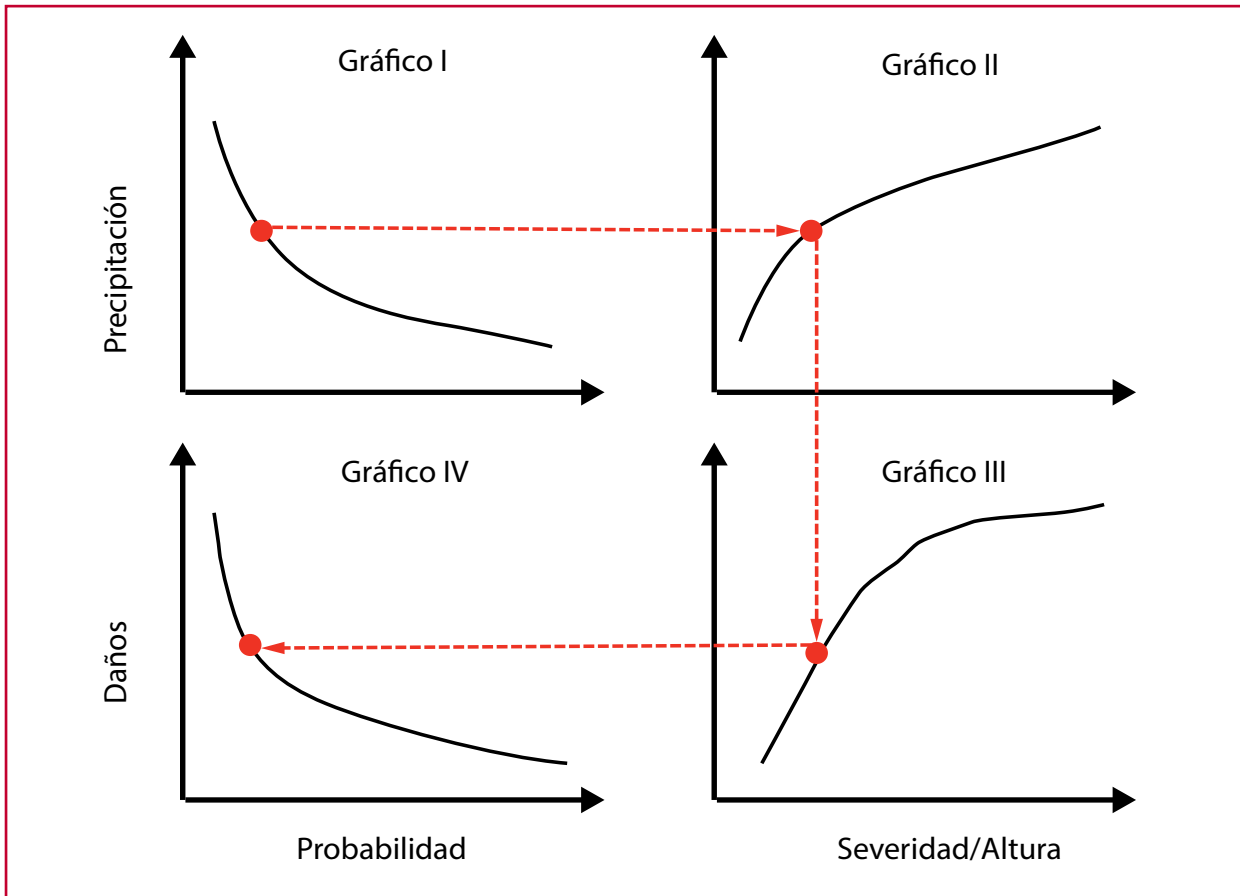
$$B(t) = \int_0^{\infty} P(i)[C_0(i) - C_1(i)] di$$

Ecuación 4.4

dónde:

$$B(t) = \text{Beneficios del proyecto para un año } t$$

Ilustración 4.25 Esquema general de medición de beneficios



- $P(i)$ = Probabilidad de ocurrencia de la tormenta de intensidad i
- $C_0(i)$ = Costo asociado a la tormenta de intensidad i , sin proyecto
- $C_1(i)$ = Costo asociado a la tormenta de intensidad i , con proyecto

Esta ecuación corresponde al valor esperado de los beneficios para el año t , considerando tormentas de todas las intensidades (0 a infinito).

La complicación de este método es que se debe cuantificar y valorar cada beneficio por separado, y únicamente se aplica con los beneficios tangibles. Su principal ventaja es que su cálculo es más sencillo y de menor costo que

los métodos anteriores, por lo que es ampliamente aplicado en la evaluación de este tipo de proyectos.

La metodología recomendada para proyectos de PCP será la estimación del daño evitado esperado, aunque, como ya se mencionó, mediante ella solo podrán valorarse razonablemente los daños tangibles, hecho que implica una subestimación del valor real del beneficio total atribuible al proyecto, finalmente para la evaluación de proyectos, hay que destacar que dada la relevancia de los conceptos intangibles, es indispensable presentar, como apoyo para la mejor toma de decisiones, una relación de tales conceptos, ubicándolos en el tiempo y precisando de ser posible su probabilidad de ocurrencia.

Otros autores (Helweg, 1992; Boyle et al., 1998) utilizan cuatro tipos de análisis para la estimación de daños por el desastre, como: el primero, el análisis de frecuencias, el cual está en relación al pronóstico de eventos extremos, simulación de escurrimientos y modelos lluvia escurrimiento; el segundo, el análisis de peligros, enfocado a los peligros asociados a las inundaciones; el tercero, el análisis de vulnerabilidad, que estima la extensión y severidad de los daños, así como la magnitud de las pérdidas, las cuales dependen de los factores antrópicos y ambientales; y el cuarto, el análisis de los daños, que implica el costo de remplazar o restaurar las áreas afectadas, siendo utilizado el método de correlación entre el daño estimado y las características hidrológicas y económicas en la planicie de inundación.

Este último, implica el cálculo de los efectos directos de los daños tangibles, referentes a las pérdidas producidas por el contacto físico del agua, como: menaje, viviendas, infraestructuras y equipamientos, vehículos, enfermedades gastrointestinales al contaminarse las fuentes de abasto de agua potable, enfermedades de la piel, costos por la implementación de operativos de rescate de damnificados, costos por asistencia social para dar ayuda a los damnificados, etc. (Ollero, 1997).

4.5.3 ESTRUCTURACIÓN DE UN PROYECTO DE CONTROL DE INUNDACIONES

4.5.3.1 Descripción de la problemática y efectos de las inundaciones

En este apartado se presentarán, en primera instancia, los problemas históricos que han existido en la zona de estudio, para ello se deberá recopilar toda la información disponible sobre los

daños producidos en cada evento y sus características hidrológicas.

Algunos conceptos de ciertos eventos podrán ser cuantificados y valorados con tal precisión que permita la cuantificación de los beneficios, ya que podrían no existir datos de los daños de todos los eventos, o tomar uno representativo que se asociaría a la avenida correspondiente (Tabla 4.21).

Lo que se busca en esta recopilación de información, es tener en la medida de lo posible la relación de daños contra diferentes eventos de inundación ocurridos (Ilustración 4.26).

4.5.3.2 Estudios previos

a) Topografía

Para la realización de los análisis topográficos se pueden emplear planos de proyectos anteriores. Se pueden hacer uso de coordenadas UTM para la ubicación y elevación de pozos de visita en zonas cercanas a las orillas de las fuentes (ríos, arroyos, cuerpos de agua, etc.) u otros proyectos similares, ya que esta información es imprescindible para el cálculo de las áreas de inundación.

En este sentido, se puede concluir que es necesario contar con la información disponible sobre la topografía de las probables áreas de inundación de los proyectos existentes, o en su defecto, realizar un levantamiento de campo de la información que sea necesaria.

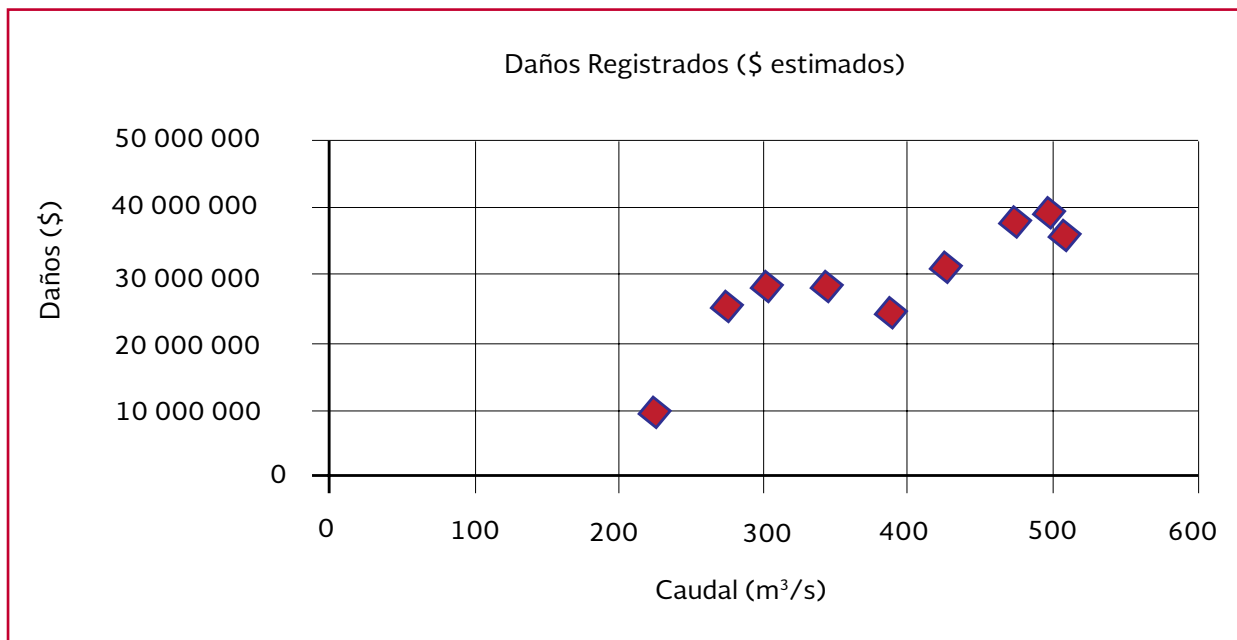
b) Hidrología

La hidrología superficial proporciona las bases científicas y metodológicas para la elaboración

Tabla 4.21 Cuantificación de los daños ocasionados en la zona del estudio del estado de Tabasco, durante las inundaciones de 1999 (millones de pesos a octubre de 2001)

Sector / Actividad afectada	Costo del daño (millones de pesos)
1. Sector productivo:	
Agricultura	13.32
Ganadería	83.38
Industria, comercio y servicios	149.73
2. Sector infraestructura	
Carreteras	89.05
Incremento CGV	154.31
Energía (CFE)	14.29
PEMEX	35.67
Agua potable y alcantarillado	41.13
Vialidades urbanas	59.96
Infraestructura. recreativa y comercial	20.48
3. Sector social	
Viviendas	598.00
Escuelas	134.16
Unidades Médicas	9.61
Atención a la emergencia	319.36
Molestias interrupción servicio agua potable	35.77

Ilustración 4.26 Relación daños-avenidas presentadas



de los estudios hidrológicos necesarios para el diseño de los proyectos de control de avenidas.

Para elaborar los estudios hidrológicos necesarios para los proyectos de aprovechamiento y control, primeramente se debe establecer un programa de investigaciones hidrológicas, que comprendan la recopilación e interpretación de datos hidrometeorológicos (precipitación, evaporación y temperaturas, principalmente) e hidrométricos (volúmenes escurridos y gastos).

Las técnicas modernas han abierto enormes perspectivas de análisis hidrológicos, ya que por ejemplo, los métodos de simulación permiten estudiar sistemas complejos que anteriormente no eran abordables. Existen varios métodos (empíricos, estadísticos o hidrometeorológicos) para determinar las avenidas de diseño, su aplicación

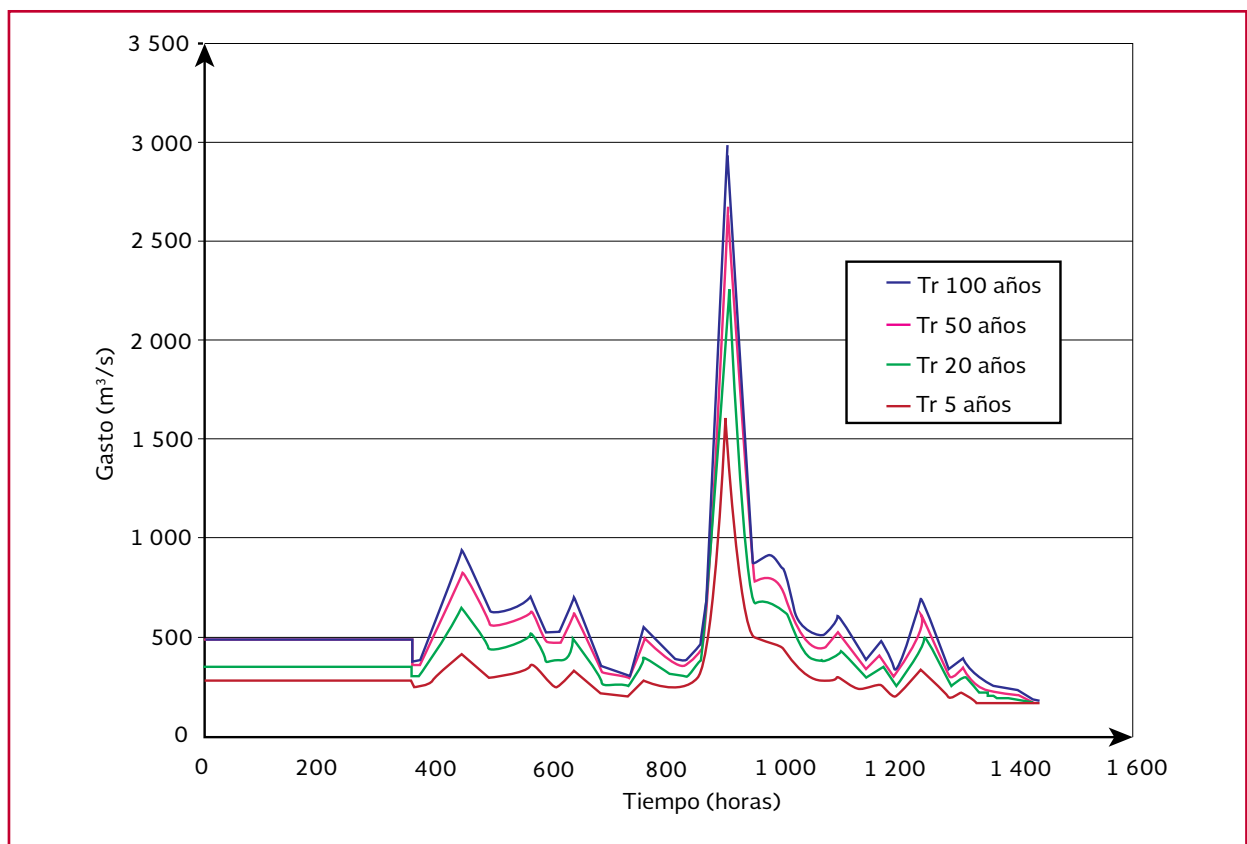
dependerá, en cada caso, de la magnitud de la obra, de la suficiencia en la información, del nivel de evaluación al que se pretende llegar, etcétera.

A continuación se presenta una tabla típica de datos obtenidos para un proyecto de protección contra inundaciones, de acuerdo con los análisis hidrológicos se determinan los datos de caudales máximos resultantes asociados a diferentes periodos de retorno.

Tabla 4.22 Ejemplo del hidrograma de salida

TR (años)	Q máx (m ³ /s)
10	115
25	140
50	160
100	180
500	225

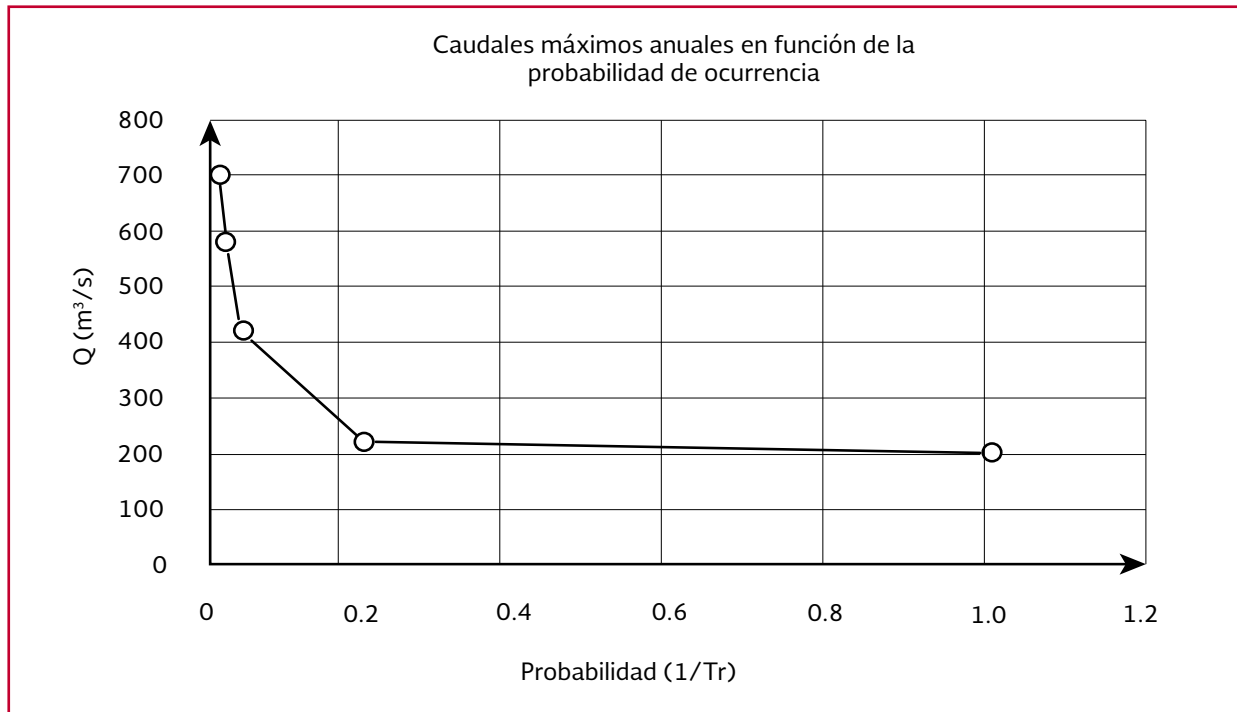
Ilustración 4.27 Hidrogramas asociados a diferentes periodos de retorno



Con esta información es posible elaborar la curva de caudal contra probabilidad de ocurrencia,

en donde dicha probabilidad se obtiene con el inverso del periodo de retorno.

Ilustración 4.28 Gráfico de Caudal-Probabilidad de ocurrencia



c) Pronóstico de inundaciones y presentación de manchas de inundación

Este análisis tiene por objeto determinar la elevación y tirantes del agua en diferentes secciones transversales, del cuerpo de agua generador de la inundación o del área afectada por el mismo, de modo que permitan delimitar las áreas bajo riesgo de inundación para las distintas probabilidades o periodos de retorno equivalentes.

En este punto, se delimitará el área potencialmente inundable, con el propósito de identificar zonas habitacionales (rurales o urbanas), los servicios afectables, la infraestructura vulnerable (puentes, vialidades, vías férreas, líneas eléctricas o telefónicas, así como las posibles medidas estructurales y no estructurales a implementar (bordos, diques, captaciones, desazolve, limpie-

za, etc.) para la prevención y mitigación de impactos o daños.

Para definir las zonas probables de inundación durante la presencia de avenidas con diferentes periodos de retorno, se debe adoptar un modelo que estime el funcionamiento hidráulico de los cuerpos de agua generadores de inundación en la zona de estudio.

Para ello se pueden emplear modelos como el *River Analysis System* desarrollado por el *Hydrologic Engineering Center* (HEC-RAS) perteneciente al *U. S. Army Corps of Engineers* y que es de libre acceso. Este modelo requiere de los datos geométricos del río a ser simulado, también requiere de los datos de caudales máximos a ser transitados, los cuales se tomaron del estudio hidrológico respectivo.

El HEC-RAS es un sistema integrado de software, diseñado para el uso interactivo en trabajos múltiples con ambiente multiusuarios de la red de flujo. El sistema está compuesto de una interfase grafica para el usuario (GUI), separando los componentes del análisis hidráulico, almacenaje de datos y capacidad de administración de gráficas y facilidad en el manejo de la información.

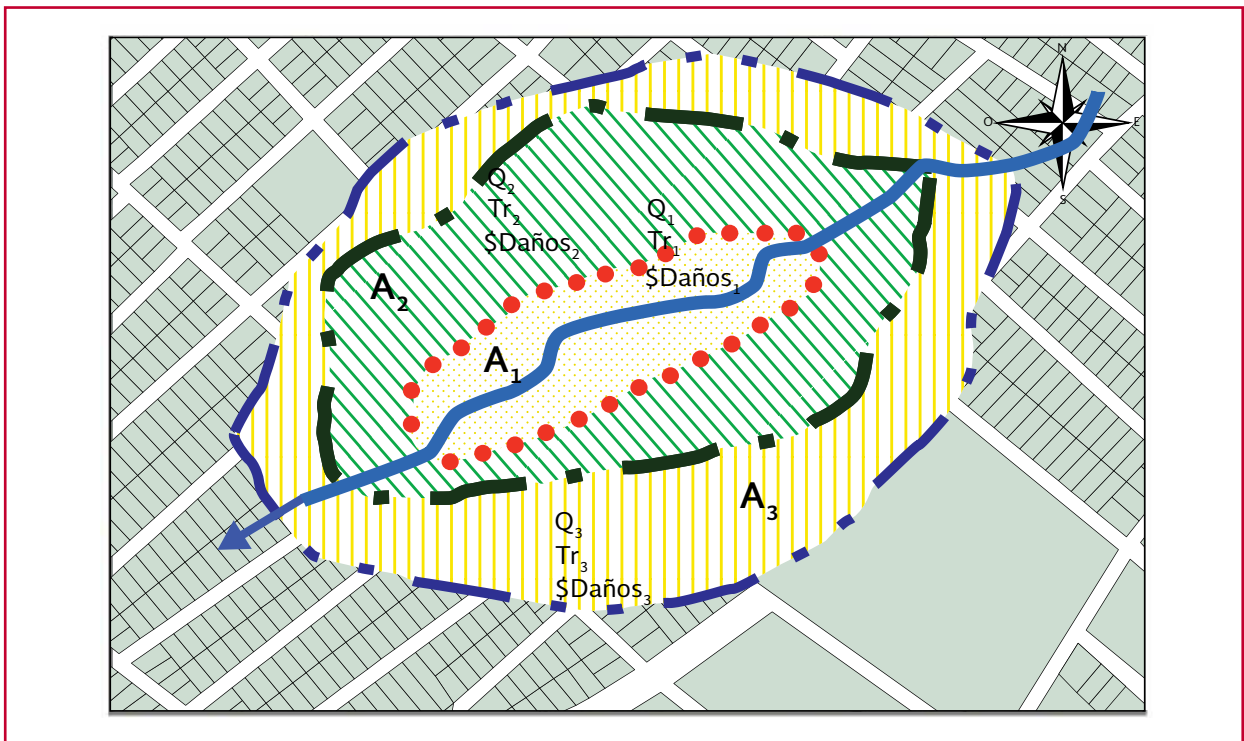
Existen otros programas desarrollados por empresas privadas que permiten modelar flujos permanentes y transitorios en redes de ríos y llanuras de inundación, resuelven la hidrodinámica del flujo empleando las ecuaciones de Saint Venant para flujos transitorios en canales abiertos. Para esto, una red de ríos es modelada descomponiéndola en sus unidades hidráulicas más simples, secciones transversales al flujo, las cuales se consideran como unidades de modelación.

Además de los ríos y llanuras de inundación, algunos programas cuentan con unidades para

representar una amplia variedad de estructuras hidráulicas, entre las que se encuentran: conductos, alcantarillas de secciones transversales diversas, varios tipos de compuertas, vertedores, pérdidas de carga hidráulica a través de puentes, unidades de almacenamiento, confluencias y bifurcaciones. Las fronteras del modelo se representan por medio de hidrogramas, limnigramas y curvas elevación-gasto.

Otros programas de amplia difusión, además de simular el comportamiento hidráulico de sistemas conformados por una red de ríos, llanuras de inundación, almacenamientos y estructuras hidráulicas, permiten la simulación lluvia-escorrentamiento usando modelos hidrológicos conceptuales y basados en eventos, permiten importar y exportar datos y resultados a los Sistemas de Información Geográfica (SIG), ofreciendo la ventaja de visualizar en forma automática y dinámica las zonas de inundación, sobre un modelo digital del terreno.

Ilustración 4.29 Gráfico de áreas de inundación



En la Ilustración 4.29 se puede observar un cauce que tiene una capacidad para conducir una corriente de un caudal máximo de Q_0 , conforme empieza a incrementarse el caudal a Q_1 , Q_2 y Q_3 , las áreas de inundación (A_n) también se incrementan de acuerdo a la topografía de la zona y produciendo diferentes niveles de daños en la población. ($\$Daños_n$).

En la Ilustración 4.29 se observa que evidentemente $Q_3 > Q_2 > Q_1$ y por ende $\$Daños_3 > \$Daños_2 > \$Daños_1$, pero al ser $Tr_3 > Tr_2 > Tr_1$, queda implícito que a mayor área y mayor daño existe una menor probabilidad de ocurrencia.

En resumen, con los resultados del análisis hidrológico, de alguno de los programas o métodos descritos, se ingresan los datos de caudales máximos para cada Tr y se realiza el tránsito de las avenidas para obtener los niveles de la superficie del agua en cada sección, obteniéndose así las posibles áreas de inundación. A partir de los niveles obtenidos, y de acuerdo a la topografía en planta con que se cuenta, se trazan las manchas de inundación para cada avenida de diseño.

Las áreas de inundación son la base para identificar y cuantificar los beneficios del proyecto, determinando la población e infraestructura susceptible a dañarse en la situación sin proyecto, ante eventos hidrometeorológicos de diferentes magnitudes.

4.5.3.3 Balance oferta - demanda

Para determinar la magnitud del problema y el tamaño de la infraestructura es necesario definir la diferencia entre la demanda del servicio y la capacidad instalada.

La demanda la conforma la necesidad de la población por estar protegida contra inundaciones que se den por eventos hidrometeorológicos de hasta un cierto periodo retorno (Tr) establecido, la cual se podrá establecer mediante el caudal que deba poder conducirse por el cauce e infraestructura complementaria sin afectar a la población.

La oferta la comprende la infraestructura existente con las medidas de optimización correspondientes para maximizar la capacidad de conducción y minimizar las afectaciones a la población.

El balance y el tamaño del proyecto se deriva de restar la demanda a la oferta para determinar la necesidad a cubrir por el proyecto.

4.5.3.4 Generación y análisis de alternativas para solucionar la problemática planteada por las inundaciones

Las medidas de protección a la infraestructura productiva y de servicios, a las vías de comunicación y viviendas, se convierten en opciones de solución, debiéndose buscar proyectos alternos que nos permitan dar en forma individual o en conjunto, el mismo nivel de proyección a la población, como puede ser un sistema de presas para mejorar la regulación o un sistema de túneles para incrementar la capacidad de conducción.

Como en todas las evaluaciones de proyectos, a las alternativas planteadas prosigue la selección de la mejor de ellas, en este caso la selección de la mejor alternativa estará regida por lineamientos técnicos de solución y los análisis económicos de ellas.

4.5.4 BENEFICIOS ATRIBUIBLES AL PROYECTO⁵⁹

Los beneficios son el reflejo de los daños evitados al cuantificar los efectos que se dejan de presentarse en la población beneficiada.

Los daños de las inundaciones se pueden clasificar en dos categorías: tangibles e intangibles. Los daños de inundación tangibles se pueden expresar en valores monetarios y, a la vez, se pueden subdividir en dos tipos: efectos directos y efectos indirectos, mientras que los daños intangibles son poco considerados, siendo principalmente los que no tienen contacto directo con el agua y su valor monetario es difícil de asignarlo (Booij, 2004).

Los efectos indirectos de los daños tangibles están relacionados con las afectaciones en las actividades

59 Basado en diversos estudios que contaron con recursos de la CONAGUA, como son:

- Proyecto integral para la protección contra inundaciones de la planicie de los ríos Grijalva y Usumacinta, realizado por la CFE, 2003
- Encauzamiento del Río de las Avenidas en Pachuca, Hgo.; realizado por la CONAGUA, 2006
- Sistema de conducción para disminuir el riesgo de inundaciones en la cuenca del Río de la Compañía, Estado de México; realizado por la CONAGUA en el 2001 y actualizado en el 2006
- Obra de prevención de inundaciones en la ciudad de Cozumel, Quintana Roo; realizado por la CAPA de Quintana Roo en el año 2005.
- Rehabilitación del embovedamiento del Arroyo “Los Nogales”, entre la calle Buenos Aires y la Calle Internacional de la ciudad de Nogales, Sonora; realizado por CONAGUA (2008)
- Túnel Emisor Oriente (TEO) para el Valle de México; realizado por CONAGUA (2009)

des laborales y productivas, que indirectamente se ven afectadas. Como principales beneficios indirectos tangibles que una obra hidráulica pluvial puede ofrecer, se pueden mencionar: disminución del ausentismo laboral, reducción en los tiempos de recorrido de los automovilistas, reducción en los costos de operación y mantenimiento por el menor congestionamiento.

Por su naturaleza, muchos daños intangibles son difíciles de cuantificar (Fonden, 2004, Cenapred, 2005), sin embargo, son relevantes en la toma de decisiones. Asimismo, muchos otros efectos intangibles no se toman en cuenta en la evaluación de proyectos, y que tienen una repercusión en las actividades humanas, como: la paralización de actividades, cortes de comunicación o energía, pérdidas económicas en el sector privado y público, afectación al comercio de diferentes escalas, gastos económicos en reparaciones, limpieza general y ayudas de emergencia, conflictos de propiedad, efectos psicológicos y sociológicos, problemáticas serias de migración, epidemias y problemas de salud pública por expansión de contaminantes, corte del agua potable, falta de abastecimiento, aguas estancadas, pérdidas de vidas humanas, tanto directas como indirectas, etc. (Ollero, 1997; Lekuthai 2001; Booij, 2004).

Cuando ocurren avenidas extraordinarias, existe el riesgo inminente de ruptura de bordos, desbordamiento de cauces, acumulación de agua en hondonadas, etcétera, afectando extensiones aledañas a los cauces; en casos muy frecuentes, en los terrenos aledaños pueden existir asentamientos humanos.

Estos daños o afectaciones se presentan en viviendas, comercios, industrias, y organismos públicos. Ahora bien, el beneficio en viviendas

corresponde a menores pérdidas o deterioros que sufre el menaje de las personas que viven en el área afectada, tanto en edificaciones como en mobiliario y utensilios de su interior.

En comercios e industrias, los beneficios corresponden a menor pérdida o deterioro de equipos, instalaciones, insumos y productos terminados o en proceso; o por evitarse disminuciones en ventas o producción.

Los beneficios en organismos públicos se refieren a menores daños materiales en edificios y equipamientos de instituciones públicas en el área afectada, al mismo tiempo que se reduce el tiempo de afectación de sus actividades normales, disminuyendo las molestias para los usuarios.

Para efectos de la evaluación, de acuerdo al estudio de simulación y tránsito de avenidas, se estima o dimensiona la superficie máxima de las inundaciones para los períodos de retorno analizados y con ello se identifican las zonas o asentamientos a beneficiar.

4.5.4.1 Daño en viviendas

Con los recorridos de campo por la zona y con apoyo de la cartografía digital existente, se obtiene la información que sirve de base para los cálculos. En la zona de estudio, hay que determinar el nivel socioeconómico de las viviendas, así como los materiales empleados en la construcción de las viviendas (concreto, tabicón, madera, lámina de asbesto o cartón), otro aspecto importante es el número de niveles promedio de las viviendas, ya que de acuerdo a este se tendrá un mayor o menor daño en el menaje de casa de los habitantes.

En los desastres generalmente existe contaminación o mezcla con las aguas negras de los dre-

najes, o bien, por el arrastre de lodos y basura, por tanto las familias perderán ropa, calzado, cobijas y enseres de uso personal.

La reparación y, en su caso, reposición de las viviendas variará dependiendo del tipo de material de construcción. Se deberá estimar o determinar qué porcentajes requerirán mantenimiento, reforzamiento o reparación menor, valorando su costo; en qué porcentajes, por tratarse de materiales que se destruyan con el agua como son madera y láminas de cartón, los daños pueden ascender al total del costo de dichos materiales, es decir, se debe cuantificar su reposición total considerando la compra de material y empleo de mano de obra.

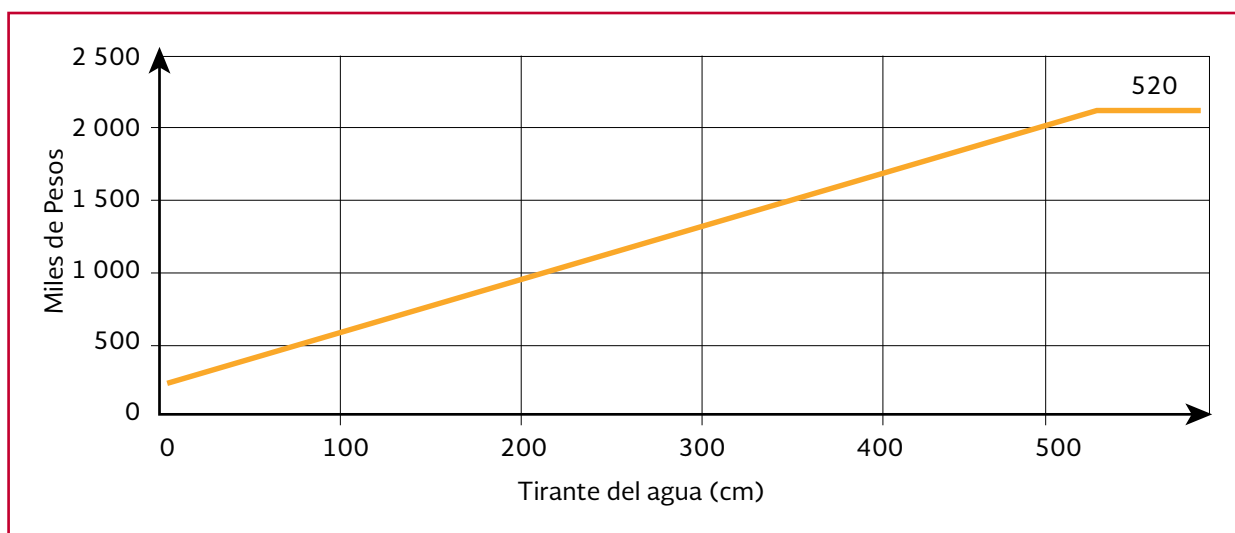
Otro aspecto relevante lo constituyen las reparaciones de las instalaciones eléctricas y las reparaciones de las instalaciones sanitarias.

Cabe señalar, que de acuerdo a la información existente o que sea viable de conseguir para cada estudio, se pueden utilizar encuestas y avalúos realizados a propiedades que son susceptibles de inundación en la zona del proyecto. En tales casos, se pueden estimar datos relevantes del valor dentro de las viviendas y los daños asociados para diferentes niveles de inundación (Ilustración 4.30).

Como se ha comentado, para cuantificar y valorar el costo de la infraestructura que resultaría afectada, se deben determinar los sectores y las áreas inundables.

Si se logra determinar un tirante de inundación medio en las viviendas a partir de secciones representativas; se puede estimar un porcentaje representativo de la pérdida de valor del inmueble afectado y sus contenidos, tanto en los casos de viviendas, la zona comercial y hotelera.

Ilustración 4.30 Relación de niveles de inundación contra daños en las viviendas



Para calcular el beneficio se parte del área total del sector y se afecta por un porcentaje estimado del área de inundación que corresponde a restarle las áreas públicas como calles y parques para obtener el área afectada.

Posteriormente mediante el costo ponderado de la zona con valores catastrales o mediante peritos inmobiliarios, el cual se afecta de acuerdo al porcentaje obtenido de la Ilustración 4.31 correspondiente al tirante de inundación.

A manera de ejemplo, para un área determinada con un tirante de 0.8 m se supuso en forma conservadora un 40 por ciento de pérdida del valor en viviendas, en este caso dicho tirante corresponde a una avenida con un Tr de 6.5 años (Tabla 4.23).

Como se verá posteriormente, hay que repetir este proceso para varios periodos de retorno y construir la curva de daños para determinar la esperanza matemática.

4.5.4.2 Viviendas y comercios afectados

Para este beneficio se puede proceder de forma similar al de las viviendas, estimando primera-

mente el número de comercios, el giro que desarrollan y el daño probable que puedan tener en caso de inundación, debido tanto a pérdidas totales y desperfectos, como a disminución de ventas. Para lo anterior se debe hacer trabajo de campo.

4.5.4.3 Recuperación de terrenos inundables

Para el caso de zonas urbanas, los terrenos inundables tienen restricciones en términos del fin utilitario otorgado, suelen destinarse a áreas verdes o de equipamiento urbano. Al reducirse los efectos de las inundaciones, el terreno puede destinarse a actividades de mayor valor económico. Este beneficio puede ser cuantificado mediante la plusvalía, determinada por un perito inmobiliario.

4.5.4.4 Disminución de Costos Generalizados de Viaje (CGV)

La inundación produce un impacto negativo sobre el tránsito vehicular. Los usuarios de vías anegadas circulan a menor velocidad o modifican su ruta de viaje, incrementando el tráfico y reduciendo la velocidad en vías no inundadas. Esto representa mayores CGV, al incrementar el tiempo

Ilustración 4.31 Relación de niveles de inundación contra daños en las viviendas y contenidos

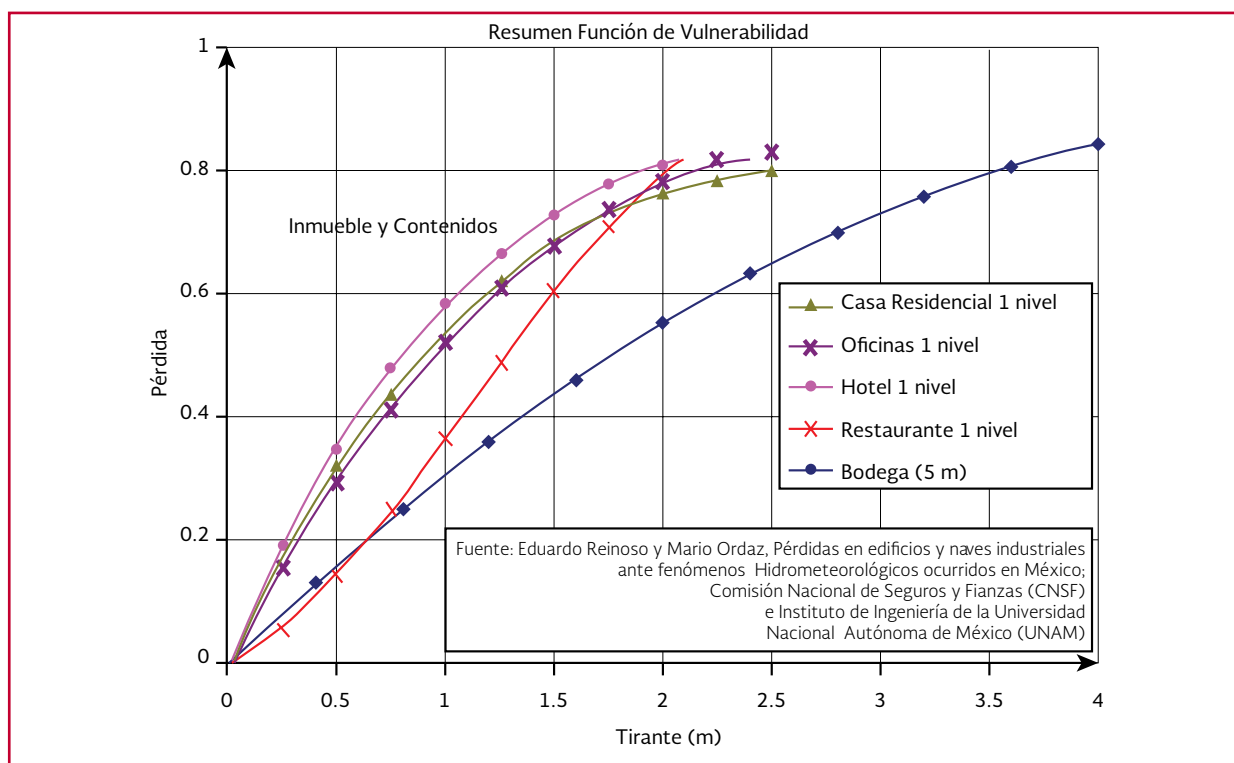


Tabla 4.23 Estimación económica de la pérdida potencial ante inundación ante un evento con periodo de retorno de 6.5 años

Sector	Área total del sector (m ²)	Porción inundada (%)	Área afectada (m ²)	Costo ponderado de la zona (\$/m ²)	Estimación de la pérdida a razón del 40%	Pérdida por inundación (Tirante=0.80 m)
18 1C 10	87 278	83%	72 649	\$2 802.48	\$1 120.99	\$81 438 807.36
1A 1B 1D	65 022	91%	58 858	\$3 087.10	\$1 234.87	\$72 682 501.16
1C	31 470	90%	28 323	\$2 858.91	\$1 143.57	\$32 389 193.92
3I 3D	124 818	84%	104 847	\$2 990.12	\$1 196.05	\$125 402 113.42
3C 3J	482 227	55%	267 299	\$4 037.78	\$1 615.11	\$431 717 841.85
Total	790 815	67%	\$31 976.32	\$3 494.66	\$1 397.86	\$743 630 457.71

de viaje y el costo de operación de los vehículos. Este tipo de proyectos, al reducir la inundación, permitirá un ahorro en estos conceptos.

Se deben conocer las vías afectadas a partir de las manchas de inundación, el aforo vehicular

de dichas vías de comunicación, composición del número de vehículos y pasajeros, no debe pasarse por alto el hecho de que la información anterior deberá comprender las condiciones actuales y las futuras, considerando una tasa de crecimiento vehicular anual. Se puede

hacer uso de tablas en donde se consignen los datos asociando el área inundada y la valoración de los daños respectivos para cada periodo de retorno.

El incremento en CGV tiene dos componentes:

- Por combustible, que se proyecta a partir del número de vehículos afectados, considerando el aumento en consumo de combustible asociado a la distancia y tiempo adicionales por recorrer
- Por tiempo de traslado, que se proyecta a partir del número de pasajeros afectados, considerando el aumento en tiempo de traslado

En la determinación de la oferta de vialidades afectadas, para estimar el Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA), se debe acudir a las fuentes oficiales de información, centros de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) en los estados o bien a las instituciones estatales o municipales encargadas.

Es importante distinguir el nivel de profundidad de cada estudio de evaluación socioeconómica que estará íntimamente ligado al tipo y magnitud de obra por evaluar, ya que para la valoración de estos beneficios específicos, se puede llegar al uso de herramientas computacionales de análisis, en las que la necesidad y el nivel de información es mayor, donde se manejan velocidades de circulación, valor del tiempo, precios de diversos insumos (combustibles, lubricantes, neumáticos, etc.) entre otros. Es también recomendable, recurrir a los registros hemerográficos para correlacionar información de niveles de inundación, grado de afectación montos globales de daños, etcétera.

4.5.4.5 Ausentismo laboral y escolar

Cuando ocurren inundaciones la población directamente afectada puede tener problemas para desplazarse a sus lugares de trabajo o estudio; de acuerdo a la severidad de los daños, la población pierde días de trabajo para dedicarse a reparar los daños en sus viviendas o por alguna enfermedad derivada.

Para considerar el costo de oportunidad del tiempo, de acuerdo a la normatividad de la SHCP se utilizan los valores publicados por el Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP) en su página⁶⁰.

4.5.4.6 Menores gastos de emergencia y limpieza

Las autoridades prestan ayuda a los afectados por las inundaciones, mediante la entrega de diversos artículos y la operación de albergues, realizando trabajos de emergencia para aliviar la situación, limpiando la basura y sedimentos arrastrados por las lluvias. El proyecto permite un ahorro en estos gastos al reducir el impacto de las inundaciones.

En estos casos también se puede valorar o incluir el costo global de las dependencias que asisten a la población en caso de desastres como la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), Protección Civil, Comisión Federal de Electricidad (CFE), la propia CONAGUA, la Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA), etc., para esta valoración se pueden consultar los reportes que publican dependencias como la Secretaría de Gobernación a través del CENAPRED.

60 http://www.cepep.gob.mx/doc_precios_sociales.html

4.5.4.7 Menor incidencia de enfermedades

Tal como se mencionó, a las inundaciones se asocia un incremento en diversas enfermedades de las personas cuyas viviendas fueron afectadas, lo que produce mayores costos en consultas y tratamientos, tanto a las personas como a los servicios médicos a los que éstas acuden.

La población asiste a recibir atención médica y medicamentos a instituciones públicas de servicios médicos, a servicios médicos privados o bien se limita a la compra de medicamentos. Este rubro debe incluir el costo en que incurre el sector salud en la aplicación de vacunas contra enfermedades epidémicas desarrolladas a partir de las inundaciones. Para valorar este beneficio se debe estimar el porcentaje de la población afectada que acudirá a recibir servicios médicos, ya sean privados o públicos, el costo de los medicamentos y la consulta, y como siempre asociar el porcentaje a la severidad del suceso analizado.

Al igual que en otros beneficios dependiendo del nivel de estudio o de la magnitud de la obra por evaluar se puede llegar a la aplicación de encuestas tanto a instituciones de salud, consultorios médicos y dispensarios, como a la población susceptible de afectación. Las encuestas deben precisar datos como el tipo de unidad médica, ubicación, años en los que se ha afectado y niveles de inundación, duración, daños en inmuebles, daños en equipos, y enfermedades que se atendieron durante la emergencia.

4.5.4.8 Ahorro de recursos al evitar daños a la infraestructura educativa e hidráulica existente para el control de ríos

Es común que en este tipo de eventos ocurra daño a diferentes escuelas por las inundaciones o bien se les afecte por la utilización de las mismas como albergues temporales, lo cual podría ser minimizado o evitado por el proyecto.

En este caso se debe recurrir a los registros históricos o a la consulta de los planes emergentes en donde se ha considerado la habilitación de esta infraestructura e intentar valorar estas acciones. La información anterior se puede complementar con encuestas aplicadas directamente a planteles escolares.

Para la determinación del ahorro de recursos por concepto de infraestructura hidráulica, se puede tomar como base la inversión erogada en un cierto evento en donde se determinó que la avenida presentada tuvo un cierto período de retorno (Tr). Las acciones más comunes a considerar son rehabilitaciones (de taludes, de plantillas y muros de mampostería), desazolve, reconstrucción de obras de protección. Con la realización de estos proyectos se evitarán tales inversiones, ya que los cauces sólo requerirán de su conservación normal.

4.5.4.9 Menor deterioro de vialidades

La carpeta de rodamiento de calles y avenidas puede presentar graves daños durante las inundaciones, al filtrarse el agua por grietas en el pa-

vimiento; esto implica costos por conservación o reposición de la carpeta dañada. A través de registros históricos o reportes de diversas dependencias se puede valorar este beneficio.

4.5.4.10 Reducción del costo de los trabajos de reconstrucción de la infraestructura de comunicaciones

A lo largo del cauce de los ríos, se encuentran vías de comunicación (principales y secundarias), el desbordamiento de estos cauces conlleva a que periódicamente se destinen recursos para su reparación. Con los proyectos de protección se mitigarán los daños, ya que sólo requerirán su conservación normal o rutinaria; es necesario relacionar la magnitud de las erogaciones a los niveles de desbordamiento o inundación, para ello, se hace uso de los mapas de inundaciones desarrollados en los trabajos previos.

4.5.4.11 Evitar el daño en zonas agrícolas

En este beneficio, es necesario calcular el excedente del productor que se pierde con las superficies agrícolas que son afectadas por la inundación, considerando la superficie de cada cosecha, el precio medio rural y los costos de producción, asociándolo a los diferentes periodos de retorno para cada nivel de inundación. En el capítulo de saneamiento se presentó la información para valorar este beneficio.

4.5.4.12 Evitar o disminuir la probabilidad de falla en obras de conducción o alejamiento de aguas pluviales/residuales (drenaje pluvial o mixto)⁶¹

Para determinar la probabilidad de falla de infraestructura de desalojo de aguas residuales y pluviales que permita evitar inundaciones, se utiliza la misma metodología expuesta en el apartado de agua potable, inciso a) “Disminuir las afectaciones por falla en la infraestructura de agua potable” que se encuentra en el apartado 4.3.1).

Existe una diferencia importante respecto a los proyectos de agua potable, ya que en este tipo de proyectos la probabilidad de una falla estructural está determinada tanto por la confiabilidad de la obra, así como por la probabilidad de ocurrencia de diversos niveles de gastos de agua que deben ser conducidos, para lluvias con diferentes periodos de retorno. Esto implica un factor probabilístico adicional que debe ser calculado.

El énfasis en este caso corresponde a la situación sin proyecto, porque lo normal en este tipo de proyectos es que se elimine por completo el riesgo de falla, debido a que será posible la ejecución de acciones de mantenimiento y conservación de manera alternada, tanto a la infraestructura de desalojo existente, como a la nueva infraestructura que se instalará con el proyecto; asimismo,

61 Arq. Amado Croda de la Rosa, Consultor; amado.croda@ampres.com.mx

al contarse con dos obras de evacuación de aguas residuales, si alguna de ellas llegara a fallar, se tendría la posibilidad de operar con la otra.

Ante estos supuestos, lo relevante para la evaluación del proyecto consiste en determinar el valor monetario de una falla potencial del sistema existente, en caso de que el proyecto sujeto a análisis no se ejecute. El total de estos daños serían evitados una vez ejecutado el proyecto.

Es decir, en la situación sin proyecto permanecería sin mantenimiento –o en condiciones de mantenimiento inadecuadas– el sistema existente, con su correspondiente riesgo de falla, pero al entrar el nuevo sistema en operación –situación con proyecto–, el riesgo de inundación desaparece en su totalidad.

Metodología para determinar la probabilidad de falla estructural en obras de protección contra inundaciones

El análisis se enfoca en la probabilidad de que falle el sistema actual de desalojo de aguas pluviales y/o residuales ante la falta de mantenimiento adecuado, a fin de determinar el valor probabilístico de los costos sociales que esto conllevaría.

Es importante destacar que el procedimiento aquí descrito asume que la infraestructura existente que se está analizando, no ha presentado fallas o colapsos durante su vida operativa, que permitan interpolar un posible comportamiento futuro de la probabilidad de falla a partir de un análisis estadístico, correlacionando las fallas registradas con el nivel de mantenimiento o conservación de la infraestructura.

Es relevante estimar el daño potencial en la Situación Sin Proyecto, ya que todo ese daño sería

evitado por el proyecto, de manera que la totalidad del monto monetario de ese daño evitado representa los beneficios socioeconómicos del proyecto. Sin embargo, pudiera ser el caso de que en la situación con proyecto solamente fuera factible poder aplicar acciones de mantenimiento adecuado a la infraestructura existente, pero sin eliminar en su totalidad el riesgo de falla.

De ser este el caso, se tendría que estimar la probabilidad de falla en la situación con proyecto, con la finalidad de determinar el valor probabilístico de los efectos socioeconómicos de una falla una vez que se ejecute el proyecto.

a) Probabilidad de falla de la infraestructura

Como se había especificado, en este tipo de proyectos se depende tanto de la probabilidad de falla de la infraestructura como de la presencia de lluvias.

1. Probabilidad de ocurrencia de un evento por inundación

En primera instancia hay que realizar el cálculo de la probabilidad de ocurrencia de un evento de inundación, la cual está dada por la siguiente ecuación:

$$Pr_{Tr_n} = \left(\frac{1}{Tr_n}\right)y \quad \text{Ecuación 4.5}$$

dónde:

Pr_{Tr_n} = Probabilidad de ocurrencia de una mancha de inundación derivada de una falla de la infraestructura, ante una lluvia acumulada anual con periodo de retorno igual a Tr_n

$(1/Tr_n)$ = Probabilidad de una lluvia acumulada anual con periodo de retorno Tr_n
 y = Probabilidad de falla de la infraestructura

Si consideramos los periodos de retorno de 5, 25, 50 y 100 años, para cada uno de ellos tendríamos que estimar un valor probabilístico de los daños, para lo cual en primer lugar habrá que multiplicar el valor estimado de los daños por 1/5, 1/25, 1/50 y 1/100, respectivamente.

Tabla 4.24 Periodos de retorno de 5, 25, 50 y 100 año

Periodo de Retorno de las manchas de inundación	Probabilidad de ocurrencia
(Tr)	(%)
5	20 %
25	4 %
50	2 %
100	1 %

2. Probabilidad de ocurrencia de un evento por falla de la infraestructura

La probabilidad de falla de la infraestructura existente se calcula siguiendo un procedimiento metodológico similar al descrito en el apartado a) “Disminuir las afectaciones por falla en la infraestructura de agua potable” que se encuentra en el apartado 4.4.3).

De acuerdo a este procedimiento, se deben analizar escenarios de confiabilidad estructural de la obra de desalojo de aguas residuales y pluviales existente, considerando las condiciones de mantenimiento a las que ha estado sujetas hasta la fecha actual, desde el momento en que

inició operaciones. Asimismo, se debe proyectar el comportamiento de esta confiabilidad estructural para los años que comprenda el horizonte de análisis del proyecto que es sujeto a evaluación.

A partir de este análisis de la confiabilidad estructural, se estima la probabilidad de falla para cada año, considerado que dicha probabilidad es el complemento de la confiabilidad estructural, tal como se ha descrito anteriormente para el caso de infraestructura de agua potable.

Para ilustrar el procedimiento metodológico sugerido, se considerarán los mismos valores que se han tomado para el caso de la probabilidad de falla en proyectos de infraestructura de agua potable, del cual ya se explicó su procedimiento.

Para recapitular, la Tabla 4.25 es igual a la Tabla 4.6 y que se muestra el esquema de los años 26 al 35 de operación y que representaba un horizonte de análisis de 10 años, la obra existente de desalojo de aguas residuales y pluviales tendrá una probabilidad de falla que comienza en 9.86 por ciento y concluye en 22.22 por ciento, considerando que será imposible darle algún tipo de mantenimiento en los próximos años.

b) Estimar el valor probabilístico esperado total de los daños, para cada año del horizonte de evaluación

Para hacer esto, es preciso aplicar el siguiente procedimiento:

Tabla 4.25 Probabilidad de ocurrencia de un evento por falla de la infraestructura

Año	Probabilidad de falla			
	Periodos con Mantenimiento	Periodos con Mantenimiento Mínimo	Periodos sin Mantenimiento	Comportamiento de la probabilidad de falla
26			9.86 %	9.86 %
27			11.00 %	11.00 %
28			12.19 %	12.19 %
29			13.45 %	13.45 %
30			14.76 %	14.76 %
31			16.14 %	16.14 %
32			17.57 %	17.57 %
33			19.06 %	19.06 %
34			20.61 %	20.61 %
35			22.22 %	22.22 %

- Para cada periodo de retorno, determinar la mancha de inundación que se generaría en caso de una falla de la infraestructura existente.
- Estimar el monto monetario por los daños que se generen ante cada mancha de inundación

Ya se ha comentado el tipo de beneficios atribuibles a un proyecto de control de inundaciones, que corresponden básicamente a todos los daños evitados en la población, una vez ejecutado el proyecto. De tal manera los principales beneficios se derivan de evitar daños y afectaciones como los siguientes:

- Daños estructurales en vivienda
- Limpieza, desazolve y remoción de escombros
- Pérdida de menaje en viviendas
- Costo de atención médica
- Insumos para atención a emergencias
- Limpieza y desinfección de escuelas
- Daños y pérdidas de infraestructura urbana

- Daños y pérdidas de infraestructura hidráulica
- Apoyos económicos a los habitantes
- Apoyo económico a comercios

Para fines ilustrativos, en la Tabla 4.26 se presentan daños hipotéticos para manchas de inundación correspondientes a cuatro periodos de retorno (T_r).

Los valores de daños podrían incrementarse anualmente, dependiendo de cada uno de los daños puntuales que hayan sido identificados y valorados. Por ejemplo, para el caso de costos de atención médica, a medida que crece la población se tienen mayores costos.

Considerando esta información hipotética, el siguiente paso consistiría en aplicar la fórmula propuesta para determinar la probabilidad de ocurrencia de un evento de inundación, llegando a los resultados que se presentan en la Tabla 4.26, para los primeros tres años del horizonte de análisis (años 26, 27 y 28 del ejemplo):

Tabla 4.26 Daños hipotéticos para manchas de inundación correspondientes a cuatro periodos de retorno (Tr)

Periodo de Retorno de las manchas de inundación (Tr)	Valor de los daños ante una inundación provocada por una lluvia acumulada (millones de pesos)
5	25
25	210
50	575
100	930

Tabla 4.27 Resultados de aplicar la fórmula propuesta para determinar la probabilidad de ocurrencia de un evento de inundación

Año	(A) Probabilidad de falla de la infraestructura existente	Periodo de retorno (años)	(B) Probabilidad de ocurrencia de un escurrimiento sanitario-pluvial, asociado a una lluvia	(C) Daños estimados en caso de ocurrencia de una inundación, para cada periodo de retorno (millones de pesos)	Valor probabilístico de los daños (millones de pesos)	
					Para cada periodo de retorno (A x B x C)	Total
26	9.86 %	5	20.0 %	25	0.49	3.22
	9.86 %	25	4.0 %	210	0.83	
	9.86 %	50	2.0 %	475	0.94	
	9.86 %	100	1.0 %	980	0.97	
27	11.00 %	5	20.0 %	25	0.55	3.60
	11.00 %	25	4.0 %	210	0.92	
	11.00 %	50	2.0 %	475	1.04	
	11.00 %	100	1.0 %	980	1.08	
28	12.19 %	5	20.0 %	25	0.61	3.99
	12.19 %	25	4.0 %	210	1.02	
	12.19 %	50	2.0 %	475	1.16	
	12.19 %	100	1.0 %	980	1.19	

Siguiendo con los cálculos de la tabla anterior, para el año 10 del horizonte de análisis –que corresponde al año 35 del ejemplo–, se tendría un daño probabilístico estimado de 7.26 millones de pesos.

Posteriormente, debe traerse a valor presente dichos valores para valorar el beneficio. Cabe señalar que para esta metodología no aplica el obtener la curva de daños contra probabilidad de ocurrencia

Para este ejemplo se han considerado valores constantes anualmente para los daños estimados, pero como se ha mencionado anteriormente,

algunos de estos valores podrían incrementarse cada año dependiendo de cada uno de los daños puntuales que hayan sido identificados, cuantificados y valorados. Así, lo normal sería que este valor esperado de daños tuviera un comportamiento aún más creciente en el tiempo, ya que además de incrementarse la probabilidad de falla de la infraestructura existente, se incrementaría la población e infraestructura dentro de las zonas susceptibles de afectación ante una falla.

En caso de que el proyecto sujeto a análisis evite por completo la probabilidad de ocurrencia de

los eventos de inundación analizados, el total del valor probabilístico de los daños correspondería a los beneficios del proyecto, por daños evitados. No obstante, si en la situación sin proyecto aún existiera alguna posibilidad de manifestarse un evento de inundación, tendría que aplicarse el mismo procedimiento anteriormente descrito para estimado los daños probabilísticos con proyecto, para finalmente estimar los beneficios por daños evitados atribuibles al proyecto, los que corresponden al diferencial entre el valor de los daños probabilísticos estimados sin proyecto, menos el valor de los daños probabilísticos estimados con proyecto, para cada año del horizonte de análisis.

4.5.5 COSTOS ATRIBUIBLES AL PROYECTO

Básicamente, los costos se componen por los montos de inversión y los de operación y mantenimiento. Sin embargo, no hay que perder de vista que en ocasiones todos los beneficios considerados o atribuibles al proyecto, necesitan de cierta infraestructura adicional o complementaria diferente al proyecto de protección evaluado, en cuyo caso se deberán incluir dichos costos.

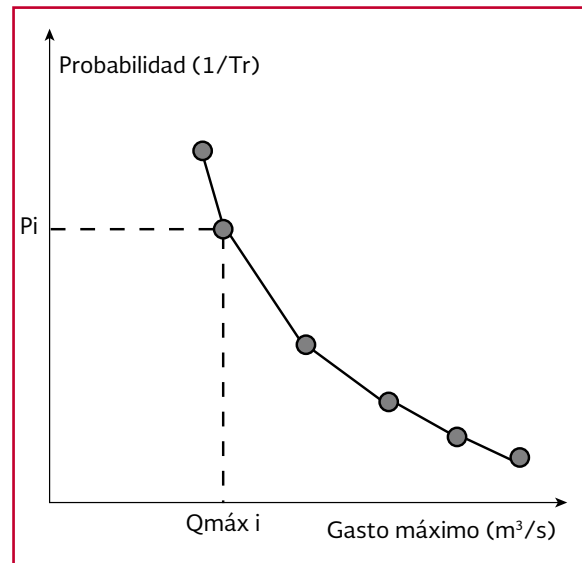
4.5.6 EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA

Una vez que se cuenta con los datos de los beneficios derivados de evitar los daños de las inundaciones para diferentes periodos de retorno, se procede a la elaboración de la curva que los asocia con los niveles de daño, es decir, con los determinados periodos de retorno, para la valoración anual de los beneficios netos del proyecto y con ello, alimentar el flujo de efec-

tivo y obtener los indicadores de rentabilidad necesarios.

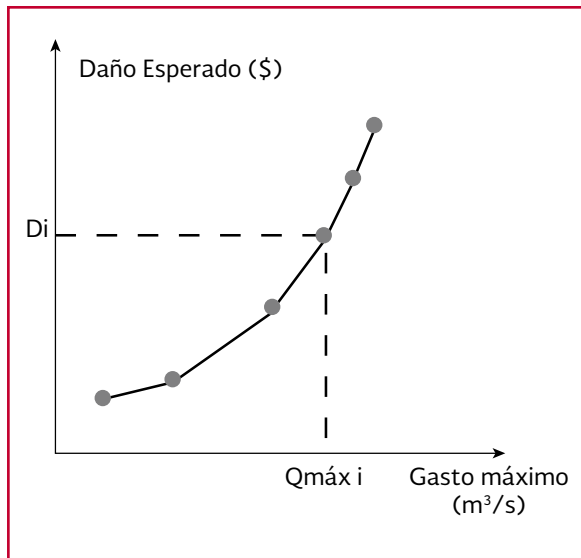
Como se mencionó en la descripción de la metodología del daño evitado esperado, se puede proceder de la siguiente manera práctica para la generación del beneficio por evitar un daño esperado anual.

Ilustración 4.32 Curva Gasto Máximo - Probabilidad de Ocurrencia



1. A partir de los estudios hidrológicos, se puede conocer la curva Gasto Máximo o Altura de inundación versus Probabilidad de Ocurrencia Periodo de Retorno (Tr)
2. De las características geomorfológicas de las cuencas, de la determinación de las áreas susceptibles de inundación asociadas a cada Tr, así como de los trabajos de campo, análisis de la información y la identificación de cada uno de los beneficios atribuibles a la alternativa de proyecto seleccionada, se construye la curva Gasto Máximo o Altura de Inundación versus Daños esperados

Ilustración 4.33 Curva Gasto Máximo – Daño esperado



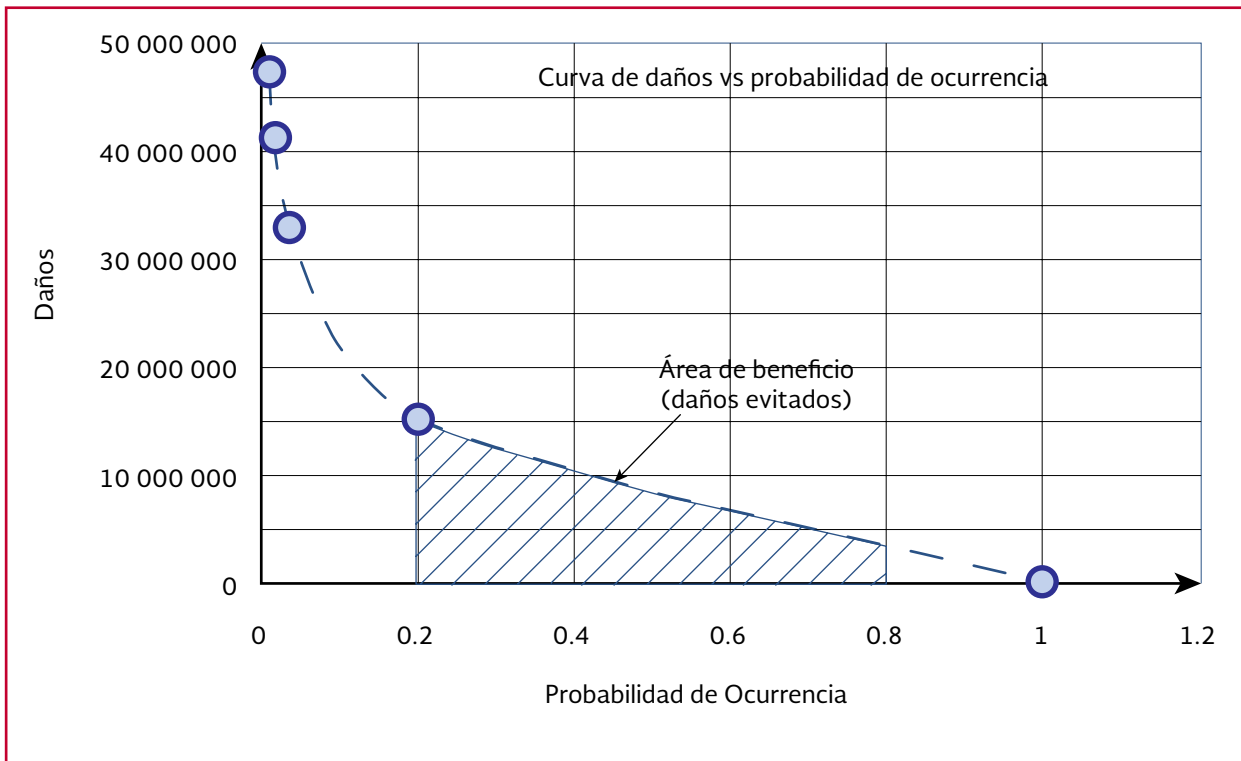
3. Finalmente, a partir de la asociación de las dos curvas anteriores mediante el Gasto máximo o Altura de Inundación de ambas, se construye la curva Probabilidad de Ocurrencia o Periodo de Retorno versus Daños Esperados; no es infructuoso recordar que el inverso del periodo de retorno o su frecuencia nos proporciona la probabilidad de su ocurrencia y que ante la incertidumbre de asegurar qué intensidad de precipitación se presentará cada uno de los años futuros se hace uso de la

esperanza matemática de su ocurrencia. En términos simples, esta “predicción” de ocurrencia, traducida a un posible daño esperado año tras año, no será otra cosa sino el área bajo la curva así obtenida, considerando el periodo de retorno para el que se diseñe la infraestructura de proyecto

4. Por último, la valoración anual de este beneficio se incorporará al flujo de efectivo del proyecto, a partir del año en el que los beneficios se presenten, o sea cuando la infraestructura de protección esté en condiciones de cumplir su función, junto con los beneficios se incorporarán los costos respectivos y a partir de aquí se obtendrán los indicadores de rentabilidad VANS y TIRS.

Lo que se presenta la Ilustración 4.34, es la curva de daños asociado a la probabilidad de que éstos ocurran, es decir, que integrando esta curva o calculando el área bajo la misma se obtiene el valor de un daño “ponderado” para el horizonte de evaluación, por lo que este valor será el que se incluya como beneficio en todos los años del flujo de la evaluación.

Ilustración 4.34 Cálculo de la generación de energía a partir de biogás



CONCLUSIONES

Se ha terminado el tiempo del agua de fácil acceso o de bajo costo, la complejidad e inversiones para los proyectos de agua potable, saneamiento y protección a centros de población requieren de cada vez mayores inversiones y por ende una mayor planeación y una mejor estructuración para llegar a la mejor alternativa y tamaño óptimo del proyecto y poder ser jerarquizados de una manera adecuada.

Bajo estas premisas, la evaluación de proyectos, como una herramienta y un proceso, no como un trámite, se vuelve fundamental e indispensable para la asignación de los recursos públicos, lo cual está plenamente indicado en el Presupuesto de Egresos de la Federación y su Reglamento, así como en diferentes lineamientos de la SHCP.

Este documento ofrece diferentes herramientas que permiten abarcar la normatividad y metodologías necesarias para estructurar, evaluar y registrar un proyecto ante la SHCP y poder aspirar a tener recursos fiscales acorde a la normatividad aplicable.

Al respecto, vale la pena enfatizar varios puntos incluidos en el documento:

El análisis costo-beneficio es una herramienta financiera que mide la relación entre los costos y beneficios asociados a un proyecto de inversión con el fin de evaluar su rentabilidad, constituyéndose en una técnica importante dentro del ámbito de la teoría de la decisión.

Los proyectos de inversión privada están guiados por el principio del máximo beneficio o lucro; los proyectos de inversión pública, en cambio, obedecen a razones de interés general. Una inversión privada sólo debe ser realizada cuando se espera que genere un beneficio positivo y suponga, por consiguiente, un incremento de la riqueza de la empresa (valor de su neto patrimonial). Una inversión pública sólo debe llevarse a cabo cuando supone una mejora de las condiciones de vida o bienestar social de los ciudadanos.

Las etapas fundamentales en la formulación y realización de una evaluación socioeconómica son cuatro.

- La definición de la problemática que expone la necesidad de realizar una evaluación para sustentar una decisión. De acuerdo a los análisis de factibilidad se debe plantear el balance oferta-demanda, mismo que debe concordar con la problemática que da origen al proyecto.
- La situación sin el programa o proyecto, que incluye la optimización y el diagnóstico de la interacción oferta demanda y el planteamiento de alternativas, es donde se define el tamaño del proyecto
- La situación con el proyecto de inversión, conforme a la propuesta de solución con base en un proyecto particular, específico y detallado, permite se definir los beneficios atribuibles al proyecto
- La evaluación socioeconómica propiamente, donde se establecen la totalidad de los costos y beneficios y como consecuencia su análisis y determinación de los indicadores de rentabilidad, aplicando la tasa social de descuento vigente de 10 por ciento

De acuerdo a la normatividad, las evaluaciones tienen una vigencia de 3 años a partir del registro en cartera, además de que se deberán actualizar cuando se modifique el alcance del programa o proyecto de inversión.

Existe una fecha, que en los últimos años ha sido el 15 de julio, en la cual se cierra el sistema de registro de programas y proyectos para el periodo fiscal subsiguiente y ser incluidos en el Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF), en el cual solo se incluirán los programas y proyectos de inversión que la Dependencia haya incluido en su Mecanismo de Planeación (MECAPLAN).

En resumen, el ciclo de planeación-programación-presupuestación se encuentra alineado desde el MECAPLAN, el registro en cartera, la elaboración del PEF y la asignación presupuestaria para el siguiente ejercicio fiscal, por lo cual es de vital importancia cumplir con los tiempos establecidos para cada uno de los procesos indicados.

Un país se construye con planeación, estudios y proyectos, por tanto es indispensable considerar con la antelación debida a la evaluación socioeconómica como el principio de todo ejercicio de recursos, lo que conllevará a evitar subejercicios y a ejecutar las obras con una mayor eficiencia presupuestaria. Por todo lo anterior, el fin de este documento es proporcionar elementos para que los ejecutores del gasto puedan realizar los procesos acorde a la normatividad vigente.

A

CURVA DE DEMANDA DEL AGUA RESPECTO AL PRECIO

A.1. CONCEPTOS GENERALES

El agua es considerada un bien económico, es- caso con diferentes usos y que existe en forma muy limitada en el mercado.

La población tiene diferentes hábitos de consu- mo de acuerdo a sus niveles socioeconómicos, ingresos, geografía, condiciones climáticas ade- más de que observa diferentes precios por el su- ministro del agua, por lo que el valor que le pue- da asignar a la misma varía considerablemente en cada núcleo de población. Por otro lado, se observa que las personas que llegan a pagar más por el agua, son las de menores recursos.

Ante la necesidad de evaluar los proyectos de agua potable y analizar su impacto en la pobla- ción, la teoría económica ha desarrollado una herramienta para determinar dicho valor.

Aunque existen diversos factores que afectan el consumo de un producto, como son el precio del bien, el precio de bienes sustitutos y complemen- tarios, el ingreso del consumidor y otros factores diversos. En el consumo del agua se ha observado que los principales factores que lo afectan son el precio, el clima, la disposición de alcantarillado y el ingreso familiar; indudablemente el factor de afectación fundamental es el precio, por lo que la función de demanda usualmente se obtiene con

base en dicha variable y se suponen constantes los demás factores. En la Ilustración A.1 se pre- senta en forma gráfica la ecuación que describe la función de la demanda para un consumidor me- diante una curva hiperbólica, en la cual se mues- tra que un incremento en el precio (P_1) disminu- ye el consumo (Q_1) y viceversa (P_2 y Q_2).

Existe el concepto económico adimensional denominado elasticidad precio de la demanda, el cual mide, la sensibilidad de la cantidad de- mandada de un bien ante el cambio en el precio, cuando todas las otras variables que influyen so- bre los planes de los compradores permanecen constantes.

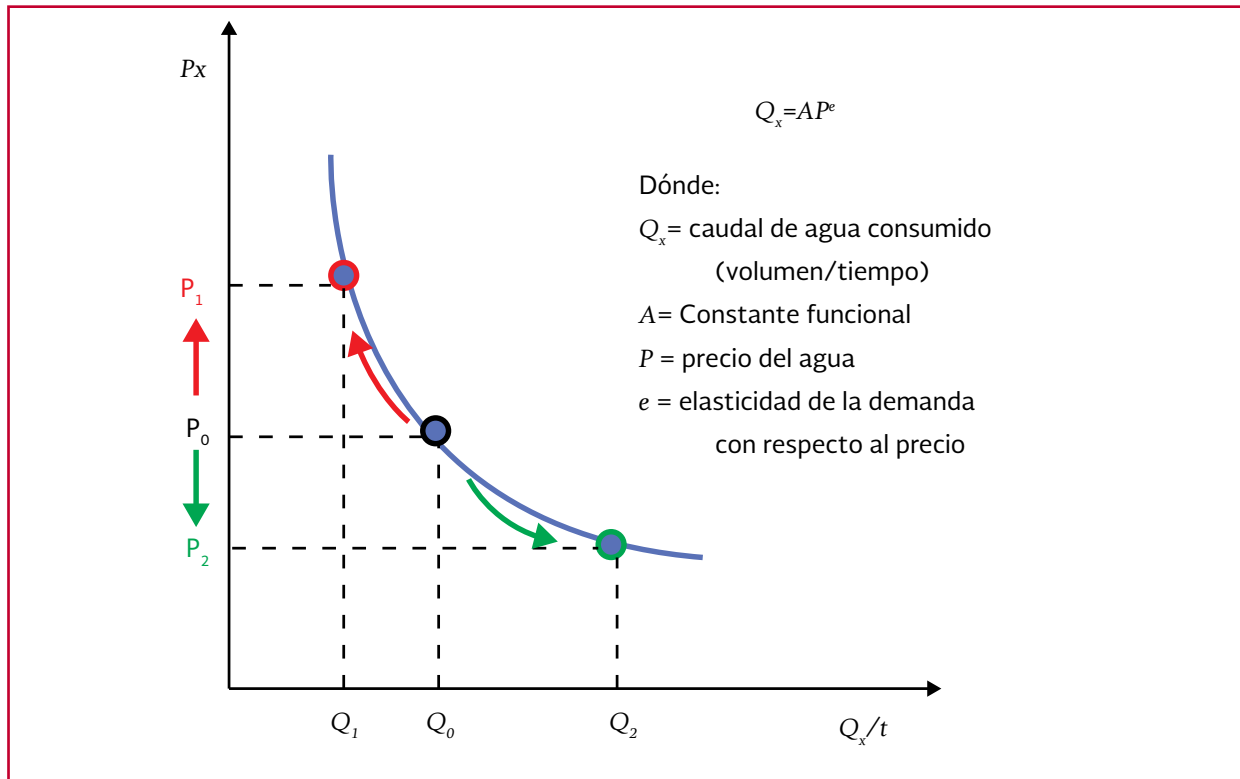
$$e_{precio/agua} = \frac{\Delta\%Q/Q}{\Delta\%P/P} \quad \text{Ecuación A.1}$$

dónde:

$e_{precio/agua}$	elasticidad precio de la demanda de agua
$\Delta\%Q$	cambio porcentual en la cantidad demandada de agua
$\Delta\%P$	cambio porcentual en el precio del agua
Q	promedio de las cantidades obser- vadas
P	promedio de las cantidades obser- vadas*

* Al utilizar los valores promedio se tienen un cálculo más preciso ya que no importa que el valor aumente o disminuya, la elasticidad será la misma independientemente del sentido del cambio

Ilustración A.1 Curva de demanda de agua potable



La experiencia práctica en nuestro país indica que un usuario que cuenta con servicio formal de agua potable y acorde a sus necesidades, presenta un comportamiento tendiente a lo inelástico en su demanda, es decir, que los cambios en el precio podrían tener un impacto poco significativo en el consumo del agua, lo cual se representaría como una línea tendiente hacia la vertical o semi-paralela al eje de las ordenadas de la Ilustración A.2. De hecho se han observado incrementos de entre 20 y 30 por ciento en la tarifa de algunas ciudades del país y el consumo doméstico no ha presentado variaciones significativas.

En cambio, en habitantes que no cuentan con servicio formal de agua o tienen problemas en el suministro, como baja presión o tandeos y que recurren a métodos alternativos mucho más caros como el abastecimiento mediante agua en

pipas o acarreo, tienden a incrementar su consumo en forma significativa con el decremento del precio observado, lo cual se observa en la Ilustración A.3.

Las dos gráficas mencionadas tienen una explicación muy simple. Al ser un bien indispensable para la vida humana, y experimentar una ausencia o escasez de dicho bien, el usuario tiende a incrementar notablemente su consumo al disminuir el precio observado, comportamiento tendientemente elástico, y una vez que llega al consumo que desea de acuerdo a diversos factores como el nuevo precio observado, clima y nivel socioeconómico y satisfacción de necesidades, su consumo ahora presenta una tendencia hacia un comportamiento inelástico en donde un cambio en la tarifa representa una variación menos significativa del consumo.

Ilustración A.2 Comportamiento tendiente a inelástico de la demanda de agua potable

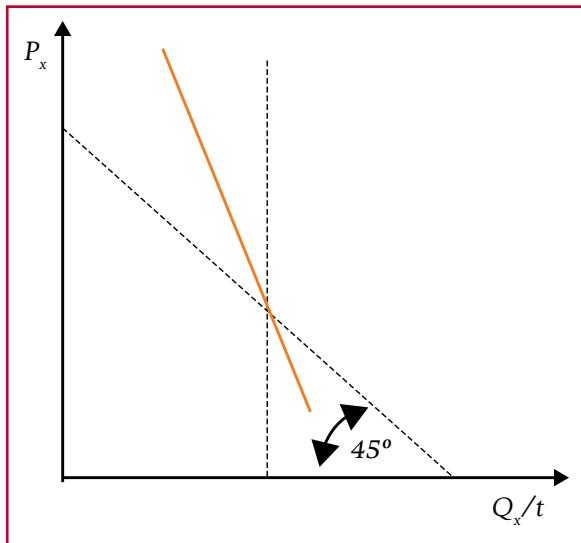
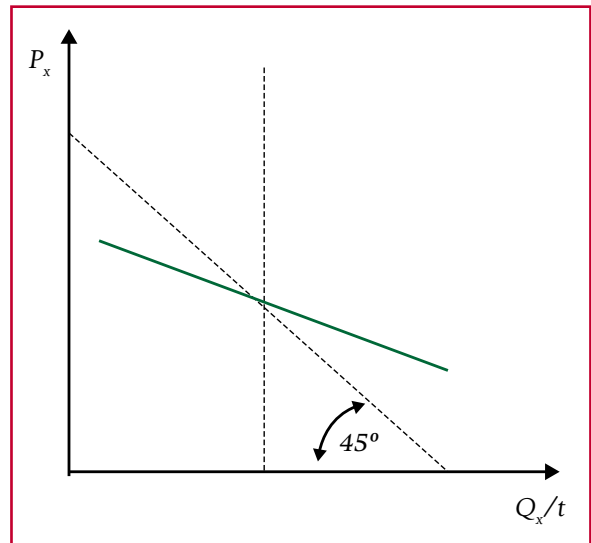


Ilustración A.3 Comportamiento tendiente a elástico de la demanda de agua potable



A.2. DISPOSICIÓN A PAGAR (DAP)⁶²

En la medición de la rentabilidad de los proyectos de agua potable, el enfoque se sustenta en valorar la disponibilidad adicional de agua, que permite un proyecto, a través de la máxima disposición a pagar (DAP) por ella por los consumidores. Según los principios de la teoría del comportamiento del consumidor esta máxima disposición a pagar se puede aproximar por el área bajo la curva de demanda de agua potable entre las cantidades consumidas con y sin proyecto.

La DAP es una medida monetaria del cambio en el bienestar de un consumidor que tiene acceso a unidades adicionales del bien en cuestión. Se define como el máximo monto de ingreso que el consumidor estaría dispuesto a gastar con tal de obtener dichas unidades adicionales.

La curva de demanda se define como el máximo precio que se está dispuesto a pagar por cada

unidad adicional del bien. Equivalentemente, es la máxima cantidad que se está dispuesto a consumir del bien dado su precio. A diferencia de la evaluación privada o financiera de proyectos, la DAP supera el pago que efectivamente se hace a través de la tarifa. Esta diferencia entre la DAP y lo que efectivamente se paga se conoce por excedente del consumidor. La evaluación económica de proyectos reconoce este excedente como parte de los beneficios del proyecto, aunque no represente una transferencia de dinero (pago) entre el que ofrece el servicio y quién lo recibe.

El uso del concepto de DAP como medida de beneficios supone:

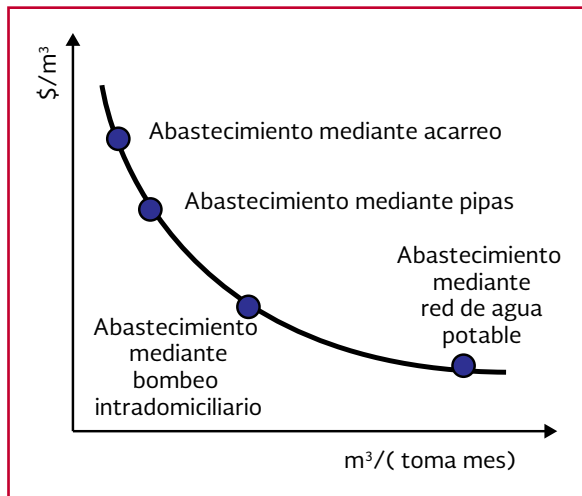
- Los consumidores están perfectamente informados de las características del bien que se les ofrece y consumen,
- Las preferencias de los consumidores son lo único relevante para valorar los beneficios de disponer del bien,
- Estos entes económicos buscan maximizar su nivel de bienestar, dado el nivel de ingreso que disponen.

62 MIDEPLAN, Metodología de Evaluación de Proyectos de Abastecimiento de Agua Potable del Ministerio de Planificación y Cooperación de Chile.

Por ello, el comportamiento observado de consumo y su relación con el precio permite revelar el valor que tiene para un consumidor el disponer de unidades adicionales del bien. Dado su precio de venta, el valor para el consumidor de la última unidad consumida debe ser equivalente a dicho precio. Si fuera mayor consumiría unidades adicionales. Si fuera menor reduciría su consumo para efectos de incrementar su bienestar.

La relación precio-cantidad de los diferentes medios de abastecimiento en la población permite definir la función de demanda tal como se señala esquemáticamente en la Ilustración A.4.

Ilustración A.4 Costo de los diferentes modos de abastecimiento de agua potable



El ingreso familiar, tiene un efecto positivo sobre el consumo de agua, lo cual se refleja en la disponibilidad en la vivienda de artefactos o instalaciones consumidoras de agua. El consumo de agua se ve directamente afectado por la disponibilidad de alcantarillado, ya que sí no se cuenta con alcantarillado formal o fosa séptica, el consumo de agua potable se restringe por los propios usuarios dados los problemas que causa el desalajo del agua residual al aire libre.

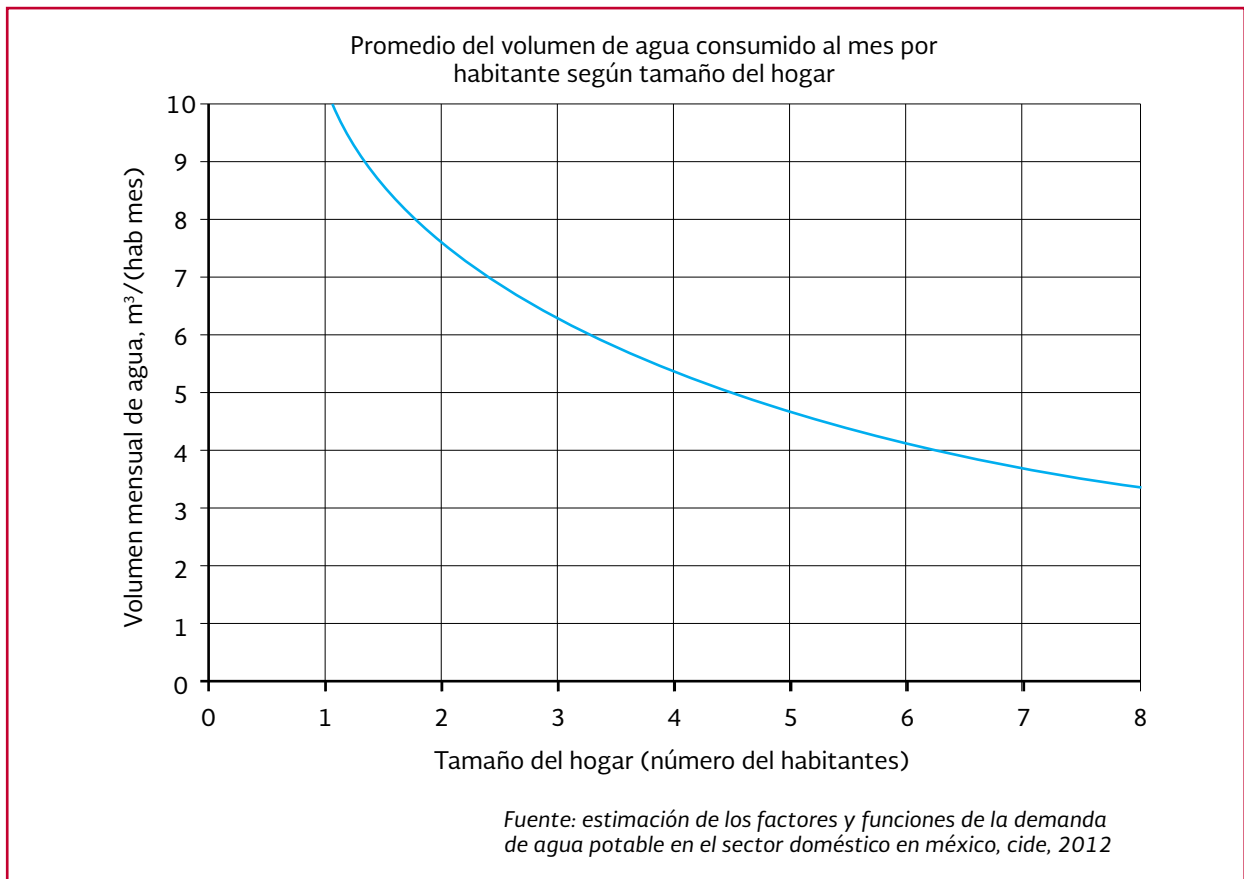
Entre otros factores que normalmente se reconoce que afectan el consumo de agua de uso doméstico se encuentran:

- El índice de hacinamiento, es decir el número de personas que habitan la vivienda, este componente tiene un doble efecto, ya que el consumo por toma tiene una relación positiva con el índice, sin embargo, el consumo per cápita baja conforme se incrementa el número de habitantes dadas las economías de escala que se presentan en el uso del agua para las tareas comunes del hogar, como se observa en la Ilustración A.5
- Las características climáticas promedio o estacionales del lugar en que se ubica la vivienda dada la importante asociación proporcional entre temperatura ambiente y requerimientos de agua para bebida y hábitos de higiene
- Factores de tipo cultural que determinan los hábitos de uso del agua
- El tamaño de la casa y del lote, así como la presencia de áreas verdes

A.3. APLICACIÓN DE LA FUNCIÓN DE DEMANDA DE AGUA POTABLE

La función de demanda del agua nos indica el comportamiento del consumo ante diferentes precios del agua, es decir, las cantidades máximas de agua que serán adquiridas por un grupo determinado de consumidores ante diferentes precios de este recurso, considerando que las condiciones generales para el grupo consumidor en cuestión permanecerán constantes, *ceteris paribus*, es decir, las otras variables que afectan la composición de esta función perma-

Ilustración A.5 Consumo per cápita de agua potable de acuerdo al número de miembros del hogar



necerán constantes, como son por ejemplo el ingreso y el precio de bienes complementarios y sustitutos.

La utilidad de esta función radica en que, a través de ella, se pueden cuantificar y valorar los beneficios sociales derivados de mayores consumos de agua, que se generan o son posibles gracias a la realización o construcción de los proyectos de infraestructura hidráulica que socialmente se estarían evaluando.

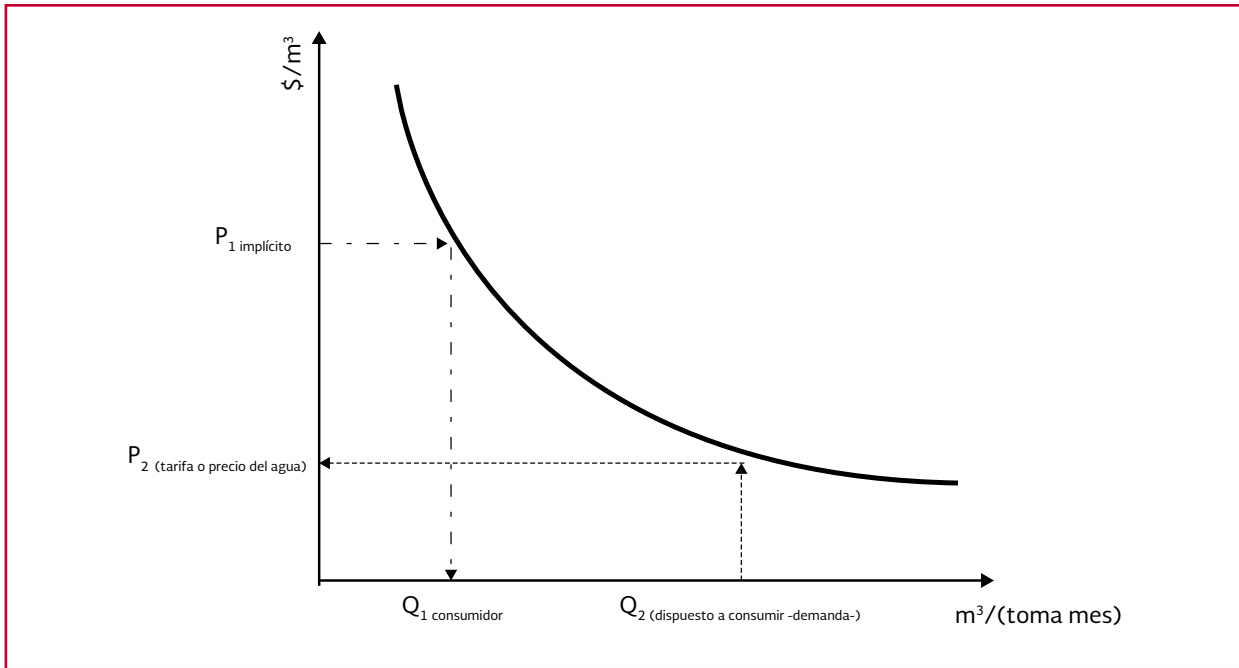
Visto de otra forma, una función de demanda indica los precios máximos que estaría dispuesto a pagar la sociedad por una determinada cantidad del producto, suponiendo las demás variables permanecen constantes. Así, la función de demanda muestra la relación o comportamiento

entre los precios y la cantidad demandada del bien a consumir.

Lo anterior quiere decir que, con base en el consumo y en un escenario sin restricciones de la oferta, se puede obtener lo que en realidad están dispuestos a pagar por dicho volumen, y en sentido inverso con base en una tarifa se puede determinar el volumen que están dispuestos a consumir.

En la Ilustración A.6 se observa que de acuerdo a un volumen consumido (Q_1) se puede obtener el precio implícito o lo que está dispuesto a pagar ($P_{\text{implícito}}$) el usuario. En sentido opuesto, conociendo la tarifa o precio del agua, teóricamente se puede obtener lo que se está dispuesto a consumir (Q_2), aunque la función podría subestimar el consumo de proyecto.

Ilustración A.6 Uso de la curva de demanda



Es importante hacer hincapié en el significado del precio implícito: es lo que está dispuesto a pagar el consumidor realmente por el agua y que si se está hablando de servicio informal de agua, puede ser un valor muy superior a la tarifa y que se obtiene por métodos económicos.

Por otro lado, se tiene que la curva se puede utilizar para calcular la demanda. El problema en la obtención del volumen demandado con base en la tarifa, es determinar con exactitud las variables que realmente afectan la demanda. Se ha observado que la población que ya cuenta con servicio tiende hacia un comportamiento inelástico, es decir, que el impacto en la tarifa es poco significativo en su consumo y se podría estar subestimando significativamente la demanda (inclusive la DAP por mantener un nivel de servicio adecuado puede ser aún muy superior⁶³), lo cual impacta en el dimensionamiento de la infraestructura y

beneficios del proyecto. Lo anterior, también se presenta porque los esquemas tarifarios en México son muy confusos para el consumidor, al ser escalonados e incluir cobros adicionales poco entendibles, por lo cual su factor de decisión al tener agua entubada no es exclusivamente el precio por metro cúbico, que generalmente desconoce.

Como se comentó, existe la alternativa metodológica de calcular los beneficios y la demanda, suponiendo que la tarifa es igual al Costo Marginal Social del agua (CMgS). A pesar del supuesto, en México las tarifas no reflejan este costo. Para lo anterior, sería importante analizar qué compone al CMgS. En él se incluyen todos los costos de operación y mantenimiento de la nueva infraestructura asociada al proyecto, considerando su conversión a precios sociales, los cuales son los costos asociados que se incluyen normalmente en el flujo de costos del proyecto.

63 Sobre este tema se tiene una amplia investigación en el libro “AGUA: tarifas, escasez y sustentabilidad en las mega ciudades”, Dra. Gloria Soto Montes, 2007

Aunado a lo anterior, se encuentra el costo de oportunidad del agua, que implica el uso y beneficio que se dejaría de dar al recurso por utilizarla para consumo humano como agua potable, si se supone el caso de que se compran derechos de la agricultura, se debería considerar el valor del excedente del productor que se dejaría de producir como un costo para el proyecto.

Cabe señalar, que si la venta del agua funcionara como un mercado, incluyendo a la agricultura, la compra de los derechos de agua que realiza el ejecutor del proyecto equivaldría al valor del excedente del productor que a partir de la venta dejaría de producir, lo cual no se cumple en la economía de nuestro país.

Todos estos valores deberían incluirse en el CMgS y ser el valor de la tarifa, en tal situación el CMgS debería ser el valor que determinara la demanda. Lo anterior está muy alejado de lo que sucede, ya que debemos enfrentar la realidad del subsector, en dónde las tarifas apenas logran alcanzar los costos de operación de la infraestructura actual y que difícilmente cubrirán los valores del pago de las nuevas inversiones en infraestructura. No se debe olvidar que los usuarios consumirán conforme a las condiciones reales, sean o no económicamente las más recomendables, es decir, exista o no un sistema de tarificación a CMgS de largo o corto plazo que considere los costos de inversiones en el tiempo, operación, mantenimiento y de oportunidad del agua. Por lo anterior, se sugiere que el CMgS no sea un factor que determine el valor de la demanda.

Igualmente se debe recordar que las decisiones de consumo son PRIVADAS y el usuario restringirá su consumo con base en todos los costos que él perciba directamente, donde se incluyen

tarifa, costos por acarreos, bombeos propios, falta de alcantarillado, etc., y sobre esa decisión de consumo, se hacen los cálculos debajo de las curvas sociales de oferta y demanda, esto es la base de la evaluación socioeconómica. En otras palabras, se estarían determinando consumos irreales a través de costos que en los hechos no van a reflejarse en los consumidores mediante la tarifa que se asigna.

A.4. MEDIDAS DE OPTIMIZACIÓN DE UN PROYECTO DE AGUA POTABLE

De acuerdo a la literatura disponible, una medida de optimización natural para los proyectos de agua potable podría ser la incorporación de un programa que permita establecer una tarifa de costo marginal de corto plazo, o bien una tarifa de costo marginal de largo plazo, mismas que incorporen el costo de oportunidad del agua potable.

Desde el punto de vista teórico, debe existir un esfuerzo significativo de las autoridades de los Organismos Operadores por lograr esto, sin embargo, dado que la aprobación de los esquemas de cobro están ligados generalmente a las decisiones de los Congresos de los Estados (recordemos que el Organismo Operador es un monopolio natural pero sin autoridad sobre la determinación de las tarifas), y dado que el análisis tarifario generalmente no se realiza con criterios técnico-económicos, actualmente se considera que en la mayoría de los casos es irreal un escenario donde la población observe en la tarifa el costo marginal del agua y por ende ajustar su consumo, por ello se debe tener cuidado, pues de lo contrario, con una demanda así definida se

estaría trabajando muy alejados de la realidad. Lo anterior implica que la tarifa se establezca por debajo del costo marginal social.

No obstante, hay que reconocer la importancia de que sean considerados dichos criterios en la tarificación, ya que de acuerdo con la experiencia internacional pueden implementarse criterios de costo marginal de corto y largo plazo, lo cual tendría como resultado una mejor recaudación, un mejor servicio y el consumo ajustado a lo que realmente cuesta el agua.

Dada su importancia y complejidad, esta es una metodología que debe de buscar adoptarse, pero de acuerdo a la definición de medidas de optimización como procesos en marcha o de bajo costo que permitan no atribuirle beneficios al proyecto, ésta debe de considerarse como un proyecto de inversión independiente y no como optimización.

En el Anexo B se incluye una amplia explicación sobre la tarificación a corto y mediano plazo y su aplicación.

Por lo anterior y como se había comentado previamente en los capítulos anteriores, la optimización a seguir es la disminución de las pérdidas de agua potable en el sistema.

A.5. BENEFICIO DE MAYOR CONSUMO

La función de demanda se considera representativa de la situación con y sin proyecto de la población, ya que lo que cambia es la cantidad de agua consumida. El uso de la función de la demanda se da al determinar el precio implícito para cada uno de los consumos de las situaciones con y sin proyecto, es decir, lo que están

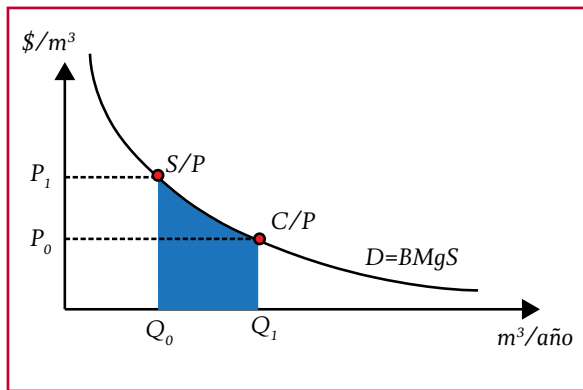
dispuestos a pagar por dicho volumen de agua y que es un valor superior al precio del mercado, obteniéndose de esta forma el excedente del consumidor mediante el denominado beneficio de mayor consumo.

En el caso de proyectos que permiten aumentar la disponibilidad de agua potable (ampliación de capacidad de producción y distribución) en un sistema existente, es usual encontrar que los usuarios están conectados al sistema pero este no les provee, por limitaciones de capacidad, toda el agua que demandan a la tarifa vigente. Normalmente habrá racionamiento algunas horas del día, o las presiones serán insuficientes para atender debidamente el servicio.

Utilizando la Ilustración A.7 como referencia, se conceptualiza el problema, señalando que en la situación sin proyecto la máxima capacidad de abastecimiento estaría dada por Q_0 , si bien al precio vigente (supuesto en P_0) la demanda deseada sería de Q_1 . Habrá por lo tanto un exceso de demanda de $(Q_1 - Q_0)$. La introducción de un proyecto que amplíe la capacidad más allá de Q_0 , permitirá obtener beneficios que se miden como el área bajo la curva entre el consumo inicial restringido, Q_0 , y el consumo real demandado Q_1 . Para efectuar este cálculo el modelo requiere conocer el nivel Q_0 y la correspondiente función de demanda.

De especial interés en este caso resulta el considerar el valor P_1 , ya que este valor representa un precio implícito (no erogado) que refleja la valoración que hace el usuario de disponer de una unidad adicional de agua a partir del nivel restringido Q_0 . En situaciones de graves racionamientos de abastecimiento este P_1 puede ser significativamente superior a la tarifa

Ilustración A.7 Beneficio bruto de mayor consumo



del sistema. La diferencia entre este precio y la tarifa establece la deseabilidad de ejecutar el proyecto.

Así también, en tanto que haya situaciones de desabastecimiento significativas, será necesario limitar el valor máximo aceptable para P_1 , el cual incide directamente sobre el cálculo de los beneficios esperados del proyecto.

Este concepto se relaciona con la idea de fijar un precio límite máximo a partir del cual los usuarios entrarán a utilizar fuentes de abastecimiento alternativas a la red pública. Estas fuentes normalmente serán compra de pipas, uso de pozos privados, norias, acarreo u otras similares. De esta manera el nivel de beneficios (área bajo la curva de demanda relevante) quedará acotado superiormente. Se evita con ello una posible sobreestimación significativa de beneficios (ver apartado A.5.1).

El excedente del consumidor se define como la diferencia entre la cantidad que se paga por un producto (precio de mercado) y la cantidad máxima que el consumidor estaría dispuesto a pagar (precio implícito) ante la expectativa de quedarse sin el producto.

El área bajo la función de demanda y que está representada por $S/P-Q_0-Q_1-C/P$, en la Ilustración A.7, representa el beneficio bruto o total, siendo el excedente del consumidor el área correspondiente al beneficio bruto menos el área bajo P_0 , el cual es la tarifa y que debe reflejar todos los costos de inversión, operación y mantenimiento necesarios para llevar los nuevos caudales de agua hasta los beneficiarios del proyecto, aunque como se ha comentado lo más común es que la tarifa no es el reflejo de lo anterior.

Cabe recordar que metodológicamente, en la literatura se puede encontrar que para el cálculo de los beneficios se hace el supuesto de que el precio que paga la sociedad (Tarifa) por el servicio de agua potable corresponde al Costo Marginal Social (CMgS) y al Costo Marginal privado (CMgP) del proyecto (que equivale a los costos de inversión y operación de incrementar la oferta), la problemática sobre la metodología es que **en ningún** Organismo operador del país la tarifa representa el CMgS.

Por lo anterior, la forma adecuada de calcular los beneficios netos es la de incluir en el flujo de evaluación, por un lado los beneficios brutos representados por el área de la Ilustración A.7, y por otro los costos de inversión, operación y mantenimiento atribuibles al proyecto para obtener el flujo neto del proyecto.

Para la estimación del área bajo la curva, se debe determinar mediante una integración numérica de la función de demanda entre los consumos sin y con proyecto

La integral se definirá entre el límite inferior igual al consumo sin proyecto y al límite supe-

rior igual al consumo con proyecto para cada toma, según su nivel socioeconómico o mediante una curva agregada.

Lo anterior en resumen implica, que para el cálculo del beneficio de mayor consumo se puede proceder de la siguiente forma:

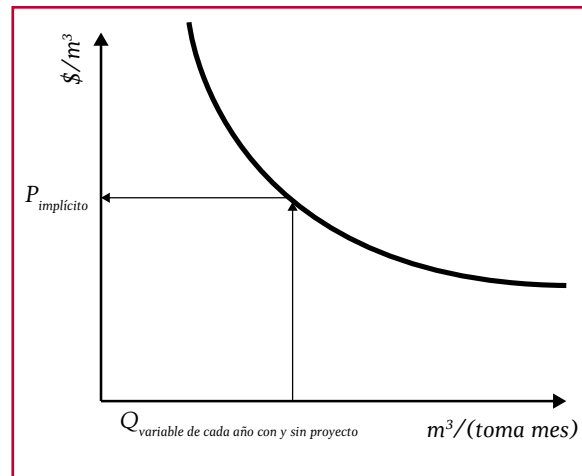
1. Obtener la función de demanda (apartado A.7)

Se definen los consumos sin y con proyecto de cada año. Los consumos sin proyecto que obedecen a la situación actual optimizada y los consumos con proyecto se obtienen del consumo sin proyecto más el consumo que se refleja del incremento de oferta del proyecto, descontando de ambos casos a los usuarios no domésticos y las pérdidas físicas.

2. Con el tiempo, en la proyección de la situación sin proyecto el consumo por toma se irá disminuyendo, ya que la población y el número de tomas generalmente crece con el tiempo, y a su vez la oferta disponible prácticamente se mantiene constante, por lo tanto se reparte el agua entre más gente. En la situación con proyecto este efecto no se debe dar, ya que se cubrirá la demanda totalmente o acorde a lo que puede incrementar la oferta el proyecto.

3. Para cada consumo de cada año con y sin proyecto, se obtendrán los costos implícitos del agua. La forma de obtener estos precios será utilizando la función de la demanda, en donde la variable independiente será el consumo y la variable dependiente el precio, el cual se considera como el precio implícito de cada

Ilustración A.8 Obtención del precio implícito



consumo a analizar, como se observa en la Ilustración A.8, verificando que los precios implícitos sin proyecto no sobrepasen el valor de una fuente alterna (ver apartado A.5.1).

4. Con la función de demanda y los límites inferior y superior de consumo (sin y con proyecto) para cada toma, por nivel socioeconómico o agregando según sea el caso, en cada uno de los años del horizonte de evaluación se procede a realizar la integral del área bajo la curva (ver apartado A.6), que será el beneficio unitario por toma al mes, mismo que se multiplica por el total de tomas y meses del año para así obtener el beneficio agregado social anual.

A.5.1. CASOS DE PRECIOS IMPLÍCITOS MUY ALTOS

Es importante destacar un caso de cuando se utiliza la función de demanda, que es cuando el precio implícito que se obtiene ante un consumo muy bajo, es de un valor que se aprecia fuera de realidad, lo cual se ha llegado a presentar en algunos casos.

Como se observa en la Ilustración A.9, la valoración del beneficio por mayor consumo ante el cambio de sin proyecto a con proyecto sería el área sombreada, sin embargo para el consumo sin proyecto existe un precio implícito muy alto a considerar.

Para lo anterior, la teoría también nos menciona que no se puede utilizar un valor mayor que el que el de obtenerlo por un medio alternativo, en donde el caso más común es el costo del agua en pipa por metro cúbico, que es el costo marginal social del bien sustituto (CMgS), por lo que para el beneficio de mayor consumo únicamente se tomará el área que se muestra a continuación bajo dicho valor, como se observa en la Ilustración A.10.

Con la finalidad de hacer más sencillo la valoración del beneficio de mayor consumo, el área bajo la curva se dividió en dos áreas, A_1 y A_2 .

En este caso, el Costo marginal Social CMgS, de consumir agua mediante una fuente alterna es el de la pipa, lo que hace que este sea el tope del costo de la misma en la situación sin proyecto, en los primeros metros cúbicos de agua consumida.

El consumo variable (Q_1), depende de la oferta que se considere en cada año de acuerdo a la estimación de la oferta a lo largo del periodo de evaluación, Q_3 es el consumo de la situación con proyecto.

Ilustración A.9 Obtención del precio implícito ante consumos muy bajos

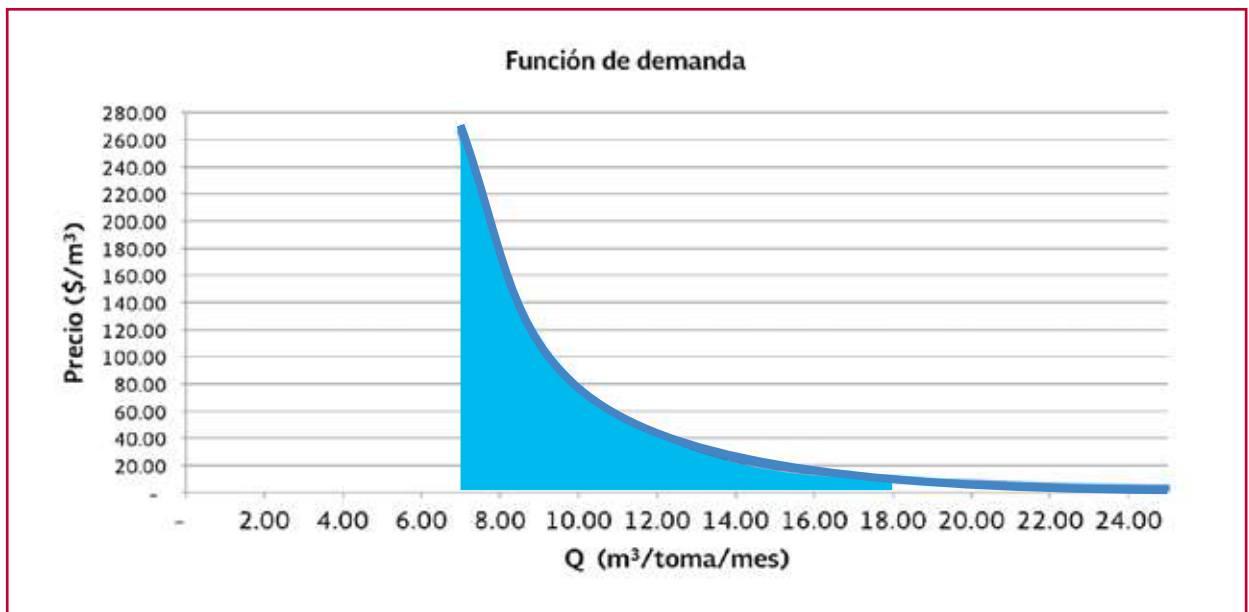
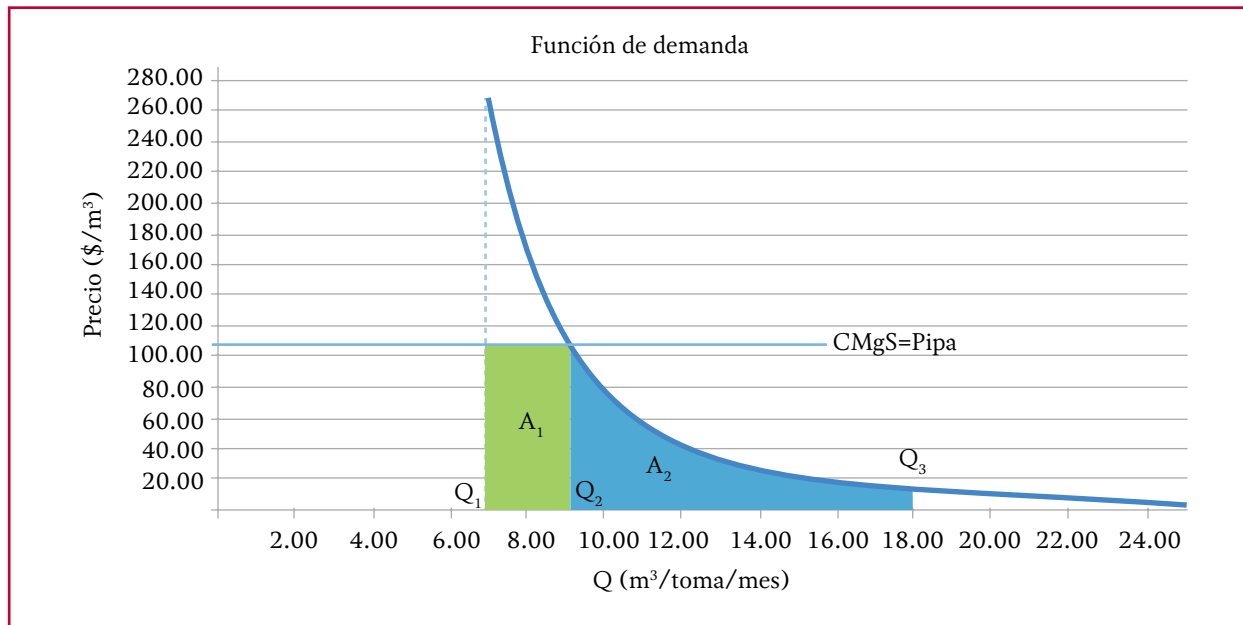


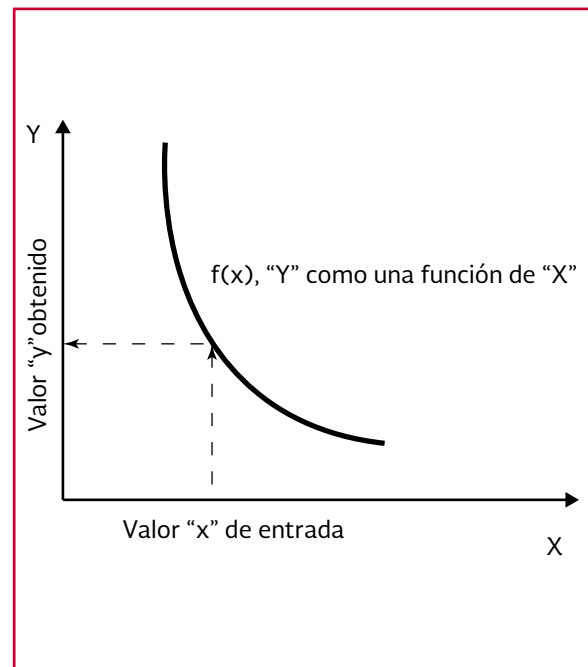
Ilustración A.10 Definición del área de mayor consumo



A.6. CONSIDERACIONES MATEMÁTICAS SOBRE LA FUNCIÓN DE LA DEMANDA

En matemáticas es común nombrar a las variables de una igualdad como variable dependiente (en este caso el consumo Q en metros cúbicos) y variable(s) independientes(s) (en este caso el precio P en pesos). También es común, que gráficamente la variable independiente se asocie al eje horizontal (eje de las “X”), mientras que a la variable dependiente se le asocia el eje vertical (eje de las “Y”). Otra forma de expresar lo anterior es decir que uno proporciona o “da” un valor a las “X” y puede obtener “llegar” a un valor de las “Y”.

Ilustración A.11 Función de demanda



Contrario a la costumbre de matemáticas y de la ingeniería, en economía se ubica gráficamente a la variable independiente, es decir al precio, en el eje vertical, por lo que para obtener los beneficios del consumidor representados por el área bajo la curva de la función de demanda, se puede proceder de dos maneras:

- A partir de la convención de economía, que asocia al eje vertical la variable independiente, realizar una integración numérica pero sobre el eje horizontal, para lo cual es necesario expresar la función en términos del consumo, o sea P como una función de Q. Haciendo una analogía entre las variables matemáticas (X, Y) y las variables precio y demanda (Q, P), y observando la ecuación:

$$Q = f(P) = A P^e$$

la función queda expresada en la siguiente forma:

$$P = f(Q) = \left(\frac{Q}{A}\right)^{\frac{1}{e}} \quad \text{Ecuación A.2}$$

Cuya integral resulta ser:

$$\begin{aligned} \int P &= \int_{Q_1}^{Q_2} \left(\frac{Q}{A}\right)^{\frac{1}{e}} (dQ) = \left[\frac{e}{A^{\frac{1}{e}} + A^{\frac{1}{e}} e}\right] Q^{\frac{1+e}{e}} \Big|_{Q_1}^{Q_2} \\ &= \left[\frac{e}{A^{\frac{1}{e}} + A^{\frac{1}{e}} e}\right] (Q_2^{\frac{1+e}{e}} - Q_1^{\frac{1+e}{e}}) \end{aligned}$$

- Si se cuenta con los puntos de la curva y no con una función, se puede obtener en una hoja electrónica de cálculo la curva de tendencia empleando la opción exponencial, los parámetros que proporciona esta curva de tendencia

son una constante y un exponente (fórmula similar a la función de demanda original), coincidentemente dicho exponente es el inverso de la elasticidad del precio con respecto de la demanda, la forma de la ecuación obtenida es la siguiente:

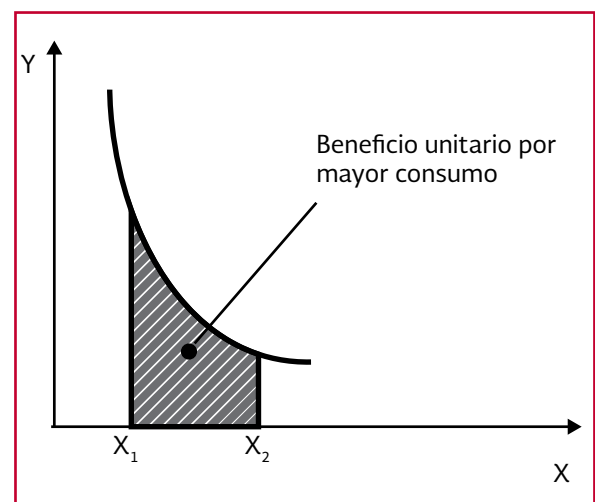
$$Y = f(X) = A X^e \quad \text{Ecuación A.3}$$

Cuya integración sobre el eje horizontal es sumamente sencilla y que justamente representa el beneficio unitario mensual por mayor consumo (al pasar de un consumo X_1 a un consumo X_2), dicha integral es de la forma:

$$\int_{X_1}^{X_2} A X^e dx = \frac{A}{1+e} (X_2^{1+e} - X_1^{1+e})$$

Como se sabe la interpretación gráfica de integrar matemáticamente una función, el beneficio de mayor consumo, queda representado por el área bajo la curva de dicha función, obviamente sobre el eje de las abscisas (eje "X"), según se muestra en la Ilustración A.12.

Ilustración A.12 Gráfica de mayor consumo



La obtención del beneficio por mayor consumo se puede verificar a través del ejemplo numérico de la Tabla A.1 (trabajado en un software matemático para constatar los resultados matemáticos de la integral); así mismo, para ejemplificar lo referente a que se debe integrar en función del consumo y no del precio (cambio de ejes), en la parte izquierda se presenta el beneficio integrando la ecuación como una función del precio, mientras que en la del lado derecho se presenta la misma operación pero en función del consumo.

Como se observa en un primer cálculo se obtiene un resultado de 213.572 y el segundo de 62.06, lo cual indica que son áreas totalmente diferentes, siendo que la primera no representa un valor del beneficio.

En conclusión sobre este ejemplo, la integración del gasto en función del precio arroja un número que no representa algún valor útil y por lo tanto, es necesario utilizar la integración de la función del consumo.

Ilustración A.13 Área de mayor consumo

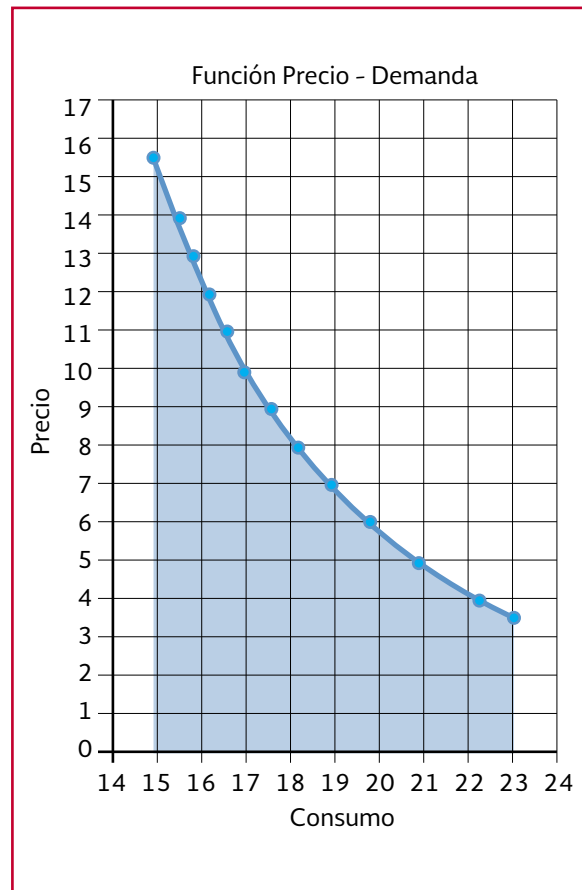


Tabla A.1 Ejemplo de obtención del beneficio por mayor consumo

Integrando la función de DEMANDA en función del PRECIO	Integrando la función de DEMANDA en función del CONSUMO
Datos	Datos
A =33.3267	A =33.3267
E =0.29064	E =-0.29064
P1 =3.58	Q1 =15
P2 =15.59	Q2 =23
Integral definida, entre los límites P1 y P2:	Integral definida, entre los límites Q1 y Q2:
$Q(P) = \int_{3.58}^{15.59} A P^e dP = \text{beneficio}$	$P(Q) = \int_{15}^{23} \left(\frac{Q}{F}\right)^{\frac{1}{e}} dQ = \text{beneficio}$
Integral Desarrollada	
$\text{beneficio} = \frac{A}{e+1} [P2^{1+e} - P1^{1+e}]$	$\text{beneficio} = \frac{e}{A^{\frac{1}{e}} + A^{\frac{1}{e}} e} (Q2^{\frac{1+e}{e}} - Q1^{\frac{1+e}{e}})$
beneficio = 213.572	beneficio = 62.062

A.7. LA FUNCIÓN DE DEMANDA DE AGUA POTABLE

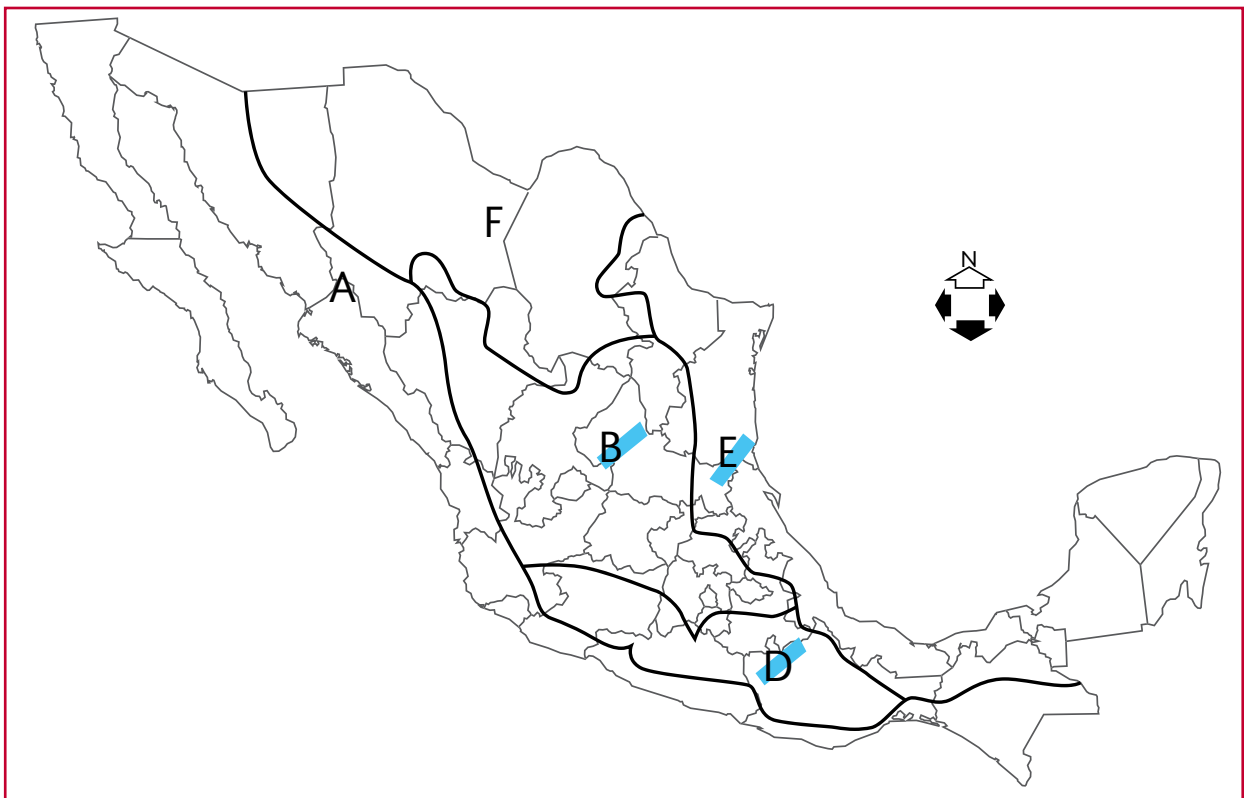
Como se había comentado, la función de demanda nos indica el comportamiento del consumo ante diferentes precios del bien, es decir, las cantidades máximas que serán adquiridas por un grupo determinado de consumidores ante diferentes precios de este recurso, considerando además que las otras variables que afectan la composición de esta curva permanecerán constantes, como es el ingreso y el precio de bienes complementarios y sustitutos. Asimismo, la función de demanda es el máximo precio que se está dispuesto a pagar por cada unidad adicional del bien. Equivalentemente, es la máxima cantidad que se está dispuesto a consumir del bien dado su precio. Dicha función se puede obtener de tres maneras:

- Utilizando una función de la demanda
- Mediante una recta, conociendo dos puntos de equilibrio
- Empleando métodos econométricos

A.7.1. FUNCIÓN DE DEMANDA MEDIANTE ESTUDIOS REALIZADOS

Anteriormente lo más usual era calcular la función de la demanda mediante la determinación de un Punto y la Elasticidad, contando como apoyo con el “Estudio de obtención de curvas de demanda de agua potable, mediante la aplicación directa en encuestas en 24 localidades del país” contratado por CONAGUA en 1990, en el que se regionalizó la República Mexicana (Ilustración A.14) y se obtuvieron curvas de demanda particulares. La regionalización definida en el estudio es la siguiente:

Ilustración A.14 Regionalización nacional para el estudio de demandas de 1990



Para estas seis regiones se obtuvieron las siguientes ecuaciones:

Región A (clima seco):

$$Q = 43.744 (P^{-0.12389})(N^{0.26940})(A^{-1.2310})$$

Ecuación A.4

Región B (seco templado y verano cálido):

$$Q = 21.75 (Y^{-0.1712})(P^{-0.4329})(N^{-0.17088})(A^{-0.623})$$

Ecuación A.5

Región C (tropical o templado lluvioso):

$$Q = 1\,756.116 (Y^{-0.09801})(P^{-0.4765})(N^{-0.02826})(A^{-0.0715})$$

Ecuación A.6

Región D (templado tropical subhúmedo):

$$Q = 58.7549 (Y^{0.0915})(P^{-0.3566})(N^{-0.0241})(A^{-1.3781})$$

Ecuación A.7

Región E (tropical lluvioso):

$$Q = 294.69 (Y^{-0.09832})(P^{-0.2915})(N^{-0.2797})(A^{-0.7649})$$

Ecuación A.8

Región F (climas extremosos):

$$Q = 107.582 (Y^{0.13938})(P^{-0.4707})(N^{-0.1276})(A^{-0.7748})$$

Ecuación A.9

dónde:

Q = Consumo por toma al año, expresado en m^3

K = Es una constante

A = Es una variable binaria que indica la presencia o ausencia de alcantarillado en la vivienda, que, para el caso de este estudio se considera 1

a = Es la elasticidad relativa al alcantarillado

N = Es el índice de hacinamiento o número de personas por vivienda

h = Es la elasticidad relativa a los habitantes por vivienda

Y = Es el ingreso promedio anual por vivienda, el cual varía según el rango socioeconómico

i = Es la elasticidad ingreso, la cual requiere ser ajustada en este estudio para poder representar el efecto en cada nivel socioeconómico

P = Es el precio por metro cúbico consumido

e = Es la elasticidad precio de la demanda.

Pero dada la antigüedad del estudio, la CONAGUA realizó en el 2012 el estudio "*Estimación de los Factores y Funciones de la Demanda de Agua Potable en el Sector Doméstico en México*", por lo que esta sería la referencia a seguir en localidades mayores a 20 000 habitantes. Aquí se hace un resumen del mismo.

A.7.1.1 Resumen del estudio “Estimación de los factores y funciones de la demanda de agua potable en el sector doméstico en México”

Para estimar los beneficios sociales, la CONAGUA ha optado por sustentarlos en funciones de demanda de agua de los hogares, donde se considera al precio del agua como uno de los factores determinantes del consumo doméstico, así como su interacción con la composición y condiciones del hogar, tales como el número de integrantes y el ingreso familiar, el entorno físico donde se localiza la vivienda, referido al clima predominante en la localidad, y los servicios disponibles en la vivienda misma, como son la existencia de conexión a una red pública de drenaje.

a) Metodología

Para tales efectos, se planteó la necesidad de generar información estadística sobre las variables señaladas por la literatura especializada como factores relacionados con la demanda de agua potable doméstica. En consecuencia, durante los meses de julio y agosto de 2012 se levantó la **Encuesta sobre el consumo de agua potable** en los hogares en una muestra de 50 de las 490 localidades urbanas con 20 mil habitantes y más existentes en México, de acuerdo al Censo de Población y Vivienda levantado en 2010 por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

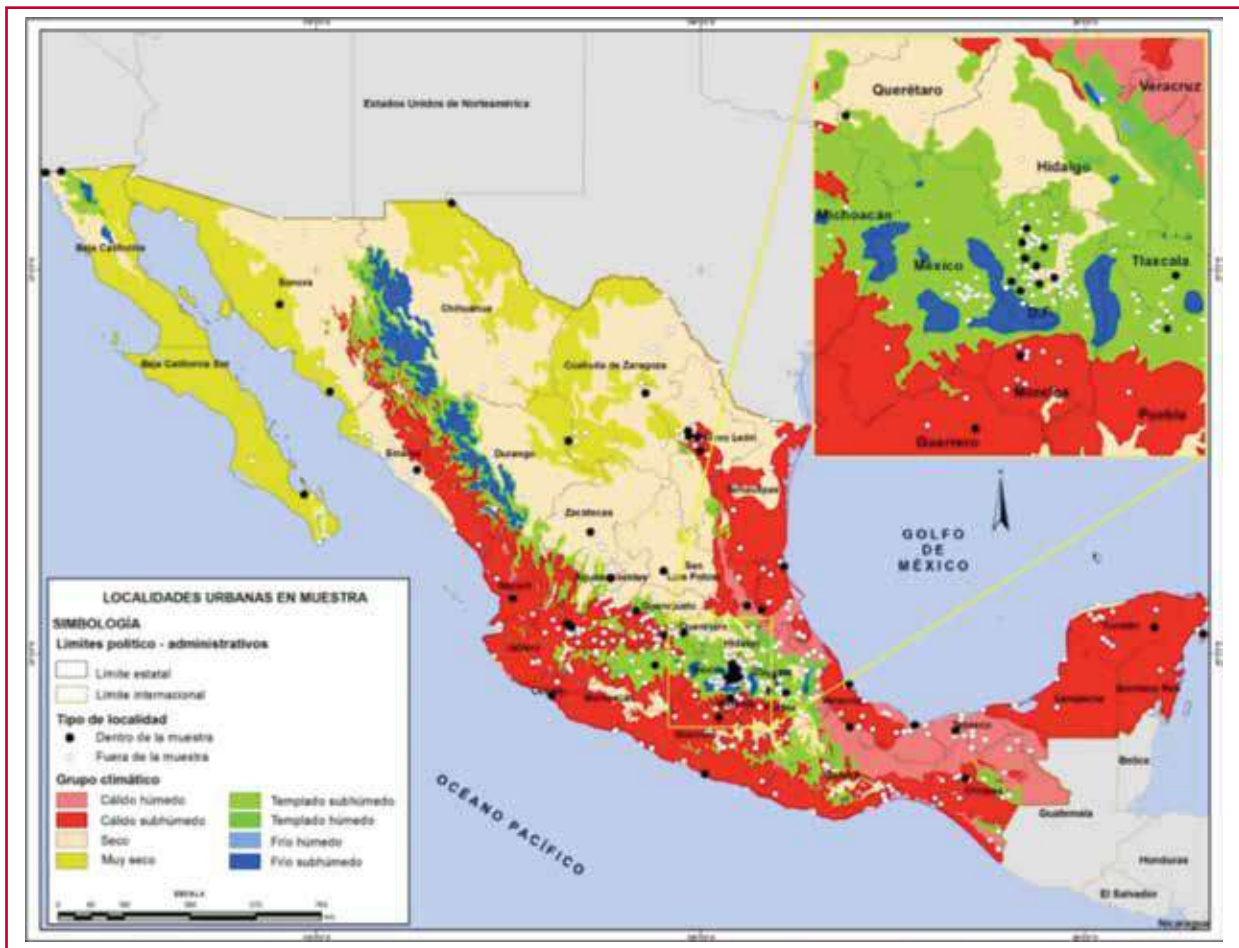
Las localidades incluidas en la muestra fueron seleccionadas dentro de los estratos formados bajo dos criterios de clasificación: su tamaño y su clima predominante. Por tamaño, se agrupó a las localidades en cinco grupos o estratos –de

20 000 a 49 999 habitantes, de 50 000 a 99 999, de 100 000 a 499 999, de 500 000 a 999 999 y de un millón y más habitantes–. Por clima predominante se estratificó a las localidades en cuatro grupos –Cálido húmedo, Cálido subhúmedo, Seco o Muy seco y Templado o Frío–, con base en la actualización más reciente de grupos climáticos, preparada por Enriqueta García en 1998 para la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), de donde fue posible obtener datos a nivel localidad de dos de los elementos más importantes del clima: la temperatura y la precipitación.

En la Ilustración A.15 se observa la distribución geográfica y climática de las 490 localidades urbanas, donde se resalta en color negro a las incluidas en la muestra, seleccionadas con probabilidad proporcional a su número de viviendas dentro de cada estrato. Como segunda etapa de muestreo, dentro de cada una de las 50 localidades, se seleccionó sistemáticamente con principio aleatorio un conjunto de Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB), luego de ser ordenadas según su nivel socioeconómico, para así conformarse en un tipo de estratificación implícito. Como última etapa de muestreo, dentro de este conjunto de AGEB se seleccionaron aleatoriamente 6 580 viviendas, en donde se levantó la encuesta de hogares. Esta estrategia de muestreo permitió alcanzar una precisión de 1.6 por ciento al 95 por ciento de nivel de confianza en la estimación de proporciones de la población objeto de estudio.

Con el propósito de estimar funciones de demanda, los datos recabados por la Encuesta fueron analizados estadísticamente e incorporados a modelos econométricos sustentados en la Teo-

Ilustración A.15 Localidades de 20 mil habitantes y más clasificadas según su inclusión en la muestra y grupo climático al que pertenecen. Fuente: Elaboración propia a partir del Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI) y de García, E. - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1998). 'Climas' (clasificación de Köppen, modificado por García). Escala 1:1 000 000. México.



ría Económica. Como insumo para estas funciones, se estimó el *consumo* de agua, aplicando al *monto pagado* declarado por el encuestado, la tarifa vigente durante 2012 en cada una de las localidades incluidas en la muestra. Así también, al relacionar el consumo estimado con el monto pagado, se obtuvo el respectivo *precio* promedio mensual por el consumo de agua. En las funciones de demanda también se consideraron la *existencia o no de drenaje* y, cuando fue necesario, se incluyeron las variables de *temperatura* y *precipitación media*.

b) Principales resultados

A continuación se presenta la definición de las variables incluidas en los modelos (Tabla A.2) y las funciones de demanda resultantes para cada uno de los cuatro grupos climáticos, conforme la estratificación acordada (Tabla A.3). En estas funciones se incorporan variables cuyo impacto en el consumo sea significativo y sea factible de actualizar su valor con fuentes secundarias; con el fin de disponer de funciones de demanda para cada una de las localidades objeto de

Tabla A.2 Definición de variables consideradas en los modelos y fuentes de información secundaria relacionadas.

Variable	Descripción	Fuentes secundarias	
Q	Número de metros cúbicos consumidos al mes		
α	Constante		
P	Precio por metro cúbico de agua		
Y	Ingreso familiar mensual	Fuente:	Base de datos "Concentrado" de la Nueva construcción de la Encuesta Nacional de ingresos y Gastos (ENIGH) 2010. INEGI. México
		Variable:	ingcor [Ingreso (mensual) corriente]
		Desglose:	Información de ingreso promedio a nivel estatal y por dos tamaños de localidad (De hasta 99 999 habitantes o de 100 mil y más habitantes)
N	Número de habitantes por vivienda	Fuente:	Base de datos "Principales Resultados por Localidad" del Censo de Población y Vivienda 2010. INEGI. México
		Variable:	PROM_OCUP [Resultado de dividir el número de personas que residen en viviendas particulares habitadas, entre el número de esas viviendas. Excluye la estimación del número de personas y de viviendas particulares sin información de ocupantes]
		Desglose:	A nivel localidad
TMA	Temperatura media anual	Fuentes:	Temperatura media anual. Extraído de Temperatura media, IV.4.4. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1:4000000. Instituto de Geografía, UNAM. México. vs. Información vectorial de localidades urbanas. INEGI. México
		Desglose:	A nivel localidad de 20 mil habitantes y más
PMA	Precipitación media anual	Fuentes:	Precipitación media anual en Precipitación, IV.4.6. Atlas Nacional de México. Vol II. Escala 1 :4 000 000. Instituto de Geografía, UNAM. México. vs. Información vectorial de localidades urbanas. INEGI. México
		Desglose:	A nivel localidad de 20 mil habitantes y más
SD	Sin drenaje=1; Con drenaje=0	Definido por el investigador	

estudio, según sus condiciones climáticas predominantes.

A nivel de la población objeto de estudio, se encontró que la elasticidad precio de la demanda de agua es de -0.302, considerando todo lo demás constante, *ceteris paribus*. En la Tabla A.3 se presentan las estimaciones de los coeficientes del modelo de demanda con sus respectivos niveles de

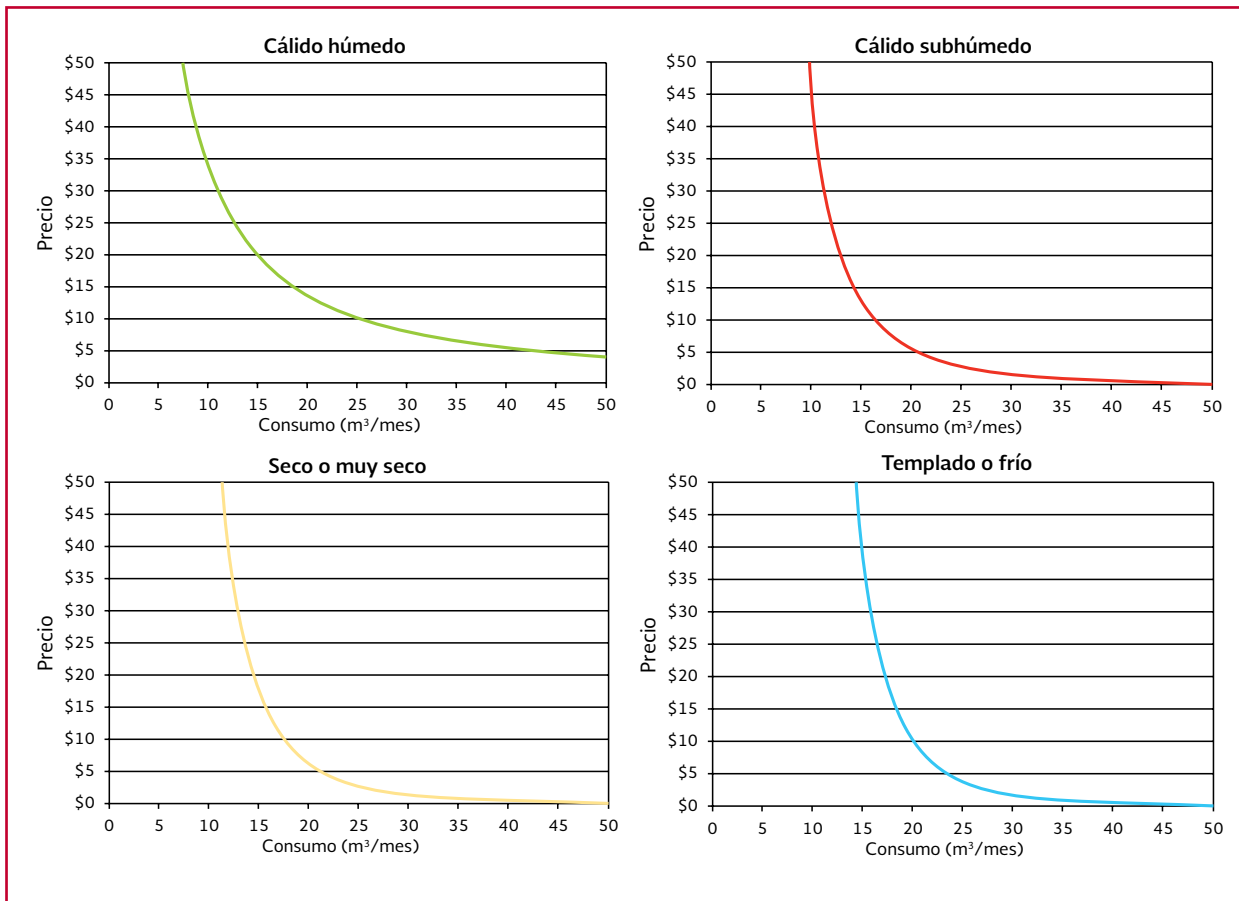
significancia estadística. Como se tenía previsto, el número de miembros del hogar, el clima (temperatura y precipitación), el ingreso del hogar y la ausencia de drenaje afectan la demanda de agua, aunque en las localidades urbanas en general hay una amplia cobertura de la red pública de drenaje.

Se encontró que los hogares de bajos ingresos responden más a un incremento en los precios

Tabla A.3 Funciones de demanda por agrupamiento climático. Sistema actual para usuarios residenciales

Clima	Funciones	Elasticidad precio
Cálido húmedo	$Q = 68.443 (P^{-0.767})(N^{0.573})$	-0.767
Cálido subhúmedo	$Q = 8.390(P^{-0.322})(N^{0.447})(e^{0.040 TMA})(e^{-0.363 SD})$	-0.322
Seco o muy seco	$Q = 16.055(P^{-0.285})(Y^{0.068})(N^{0.361})(e^{0.023 TMA})(PMA^{-0.126})$	-0.285
Templado o frío	$Q = 34.813(P^{-0.218})(N^{0.413})(PMA^{-0.095})$	-0.218

Ilustración A.16 Funciones de demanda por agrupamiento climático



del agua que los hogares de ingresos medios y altos. Esto puede deberse a que los hogares de menores ingresos hacen un menor uso discrecional del agua comparado con el resto de hogares, quienes pueden costear usos que exceden sus necesidades básicas.

En las funciones de demanda por clima se observan tendencias diferenciadas. La elasticidad precio es mayor en el clima Cálido húmedo (-0.767) que en el Cálido subhúmedo, donde es de -0.322, en el *Seco o muy seco* es de -0.285 o en el *Templado o frío* es de -0.218. La alta elasticidad precio del clima Cálido húmedo sugiere que un pequeño incremento en el precio reducirá la cantidad demandada considerablemente. Esto podría explicarse porque el agua se usa de manera exhaustiva, para actividades que van

más allá de cubrir las necesidades básicas. En contraste, elasticidades menores pueden darse en lugares donde el agua se utiliza para cubrir las necesidades básicas o en comunidades expuestas a más épocas de secas, que pueden tener menos sensibilidad al precio.

Asimismo, se encontró que los hogares sin servicio medido tienen un ingreso promedio menor respecto a los hogares con servicio medido. Esto sugiere que al igual que otros servicios públicos, los medidores tienden a instalarse en áreas con mayores niveles socioeconómicos, como ocurre en las principales zonas metropolitanas del país. Por otra parte, las localidades con servicio medido en donde se registran los menores precios promedio por metro cúbico de agua, en general coinciden con las de mayor consumo promedio.

Conclusiones

La evidencia teórica y empírica indica que el consumo de agua está influido por los precios. Se debe considerar que el precio pagado es el rango mínimo de la disposición a pagar del hogar por el servicio y es una medida para estimar los beneficios que se reciben. En este estudio se provee evidencia sobre los patrones de consumo de los hogares y la elasticidad precio en localidades urbanas.

Se observó que las variables que determinan el consumo coinciden con las expectativas teóricas de precio, ingreso, número de miembros del hogar, la falta de drenaje, temperatura y precipitación. Sin embargo, la importancia relativa de estos factores cambia cuando se agrupan a las localidades por el clima predominante.

Los resultados demostraron que para los grandes conjuntos urbanos de zonas metropolitanas y conurbadas, es necesario realizar estudios con mayor número de encuestas o estudios que se tengan para la zona en específico.

A.7.2. OBTENCIÓN DE LA FUNCIÓN DE DEMANDA CON LA DETERMINACIÓN DE DOS PUNTOS DE EQUILIBRIO

Para el caso de que no se considere viable la aplicación del estudio anterior, existe la alternativa de una función de demanda como una línea recta determinada por dos puntos de equilibrio, los cuales representan por un lado a los usuarios con carencias de agua y que observan un precio muy superior al óptimo por el suministro de

agua y, por otro lado, se considera a la población con servicio continuo y que consume de acuerdo a sus necesidades sin restricciones.

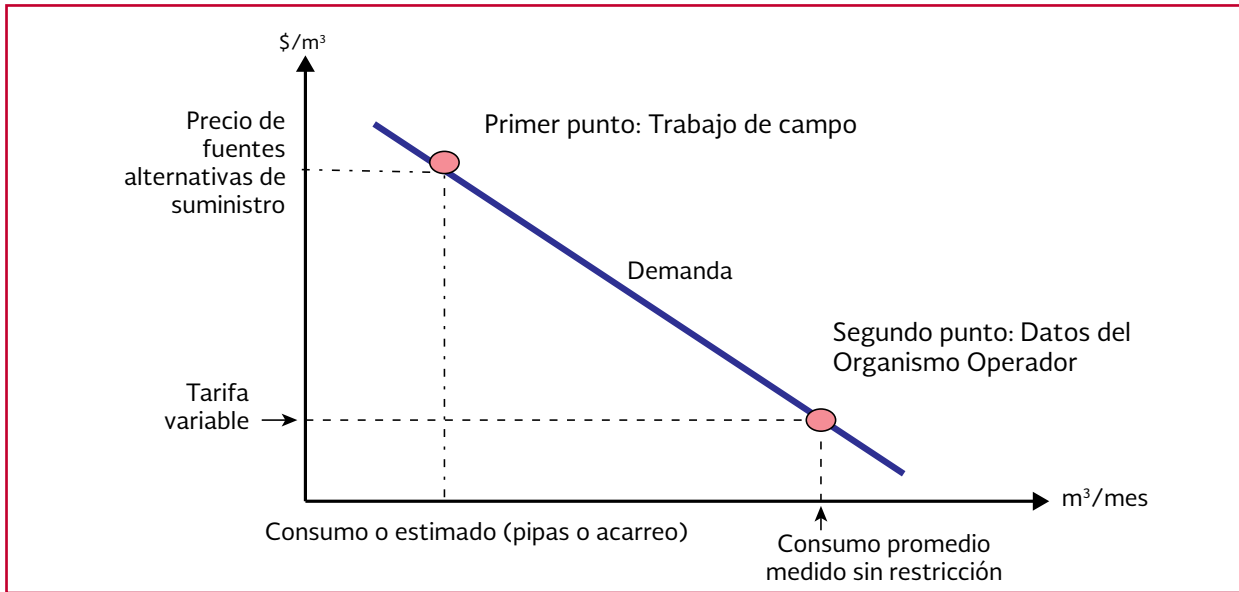
Para la elaboración de la función mediante esta metodología, es necesario determinar un punto de acuerdo a la facturación existente en las tomas con tarifa y sin restricción del consumo. Muy importante será el eliminar los datos de las tomas que tengan cuota fija y que carezcan de medición, así como, usuarios que presenten condiciones de tandeo u otra restricción en el consumo. Con ello se contará con los elementos para considerar el segundo punto de la curva (Ilustración A.17).

El primer punto se obtendrá con trabajo de campo mediante la aplicación de encuestas. Esta encuesta, de la cual en el Anexo G se sugiere un formato, tiene como finalidad determinar los hábitos de consumo en zonas primordialmente sin servicio, las cuales consumen bajos volúmenes con altos costos, regularmente mediante pipas y acarreos.

Un costo adicional que se debe considerar en los usuarios que se surten con pipas o acarreos, que dependerá de las instalaciones intradomiciliarias con las que cuenten en sus hogares, será el costo implícito del tiempo por acarreos de cubetas desde los tinacos o tambos que regularmente tienen en sus patios, desde donde llevan el agua que utilizan para las diversas actividades domésticas y de higiene. Este es un costo que los usuarios con servicio continuo y presión adecuada no perciben.

Para estimar el valor del tiempo de las personas, se utiliza el valor estándar publicado por el CEPEP.

Ilustración A.17 Curva de demanda mediante dos puntos de equilibrio



Para los trabajos de la obtención del primer punto de la curva es necesario obtener una muestra representativa en la zona a encuestar, para lo cual una de las fórmulas sugeridas es la siguiente⁶⁴:

$$n = \frac{Npq}{\left[\frac{Me^2}{Nc^2} N - 1 \right] pq}$$

Ecuación A.10

dónde:

- n = Tamaño de la muestra
- N = Viviendas del universo para cada Nivel Socioeconómico
- p = El mayor punto de incertidumbre es del 50 % y se expresa como 0.5.
- q = $1 - 0.5 = 0.5$
- Me = ± 5 %, se expresa como probabilidad (0.05)

Nc = 95 % de nivel de confianza. En tablas de distribución de curva normal aparece como 1.96.

Cabe señalar, que en recientes trabajos de campo y en ciertas zonas con agravada escasez, los costos por metro cúbico de agua en pipa depositada en tambos de 200 litros o incluso en cisternas, han alcanzado valores superiores a los \$150/m³, aunque el rango de precios que se ha venido observando es de entre \$50/m³ y \$90/m³. Por ello la importancia de obtener valores para la zona de influencia del proyecto que se esté analizando.

Una vez definidos los dos puntos de volúmenes consumidos y costos por metro cúbico, se procede a trazar la función de demanda con una línea recta.

64 Galindo, Técnicas de Investigación en Sociedad, Cultura y Comunicación, 1998

A.7.3.MÉTODOS ECONOMÉTRICOS⁶⁵

Esta forma no es común que se utilice debido a la complejidad para obtener una función con significancia estadística⁶⁶ y a la cantidad de información y tiempo requeridos, sin embargo se da una breve explicación de su obtención.

Cuando no existe un servicio de agua potable que se encuentre funcionando, es posible la utilización de modelos econométricos⁶⁷ basados en datos de familias, los cuales se obtienen mediante un proceso de aplicación de encuestas, de esta manera se podrá disponer de los elementos para establecer las características deseadas de las ecuaciones de la demanda.

En la recopilación de datos de la encuesta, es necesario focalizar la estrategia en la adecuada (estadísticamente confiable) estimación del impacto de variaciones en el precio del agua so-

bre la cantidad consumida. Este parámetro es crítico, no tan sólo por su significancia en el cálculo de la disposición a pagar, sino también por la dificultad inherente en estimarlo. Tanto por la baja incidencia del gasto en agua en el presupuesto total familiar, como por los naturales rezagos con que se observan en la realidad los impactos de cambios tarifarios; es difícil observar fluctuaciones importantes en el consumo que pueden ser atribuibles, de manera no ambigua, a cambios en el precio.

Para la adecuada estimación es necesario lograr disponer de información de costos y consumos efectivos con la mayor varianza posible. Para ello, se debe procurar identificar usuarios con las más diversas fuentes de abastecimiento. La regresión debe combinar las observaciones entre todos los grupos, incorporando las variables de control (características socioeconómicas) relevantes para aislar el efecto del precio. Los tamaños muestrales a utilizar dependen de las características específicas de la muestra en cuanto a varianza anticipada del precio, así como de las exigencias de captura de otros coeficientes (elasticidad ingreso, coeficiente de efectos regionales, etcétera).

Es muy importante el disponer de antecedentes confiables y estadísticamente validados, respecto de las características de la curva de demanda, parámetros de posición, elasticidades y forma funcional, así como del tipo de abastecimiento actual de la población que se espera beneficiar con el proyecto. Con las encuestas muestrales de familias será posible conocer las características relevantes de los consumidores.

65 MIDEPLAN, Metodología de Evaluación de Proyectos de Abastecimiento de Agua Potable del Ministerio de Planificación y Cooperación de Chile

66 Nivel de significancia o nivel de significación. Indica que los datos no son debidos al azar o casualidad, sino que los resultados son debidos al experimento propiamente. También existen términos como de valor alfa (nivel de significancia estadística) y valor beta (probabilidad de no detectar un valor real)

67 Según Arthur Goldberger, la Econometría puede definirse como la ciencia social en la que se aplican los instrumentos de la Teoría Económica, Matemáticas e Inferencia Estadística al análisis de los fenómenos económicos

Para la recolección de datos necesarios para estimar la función de demanda, es necesario aplicar encuestas muestrales.

La encuesta socioeconómica de hogares tendrá como objetivos principales la obtención de datos para los siguientes propósitos:

- Estimar la función de demanda de agua potable de las viviendas con y sin alcantarillado y según nivel socioeconómico
- Determinar la estructura de distribución del ingreso de la población potencialmente beneficiaria de los proyectos
- Averiguar la capacidad de pago de la población potencialmente beneficiaria
- Averiguar precio y consumo de abastecimiento de agua en fuentes alternativas;
- Estimar la función de demanda de agua potable según región geográfica, justificando esta división según diferencias en clima, costumbres, otros que sean determinantes en el consumo

El universo que se considera para el muestreo, puede estar acotado por las siguientes características predefinidas:

Las localidades a considerar tendrán características urbanas,

- Existencia en la localidad de un sistema público de agua potable
- Las localidades elegidas que tengan un sistema de agua potable deberán corresponder a localidades con un adecuado nivel de calidad del servicio (continuidad y presiones adecuadas en la red)
- Se trata de hacer una serie de preguntas simples con las cuales se obtienen los datos buscados de manera clara

- Los datos deben de aplicarse en un software econométrico que determine la significancia estadística y ecuación del modelo

A.8. MÉTODO DE NECESIDADES BÁSICAS⁶⁸

A.8.1. CONCEPTO GENERAL

El enfoque de necesidades básicas busca dar un marco metodológico al análisis de la pobreza, el cual, es diferente al problema de escasez. La pobreza se define como un nivel de vida con relación a un estándar o medida mínima aceptable. Por ejemplo, existen algunas familias que viven en condiciones de nutrición inaceptables dado que su dieta no incluye los nutrientes básicos ni el nivel calórico mínimo requerido para un crecimiento sano. En muchos países este es un fenómeno común, ya que observamos una cantidad importante de personas cuyas condiciones de vivienda, salud, educación y nutrición son insuficientes para mantener y conservar un nivel mínimo de dignidad humana.

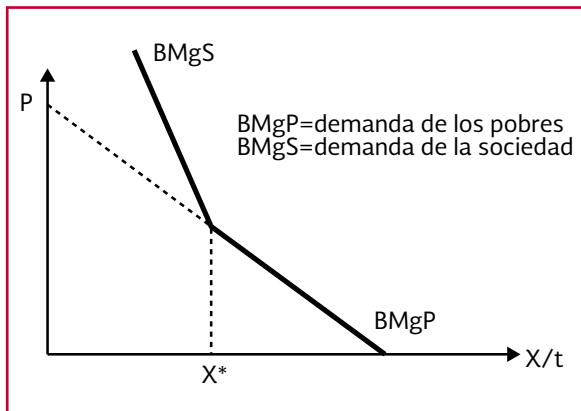
El enfoque de necesidades básicas propone que, dado el sentimiento de solidaridad que el ser humano comparte con sus semejantes, la pobreza genera una externalidad negativa en el resto de la sociedad, por lo que ésta valorará más un mayor consumo por parte de los pobres, que el valor que éstos asignan a ese consumo. Dicho de otra forma, el consumo de bienes y servicios de los “pobres” genera una externalidad positiva

68 CEPEP, Apuntes de Evaluación Social de Proyectos, 1999, y Harberger C. Arnold, “Basic Needs versus Distributional Weights in social cost-benefit analysis”, Organización Mundial de la Salud

en el resto de la sociedad, dado que los "no pobres" obtienen un beneficio de observar que el indigente o desposeído logra incrementar la satisfacción de sus necesidades básicas, las cuales estarán definidas en función de cómo establece la comunidad el nivel mínimo aceptable para satisfacer sus necesidades primordiales.

Este planteamiento se observa en la siguiente gráfica en que la externalidad se presenta en los niveles inferiores a X^* , que la canasta de bienes que representa el nivel mínimo aceptable de consumo, en términos de vivienda, salud, educación y alimentación. La externalidad se presenta en el segmento de consumo menor que el estándar X^* , mientras que una vez que se alcanza este nivel, la externalidad desaparece porque los "pobres" tienen satisfechas sus necesidades básicas al consumir X^* , y de ahí en adelante el beneficio marginal privado es igual al beneficio marginal social.

Ilustración A.18 Demanda de los pobres y demanda social

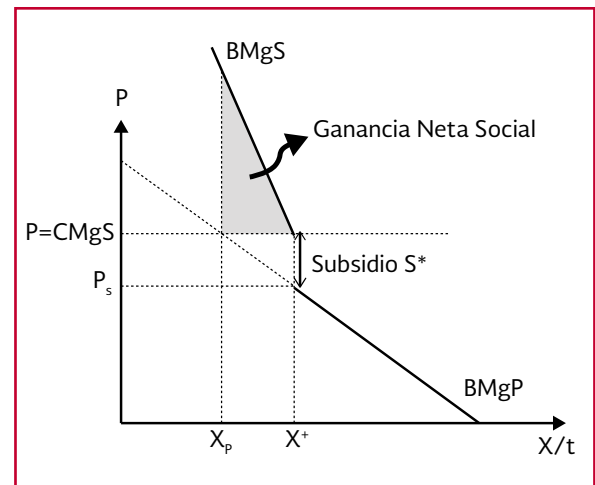


Se analizará cómo es la externalidad y qué implica para la sociedad. La externalidad no es igual para todos los consumos de X , pues conforme éste crece se satisfacen más necesidades y por lo tanto tienen menos carencias, por lo que la externalidad, medida como la distancia vertical

entre el beneficio marginal privado y el beneficio marginal social, decrece hasta llegar a X^* .

Por otra parte, la presencia de esta externalidad implica que la comunidad tiene una disposición a pagar para proporcionar a los "pobres" los bienes adicionales que necesitan para alcanzar el nivel X^* . No obstante, conforme menor es el nivel de pobreza esta disposición a pagar va disminuyendo. Por lo tanto, si se pudiera otorgar el subsidio S^* se observaría una ganancia neta social dada por el área sombreada de la Ilustración A.19.

Ilustración A.19 Beneficio de los programas contra la pobreza



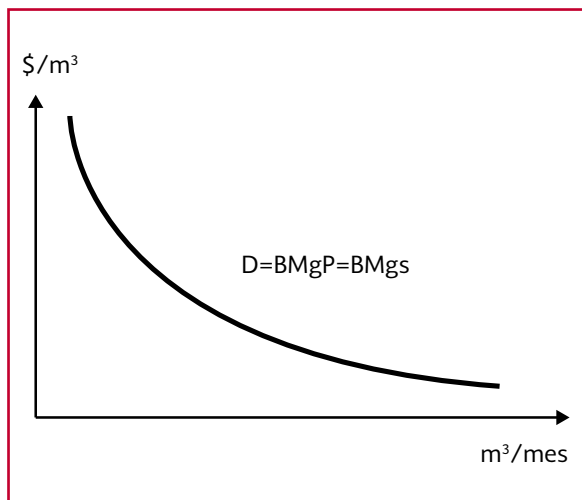
El desafío de este enfoque es, primero, establecer el nivel estándar mínimo aceptable (o sea la canasta X^*) que todo miembro de la comunidad debe consumir, pues esta es una apreciación subjetiva que puede cambiar con el tiempo. Por otra parte, aunque existe una disposición de la sociedad para pagar y lograr que los pobres alcancen el consumo X^* , el beneficio de otorgar un subsidio dependerá de qué tan diferenciado y focalizado esté, es decir, debe otorgarse únicamente al grupo de personas definido como "pobre" y de acuerdo con su nivel de pobreza.

Algunos trabajos prácticos han tratado de resolver tales limitaciones. Uno de los planteamientos en el caso del consumo de agua potable, es el de utilizar la demanda de la clase media como la representativa de la curva de demanda social para los más necesitados, hasta que alcanzan un nivel de consumo como adecuado acorde al clima y situación socioeconómica.

A.8.2. METODOLOGÍA

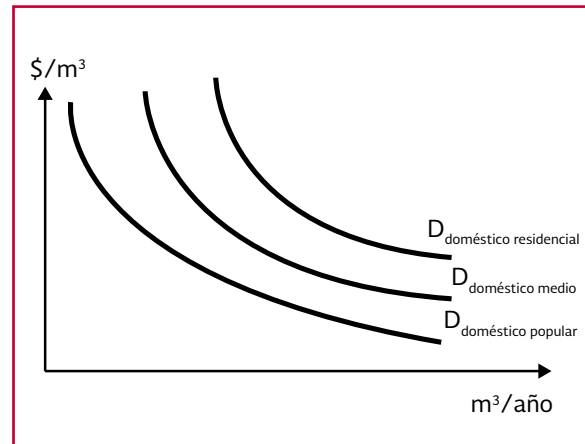
Comúnmente, se habla acerca de las consideraciones sobre la función de la demanda, que esta es igual al beneficio marginal privado (BMgP) y de igual forma es igual al beneficio marginal social (BMgS). Para lo anterior, se habla de que el BMgP es lo que se está dispuesto a consumir al correspondiente precio y que el BMgS es el beneficio que le representa dicho consumo.

Ilustración A.20 Gráfica de la función de demanda



Cuando se obtienen las curvas por estrato socioeconómico, se observa un comportamiento similar al planteado en la siguiente gráfica.

Ilustración A.21 Gráfica de la función de demanda por estrato socioeconómico



Aunque se observa un comportamiento similar entre las curvas, donde el estrato popular es el más cercano al vértice entre ambos ejes. Aunque en todos los casos lo más común es indicar que el Beneficio Marginal Privado es igual al Beneficio Marginal Social, en el estrato doméstico popular se puede considerar que no es igual, ya que el Beneficio Marginal Privado es lo que están dispuestos a pagar, pero realmente están dispuestos a un consumo mayor, por lo que la curva de beneficio marginal social se encuentra por arriba de la curva marginal privado popular.

Es importante señalar que para este apartado, se está considerando el estrato popular como la población en situación de pobreza, a efecto de aplicar el enfoque de necesidades básicas. Sin embargo, deberá tenerse especial cuidado en

identificar la población a la cual aplicar este enfoque, por lo que se recomienda remitirse a los datos de polígonos de pobreza de la SEDESOL y el INEGI, ya que cada organismo operador tiene su clasificación particular de usuarios y no todos los usuarios clasificados como “popular” caen en la definición de pobreza. De esta manera, al no existir una forma específica de calcular la curva de beneficio marginal social del estrato popular, se considera que la curva de Beneficio

Marginal Social del estrato medio se puede aplicar de igual forma para dicho estrato. Aunque no es una práctica común, es metodológicamente aplicable y refleja de manera muy adecuada el efecto en las clases de menores ingresos.

Cuando los proyectos tienen un beneficio especialmente en las clases populares, esta metodología debería ser la aplicable e identificar plenamente los beneficios para el país.



B

ESQUEMAS DE TARIFICACIÓN DE CORTO Y LARGO PLAZO PARA PROYECTOS DE AGUA POTABLE

Los sistemas de tarificación basados en el enfoque de costo marginal aseguran la eficiencia económica. Sin embargo, para lograr esta eficiencia, el sistema de tarificación debe cumplir con los siguientes principios económicos:

- a) Eficiencia: Cobrar al consumidor el costo marginal social de producir el agua, lo cual propiciará que cada uno de los usuarios del sistema consuma la cantidad óptima en función del beneficio que vea por el consumo de este bien. Los consumos mayores o menores al óptimo social causarán pérdidas sociales. En la realidad en ningún sistema de agua potable se aplica
- b) Rentabilidad: El sistema tarifario debe asegurar la autosuficiencia financiera del organismo operador, cubriendo los costos de operación y mantenimiento, así como las inversiones que deba realizar para dar un buen servicio. La rentabilidad obtenida será similar a la que tendría una empresa en competencia perfecta en el largo plazo, la cual es conocida como rentabilidad “normal”, donde el valor presente de sus flujos es igual a cero
- c) Equidad: Debido a que el sistema de agua potable, proporciona el servicio a usuarios de distintos niveles de ingresos, pueden existir situaciones en las cuales aquellos con menos recursos para satisfacer sus necesidades básicas, limiten su consumo debido a la tarifa. En estas situaciones se pueden poner en práctica esquemas de subsidio⁶⁹ focalizados para asegurar que nadie quede por debajo de los consumos socialmente óptimos, lo cual se sugiere que se calcule mediante el Enfoque de Necesidades Básicas conocido también como Enfoque Harberger
- d) Simplicidad: La estructura tarifaria debe permitir al usuario tomar decisiones eficientes de consumo, lo cual se logra con tarifas simples de entender, información al consumidor y procurando no mezclar cobros ajenos al consumo del agua

El esquema de tarificación con costo marginal a corto plazo, se considera una medida necesaria con varias ventajas pero con una gran com-

⁶⁹ Es recomendable que los subsidios sean otorgados por las autoridades gubernamentales y no por el organismo operador del agua, con el fin de no afectar la situación financiera de este último. El problema es el mecanismo para otorgarlos. En lo particular, la CONAGUA no está facultada para proporcionarlos

plejidad para llevarse a cabo. Por lo anterior, se debería considerar como un nuevo proyecto de inversión en el Organismo Operador, y no como una medida de optimización, debido entre otras cosas, a que en muchos de ellos los esquemas de tarificación vigentes están asociados únicamente a la inflación, la inexistencia de medidores que permita el cobro de acuerdo al consumo, además de una exacerbada cultura hacia el “no pago” por los usuarios domésticos, así como la carencia de legislación que facilite cancelar el suministro de agua a aquellos usuarios que no paguen oportunamente.

Hay que reconocer que el incrementar considerablemente la tarifa, podría tener problemas serios de equidad en la demanda, así como que se resolvería el problema de la relación oferta-demanda, pero no necesariamente significa que la gente consumiría el caudal que necesita, podría existir un grave problema de inequidad. El principal problema metodológico de este esquema, es que la demanda de agua potable al ser un bien indispensable para la vida humana tiene tendencias hacia la inelasticidad, aunque el incremento a las tarifas tiende a optimizar el consumo a las viviendas.

Por ejemplo, si una vivienda carece de servicio y paga el m^3 a 50 pesos por pipa y logra consumir escasamente $6 m^3$ /toma/mes, y un proyecto los incorpora al servicio formal para subir su consumo a $13 m^3$ /toma/mes a 5 pesos el m^3 , evidentemente tuvo un comportamiento elástico que le permite mejorar notablemente su calidad de vida. Si en el servicio formal por alguna razón subiera la tarifa a $\$50/m^3$, sería económicamente esperado que el consumo de las familias se redujera a $6 m^3$ /toma/mes, pero en la realidad el comportamiento y hábitos de consumo del usuario cambia, aunque evidentemente su

consumo se disminuiría ante un estratosférico incremento, realmente no llega nuevamente a esos rangos de consumo. Es más factible que en el gasto familiar haya una redistribución hacia el pago del servicio, inclusive en varios casos se ha observado que la disminución es temporal.

Pero aún la explicación anterior, es importante explicar las bases metodológicas y realizar el cálculo, para ver hacia donde debe tender la tarifa real y su disparidad con las vigentes.

B.1. TARIFICACIÓN MARGINAL A CORTO PLAZO

Es una metodología en la que se analiza la conveniencia de hacer una obra que incremente la oferta de agua potable, que de acuerdo a los beneficios que produzca en cada año conforme al crecimiento de la demanda, se iniciará la construcción o se incrementará la tarifa para ajustar el consumo a la oferta actual, es como determinar el momento óptimo del proyecto.

Es otras palabras, el costo marginal de corto plazo optimiza los recursos y permite que se realicen las inversiones en el momento óptimo. Su principal ventaja es su eficiencia económica, pero al basarse en equilibrios de oferta y demanda, tiene la desventaja de que la tarifa sufre fluctuaciones en sus precios reales. Lo anterior se puede observar en la Ilustración B.1. El problema de este esquema, es que cuando se tenga el beneficio que permita realizar el proyecto, es necesario bajar la tarifa para que el consumo se ajuste al consumo originalmente planteado, lo cual es inviable en el operar de los Organismos Operadores, máxime que en un gran número de estados y municipios de nuestro país no son los facultados para modificar las tarifas sino los ór-

ganos legislativos estatales lo cual hace inviable este esquema.

Lo anterior se explica en términos generales en la Ilustración B1, en la cual se observa la situación actual, en donde se tiene una curva de demanda D_0 a una tarifa T_0 y la oferta máxima de agua potable con las fuentes actuales, $O_{máx actual}$. Conforme va aumentando la demanda $D_1... D_4$ debido al crecimiento poblacional, se va requiriendo incrementar la oferta.

En el año 1 se presenta la demanda D_1 , la cual al calcular el beneficio con el área bajo la curva de demanda (B_1), es insuficiente para iniciar el proyecto (criterio de momento óptimo, TRI), por lo que es necesario ajustar la demanda incrementando la tarifa a T_1 . Posteriormente en el año 2 se tiene el beneficio

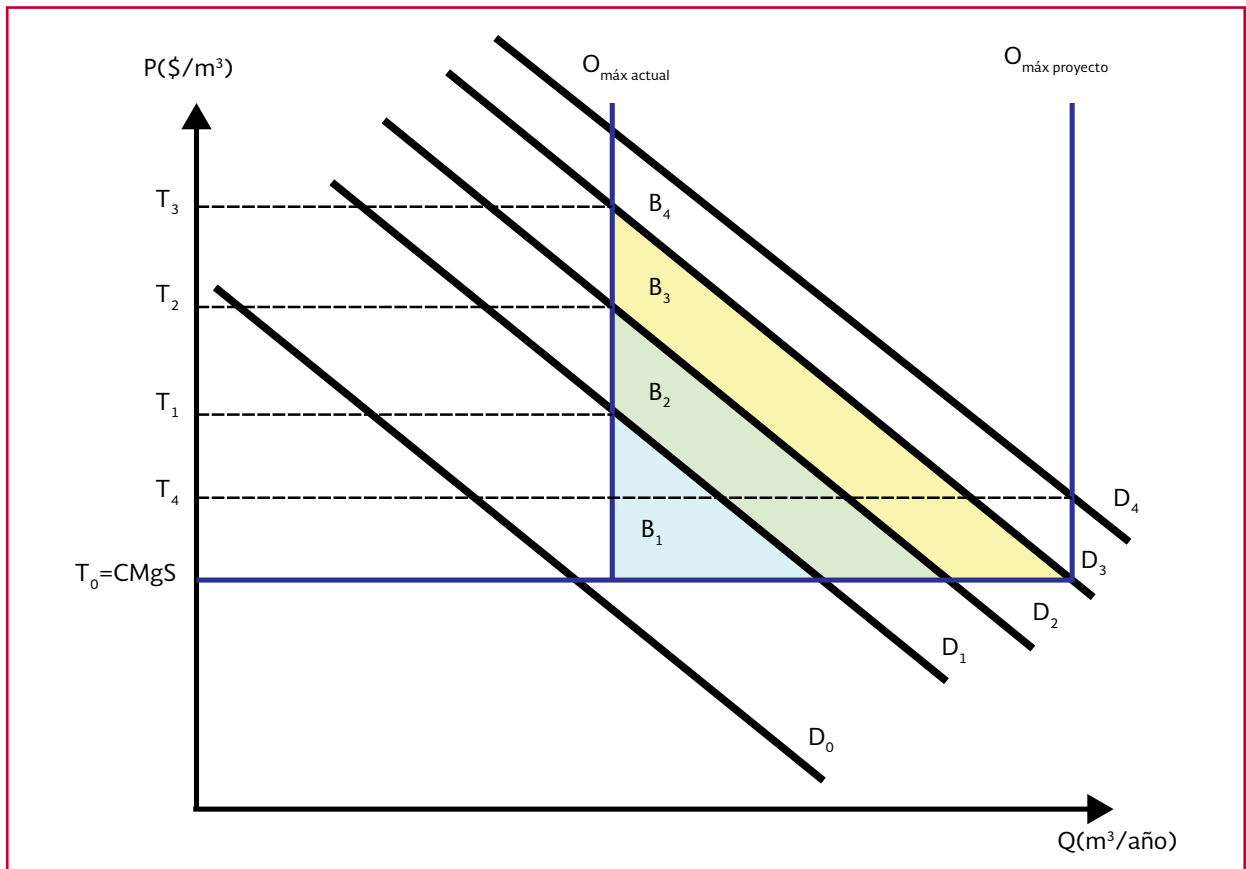
B_2 que también es insuficiente, por lo que el consumo se ajusta al incrementar la tarifa a T_2 , y así sucesivamente.

En el año 4 se tiene que el beneficio B_4 es suficiente, por lo que para que se presenten los beneficios del proyecto, sería necesario disminuir la tarifa a T_4 , lo cual no es viable en la realidad.

B.1.1. PROPUESTA DE TARIFICACIÓN BASADA EN EL COSTO MARGINAL DE CORTO PLAZO

El cobro a los usuarios se divide en dos apartados: el primero es la tarifa en sí, la cual cubre los costos de producción del agua y el segundo es un cargo fijo, que cubre los costos fijos inde-

Ilustración B.1 Tarificación marginal a corto plazo



pendientes de la producción. Como se mencionó anteriormente, la tarifa a corto plazo depende del comportamiento de los puntos de equilibrio entre la oferta y la demanda, a través del tiempo. La oferta está compuesta de dos componentes, uno perfectamente elástico llamado costo marginal social (CMgS) y otro perfectamente inelástico conocido como oferta máxima del sistema ($O_{máx}$).

El CMgS depende de los costos que involucra la producción del agua como los de energía eléctrica, costo de cloración, costo de mantenimiento así como el costo por el agua cruda. La oferta máxima de agua que ofrece el sistema, es la capacidad que tiene el sistema de ofrecer agua (también conocida como agua entregada) durante un determinado período, pero ésta debe ser considerada sin tomar en cuenta las ineficiencias evitables existentes en el sistema. Por último la curva de demanda de agua potable se define a partir de la máxima disposición a pagar por este líquido.

Teniendo las curvas de oferta y demanda para cada año del horizonte de evaluación, se obtienen los puntos de equilibrio en los cuales se determina el precio que hace que la cantidad ofrecida sea igual a la cantidad demandada.

Para determinar si es conveniente o no ampliar la capacidad de suministro del sistema, se compara la pérdida neta social que se generaría por no ampliar la oferta máxima del sistema ($O_{máx}$), contra el costo de oportunidad de la inversión requerida para ampliar la oferta, en ese período.

Si el costo de oportunidad es mayor que la pérdida social que se genera por no hacer la inversión, entonces se obtiene un beneficio por postergarla

y en el caso contrario se debe proceder a aumentar la oferta, compensando los costos de la inversión con la pérdida neta social evitada (Beneficio neto). De esta manera, el proceso se realiza para cada año, tomando en cuenta los correspondientes cambios en la oferta y la demanda.

B.1.2. ESTRUCTURA TARIFARIA PROPUESTA

En las estructuras tarifarias actuales lo más usual es un cobro de un monto fijo y otro variable por el servicio de agua potable, además de un porcentaje del alcantarillado, lo cual regularmente provoca que usuarios que no cuentan con alcantarillado, tengan que pagarlo. Es por ello que en la tarifa propuesta se separan todos los costos según su comportamiento independiente: Costos variables de producción del agua, costos fijos (todos los gastos necesarios para dar el servicio, que no dependen de la cantidad de agua) y costos del alcantarillado.

La tarifa basada en CMg a corto plazo, se basa en los puntos de equilibrio entre oferta y demanda. Si el punto de equilibrio se encuentra sobre la curva de CMgS, la tarifa será igual a éste. En caso contrario, si el punto de equilibrio está sobre la oferta máxima, se establece un precio de restricción, para que los usuarios del sistema no vean limitado su consumo por los tandeos, sino por la tarifa. En este caso se está planteando que la tarifa es lo suficientemente alta como para restringir el consumo.

En cuanto al cobro fijo⁷⁰, se determinaron los precios sociales que involucraban los rubros a

70 Los cobros fijos no restringen la decisión de consumo para el usuario

cubrir por éste, para después dividir el total entre el número de usuarios del sistema por cada período.

B.1.3. COMPARACIÓN DE LA TARIFA ACTUAL CONTRA LA PROPUESTA

Con el fin de apreciar los efectos de las tarifas, se deben de proyectar⁷¹ la cantidad consumida con la tarifa actual, con la tarifa propuesta (con restricción de oferta si fuera el caso) y con el costo marginal social (consumo óptimo al no existir restricciones de oferta). La proyección de los consumos se debe poder observar que con la tarifa propuesta, los consumos tienden a acercarse a los óptimos sociales.

La factibilidad privada también se debe cumplir con la tarificación propuesta, debido a que los ingresos proyectados por este concepto no deben disminuir en comparación a los obtenidos con la tarifa actual. Una vez conocidos los metros cúbicos que se consumirán por año, así como las tomas por tipo de usuario y el esquema de tarificación propuesto (Incluye tarifa y cuota fija), se determinan los ingresos anuales del Organismo Operador.

B.2. TARIFICACIÓN MARGINAL A LARGO PLAZO

El esquema es diferente al de corto plazo, ya que en este criterio es necesario determinar todas las

71 En la proyección del consumo óptimo para aquellos que no cuentan con medidor, es el mismo que para los otros que si tienen

inversiones y gastos futuros en el horizonte del proyecto y tomarlas en cuenta para ir cobrándolas desde este momento, es como obtener un costo anual equivalente e irlo cobrando y administrarlo para utilizarlo en el momento que sean necesarias dichas inversiones.

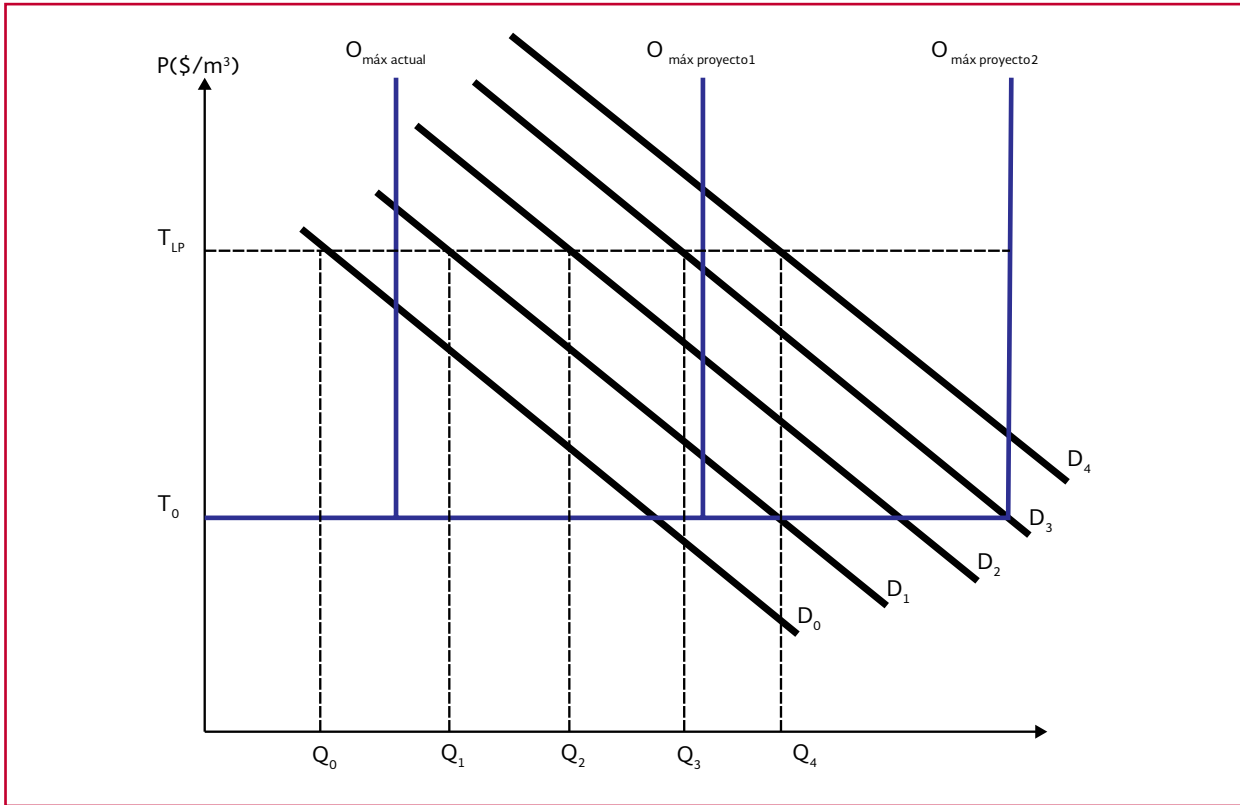
El costo marginal de largo plazo se fundamenta a partir de un programa de inversiones, lo cual implica establecer una tarifa que cubra, además de los costos de producción, las inversiones a realizar. Tiene la ventaja de que las tarifas son estables en términos reales a través del tiempo, por lo que se facilita su aplicación. Como desventaja se tiene que el consumo no se realiza en el óptimo social.

En la Ilustración A.22 se observa que se tiene actualmente una tarifa T_0 , una oferta máxima actual $O_{máx actual}$ y una curva de demanda D_0 . Conforme va creciendo la población, se tiene que la demanda va creciendo en igual medida $D_1... D_n$ y se va requiriendo incrementar la oferta en el tiempo mediante $O_{máx} proyecto 1$ y $O_{máx} proyecto 2$.

Se estiman todas las inversiones y costos asociados a dichos proyectos y se obtiene la tarifa de largo plazo T_{lp} , la cual se irá cobrando desde el inicio del horizonte de evaluación, aunque no se requiera en ese momento.

Como se observa, los consumos ($Q_0... Q_4$) se van ajustando a la nueva tarifa y se obtiene el resultado estimado: se disminuyen los consumos y se recauda lo necesario para la nueva infraestructura, al menos teóricamente, lo cual se puede asegurar mediante un adecuado análisis financiero de las inversiones a realizar.

Ilustración A.22 Tarificación marginal a largo plazo



Cuando se analiza de acuerdo a la realidad del subsector, se observa que se tienen inconvenientes, como la propia la tarifa de largo plazo. Si la diferencia entre T_0 y T_{LP} es muy grande, será poco viable que se esté en condiciones de lograr aumentos muy significativos en la tarifa, además de que representa administrar recursos para otros proyectos entre administraciones de los Organismos a lo largo del tiempo, lo cual no garantiza que se destinen para estos proyectos en específico o se utilicen en otros. Además, el hecho de incrementar en demasía las tarifas podría provocar que las personas consumieran menos de lo que realmente requieren, así como

podría repercutir en una baja considerable en la eficiencia comercial y en un incremento en la cartera vencida.

Al analizar su conveniencia de aplicación, habría que analizar los incrementos que se han tenido en la tarifa y el que representaría la T_{LP} , para analizar su incorporación.

En México tampoco sería un esquema viable debido a la administración de recursos durante un gran número de administradores de los Organismos donde puede variar la estrategia de las inversiones.

B.2.1. METODOLOGÍA DE LA TARIFICACIÓN⁷²

Para la realización de un estudio de Tarificación a Costo Marginal de Largo Plazo para un organismo operador, la tarifa deberá estar exenta en la mayor parte posible, de posibles sobre dimensionamientos de la empresa, tanto en infraestructura como en personal.

El logro de los objetivos trazados por el esquema tarifario se podrán ir alcanzando en la medida que se tomen acciones decisivas para mejorar notablemente la operación y posterior cobro a los usuarios. En la medida que el Organismo Operador no logre alcanzar un estándar adecuado de cobro por la facturación mensual que genera, será más difícil que cuente con los recursos suficientes para llevar a cabo cualquier programa de inversiones deseado.

B.2.2. ANTECEDENTES GENERALES

Los objetivos básicos de efectuar un estudio de tarificación para un Organismo Operador, consisten en determinar un precio por el agua que refleje el verdadero costo de entregarla a los usuarios, a la vez que le asegure al organismo operador, contar con recursos suficientes para efectuar un adecuado programa de obras que permita abastecer al 100 por ciento de la población.

Por otra parte, es fundamental que los usuarios del organismo operador cuenten y compartan la visión de contar con un organismo operador que

cambie los paradigmas a los que se han venido acostumbrando: la tarifa de costo marginal de largo plazo permitirá contar con servicio de agua potable 24 horas al día, eliminación de tandeos, agua con presión adecuada, así como facturación clara y oportuna, además de altos estándares en la atención de quejas, reparaciones y nuevas tomas. Por otra parte, se estará en posibilidad de eliminar costos sociales innecesarios como la adquisición de tanques elevados (tinacos), eliminación de aljibes y cisternas, así como eliminar el consumo de energía eléctrica por uso de bombas hidroneumáticas. En este sentido, el usuario doméstico debe adquirir conciencia de que aunque actualmente paga una cantidad menor por el agua en realidad está pagando más al considerar todos los costos adicionales para abastecerse adecuadamente del líquido.

Resulta importante establecer desde este momento, que resultaría incorrecto realizar algún tipo de comparación entre las tarifas cobradas actualmente por el organismo operador y la propuesta a efectuar de costo marginal de largo plazo, en virtud de que el esquema de cobro vigente generalmente se genera únicamente a partir de un análisis de flujos de caja de efectivo deseados en el mejor de los casos, y la propuesta tarifaria estima el costo real del agua además de estar asociado a un programa de inversiones óptimo.

El método de trabajo a realizar para la determinación de la tarifa de CMgLP consiste en las siguientes etapas:

1. Obtención de un programa de inversiones a largo plazo (mínimo 20 años), que debe de ser rentable y que considere todas las inversiones necesarias desde la producción hasta la distribución, disposición y tratamiento

72 Govea Loredó Jesús Ángel, "Estudio de Tarificación a Costo Marginal de Largo Plazo para el Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado en la Zona Metropolitana de Guadalajara", supervisado por personal del H. Ayuntamiento de Guadalajara, 2003, jesus.govea@ampres.com.mx

2. Identificación de las características generales del Organismo. Análisis de gabinete a partir de la información entregada, a la vez que se realizaron entrevistas directas con diferentes áreas operativas y técnicas del organismo

3. Identificación de las áreas con oportunidades de mejora operativa y/o técnica.

Una vez analizada la información recabada y procesadas las entrevistas, se procede a identificar las áreas en las cuales podrían proponerse cambios de operación o estructura. Estos cambios se sugieren principalmente como consecuencia de la identificación de duplicidad de funciones, exceso de personal, o bien, definición de tareas que no competen al servicio de entrega de agua potable y que podrían ser ejecutadas por terceros mediante outsourcing (Limpieza de edificios, reparación de vehículos y seguridad interna)

4. Estimación de la demanda esperada de agua y alcantarillado

El estudio de tarificación a CMgLP tiene como componente fundamental la estimación de los requerimientos de agua que enfrentará el organismo operador en el futuro

La importancia de contar con esta estimación, radica en poder dimensionar los requerimientos de inversión para abastecer de agua y servicio de alcantarillado a un nivel muy alto de cobertura de la población en un periodo razonable, así como contar con obras complementarias que permitan la captación, regulación, almacenaje y distribución del agua potable, así como la recolección de las aguas servidas. Todo esto asociado a sus costos

de operación y mantenimiento para el adecuado funcionamiento del sistema

5. Dimensionamiento del Organismo Operador optimizado

Se definirá el tamaño que deberá presentar el Organismo Operador de tal manera que asegure los servicios a la población. Asimismo, se especificarán los criterios de costos empleados, y el redimensionamiento de la plantilla de personal

6. Cálculo de la tarifa propuesta

Se procederá al cálculo de la tarifa propuesta para el Organismo, mismo que se deriva del empleo del análisis financiero y el criterio de rentabilidad a largo plazo que establece los principios de una tarificación eficiente

B.2.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y PRÁCTICA

Las empresas de agua potable se ubican dentro de los denominados “monopolios naturales”, los que se caracterizan por cumplir simultáneamente tres condiciones:

1. Producen un bien o servicio no comerciable internacionalmente
2. El proceso productivo se caracteriza por presentar significativas economías de escala
3. Los montos de inversión involucrados en el desarrollo de la actividad productiva son elevados

En estas circunstancias la existencia de una amplia gama de oferentes dentro de un mercado competitivo no es conveniente puesto que no se podrían aprovechar las significativas economías

de escala en la producción de agua potable con lo cual el costo medio de producción sería muy elevado. En estas circunstancias y aunque resulte paradójico, lo “natural” es que haya un solo oferente, es decir, un monopolio.

Si bien el monopolio natural logra captar las significativas economías a escala y producir a un costo medio inferior al que existiría en un mercado oferente, la teoría económica del bienestar nos enseña que el monopolio asigna ineficientemente los recursos desde el punto de vista social. En términos prácticos, esto significa que el monopolio vende caro (precio por encima del precio socialmente óptimo) y produce menos que el nivel socialmente óptimo.

La solución histórica de América Latina consistió en que estos monopolios naturales fueran de propiedad estatal, con lo cual se resguardaba a la ciudadanía del abuso monopolístico que habría ejercido la propiedad privada del mismo.

El resultado práctico después de décadas de operación de los monopolios públicos en telefonía, electricidad y agua potable entre otros, en el balance no ha sido positivo, básicamente porque se confundieron dos roles de dichos servicios: proveer el servicio y subsidiar a los de menores recursos. Ello se tradujo en tarifas irreales, ya que se ubicaron bajo los costos de largo plazo de proveer el servicio (inversión, mantenimiento y operación), con lo cual se sacrificó la calidad y cobertura del servicio.

En lo que interesa, agua potable y alcantarillado, tarifas alejadas de sus costos han producido como resultado una baja cobertura de agua potable y alcantarillado fuera de las áreas urbanas, mala calidad del producto (la gente compra agua en garra-

rafones para beber), tandeos como algo natural (la gente construye sus casas con tinacos y/o aljibes, llegando incluso a convertirse en reglamento la provisión de estos elementos en los fraccionamientos nuevos), baja presión, escaso tratamiento de las aguas residuales, en fin, un servicio de muy baja calidad, en un bien básico como es el agua potable. Paradójicamente los más perjudicados han sido los habitantes de bajos recursos, precisamente aquéllos a los que se pretendía beneficiar con tarifas bajas, ya que las personas de ingresos medios y altos solucionan los problemas enunciados a través de construir cisternas con bombeo automático con lo cual no se afectan por el tandeo, de comprar agua en pipas y garrafrones para consumo, y otras medidas que los restantes no pueden realizar por falta de recursos económicos.

Desde el punto de vista tarifario, la “verdadera tarifa” que pagan los ciudadanos no es el pago al organismo operador, ya que hay que agregarle los gastos en garrafrones, en construcción de cisternas, en compra y operación de bombas, entre otros. En rigor, la “verdadera tarifa” debiera ser exclusivamente la que el ciudadano paga al organismo operador y a cambio de ello obtener un servicio en cantidad y de calidad. Por ello, para considerar que sea viable la aplicación de un esquema tarifario basado en CMgLP es fundamental que las autoridades estatales y/o municipales en conjunto con los organismos operadores establezcan un adecuado mecanismo de comunicación con los usuarios para asegurarles que el objetivo detrás de la modificación de las tarifas es la modernización del servicio pero al mismo tiempo asegurarles un ahorro neto en sus bolsillos, mismo que puede ser cuantificado como estrategia de “venta” con la ciudadanía. Posteriormente se requiere la autorización de las autoridades correspondientes.

Ante esta situación, la visión económica moderna consiste en abordar el tema tarifario en los siguientes términos: calcular la “tarifa socialmente óptima”, es decir, la que existiría en un mercado perfectamente competitivo y no distorsionado, la cual pasa a ser la tarifa máxima que puede cobrar el monopolio natural proveedor de agua potable, lo cual asegura dos cosas:

- Los recursos se asignan eficientemente desde el punto de vista social
- Se asegura un servicio de calidad caracterizado por servicio continuo, agua potable de calidad, presión y coberturas adecuadas, así como niveles de atención al usuario de calidad

Para llevar a cabo el cálculo de la tarifa, la tarea consiste en simular en Gabinete un mercado perfectamente competitivo y no distorsionado y calcular la tarifa que existiría en ese mercado. La forma de hacer esto, es generar un mercado competitivo a través de diseñar una “empresa optimizada⁷³” la cual representa una empresa eficiente que inicia su operación, es decir, la empresa promedio que existiría en un mercado competitivo.

Dicha empresa se construye a partir de la realidad del organismo operador existente pero disminuyendo en un sentido lógico y viable las ineficiencias que éste presenta ya que el usuario no tiene por qué pagar a través de su tarifa, como por ejemplo:

- Sobre-inversiones operativas
- Gastos innecesarios
- Personal en exceso
- Pérdidas de agua excesivas
- Vehículos y oficinas excesivos

Se debe tomar como referencia de la empresa optimizada a un ORGANISMO OPERADOR MODELO, que sería uno con un funcionamiento RAZONABLE, con pérdidas físicas y comerciales alcanzables, y para ello se puede poner como ejemplo al mejor organismo del país o inclusive a alguno de otro país, que tenga condiciones similares a las de México. Si el cálculo de la tarifa se hace conforme a un ideal no realista, la tarifa fracasará, porque estaríamos forzando a que el organismo funcione con números que no podrá alcanzar. Pero también es cierto que no se puede tarifificar considerando las pérdidas e ineficiencias tal cual como estén en la situación actual del organismo. En este punto, puede emprenderse una tarea de benchmarking con otros organismos operadores del país y tomar sus experiencias sobre la forma de alcanzar altos estándares de eficiencia comercial, eficiencia operativa así como esquemas innovadores para reducción de costos y mejora en la atención a los usuarios, sistemas de tratamiento de agua, entre otros. En este sentido, nuestro país ofrece valiosas experiencias que facilitarán la tarea para los organismos operadores sin que sea imperante tomar exclusivamente referentes internacionales que por su misma naturaleza hacen en ocasiones pensar que resulta imposible alcanzarlos.

La tarifa asegura a la “Empresa Optimizada” el financiamiento de:

- Todas las inversiones eficientes requeridas para proveer los servicios de calidad comprometidos

73 En términos de la metodología se denomina también “empresa modelo” a la empresa optimizada, ya que sirve como referente a seguir por parte de la empresa real, misma que trabaja bajo criterios de eficiencia (minimización de costos)

- Todos los costos fijos y variables de producción
- Todos los costos de administración y ventas
- Obtención de una rentabilidad normal, vale decir, la rentabilidad propia de un mercado competitivo: el costo de oportunidad de los recursos involucrados.

El organismo operador entonces deberá competir con esta Empresa Optimizada, en el sentido de que si logra ser tan eficiente como ella, podrá financiar todas sus inversiones, sus costos de producción, administración y ventas y generar una rentabilidad normal.

La “empresa optimizada” representa una guía para establecer el tamaño óptimo del organismo operador, a partir de la estimación de los clientes que esperan atender en el futuro.

Sin embargo, la “empresa optimizada” no es únicamente una simulación que pudiera estar ajena de la realidad. Por el contrario, la empresa modelo como tal, debe y tiene que surgir de las características del organismo operador en la realidad por lo que se sugiere que este trabajo sea realizado por ingenieros coordinado con los expertos de cada área considerando desde la captación, distribución, potabilización, así como la captación de aguas servidas y saneamiento.

Desde el punto de vista administrativo, la tarifa se sugiere que sea vista como un objetivo a alcanzar en el mediano plazo tanto en las características de operación de la “empresa modelo” como del valor mismo a cobrar por metro cúbico de agua, pues de lo contrario, resultará prácticamente inviable tanto política como operativamente realizar los ajustes. Sin embargo, en la medida que el organismo operador tenga como

“objetivo guía” la tarifa obtenida pueda empezar a tomar acciones para mejorar eficiencias, realizar negociaciones al interior del organismo operador con el personal y a promover las mejoras a realizar en el servicio para convencer a la ciudadanía sobre la conveniencia del cambio en el sistema tarifario. Es claro que debido a lo sensible que resulta en nuestro país el manejo de las tarifas de agua potable debe pensarse en una estrategia articulada con los actores políticos, medios de comunicación y organismos de la sociedad civil para alcanzar el objetivo deseado.

Por otra parte, como medio para hacer viable la aplicación de esta tarifa así como con el objeto de que la población de escasos recursos puedan alcanzar los consumos mínimos que requiere todo ser humano por su calidad de tal, la tarifa puede y debe ser complementada con un subsidio focalizado a esta parte de la población, cuyo monto debe complementar su propia capacidad de pago, permitiéndoles alcanzar dichos consumos mínimos.

Los subsidios focalizados son el 2º punto de importancia para que este tipo de tarificación funcione, y el problema es quién los pagaría. El usuario de menores recursos no puede pagar un sobre costo a la tarifa, al usuario rico le bajaría su consumo socialmente óptimo, al igual que a los no domésticos y el organismo operador tampoco, ya que dejaría de ser viable si el resto de los usuarios solo paga lo que consume.

Hay 2 maneras identificadas, que lo pague una instancia superior de gobierno cuyo fin sea el “abatimiento de la pobreza” o que la planeación a largo plazo al tener una tarifa superior al costo marginal de producción-saneamiento, deje un excedente que permita cubrir, además de las inversiones futuras, los subsidios; esto último aunque sería ideal financieramente ha-

blando, sería muy complicado de calcular en proyecciones.

Por lo tanto, el financiamiento del mismo debería ser a cargo de algún programa del Gobierno, que a su vez también es muy complicado de aplicar. Por ello, una opción sería considerar un cobro fijo que no modificara su decisión marginal de consumo a los usuarios de mayores ingresos, de tal forma que permita continuar con un subsidio cruzado pero afectando únicamente a un número reducido de usuarios de alto consumo.

B.2.4. IDENTIFICACIÓN DE OPTIMIZACIONES AL ORGANISMO

El identificar las áreas de mejora a implementar en el Organismo, es con la finalidad de que la tarifa a la cual se llegue, refleje un precio de mercado competitivo, tal que no transfiera al usuario final el costo de las ineficiencias existentes.

Las recomendaciones derivadas serán generadas como resultado del análisis de los organigramas de la institución, la revisión de manuales internos, de los flujogramas y por la comparativa con otros organismos operadores con características semejantes.

A continuación se enlistan algunas de las áreas de mejora que se podrían tener y que han sido observadas en diferentes organismos del país, con la finalidad de que sirvan exclusivamente como referencia de diagnóstico al hacer el estudio correspondiente:

- Actualización de los activos
- Duplicidad de funciones

- Lentitud en los asuntos y trámites de tipo jurídico
- Falta de un programa anual de auditoría
- Falta de un programa estructurado sobre la cultura del agua
- Baja en la productividad en las áreas
- No se realicen actividades de Planeación en materia de crecimiento de oferta, programación hidráulica ni estudios de Demanda de Agua Potable, Capacidad Instalada en Saneamiento, Producción y Distribución de Agua entre otros
- Se carezca de un Sistema de Planeación y Programación de Inversiones
- Información desorganizada e inconsistente entre las áreas del organismo.
- Falta de un Programa de Eficiencia Institucional
- Falta de un programa anual de trabajo.
- Manual de Organización obsoleto, lo cual se traduce en duplicidad de funciones
- Falta de un Manual de Sistemas y Procedimientos que permita la correcta y justa evaluación del desempeño de los empleados
- Falta de índices de productividad y gestión
- Subutilización del equipo de cómputo
- No coinciden las actividades y responsabilidades de algunos puestos del personal con su nombramiento
- Falta de un programa de capacitación y adiestramiento
- Materiales con nulo movimiento en el almacén
- Falta de un sistema seguro para el uso de los vehículos y control de combustibles, lo que se traduce en mermas por consumos por encima de lo normal

- Descuido en la elaboración periódica del programa anual de adquisiciones
- No se cuenta con criterios técnicos para la asignación eficiente de los equipos de comunicación hacia el interior del organismo
- Existencia de anomalías en la toma de lecturas de los micromedidores, o falta de ellos en las tomas
- Descuidada atención al público que acude al organismo operador
- Se carece de un programa estructurado de recuperación de cartera, más allá de las rebajas anuales y la invitación al usuario a pagar
- Falta de claridad en el recibo, lo que se traduce en un alto número de reclamos por parte de los usuarios
- Errores en los recibos que se traducen en una mala imagen del usuario hacia el organismo y el incremento en quejas.
- Desvinculación de información con los catastros municipales
- Falta de un programa que abata la cuota fija
- Falta de actualización del padrón de usuarios
- Falta de una Cartografía actualizada y digitalizada
- Deficientes rutas de toma de lecturas.
- Inoportuna entrega de recibos a los usuarios
- Concesionar los servicios de topografía e hidrología para evitar el uso de equipos obsoletos y garantizar la calidad de los estudios
- Establecer un sistema eficiente y seguro de macromedición.
- Implementar un sistema de control de procesos estadísticos
- Implementar programas de abatimiento al consumo de energía eléctrica
- Sectorizar la red para identificar tomas clandestinas y fugas, así como nivelar presiones en la red
- Diseñar y crear un programa preventivo de sustitución y mantenimiento de líneas
- Prever proyectos de tratamiento de aguas residuales, con el cuidado del cumplimiento de la normatividad vigente
- Revisar el sistema de supervisión, monitoreo y aplicación de sanciones a empresas que incumplan con descargas de acuerdo a la normatividad vigente

B.2.5. DISEÑO DE ESTRUCTURA DE OPERACIÓN DEL ORGANISMO OPTIMIZADO

Se tiene como objetivo realizar la propuesta de modificación al organismo operador en términos de su estructura interna, mediante la identificación de personal con duplicación de funciones, que se encuentra en exceso, o bien, que podría ser subcontratado a terceros.

Asimismo, debe señalarse que las diferentes tareas que se sugieren para ser contratadas como servicios externos (outsourcing), no están vinculadas directamente al servicio de entrega de agua, el outsourcing puede estar ligado a tareas tales como mantenimiento, limpieza de áreas internas y de servicio a clientes, guardias de seguridad interna, entre otros. Debe tenerse claro que la contratación externa puede no representar ningún ahorro monetario pero la gran ganancia para el organismo al subcontratar radica en la eliminación de las gestiones administrati-

vas para ese personal, así como el ahorro de espacios destinados a ellos, y las posibles controversias que pudieran surgir en su control. Cabe señalar que el outsourcing puede ejecutarse en cualquier actividad que realice el organismo operador, sin embargo, a efecto de reducir las resistencias o problemas al interior del organismo se sugiere que tareas como lectura de medidores, mantenimientos o cualquier otra sean contempladas pero en etapas posteriores.

Esto se debe a que en México existe el problema de los sindicatos que no permiten realizarlo, por lo que habría que buscar la negociación con el sindicato y modificar la legislación laboral antes.

Aún sin outsourcing es difícil, porque si se quiere sistematizar algo, como la toma de lecturas por radiofrecuencia por ejemplo, el sindicato se opondría a quitar personal, si acaso lo reubicarían, conservando el costo del personal, pero ahora ocioso en otro sitio del mismo organismo. En este punto, una opción para los organismos operadores pudiera ser tratar de negociar que el personal reubicado para que conserve prestaciones y antigüedad pero con la convicción de cambiar el tipo de actividades realizadas de manera que pueda contribuir de manera efectiva al desarrollo del organismo. Para desarrollar la tarea de optimización de la estructura de operación del Organismo Operador es necesario realizar diferentes actividades, como son entrevistas a personal operativo del organismo, revisión de los esquemas de operación vigentes y, finalmente, la comparación con otros organismos operadores tanto nacionales como extranjeros para identificar las áreas de mejora. En este sentido, será fundamental que los Organismos Operadores consideren la realización de un estudio de reingeniería de procesos que asegure qué funciones deberán ser eliminadas y cuáles podrían ser incorporadas. Por lo tanto, re-

sulta muy importante recalcar que este sistema de optimización tiene como finalidad el identificar las posibles ineficiencias y eliminarlas en el diseño del Organismo optimizado para efectos del cálculo final de la tarifa, ya que como se ha señalado antes, la tarifa deberá estar exenta en la mayor parte posible, de sobre-dimensionamiento de la empresa, tanto en infraestructura como en personal.

B.2.6. DEFINICIÓN DE LA TARIFA DE LARGO PLAZO

Tiene por objetivo la determinación del precio que debería cobrar el Organismo Operador para el horizonte de evaluación propuesto.

La definición de la tarifa parte de un análisis financiero de las proyecciones de demanda de agua potable, así como su posterior recolección en las redes de alcantarillado, considerando como se señaló, alcanzar los niveles de cobertura de estos dos servicios que se tendría en una empresa u organismo modelo, es decir del orden del 95 al 98 por ciento, según sea el caso.

El horizonte de análisis se puede considerar en un rango de 20 a 35 años, dependiendo de las metas que se busquen alcanzar, de la situación actual y el tiempo que se considere conveniente en alcanzarlas.

Los conceptos a cuantificar, se explican de forma general en los siguientes puntos:

Valoración de inversiones, costos y gastos

De acuerdo a la definición de empresa modelo, se requieren valorar las inversiones, costos y gastos necesarios para la operación de la empresa. La inversión y costos de la infraestructura incluyen:

- Acueductos
- Pozos profundos
- Plantas potabilizadoras
- Plantas de rebombeo
- Tanques
- Red de distribución
- Red de alcantarillado
- Edificios y terrenos
- Mobiliario y equipo
- Vehículos y seguros
- Equipo de computo
- Valor del agua cruda, costo de potabilización, distribución y recolección del agua
- Pago a CONAGUA
- Pago de créditos
- Reinversión en equipos

B.2.7. TARIFA PROPUESTA

Para la determinación del costo medio de largo plazo se incorporan la totalidad de conceptos de inversión, los cuales fueron incorporados en los flujos de caja, las reinversiones necesarias para la reposición de equipos, así como todos los costos de operación y mantenimiento requeridos para mantener en correcto funcionamiento el sistema.

Derivado de los cálculos financieros, utilizando una tasa de descuento privada real para el organismo, se obtiene el costo marginal de largo plazo para llevar a cabo el programa de inversiones del Organismo optimizado; es decir, el costo real de prestar los servicios a los usuarios en forma eficiente para el periodo analizado, cifra con la cual podrían ejecutarse el 100 por ciento del programa de inversiones y su operación en el tiempo. En esta etapa del proceso, es donde hay que tener el mayor cuidado posible en el análisis de la viabilidad de su aplicación y el tiempo en que se pueda dar, dependiendo específicamente de la

variación tarifaria que se requiera contra la existente y los incrementos que se han tenido en los años anteriores.

- Para la tarifa propuesta es necesario mantener los principios de una tarifa eficiente:
- Eficiencia (a todos se les cobra una tarifa distinta)
- Simplicidad (los métodos escalonados podrían ser más complicados)
- Equidad (se establecen los subsidios propuestos)
- Rentabilidad del programa

Se recomienda aplicar el esquema tarifario propuesto por este tipo de estudios, ya que el usuario al estar pagando el costo real del agua, comprenderá el sentido de escasez que tiene este vital recurso, evitando su desperdicio. Es recomendable que se tomen las acciones necesarias para dirigir la política tarifaria hacia el costo real del agua. Tal vez no de facto, pero al menos diseñando un plan de incorporación de usuarios al cobro real y replanteando las metas de eficiencia al interior del organismo. Resulta fundamental que el Organismo Operador implemente al 100 por ciento de los usuarios una política de cobro de acuerdo al consumo (servicio medido), sin dejar fuera a ningún usuario.

No existe ningún esquema tarifario justo que logre entregar al organismo operador recursos financieros suficientes, para realizar un adecuado programa de obras de largo plazo, si no se cobra a todos los usuarios el consumo real que estén realizando. En este punto, se vuelve fundamental analizar los casos de éxito que existen en México en donde se ha logrado que todos los usuarios conectados a la red de agua potable sean sujetos de cobro, lo cual incluye al mismo gobierno fe-

deral, estatal y municipal, logrando una elevada eficiencia comercial, permitiendo alcanzar las metas trazadas. Los problemas para su implementación son diversos, ya que se depende de que se implementen las bases para este esquema, como son cambios en la legislación, conocimiento técnico de los que aprueban las tarifas, sindicatos, esquema de financiamiento para subsidios y sobre todo que es difícil determinar cuál es el programa de inversiones a largo plazo.

B.2.8. CONCLUSIONES

Se puede concluir que este esquema es difícil de implementar en forma pura de acuerdo a como lo indica la metodología, principalmente por la dificultad de su aplicación dentro del organismo y la aceptación social de un esquema tarifario de este tipo en donde todos pagan el mismo precio unitario, incluyendo una gran dificultad para otorgar los subsidios necesarios en este esquema.

Se deben de hacer adecuaciones al sistema tarifario tal cual se obtiene de la metodología para lograr hacerlo aplicable, además es de notarse que este esquema considera una eficiencia comercial del 100 por ciento.

Por todo lo anterior, esto no es una medida de optimización, no es una situación sin proyecto, y es más que un proyecto, es una reestructuración total del Organismo Operador con una planeación a largo plazo con montos de inversión y metas detalladas, sobre lo cual evidentemente hay que trabajar ampliamente.

Cuando se aplica una tarifa con criterio de costo marginal a largo plazo tal vez no se tengan todas las inversiones identificadas o algunos proyectos estratégicos, pero permite que los incrementos tarifarios por estas inversiones sean más suavizados,

además de que podría dar factibilidad financiera al organismo de adquirir compromisos crediticios.

B.2.9. EJEMPLO

En un ejemplo supuesto y considerando una tarifa de CMLP de \$4.72/m³, se planteó un escenario en el cual, pudiera existir una combinación de los esquemas de cobro.

1. Para los usuarios domésticos, se propone un cobro variable de \$3.55 por m³, y en la medida que se vaya incrementando el consumo de los usuarios, se establece un esquema de cobro fijo de acuerdo al rango de consumo.
2. Para el resto de los usuarios (no residenciales) se propone exclusivamente el cobro variable al consumo sin cargos fijos, siendo una tarifa escalonada conforme aumenta el consumo.

En la Tabla B.1 se presenta el esquema de cobro de acuerdo a una estructura tradicional para usuarios domésticos.

En la Tabla B.2 se muestran los cobros totales de acuerdo a la tarifa propuesta de \$3.55, haciendo una comparación entre esta tarifa y la tarifa actual, identificando el monto de incremento que significaría para los usuarios en su facturación mensual.

Cabe señalar que el 93 por ciento de los usuarios inscritos en el padrón de usuarios tienen un consumo promedio mensual máximo de 35 m³, y quienes superan esa barrera, puede establecerse que son usuarios de altos ingresos (debido al uso de albercas, riego de jardines, etcétera). Sin embargo, resultará claro que la modificación del esquema tarifario a tarifa única llevaría a que

Tabla B.1 Tarifa propuesta para usuarios residenciales

Rango de Consumo	Consumo promedio	Cargo por m ³	Cargo Fijo	Total
<5	3	0	\$ 29.94	\$ 29.94
5-10	8	0	\$ 29.94	\$ 29.94
10-15	13	0	\$ 29.94	\$ 29.94
15-20	17	0	\$ 29.94	\$ 29.94
20-25	22	\$ 59.40	\$ 0	\$ 59.40
25-30	27	\$ 89.10	\$ 0	\$ 89.10
30-35	32	\$ 134.40	\$ 0	\$ 134.40
35-40	37	\$ 176.49	\$ 0	\$ 176.49
40-45	42	\$ 218.40	\$ 0	\$ 218.40
45-50	47	\$ 260.85	\$ 0	\$ 260.85
50-60	54	\$ 319.68	\$ 0	\$ 319.68
60-70	64	\$ 444.80	\$ 0	\$ 444.80
70-80	74	\$ 540.94	\$ 0	\$ 540.94
80-90	85	\$ 646.85	\$ 0	\$ 646.85
90-100	95	\$ 742.90	\$ 0	\$ 742.90
100-110	105	\$ 864.15	\$ 0	\$ 864.15
110-120	115	\$ 1 009.70	\$ 0	\$ 1 009.70
120-130	125	\$ 1 156.25	\$ 0	\$ 1 156.25
130-140	135	\$ 1 302.75	\$ 0	\$ 1 302.75
140-150	144	\$ 1 434.24	\$ 0	\$ 1 434.24
150-160	155	\$ 1 594.95	\$ 0	\$ 1 594.95
160-170	165	\$ 1 742.40	\$ 0	\$ 1 742.40
170-180	175	\$ 1 888.25	\$ 0	\$ 1 888.25
180-190	185	\$ 2 035.00	\$ 0	\$ 2 035.00
190-200	194	\$ 2 166.98	\$ 0	\$ 2 166.98
>200	328	\$ 4 382.39	\$ 0	\$ 4 382.39

los usuarios de mayores ingresos, aquellos que tradicionalmente tienen un consumo mayor, pagaran en términos totales una cantidad menor, mientras que los usuarios medios tuvieran una facturación mensual mayor (los usuarios de bajos ingresos no tendrían problema debido al subsidio, aunque es poco probable que se obtenga de otra fuente que no sea el usuario).

Por tal motivo, se sugiere implementar un cobro fijo escalonado para los usuarios de altos consumos a efecto de compensar este efecto. Cabe apuntar que desde el punto de vista económico no se pierde eficiencia con este cobro, pues únicamente afecta al excedente de estos consumidores sin modificar las decisiones marginales de consumo, al tiempo que permite mantener la equidad

en el cobro y facilita el subsidio cruzado para el apoyo a los consumidores de bajos ingresos.

Para dar una factibilidad financiera y social de aplicación de este esquema, para los usuarios que presentan un consumo mayor a los 35 m³, que se suponen son los altos consumidores, se acordó poner un cargo fijo que en teoría no modifica su rango de consumo y que sirviera tanto para diferenciar a los pequeños de los grandes consumidores con un enfoque social (Tabla B.2).

En el caso de los usuarios no residenciales, se propone una tarificación variable escalonada, en la cual, en función al nivel de consumo se cobra por metro cúbico, sin que exista cargo variable alguno (Tabla B.3).

Tabla B.2 Tarifa para usuarios no residenciales

Rango de Consumo	Consumo Promedio	Cargo por m ³	Cargo Fijo	Total	Propuesta vs Actual
<5	3	\$ 10.65	\$ 0.00	\$ 10.65	(\$ 19.29)
5-10	8	\$ 28.40	\$ 0.00	\$ 28.40	(\$ 1.54)
10-15	13	\$ 46.15	\$ 0.00	\$ 46.15	\$ 16.21
15-20	17	\$ 60.35	\$ 0.00	\$ 60.35	\$ 30.41
20-25	22	\$ 78.10	\$ 0.00	\$ 78.10	\$ 18.70
25-30	27	\$ 95.85	\$ 0.00	\$ 95.85	\$ 6.75
30-35	32	\$ 113.60	\$ 0.00	\$ 113.60	(\$ 20.80)
35-40	37	\$ 131.35	\$ 130.00	\$ 261.35	\$ 84.86
40-45	42	\$ 149.10	\$ 130.00	\$ 279.10	\$ 60.70
45-50	47	\$ 166.85	\$ 130.00	\$ 296.85	\$ 36.00
50-60	54	\$ 191.70	\$ 420.00	\$ 611.70	\$ 292.02
60-70	64	\$ 227.20	\$ 420.00	\$ 647.20	\$ 202.40
70-80	74	\$ 262.70	\$ 420.00	\$ 682.70	\$ 141.76
80-90	85	\$ 301.75	\$ 420.00	\$ 721.75	\$ 74.90
90-100	95	\$ 337.25	\$ 420.00	\$ 757.25	\$ 14.35
100-110	105	\$ 372.75	\$ 1 150.00	\$ 1 522.75	\$ 658.60
110-120	115	\$ 408.25	\$ 1 150.00	\$ 1 558.25	\$ 548.55
120-130	125	\$ 443.75	\$ 1 150.00	\$ 1 593.75	\$ 437.50
130-140	135	\$ 479.25	\$ 1 150.00	\$ 1 629.25	\$ 326.50
140-150	144	\$ 511.20	\$ 1 150.00	\$ 1 661.20	\$ 226.96
150-160	155	\$ 550.25	\$ 1 900.00	\$ 2 450.25	\$ 855.30
160-170	165	\$ 585.75	\$ 1 900.00	\$ 2 485.75	\$ 743.35
170-180	175	\$ 621.25	\$ 1 900.00	\$ 2 521.25	\$ 633.00
180-190	185	\$ 656.75	\$ 1 900.00	\$ 2 556.75	\$ 521.75
190-200	194	\$ 688.70	\$ 1 900.00	\$ 2 588.70	\$ 421.72
>200	328	\$ 1 164.40	\$ 4 500.00	\$ 5 664.40	\$ 1 282.01

Tabla B.3 Comparación entre tarifa actual y tarifa pro-

Rango de Consumo	Tarifa por m ³
0 - 50	\$ 6.53
51 - 100	\$ 9.80
101 - 150	\$ 14.69
151 - 200	\$ 22.04
201 - 300	\$ 24.24
301 - 400	\$ 26.67
401 - 500	\$ 29.33
500 - 1 000	\$ 32.27
1 000 - 2 000	\$ 35.49
2 000 - 3 000	\$ 39.04
3 000 - 4 000	\$ 41.00
4 000 - 5 000	\$ 43.04
5 000 - 10 000	\$ 45.20
10 000 - 15 000	\$ 47.46
15 000 - 20 000	\$ 49.83
20 000 - 30 000	\$ 52.32

de la Tabla B.3 a la Tabla B.6 se presenta la comparativa entre los esquemas de cobro vigentes y la tarificación propuesta tanto para los usuarios comerciales, industriales y gobierno. En este sentido, los valores que se presentan para cada caso, son tomados considerando un consumo promedio por tipo de rango de acuerdo al usuario, derivado de los resultados en el padrón de usuarios.

puesta para usuarios industriales

Rangos de Consumo	Consumo Promedio	Tarifa vigente			Tarifa propuesta			Actual vs Propuesto	Incremento
		Cargo Fijo	Cargo por m ³	Total por toma	Tarifa por m ³	Cargo por m ³	Total por Toma		
0 - 50	26	\$ 118.16	\$ 43.38	\$ 161.54	\$ 6.53	\$ 168.75	\$ 175.28	\$ 13.74	9%
51 - 100	62	\$ 478.58	\$ 25.44	\$ 504.02	\$ 9.80	\$ 607.52	\$ 617.32	\$ 113.30	22%
101 - 150	124	\$ 981.28	\$ 487.15	\$ 1 468.43	\$ 14.69	\$ 1 828.92	\$ 1 843.61	\$ 375.18	26%
151 - 200	174	\$ 981.28	\$ 1 482.27	\$ 2 463.55	\$ 22.04	\$ 3 845.45	\$ 3 867.49	\$ 1 403.94	57%
201 - 300	227	\$ 981.28	\$ 2 521.62	\$ 3 502.90	\$ 24.24	\$ 5 496.16	\$ 5 520.40	\$ 2 017.50	58%
301 - 400	339	\$ 3 966.08	\$ 1 816.70	\$ 5 782.78	\$ 26.67	\$ 9 036.86	\$ 9 063.53	\$ 3 280.75	57%
401 - 500	455	\$ 3 967.08	\$ 4 190.87	\$ 8 157.95	\$ 29.33	\$ 13 347.74	\$ 13 377.07	\$ 5 219.12	64%
500 - 1 000	703	\$ 9 228.49	\$ 3 909.39	\$ 13 137.88	\$ 32.27	\$ 22 683.01	\$ 22 715.28	\$ 9 577.39	73%
1 000 - 2 000	1 392	\$ 20 146.77	\$ 11 941.88	\$ 32 088.65	\$ 35.49	\$ 49 413.52	\$ 49 449.01	\$ 17 360.36	54%
2 000 - 3 000	2 467	\$ 20 147.77	\$ 44 675.33	\$ 64 823.10	\$ 39.04	\$ 96 325.69	\$ 96 364.74	\$ 31 541.64	49%
5 000 - 10 000	7 821	\$ 137 510.38	\$ 84 160.57	\$ 221 670.95	\$ 45.20	\$ 353 502.21	\$ 353 547.41	\$ 131 876.45	59%

Tabla B.4 Comparación entre tarifa actual y tarifa propuesta para usuarios industriales

Rangos de Consumo	Consumo Promedio	Tarifa vigente			Tarifa propuesta			Actual vs Propuesto	Incremento
		Cargo Fijo	Cargo por m ³	Total por toma	Tarifa por m ³	Cargo por m ³	Total por Toma		
0 - 50	26	\$ 118.16	\$ 43.38	\$ 161.54	\$ 6.53	\$ 168.75	\$ 175.28	\$ 13.74	9%
51 - 100	62	\$ 478.58	\$ 25.44	\$ 504.02	\$ 9.80	\$ 607.52	\$ 617.32	\$ 113.30	22%
101 - 150	124	\$ 981.28	\$ 487.15	\$ 1 468.43	\$ 14.69	\$ 1 828.92	\$ 1 843.61	\$ 375.18	26%
151 - 200	174	\$ 981.28	\$ 1 482.27	\$ 2 463.55	\$ 22.04	\$ 3 845.45	\$ 3 867.49	\$ 1 403.94	57%
201 - 300	227	\$ 981.28	\$ 2 521.62	\$ 3 502.90	\$ 24.24	\$ 5 496.16	\$ 5 520.40	\$ 2 017.50	58%
301 - 400	339	\$ 3 966.08	\$ 1 816.70	\$ 5 782.78	\$ 26.67	\$ 9 036.86	\$ 9 063.53	\$ 3 280.75	57%
401 - 500	455	\$ 3 967.08	\$ 4 190.87	\$ 8 157.95	\$ 29.33	\$ 13 347.74	\$ 13 377.07	\$ 5 219.12	64%
500 - 1 000	703	\$ 9 228.49	\$ 3 909.39	\$ 13 137.88	\$ 32.27	\$ 22 683.01	\$ 22 715.28	\$ 9 577.39	73%
1 000 - 2 000	1 392	\$ 20 146.77	\$ 11 941.88	\$ 32 088.65	\$ 35.49	\$ 49 413.52	\$ 49 449.01	\$ 17 360.36	54%
2 000 - 3 000	2 467	\$ 20 147.77	\$ 44 675.33	\$ 64 823.10	\$ 39.04	\$ 96 325.69	\$ 96 364.74	\$ 31 541.64	49%
5 000 - 10 000	7 821	\$ 137 510.38	\$ 84 160.57	\$ 221 670.95	\$ 45.20	\$ 353 502.21	\$ 353 547.41	\$ 131 876.45	59%

Tabla B.5 Comparación entre tarifa actual y tarifa propuesta para usuarios comerciales

Rango de Consumo	Consumo Promedio	Tarifa vigente		Tarifa propuesta			Actual vs Propuesto	Incremento
		Cargo Fijo	Cargo por m ³	Total por toma	Tarifa por m ³	Cargo por m ³		
0 - 50	21	\$ 118.16	\$ 13.38	\$ 131.54	\$ 6.53	\$ 137.85	\$ 6.31	5%
51 - 100	70	\$ 478.58	\$ 120.77	\$ 599.35	\$ 9.80	\$ 681.81	\$ 82.46	14%
101 - 150	126	\$ 981.28	\$ 523.96	\$ 1 505.24	\$ 14.69	\$ 1 856.10	\$ 350.86	23%
151 - 200	174	\$ 981.28	\$ 1 475.70	\$ 2 456.98	\$ 22.04	\$ 3 838.17	\$ 1 381.20	56%
201 - 300	232	\$ 981.28	\$ 2 631.70	\$ 3 612.98	\$ 24.24	\$ 5 630.26	\$ 2 017.28	56%
301 - 400	320	\$ 3 966.08	\$ 1 395.18	\$ 5 361.26	\$ 26.67	\$ 8 536.32	\$ 3 175.06	59%
401 - 500	440	\$ 3 966.08	\$ 3 885.88	\$ 7 851.96	\$ 29.33	\$ 12 910.05	\$ 5 058.09	64%
500 - 1 000	660	\$ 9 228.49	\$ 3 085.64	\$ 12 314.13	\$ 32.27	\$ 21 302.95	\$ 8 988.82	73%
1 000 - 2 000	1 296	\$ 20 146.77	\$ 9 006.20	\$ 29 152.97	\$ 35.49	\$ 45 991.58	\$ 16 838.61	58%
2 000 - 3 000	2 818	\$ 65 822.50	\$ 9 132.57	\$ 74 955.07	\$ 39.04	\$ 110 039.93	\$ 35 084.86	47%
4 000 - 5 000	4 049	\$ 65 822.50	\$ 44 420.44	\$ 110 242.94	\$ 43.04	\$ 174 281.47	\$ 64 038.52	58%

Tabla B.6 Comparación entre tarifa actual y tarifa propuesta para usuarios de gobierno

Rangos de Consumo	Consumo Promedio	Tarifa vigente		Tarifa propuesta			Actual vs Propuesta	Incremento
		Cargo Fijo	Cargo por m ³	Total por toma	Tarifa por m ³	Cargo por m ³		
0 - 50	12	\$ 118.16	\$ 0.00	\$ 118.16	\$ 6.53	\$ 78.97	-\$ 39.19	(33%)
51 - 100	62	\$ 478.58	\$ 24.22	\$ 502.80	\$ 9.80	\$ 606.57	\$ 103.77	21%
101 - 150	124	\$ 981.28	\$ 484.79	\$ 1 466.07	\$ 14.69	\$ 1 827.18	\$ 361.11	25%
151 - 200	174	\$ 981.28	\$ 1 467.55	\$ 2 448.83	\$ 22.04	\$ 3 829.15	\$ 1 380.32	56%
201 - 300	245	\$ 981.28	\$ 2 888.27	\$ 3 869.55	\$ 24.24	\$ 5 942.81	\$ 2 073.27	54%
301 - 400	347	\$ 3 966.08	\$ 1 990.95	\$ 5 957.03	\$ 26.67	\$ 9 264.20	\$ 3 307.17	56%
401 - 500	435	\$ 3 966.08	\$ 3 784.15	\$ 7 750.23	\$ 29.33	\$ 12 764.06	\$ 5 013.82	65%
500 - 1 000	625	\$ 9 228.49	\$ 2 407.11	\$ 1 1635.60	\$ 32.27	\$ 20 166.19	\$ 8 530.58	73%
1 000 - 2 000	1 910	\$ 20 146.77	\$ 27 695.49	\$ 47 842.26	\$ 35.49	\$ 67 776.50	\$ 19 934.24	42%
10 000 - 15 000	14 231	\$ 296 273.10	\$ 135 148.68	\$ 431 421.78	\$ 47.46	\$ 675 376.20	\$ 243 954.42	57%

C

MÉTODO DE PRECIOS HEDÓNICOS

La valuación inmobiliaria está encausada a determinar el cambio de valor (valorización) que podrían alcanzar los inmuebles ubicados en un área de influencia a determinar debido a los efectos negativos ocasionados por la contaminación de ríos, cuerpos de agua, canales a cielo abierto, y por la operación de plantas de tratamiento, una vez que se mejore la calidad del agua de los mismos y/o se eliminen los efectos negativos en mención, de acuerdo con la construcción del proyecto de saneamiento a evaluar.

C.1. METODOLOGÍA⁷⁴

A partir del estudio de las características de la zona y de investigaciones de mercado sobre valores comerciales, se estiman los valores promedio por metro cuadrado de los inmuebles con y sin proyecto.

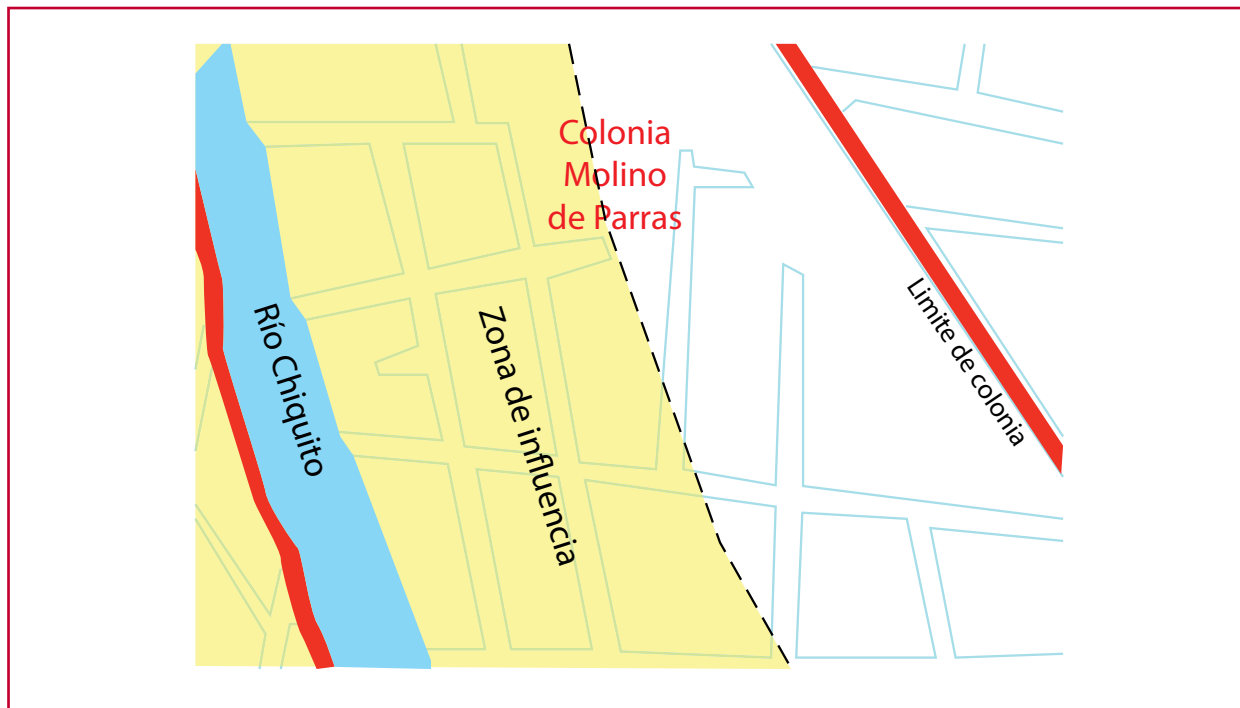
A continuación el proceso del estudio de valuación inmobiliaria:

- Antecedentes del proyecto
- Estudio de la zona
- Visita de inspección
- Identificación de efectos
- Encuestas
- Investigación de mercado inmobiliario
- Consulta y análisis de información
- Valuación

En la determinación de valores sin proyecto deben de identificarse los efectos nocivos que son provocados por los colectores a cielo abierto, ríos, o cuerpos de agua contaminados, y a partir de esto también deberá elaborarse una encuesta a la población que dará a conocer su área de impacto particular.

74 Enrique Rivera Galindo. enriquerivera@megared.net.mx

Ilustración C.1 Área de impacto



La premisa medular de la valorización inmobiliaria consiste en que los inmuebles ubicados en la zona de influencia tienen un valor inferior al de aquellos que están fuera de ésta, en virtud de los efectos nocivos previamente identificados. Es decir que al alejarse del río, colector o cuerpo de agua contaminado, el valor de los inmuebles adquiere en la mayoría de las veces el valor homogéneo de la colonia o localidad en que se encuentren.

Lo anterior está basado en que es mayor la demanda para aquellos inmuebles ubicados fuera del área de influencia, debido principalmente a que no se perciben malos olores, no existe fauna nociva, no hay enfermedades gastrointestinales, entre otros factores que los hacen más deseables que aquellos ubicados dentro de la citada zona de influencia.

Se supone además que con el proyecto de saneamiento a evaluar, los efectos negativos de

los elementos contaminados cesen y por ende el valor comercial de los inmuebles ubicados en la zona de influencia se recupere gradualmente hasta llegar al valor de los inmuebles ubicados fuera de la zona en mención.

Sin embargo, la recuperación del valor depende del tipo de proyecto a ejecutar y en función de las características socio-económicas de la colonia o localidad. Por lo cual existen cuatro horizontes posibles en cuanto al incremento en el valor sin proyecto:

- Similar al valor con proyecto
- Superior al valor con proyecto
- Inferior al valor con proyecto
- Incremento nulo

Los inmuebles de uso habitacional tienden a reconocer los escenarios 1, 2 y 3; los inmuebles de uso industrial, comercial e institucional siempre reconocen al escenario 4 en vir-

tud de que no son determinantes estos efectos negativos en la composición de valor de dichos inmuebles, es decir, dichos efectos negativos no afectan la demanda o la deseabilidad para estos inmuebles.

Éste método se fundamenta en los principios de valuación internacionalmente aceptados, pero también en los principios de los trabajos de Lever (1993) sobre *Metodología de Precios Hedónicos en el Mercado Inmobiliario*, y Randall (1998) sobre *The Bell Chart: The 10 Classifications of Detrimental Conditions*.

La función que desempeña el método de la valorización inmobiliaria en el análisis costo-beneficio es la de generar información técnica, confiable y precisa, que permita incorporar una cuantificación en términos monetarios de los efectos relativos al cambio de valor de los inmuebles ubicados dentro de la zona de influencia del proyecto de saneamiento a evaluar.

C.2. ZONA DE ESTUDIO

Previo a las diversas visitas de inspección que se harán a la zona de estudio, deberán de realizarse una serie de entrevistas con autoridades y profesionales locales en materia de desarrollo urbano, catastro y valuación, cuyas conclusiones conduzcan a un diagnóstico inmobiliario *a priori* que servirá de base para el recorrido correspondiente. En una primera visita al lugar, se identifican físicamente los efectos negativos que actúan sobre la calidad de vida de la población, de quien a su vez se identifica su perfil socioeconómico y cultural, el cual ayudará a elaborar el cuestionario correspondiente.

Una vez lo anterior, se aplica la encuesta que permitirá determinar qué habitantes de las viviendas a valorar mantienen una relación de dependencia con los efectos negativos ocasionados por el colector, la planta de tratamiento, o cuerpo de agua contaminado.

Ilustración C.2 Zona de estudio



C.3. CUESTIONARIO

La formulación de preguntas estará basada de tal manera que permita saber en qué medida y de qué forma los efectos negativos actúan sobre los habitantes de las viviendas a valorar, pero también, deberá permitir conocer en qué forma mitiga dichos efectos negativos. De los resultados que arroje la encuesta se establecen los límites de la zona de impacto del sujeto contaminante que ocasiona los efectos negativos.

C.4. INVESTIGACIÓN DE MERCADO

Con la zona de impacto identificada a partir de las encuestas, se practica una nueva visita de inspección para reconocer los valores y niveles de oferta y demanda dentro y fuera de esta área de influencia determinada; así como los factores que inciden sobre el valor de los inmuebles (características de la zona, servicios, equipamiento, superficie de terreno y construcción, tipos y calidades de construcción, etc.).

Con ello se consolidará el diagnóstico inmobiliario y de mercado que permitirá practicar la valuación de inmuebles.

C.5. VALUACIÓN

Los métodos de valuación suelen clasificarse en varios grupos, aunque la frontera entre un grupo y otro no siempre está clara (Calatrava y Cañero, 2000). En general, suelen dividirse en:

1. Sintéticos o comparativos: basados en la comparación entre bienes similares relacionando el valor con características
2. Analíticos: basados en capitalización

3. Econométricos: constituyen la aplicación de la estadística y la econometría a la filosofía de los métodos sintéticos
4. Basados en valores subjetivos: se fundamentan en la estimación de parámetros de localización de la distribución de valores subjetivos. Son métodos que pueden beneficiarse en el futuro de técnicas utilizadas recientemente en otros campos de la ciencia (Métodos de expertos, Valuación Contingente, etcétera)

Los métodos de valuación comúnmente utilizados en México son los comparativos y los analíticos, inclusive está regulada su aplicación por la Norma Oficial Mexicana NMX-C-459-SCFI-ONNCCE-2007 publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de septiembre del 2007, y por las principales instituciones del país: el Instituto de Administración de Avalúos y Bienes Nacionales (INDAABIN) a través de sus procedimientos técnicos publicados en el Diario Oficial de la Federación, la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV) por medio de sus circulares, y la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF) en las “Reglas de carácter general que establecen la metodología para la valuación de inmuebles objeto de créditos garantizados a la vivienda” y “Modificación a las reglas de carácter general que establecen la metodología para la valuación de inmuebles objeto de créditos garantizados a la vivienda”, también publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 27 de septiembre del 2004 y 31 de marzo del 2006, respectivamente. Estos dos métodos a su vez están asociados a los tres enfoques utilizados para determinar el valor de un bien inmueble: enfoque de costos, enfoque de ingresos y enfoque de mercado. De la misma forma que en los métodos, tampoco está clara la división entre un enfoque y otro.

El método de valuación utilizado para determinar la valorización o plusvalía de inmuebles a causa de la construcción de un proyecto de saneamiento, está basado en la aplicación del *Procedimiento Técnico PT-TCH* (procedimiento técnico para la elaboración de trabajos valuatorios que permitan dictaminar el valor de terrenos con construcción habitacional, publicado por el INDAABIN en el Diario Oficial de la Federación el 9 de enero del 2009) para los inmuebles con efecto (dentro del área de influencia) y sin efecto (fuera del área de influencia), cuya diferencia aritmética de estos resultados es igual a la valorización o plusvalía en mención.

$$P = V_1 - V_c \quad \text{Ecuación C.1}$$

Donde P es la valorización, V_s es el valor sin efectos negativos, y V_c es el valor con efectos negativos.

Lo anterior se ha fundamentado de la literatura encontrada en el trabajo de Randall (1998) sobre *The Bell Chart: The 10 Classifications of Detrimental Conditions*.

Por último, la valorización inmobiliaria de todo el proyecto de saneamiento es igual al área de influencia neta (área de influencia bruta menos vialidades, áreas verdes, espacios públicos y usos distintos al habitacional) multiplicada por P (valorización).



D

MÉTODO DE VALORACIÓN CONTINGENTE

*Gloria Soto Montes de Oca*⁷⁵ y *G. Alfredo Ramírez Fuentes*⁷⁶

El método de valoración contingente se ha convertido en una de las herramientas metodológicas más utilizadas para estimar los beneficios de grandes proyectos de inversión orientados a mejorar bienes y servicios no comercializables en el mercado y, es particularmente recomendado en la captura del valor de *no uso* de bienes y servicios ambientales.

El método de valoración contingente requiere del diseño y conducción de una encuesta, aplicada a la población directamente beneficiada por una mejora hipotética de algún bien o servicio ambiental. La naturaleza hipotética de este tipo de estudios requiere de la construcción de un mercado que incluya una serie de cambios por valorar. A partir de un escenario de cambio creíble, planteado en el cuestionario de la encuesta, se trata de determinar la cantidad máxima de dinero que el beneficiario entrevistado estaría dispuesto a pagar por tal mejora (Mitchell y Carson, 1989).

75 Profesora-investigadora del Departamento de Estudios Internacionales, Universidad Iberoamericana, gloria.soto@uia.mx

76 Profesor-investigador de la División de Economía del Centro de Investigación y Docencia Económicas, grodecz.ramirez@cide.edu

Este método es una alternativa a los enfoques o métodos basados en la estimación de los costos generados por la degradación ambiental. Una ventaja de los métodos de preferencias expresadas, y en particular de la valoración contingente, es que permiten estimar el componente del valor de *no uso* del valor económico total (VET), el cual puede ser significativo en determinados contextos.

La aplicación del método de valoración contingente inició con una serie de aplicaciones sistemáticas desde los años sesenta, aunque su uso se oficializó en 1989, cuando un panel de expertos, el NOAA *panel*, concluyó que este método era capaz de producir estimaciones suficientemente confiables para la evaluación de daños ambientales, incluyendo los valores de *no uso* (Arrow et al 1993). Desde entonces el método ha sido utilizado por agencias gubernamentales, organismos internacionales, académicos y otros, incluso para proveer evidencia en casos de litigio (Portney 1994).

Existen múltiples recomendaciones teóricas y prácticas sobre cómo diseñar, conducir y analizar los resultados de encuestas de valoración contingente. Entre las referencias obligadas para el diseño y conducción de este tipo de estudios se encuentran los trabajos de Mitchell y Carson

(1989), el *NOAA Panel* (Arrow et al., 1993), y Bateman y colaboradores (2002), entre otros.

La recomendación de levantar encuestas personales como insumo para el análisis costo-beneficio, o con propósitos regulatorios, hace del método una herramienta costosa, pero cuyo uso se justifica cuando se trata de evaluar programas o proyectos de inversión cuantiosos financiados con recursos públicos. Varias recomendaciones del *NOAA panel* parecen conducir a resultados conservadores; es decir, al seguir sus lineamientos, el método tiende a subestimar la disposición a pagar de la población más que a sobreestimarla.

Es importante mencionar que durante las últimas tres décadas han proliferado los estudios de valoración contingente, no sólo en términos de desarrollos teóricos y metodológicos, sino también los de carácter práctico, tanto en países desarrollados como en desarrollo. Carson (1995) hace una revisión bibliográfica de 1,600 estudios en 40 países, que analizan gran número de áreas relacionadas primariamente con recursos naturales y varios de ellos enfocados al tema del agua. También existen diversas páginas Web especializadas que presentan información sobre estudios de valoración económica de recursos naturales (ver, por ejemplo, el *Environmental Valuation Reference Inventory* – <http://www.evri.ca> y *Valuing Nature Network*– <http://www.valuing-nature.net/>).

Las aplicaciones prácticas del método de valoración contingente predominan en países desarrollados, aunque ya es frecuente encontrar estudios sobre casos en los países en desarrollo. En éstos, los análisis de valoración contingente han señalado la importancia de entender las particularidades del contexto y los aspectos culturales de la sociedad específica en donde se conduzca el estudio.

La conducción de un estudio de valoración contingente implica diferentes etapas relativas al diseño de la encuesta y el análisis de los datos recabados. De acuerdo con las recomendaciones, el método de valoración contingente requiere considerar explícitamente las siguientes ocho etapas (Bateman et al., 2002):

1. Definir el escenario hipotético o el cambio propuesto del nivel del bien ambiental actual. La medida de bienestar económico por alcanzar depende del escenario definido
2. Elegir el método de recolección de datos por utilizar en la encuesta: Personal (cara a cara), telefónica, por Internet o correo electrónico, o por correo convencional
3. Definir con precisión la población objeto de estudio, preparar el marco de muestreo adecuado al diseño de la muestra y al método de selección aleatorio de la muestra
4. Diseñar el cuestionario, donde se considere el formato para plantear la pregunta sobre la disposición a pagar, tal como pregunta abierta o cerrada, así como la propuesta de vehículo de recaudación del pago que se habrá de presentar al encuestado
5. Sujetar el cuestionario a prueba mediante una encuesta piloto, e incluso a través de la conducción de grupos de enfoque
6. Levantar la encuesta con personal experimentado y debidamente capacitado.
7. Estimar la disposición a pagar de la población beneficiaría de la propuesta de mejora, e identificar los factores determinantes que explican la disposición a pagar, mediante el manejo del análisis

estadístico y econométrico de los resultados de la encuesta

8. Evaluar la política de intervención propuesta, mediante el análisis costo-beneficio; con base en la estimación de la disposición a pagar agregada, al expandir las estimaciones conforme al diseño de muestra aplicado hacia la población objeto del estudio, potencialmente beneficiaria de la propuesta de mejora

A continuación se describe con mayor detalle el contenido de cada una de estas ocho etapas.

ETAPA1: DEFINICIÓN DEL ESCENARIO HIPOTÉTICO

La naturaleza del método de valoración contingente requiere de la construcción de un mercado hipotético sustentado en la propuesta de un escenario diseñado para ofrecer al consumidor una serie de cambios por valorar, tal como la mejora de la calidad del agua de un río, la mejora en el nivel de servicio de abasto de agua potable, e incluso el mantener la buena calidad actual del bien o servicio ambiental proporcionado.

Randall y colaboradores (1983) recomiendan que en el cuestionario diseñado para la encuesta se solicite a los entrevistados revelar su valoración personal por los incrementos (o decrementos) en bienes y servicios comprables en los mercados hipotéticos. Los mercados propuestos deben estar bien estructurados, presentar una situación clara y concreta, que al entrevistado le permita hacer una elección sobre el nivel de calidad ambiental al que podría acceder, o aspirar, como resultado de la intervención propuesta.

Para decidir pagar, el entrevistado debe considerar múltiples elementos, entre ellos la mejora en su calidad de vida, derivada de la mejora del bien o servicio ofrecido. Por esta razón, la credibilidad sobre el escenario hipotético propuesto es fundamental (Ver sesgo de hipótesis, de la parte y el todo y el de información de [Anexo 1](#)).

Para que el entrevistado pueda valorar un cambio en el bien o servicio ambiental, se ha recomendado proporcionarle una descripción detallada y certera de la transacción propuesta, para que conozca y comprenda qué es lo que se le está pidiendo evaluar, y así pueda tomar una decisión informada (Ajzen et al 1996). El escenario hipotético referido al cambio en la calidad del servicio que valorará el entrevistado dependerá de las características del nivel actual (*statu quo*) y de las mejoras o pérdidas que presenta el escenario planteado. Para la definición del escenario se debe tomar en cuenta la posibilidad de que las condiciones del bien o servicio ambiental particulares de los entrevistados pueden cambiar sustantivamente de un lugar o sitio a otro; es decir, que el *statu quo* cambia entre grupos específicos de usuarios.

La mayoría de los estudios plantean una mejora en el nivel del bien o servicio ambiental actualmente recibido. Sin embargo, otro posible tipo de escenario que sería interesante conocer, son las preferencias de los hogares receptores de estándares razonablemente altos respecto a reducir o evitar el riesgo de un deterioro en dichos estándares; para lo cual el escenario propuesto debe garantizar mantener la calidad actual.

Las medidas de bienestar económico que permiten estimar los efectos de estos cambios en el

nivel del servicio son el excedente compensatorio y el excedente equivalente. Para el escenario que ofrece la mejora, el excedente compensatorio requiere estimar la disposición a pagar por lograr un incremento en el bienestar, mientras que para el escenario que ofrece evitar el riesgo de deterioro y mantener los estándares actuales del bien o servicio recibido, el excedente equivalente implica la estimación de la disposición a pagar por no perder el nivel de bienestar actual. Ambos escenarios suponen que los hogares deciden sobre la cantidad que estarían dispuestos a pagar con base en dos aspectos fundamentales: El nivel actual del servicio y el nivel final que recibirían al hacerse realidad el escenario propuesto en la encuesta.

ETAPA 2: ELECCIÓN DEL MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Las encuestas pueden llevarse a cabo de manera personal, vía telefónica, por correo convencional y recientemente empiezan a proliferar las encuestas por Internet y correo electrónico. En países desarrollados muchas encuestas se han aplicado por correo convencional, derivado de sus ventajas en términos logísticos y de su relativo bajo costo. En países en desarrollo predominan las encuestas personales, en donde se puede encontrar un gran número de estudios de valoración contingente sobre temas de agua, conducidos en comunidades pequeñas y con altos niveles de marginación (Whittington et al. 1990; Whittington et al. 1991; Altaf y Whittington 1992; McPhail 1993; Zerah 1998; Reddy 1999). Las condiciones culturales, socioeconómicas de los habitantes y medios de comunicación limitados de esos lugares harían inviable cualquier otro método de levantamiento de una encuesta probabilística.

En general es reconocido que las entrevistas cara a cara son mejores para la obtención de muestras representativas y tienen menos limitaciones en la construcción y diseño del cuestionario, al permitir aplicar cuestionarios más largos, con preguntas complejas, preguntas abiertas, presentar información gráfica relativa a los escenarios de mejora planteados y reducir la tasa de rechazos (Frey y Oishi 1995). En contextos urbanos las encuestas telefónicas pueden tener mayor viabilidad cuando el estudio se enfrenta a restricciones presupuestales y se considera que la cobertura telefónica es aceptable (Ver Soto Montes Oca 2003).

ETAPA 3: DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETO DE ESTUDIO Y DISEÑO DE MUESTREO

La encuesta se deberá aplicar a una muestra representativa de la población objeto de estudio. Así, si se pretende estudiar a la población en general, se seleccionará una muestra representativa de toda la población. Sin embargo, puede haber la necesidad de separar las actitudes y disposición a pagar de diferentes grupos dentro de una población, en cuyo caso deberán plantearse dominios de estudio referidos a cada una de las categorías identificadas. Ejemplos evidentes son los grupos de usuarios del servicio de agua potable que enfrentan diferentes niveles de calidad de abasto, o bien estudiar las diferencias entre poblaciones urbanas y rurales.

Con el fin de garantizar la calidad estadística de los resultados de la encuesta, evitar sesgos y asegurar la representatividad requerida, el método de muestreo debe encomendarse a especialistas. Dos formas de sesgo que debe reducirse al mínimo son el error de muestreo,

aquel donde la muestra seleccionada no es representativa de la población, y el error generado por la no respuesta, en el cual un número de individuos de la muestra no responden por diversas razones.

La población objeto de estudio podría ser el conjunto de habitantes de un país o de una región, o un grupo definido de personas con ciertas características particulares, por ejemplo, los pescadores. La definición de la población objeto de estudio es un paso crítico, ya que hacerlo mal puede sesgar los resultados de un estudio de valoración y, por tanto cuestionar la credibilidad de una evaluación (ver sesgo de agregación en el Apéndice). Esta elección estará definida por el bien o servicio evaluado, el impacto esperado y los tipos de valor que el estudio se propone estimar (los valores de no uso, por ejemplo, pueden requerir de una amplia cobertura geográfica).

Tras identificar y definir con precisión a la población objeto de estudio, el siguiente paso es diseñar y seleccionar la muestra a donde se levantará la encuesta. En muchos casos el marco muestral puede ser una lista explícita (por ejemplo, direcciones, votantes registrados, o clientes de servicios públicos). El diseño de la muestra deberá considerar las características y distribución de la población objeto de estudio, los factores asociados al tema de valoración y el costo de levantamiento. Por ello, puede ser necesario diseñar una muestra compleja, donde se consideren varias etapas de muestreo dentro de estratos debidamente definidos; es decir, que se trate de un diseño por conglomerados y estratificado, aunque es recomendable tratar de lograr un diseño de muestra lo más simple posible, tomando en cuenta que el objetivo del estudio es el manejo econométrico de resultados. Desde luego, para la interpretación de los resultados

del estudio deberán mencionarse los alcances y limitaciones derivados de la calidad y cobertura del marco muestral que sirvió de base en la selección de la muestra.

El proceso de selección debe corresponder al diseño de la muestra. Se refiere al procedimiento aleatorio que se habrá de seguir, y deberá considerarse al expandir los resultados de la encuesta hacia la población objeto de estudio. El procedimiento más simple de selección de una muestra es generar en una computadora números al azar; lo cual ocurre en muy escasas ocasiones, e implica disponer de una relación completa de las unidades que componen a la población objeto de estudio. Para una encuesta de valoración contingente, el diseño y selección de la muestra debe considerarse como requisito indispensable sólo a los enfoques probabilísticos, con resultados estadísticamente válidos apoyados en la Teoría Estadística, al estimar valores o atributos de la población derivados de las observaciones muestrales.

Desde luego, en la selección de la muestra de las distintas unidades de muestreo debe respetarse estrictamente la distribución del tamaño de muestra dentro de cada estrato y los conglomerados, si los hubiera, y también los métodos considerados en el diseño de la muestra, tales como el aleatorio simple, el sistemático con principio aleatorio aplicado en de cada estrato explícitamente definido y dentro de los conglomerados o etapas de muestreo.

ETAPA 4: DISEÑO DEL CUESTIONARIO

En términos generales, la estructura del cuestionario puede considerarse, al menos, cinco aspectos básicos: i) variables sobre actitudes y estilo

de vida del individuo o la familia, con el fin de calcular indicadores generales sobre sus percepciones acerca de la calidad del bien o servicio ambiental objeto del análisis, donde se incluyan también las percepciones sobre las posibles causas del problema que se trata de resolver; ii) variables sobre la percepción de las características particulares del bien o servicio ambiental evaluado con el que tiene contacto el individuo u hogar para determinar el nivel actual o *statu quo* de referencia para la valoración económica; iii) breve descripción de los antecedentes, que permita plantear el escenario indicando el cambio en el servicio que se valorará, para así proceder a hacer la pregunta sobre la disposición a pagar, incluyendo la motivación para la respuesta dada; iv) aspectos relacionados con las actitudes y las opiniones del entrevistado sobre el propio escenario y elementos que se consideren relevantes asociadas a la definición de políticas públicas y, finalmente, v) preguntas sobre las características socioeconómicas del entrevistado y de su entorno.

Un punto central relativo a la pregunta de la disposición a pagar, es definir el formato de la pregunta, ya que se ha demostrado que la forma como se plantea esta interrogante al entrevistado afecta los valores estimados (ver sesgo de comportamiento estratégico en Anexo 1). En términos generales, la pregunta puede ser abierta o bien de elección dicotómica, comúnmente conocido como un formato de referéndum. Mientras que en la pregunta abierta se pide al entrevistado que declare su disposición a pagar sin indicarle ninguna opción de respuesta, en la de elección dicotómica se le presenta un sólo precio de compra que puede aceptar o rechazar, o bien se ofrece la oportunidad de escoger un precio específico a través de varias preguntas, también conocido como modalidad de juegos de

oferta o elección dicotómica múltiple. El precio ofrecido se selecciona y distribuye aleatoriamente entre la muestra, escogido dentro de un rango de valores previamente definidos.

De estas opciones de formatos, las publicaciones especializadas recomiendan la pregunta de elección dicotómica única, así como evitar las abiertas (Arrow et al., 1993). Este formato de referéndum presenta al individuo un escenario específico sobre el bien o servicio ofrecido, un único monto que debería pagar y se le pregunta si votaría a favor o en contra. La decisión que toma el individuo permite deducir con claridad ya sea un límite superior (si la respuesta es “no”) o un límite inferior (si la respuesta es sí) de su disposición a pagar para el bien en proceso de evaluación.

El argumento para recomendar este formato es que la pregunta dicotómica, al suponer una respuesta de sí/no, se relaciona con la manera como los consumidores toman decisiones en el mercado y en otras situaciones del mundo real, como por ejemplo las elecciones (Kristom, 1990). Adicionalmente, en términos de sesgo en la respuesta, se reconoce que la incertidumbre que supone una negativa a la pregunta dicotómica respecto a la posibilidad de perder o ganar el beneficio ofrecido, reduce el comportamiento estratégico (ver Anexo 1), haciendo que la estrategia óptima del individuo sea decir la verdad; es decir, este formato se considera incentivo-compatible (Carson et al., 2000).

Con el fin de obtener mayor información sobre las preferencias de los individuos, algunos autores han resaltado las ventajas de plantear preguntas dicotómicas de seguimiento o el juego de ofertas. Este procedimiento equivale a someter al individuo a una serie sucesiva de preguntas

dicotómicas, en el que cada cantidad sugerida después de la primera depende de la respuesta a la inmediata anterior. Sin embargo, la evidencia indica que la primera cantidad ofrecida influye sustancialmente en las respuestas que le preceden y en consecuencia, directamente en las estimaciones derivadas de las preguntas de seguimiento (Alberini et al., 1997; Bateman et al., 2001). Además, se pueden presentar sesgos potenciales relacionados con estos tipos de preguntas, originadas por el posible cansancio generado al entrevistado debido a las numerosas veces que debe contestar la misma pregunta; así como indignación o culpa por negociar los precios. También pueden generar preocupación de que el gobierno pueda malgastar el dinero o reducir la calidad del programa si se propone pagar menos. La respuesta puede ser estratégica, aumentando o disminuyendo el precio, o también de seguir la corriente del entrevistador respecto a los juegos de precios.

Mitchell y Carson (1989) califican a estos modelos como de comportamiento estratégico debido a que los entrevistados contestan la verdad en la primera pregunta, pero la segunda lo hacen de una manera estratégica, porque pueden sentir que están entrando en una negociación, por lo cual tenderán a rechazar el segundo precio independientemente de si su disposición a pagar es mayor o menor a la cantidad ofrecida. DeShazo (2002), por su lado, analizó las preguntas de seguimiento del formato de referéndum múltiple en sus secuencias ascendentes y descendentes. Utilizando la Teoría Prospectiva (Kahneman y Tversky, 1979), DeShazo encontró, a través del análisis de diferentes bases de datos de estudios de valoración contingente, que la primera oferta presenta el problema de sesgo del punto de parti-

da sólo cuando la respuesta a la primera pregunta es “sí”, ya que, según argumenta, en este caso la pregunta de seguimiento se interpreta como una pérdida y los encuestados son más propensos a responder que no a la segunda pregunta. Sus resultados recomiendan el uso de la pregunta de seguimiento únicamente para la pregunta a la baja. Sin embargo, dentro de las publicaciones especializadas esto es aún objeto de debate teórico.

Un aspecto relacionado con la pregunta dicotómica de la disposición a pagar es el rango de precios que se decida utilizar en el análisis. Los estudios desarrollados sobre el tema han observado que el temor de ofrecer precios muy altos ha provocado que los investigadores propongan un rango de precios demasiado estrecho; lo cual ha reducido la credibilidad del escenario propuesto al encuestado (Whittington, 1998). Cuando ello ocurre, el propio diseño del estudio induce la subestimación de la verdadera disposición de pago de los hogares (ver sesgo de hipótesis en el Apéndice). Considerando esto, es importante propiciar suficiente variabilidad de los precios.

El escenario debe señalar también claramente el vehículo de pago, es decir, la manera en que el entrevistado pagaría, hipotéticamente, por el cambio en el bien o servicio ambiental planteado. Para elegir el vehículo de pago es necesario enmarcarlo dentro de un esquema institucional creíble. Generalmente la naturaleza del bien provee un contexto importante para definir el vehículo; referido por ejemplo al carácter local o federal del bien relacionado con el pago de derechos correspondiente o el incremento de precios de servicios públicos (ver sesgo de la forma de pago en el Apéndice).

ETAPA 5: PRUEBA DEL CUESTIONARIO

Partiendo de que el diseño de la encuesta de valoración contingente debe tratar de diseñarse de acuerdo con las recomendaciones hechas por la literatura especializada y evitar cualquiera de los potenciales sesgos (ver Anexo 1), es recomendable sujetar a prueba el contenido del cuestionario diseñado, mediante la herramienta conocida como “grupos de enfoque”. Los grupos de enfoque tienen el propósito de recabar de primera mano la percepción de los consumidores, definidos como la población relacionada con la propuesta de mejora del bien o servicio ambiental por evaluar. Al incorporar los resultados de este esfuerzo al cuestionario se aumentará la confiabilidad y la validez de la encuesta.

La información recabada por los grupos de enfoque provee una descripción a nivel micro, que permitirá entender mejor el significado y el contexto del comportamiento en el ámbito social, así como los procesos que ocurren ahí.

Entre las ventajas de la conducción de grupos de enfoque en la mejora del contenido y diseño de las encuestas de valoración contingente, se encuentran las siguientes, descritas por varios autores (Desvousges y Frey, 1989; Fuller *et al.*, 1993; O'Brien, 1993):

- Ampliar el conocimiento sobre la diversidad del tema y del contexto específico de las diferentes características de la población objeto de estudio
- Contribuir a la identificación de las variables teóricas relevantes en el contexto del estudio, tales como las posibles

determinantes de la disposición a pagar y los valores mínimos y máximos de los precios que se pueden ofrecer en la pregunta dicotómica de disposición a pagar

- Identificar nuevas hipótesis que pudieran probarse con los resultados de la encuesta
- Ayudar al investigador a familiarizarse más con el espacio del estudio y tipo de personas que pudieran contactarse durante la encuesta
- Obtener una perspectiva de cómo la gente puede entender el problema de investigación, sobre todo el concepto de disposición a pagar
- Sugerir cómo comunicarse con la población objeto de estudio, sensibilizarse al manejo adecuado del lenguaje y fraseo incorporado al cuestionario, con el fin de que sea simple y preciso, y así evitar el sesgo de información mencionado
- Identificar información adicional importante para el diseño de la muestra, por ejemplo si la estratificación propuesta corresponde con los principales patrones de calidad del bien o servicio ambiental predominante en la región
- Identificar si el cuestionario y la información solicitada son pertinentes para los potenciales entrevistados

Los resultados de los grupos de enfoque promoverán una nueva revisión del cuestionario de valoración contingente, previa a la conducción de la prueba piloto del cuestionario.

Para la evaluación rigurosa del cuestionario de valoración contingente resulta indispensable la conducción de una prueba piloto. Es un paso previo a su aplicación definitiva. Las mejoras al cuestionario resultantes de este ejercicio garantizan la validez de los resultados de la encuesta, considerando que este tipo de estudios tienen características novedosas y diferentes para la mayoría de los entrevistados en países en desarrollo, pues supone dar información suficiente al entrevistado para que pueda tomar una decisión respecto a su disposición a pagar por el cambio en el bien o servicio ambiental evaluado (Arrow et al. 1993).

Es fundamental probar el rango de precios por utilizar en la pregunta de disposición a pagar. De hecho, los resultados de la encuesta piloto deben analizarse estadísticamente, con el fin de confirmar que las respuestas a la pregunta de disposición a pagar se comportan conforme a la estructura prevista por la Teoría Económica: A medida que el precio aumenta se espera una disminución en el número de respuestas de aceptación.

La encuesta piloto debe servir también para identificar respuestas no esperadas, probar la credibilidad del escenario, observar la actitud de los entrevistados sobre el formato de la pregunta de disposición a pagar, facilitar o aclarar la redacción, conocer las reacciones sobre el vehículo de pago para recaudar los pagos por la mejora propuesta en el cuestionario, y definir nuevas opciones de las preguntas de opción múltiple.

ETAPA6: LEVANTAMIENTO DE LA ENCUESTA

Se recomienda levantar la encuesta por un grupo de profesionales. La preparación específica del personal de campo puede llevarse a cabo en

forma de talleres de capacitación, donde se expliquen con detalle los objetivos del estudio, las características y secciones del cuestionario, los aspectos relevantes a la selección de la muestra y la distribución de cargas de trabajo consideradas para el levantamiento de la encuesta, los criterios a seguir en la selección de la vivienda y del informante adecuado.

Es importante resaltar que la validez de los resultados dependerá del profesionalismo del grupo de encuestadores. Por ello, no se debe tratar de reducir costos mediante la contratación de encuestadores sin experiencia- por ejemplo estudiantes-, pues el trabajo de campo de las encuestas de valoración contingente requiere de pericia especial, necesaria para la aplicación adecuada de cuestionarios complejos por el manejo de abstracciones de la información provista y el escenario propuesto. El inadecuado manejo de la información planteada por el cuestionario podría poner en riesgo la investigación en su conjunto.

En los talleres de capacitación, se deben revisar con todo detalle cada una de las preguntas del cuestionario y el manejo de las tarjetas o material de apoyo para la aplicación del cuestionario, además de discutir e intercambiar experiencias respecto a los conceptos operativos contenidos en las preguntas del cuestionario. Se recomienda preparar y entregar al personal de campo un instructivo, donde se expliquen los conceptos que se manejan en la investigación empírica, la secuencia de las preguntas y su razón de ser y el manejo del escenario hipotético propuesto para que sea creíble, incluso por el propio encuestador, así como los elementos operativos del trabajo de campo.

En caso de una encuesta personal, cara a cara, también se debe instruir a los encuestadores so-

bre la forma de leer los croquis de localización de las viviendas por visitar, tales como las unidades geoestadísticas básicas, AGEB, las manzanas o los grupos de viviendas en las zonas rurales, por ejemplo. La ubicación correcta de viviendas permitirá seleccionar adecuadamente las viviendas y con ello evitar sesgos de selección.

La supervisión directa del cuerpo de investigación responsable del estudio permitirá anticipar posibles necesidades de ajustes a los procedimientos de levantamiento de campo, así como reforzar conceptos y auxiliar al personal de campo en aspectos operativos identificados en la prueba piloto como posibles generadores de fallas o confusiones.

ETAPA 7: ESTIMACIÓN DE LA DISPOSICIÓN A PAGAR

Dado que el objetivo de las encuestas de valoración contingente es recabar información para estimar la distribución de la disposición a pagar de la población objeto de estudio por el bien o servicio ambiental en evaluación, con las respuestas a preguntas cerradas o dicotómicas se debe calcular primero el porcentaje de la población que está dispuesta a pagar, al menos la cantidad ofrecida. Sin embargo, también se deben identificar los factores determinantes de la disposición a pagar de la muestra y con ello estimar la distribución de la disposición a pagar de toda la población, mediante sucesivas pruebas estadísticas de diversas opciones de modelos econométricos.

Los datos que provienen de preguntas dicotómicas únicas se pueden analizar con los métodos econométricos Logit y Probit, los cuales son consistentes con modelos de maximización de utilidades, con curvas de demanda Hicksian

y con la Teoría de Demanda (Cameron, 1988; Hanemann, 1994). Los modelos Probit han sido por mucho los más utilizados para analizar este tipo de datos, debido a que las respuestas a la primera pregunta reducen el margen de error, tal como se ha señalado.

Para estimar la disposición a pagar de la población proveniente de preguntas dicotómicas únicas, Cameron (1988) explican una variante del modelo Probit. La complejidad econométrica con datos de referéndum, o dicotómicos, surge del hecho de que desconocemos la magnitud exacta de la valoración, y únicamente sabemos si es mayor o menor a una cantidad específica. Este modelo supone que el rango de precios ofrecidos tiene un orden, los umbrales de la variable estudiada son observables y su varianza puede utilizarse para identificar la ubicación y escala de la variable de valoración continua. Este enfoque ofrece la posibilidad de generar valores individuales ajustados para cada individuo de la muestra (Cameron 1988).

El marco conceptual de la ecuación Probit describe el patrón de respuestas dicotómicas en la forma de Sí/Otra, con base en la técnica de máxima verosimilitud. La disposición a pagar (WTP, por sus siglas en inglés) se expresa como la Ecuación D.1.

$$WTP = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k + U_i$$

Ecuación D.1

donde b_0, \dots, b_k son los coeficientes estimados, x_2, \dots, x_k son las variables independientes, incluyendo las características socio-económicas, y U_i es el parámetro de error, bajo el supuesto que se distribuye como una normal.

$$D_i = 1 \text{ si } WTP_i \geq bid_i \quad \text{Ecuación D.2}$$

$$D_i = 0 \text{ si } WTP_i < bid_i \quad \text{Ecuación D.3}$$

igual o menor que bid_i , y 0 en cualquier otro caso.

En la Ecuación D.2 y Ecuación D.3, bid_i indica el precio ofrecido al entrevistado i . D_i es una variable binaria que toma el valor de 1 si la disposición a pagar del entrevistado i 's es

$$P(D_1 = 1) = P(WTP_i \geq bid_i)$$

$$\text{Ecuación D.4}$$

$$P(D_1 = 1) = P(b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k + U_i \geq bid_i)$$

$$\text{Ecuación D.5}$$

$$P(D_1 = 1) = P[U_i > -(b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k) + bid_i]$$

$$\text{Ecuación D.6}$$

La Ecuación D.4 denota la posibilidad de que la disposición a pagar sea mayor o igual al precio ofrecido y la Ecuación D.5 que la probabilidad de que los coeficientes de la disposición a pagar sean mayores o iguales a la cantidad ofrecida. La Ecuación D.6, $P(D_1 = 1)$ denota la posibilidad de que el parámetro de error, que se supone distribuido como una normal, sea mayor que los coeficientes negativos de la disposición a pagar más el precio ofrecido.

$$\Phi \left[(b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_kx_k) - \frac{bid_i}{\sigma} \right]$$

$$\text{Ecuación D.7}$$

La Ecuación D.8 es la definición del modelo binario Probit y la función de probabilidad que se maximizará es la Ecuación D.9.

$$P(D_1 = 1) = P \left[\frac{u_i}{\sigma} \leq (b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_kx_k) - \frac{bid_i}{\sigma} \right]$$

$$\text{Ecuación D.8}$$

En la siguiente expresión (Ecuación D.7), es la distribución normal acumulativa de u_i :

$$L = \prod_{i=1}^n \left\{ \Phi \left[x_i \left(\frac{\beta}{\sigma} \right) + bid_i \left(\frac{-1}{\sigma} \right) \right] \right\}^{d_i} \left\{ 1 - \Phi \left[x_i \left(\frac{\beta}{\sigma} \right) + bid_i \left(\frac{-1}{\sigma} \right) \right] \right\}^{1-d_i}$$

$$\text{Ecuación D.9}$$

El vector b de coeficientes, asociado a x , brindará una estimación del vector b/σ , y el coeficiente asociado con bid_i brindará una estimación de $-1/\sigma$. Las estimaciones de b y pueden deducirse de la siguiente forma: Sea el vector del coeficiente asociado con x_1 . Sea E el coeficiente asociado con bid_i . Entonces:

$$\beta = \frac{b}{\sigma} \quad \Bigg| \quad E = \frac{-1}{\sigma}$$

Por lo tanto, para deducir las estimaciones de b y σ :

$$\hat{\sigma} = \frac{-1}{E} \quad \hat{b} = \sigma\beta \quad \hat{b} = \frac{-\beta}{\sigma}$$

Una vez estimado el vector b es posible estimar la WTP de cada individuo de la muestra, a pesar de que su respuesta sólo tuvo un valor “Sí” y “No”. La WTP estimada del individuo i es entonces

Como ya se mencionó, también existe la posibilidad de estimar la disposición a pagar a partir de preguntas de seguimiento o de la elección dicotómica múltiple. Bajo ciertos supuestos, este procedimiento permite conocer el intervalo en el que se encuentra la verdadera disposición a pagar de cada individuo. En consecuencia, cuando existen preguntas de seguimiento pueden aplicarse modelos Probit anidados (Niprobit) o la técnica de regresión de intervalo (Intreg), utilizada para estimar la distribución de la disposición a pagar (DAP o WTP) de la población objeto de estudio. Este tipo de técnicas han sido aplicadas por Hanneman et al. (1991), y ahora están habitualmente disponibles en los paquetes de software econométrico tales como el STATA. Otros tipos de regresiones como Ordinary Least Square o Tobit no son susceptibles de utilizarse pues requieren que la variable dependiente, en este caso la disposición a pagar, sea continua⁷⁷.

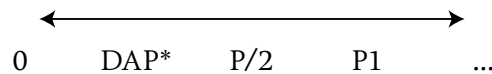
La regresión por intervalo, mejor conocida como *Intreg*, ajusta modelos en los que la variable dependiente no es un punto, sino un intervalo, definido como sigue:

⁷⁷ Así, un modelo Tobit, a pesar de que permite censurar el valor mínimo a cero, requiere trabajar con una variable dependiente continua, pero en el caso que nos ocupa tenemos una variable dicotómica

- 1) Respuesta afirmativa (“Sí”) a $P1$, entonces $\infty < WTP^* > P1$
- 2) Respuesta negativa (“No”) a $P1$, pero respuesta afirmativa a $P2$; es decir, Sí a $P1/2$, entonces $P2 < WTP^* < P1$
- 3) Respuesta negativa a $P2$, entonces $0 \leq WTP^* < P2$
- 4) En la pregunta abierta se declara una cantidad específica, entonces $WTP^* = WTP_{observada}$

En donde:

- WTP^* = Disposición a pagar verdadera
- $WTP_{observada}$ = Disposición a pagar declarada en pregunta abierta
- $P1$ = Primer precio ofrecido
- $P2$ = Segundo precio ofrecido ($P/2$)
- 0 = Valores truncados en cero



Tomando como referencia estas posibilidades, podemos definir un intervalo donde se encuentra la disposición a pagar verdadera (WTP^*), de tal manera que WTP_{min} es la disposición a pagar mínima y WTP_{max} es la disposición a pagar máxima. Para cada observación, la variable dependiente, DAP^* , cae en un intervalo con límites superior e inferior.

Una vez estimada la disposición a pagar para cada individuo incluido en la muestra, es posible

estimar la disposición a pagar agregada para la totalidad de la población objeto de estudio. Este resultado es la estimación del beneficio total por el cambio en el nivel de provisión del bien o servicio ambiental valorado.

ETAPA8: EVALUACIÓN DE LA POLÍTICA MEDIANTE EL ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

Cuando la definición de la población objeto de estudio y la elección de la muestra se hicieron de la manera recomendada, el proceso de agregación es conocido, ya que está determinado por el diseño de muestreo utilizado. Una vez que se define qué estimación se utilizará (con frecuencia el promedio o la mediana de la disposición a pagar), entonces se procede a expandir el resultado a la población objeto de estudio. En el caso más sencillo es multiplicando el valor por el número total de unidades en la población.

Gran parte de las preocupaciones respecto a la agregación son las estrategias para corregir los casos de incumplimiento del diseño de una muestra representativa de la población objeto de estudio; en estos casos se pueden reducir siguiendo una serie de pasos (Ver Pearce y EceO'zdemiroglu *et al*).

La agregación tiene implicaciones importantes para estimar los beneficios totales, pues supone decidir sobre la población beneficiada, la escala geográfica de la mejora ofrecida del bien o servicio ambiental. (Turner *et al* 2004, Mitchell y Carson 1989). Esta estimación agregada de la

disposición a pagar no considera la desigualdad del ingreso de la población, al no diferenciar la capacidad de pago de los individuos; en otras palabras, se está estimando el peso relativo de sus preferencias sobre el bien valorado (Brower 2006).

Es importante considerar que debido a que la disposición a pagar agregada parte de la capacidad de pago de los individuos, los análisis costo-beneficio suponen que la distribución de la riqueza es socialmente aceptable en un análisis de eficiencia económica. Bajo esta consideración se les otorga ponderaciones iguales a los costos y beneficios que experimentan todos los miembros de la sociedad. Sin embargo, pueden existir situaciones donde es socialmente deseable considerar la distribución del ingreso para lograr objetivos de equidad. Esto puede lograrse en el análisis a través del uso de ponderaciones referidas a la distribución del ingreso. Los valores de ponderación se asignan tanto a los costos como a los beneficios. Por ejemplo, se podrían asignar ponderaciones altas a los beneficios que se les asignan a los grupos pobres de la sociedad y ponderaciones bajas a los beneficios de los ricos (Ver Pearce 1998 y Turner *et al* 2004).

Por último, el informe final debe contener una descripción del caso de estudio, la explicación del marco teórico y metodológico, la descripción de todas las etapas del estudio, la explicación del modelo econométrico aceptado para la estimación de la disposición a pagar de los individuos incluidos en la muestra y la forma de agregación e interpretación de resultados.

APÉNDICE: LOS SESGOS POTENCIALES: ASEGURAR LA CONFIABILIDAD Y VALIDEZ

En el diseño de los estudios de valoración contingente se debe considerar aspectos de confiabilidad y validez. La confiabilidad se define como la precisión o la consistencia en la medición de los datos recolectados por la encuesta (Frey y Oishi, 1995); toca aspectos del muestreo, formulación del escenario de valoración, estructura del cuestionario y análisis de los datos recabados (Hanemann, 1994). Debido a que la encuesta debe capturar lo que se busca valorar, el escenario que ofrezca el bien o servicio por evaluar debe parecer tan real como sea posible.

La validez, por otro lado, es la precisión con que la encuesta calcula lo que desea medir, y el grado en que las conclusiones de la muestra son verdaderas para la población objeto en su conjunto (Frey y Oishi, 1995). De acuerdo con Mitchell y Carson (1989), existen tres exámenes de validez: de contenido, criterio y construcción. La validez de contenido es una evaluación acerca de si el escenario de valoración contingente ha hecho las preguntas correctas, de manera apropiada y si el cálculo de la disposición de pago es lo que el entrevistado pagaría en realidad por el bien, si este se vendiera en el mercado. La validez de criterio es la comparación con el valor verdadero del bien en cuestión, cuando dicho valor existe. La validez de construcción se deriva de la compatibilidad entre las estimaciones que se produjeron y las expectativas que predice la teoría.

De la misma manera que cualquier herramienta basada en encuestas, el método de valoración

contingente es susceptible de padecer una variedad de problemas de diseño y de sesgos. A continuación se presenta una breve descripción de los tipos de sesgos que se debe tratar de evitar:

- a) El sesgo de comportamiento estratégico o del gorrón. Se presenta cuando un individuo pretende tener menos interés en alguna actividad colectiva de lo que realmente tiene, por lo cual declara una disposición a pagar menor, asumiendo que de todas formas otros pagarán por la mejora (Carson et al., 2000). En contraste, puede existir un incentivo para exagerar la disposición a pagar con el objeto de asegurar que la mejora realmente se proporcione. Para obtener la disposición a pagar real del entrevistado, y evitar este tipo de sesgos, es fundamental diseñar adecuadamente la forma de la pregunta
- b) El sesgo de hipótesis ocurre cuando la disposición de pago del entrevistado no se relaciona con el verdadero comportamiento del entrevistado; en otras palabras, el instrumento no predice el comportamiento real. Es importante asegurar que el entrevistado entienda la naturaleza del bien valorado; es decir, que comprenda en qué consistirán las mejoras de calidad (Whittington, 1998). En cualquier caso, se ha resaltado la importancia de observar si los resultados se relacionan de manera sistemática con las variables que sugiere la teoría económica. Griffin y otros investigadores (1995) exploraron este asunto para el servicio de agua donde, posterior a la encuesta de valoración contingente, desarrolla-

ron otra de seguimiento para analizar el comportamiento de los consumidores que fueron previamente entrevistados. Los autores encontraron que el 91% fue consistente con las intenciones que había declarado, de modo que este tipo de sesgo no se presentó

- c) El sesgo de la *parte* y el *todo* ocurre cuando la disposición a pagar de un individuo no distingue entre el bien específico (*parte*) y el grupo de bienes y servicios (*todo*) en que está enmarcado. En este caso se espera sensibilidad de los encuestados respecto a la magnitud de los cambios ofrecidos por el proyecto o programa concreto de mejora; por ejemplo, se podría esperar que la disposición a pagar de los hogares sea menor por mejoras en la calidad del agua de un sólo río respecto a mejoras en un conjunto de ríos de una cuenca (Ver estudios de Aquamoney 2009)
- d) El sesgo de información sucede cuando la calidad de la información que se presenta en el mercado hipotético afecta la respuesta recibida. Se debe considerar que la familiaridad del entrevistado con el contexto de los bienes ambientales a mejorar, por ejemplo un río. En estos casos puede ocurrir que sus percepciones dependan de la información previa y de la proporcionada durante la entrevista. En el caso de la valoración por cambios en la calidad del agua, generalmente los entrevistados están familiarizados con el tipo de información que se proporciona; aunque la información recabada en grupos de enfoque puede contribuir a reducir la posibilidad de cometer este tipo de sesgo, al poder considerar en el contenido, secuencia de preguntas y fraseo del cuestionario aplicado en la encuesta, las percepciones y opiniones prevalecientes entre la población objeto de estudio potencialmente beneficiaria de las mejoras de la calidad propuestas
- e) El sesgo de agregación se relaciona con los procedimientos utilizados para obtener las estimaciones del beneficio agregado. Para decidir el enfoque mediante el cual se estimará la disposición a pagar agregada, es conveniente considerar el promedio de la disposición a pagar de la población en su conjunto, aplicando los factores de expansión correspondiente al diseño de muestra utilizado. Sin embargo, para estimar la recaudación potencial puede ser importante trabajar con las cifras desagregadas por región o por grupos de ingreso, con el propósito de considerar en la estimación del beneficio total el comportamiento esperado de la capacidad de pago y las preferencias de los diferentes tipos de consumidores del bien o servicio por mejorar
- f) El sesgo de la forma del pago ocurre cuando la disposición a pagar se ve afectado por el método de recaudación propuesto en el cuestionario aplicado en la encuesta; por ejemplo, el recibo de agua puede ser un método inadecuado cuando existe un nivel de evasión importante del pago de agua potable. Con el fin de evitar este sesgo, la forma de recaudación que se proponga debe ser creíble y fácil de implementar

g) El sesgo de punto de partida, se refiere a que durante un juego de oferta de precios la primera cantidad ofrecida influye significativamente en la disposición a pagar final. Para evitar este sesgo es importante considerar el debate en torno a la forma de plantear la pregunta sobre la disposición a pagar

En resumen, es importante reiterar que el diseño cuidadoso de los estudios de valoración contingente ha demostrado su capacidad para recabar información confiable, sobre la disposición de pago de los hogares por cambios en la calidad ambiental y, por ello, cada vez más numerosos proyectos buscan evaluar sus beneficios a través de este método.

E

ESTRUCTURACIÓN DE PROYECTOS DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA (APP)

Un gobierno promotor del proyecto debe considerar si para lograr sus objetivos es mejor hacerlo exclusivamente a través de empresas estatales (a través de la contratación pública tradicional / reforma financiamiento público o del sector) o si se debe incluir al sector privado.⁷⁸

La problemática es que la infraestructura inadecuada es una constante que se presenta en todo el mundo, especialmente en países en desarrollo, se presentan servicios insuficientes para cubrir la demanda y la operación de la infraestructura no es de la calidad adecuada y hay zonas sin cobertura de servicio.

Esta deficiente prestación del servicio se debe a que la inversión es insuficiente, la planeación es pobre, hay pocos análisis para la selección de proyectos y los pocos recursos disponibles no siempre se invierten en los proyectos adecuados. Aunado a lo anterior, la construcción de la infraestructura conlleva costos y tiempos mayores a los originalmente proyectados. En conclusión, se tiene infraestructura con mantenimiento insuficiente, con costos mayores y beneficios menores⁷⁹.

Los APPs bien implementados pueden atraer recursos técnicos y financieros adicionales, mejora la selección de proyectos debido a que el mercado permite la selección de los mismos de acuerdo al interés financiero, con proyectos en tiempo y acorde a presupuesto, asegurando un adecuado mantenimiento.

E.1. DEFINICIÓN DE LAS APPS

No hay una definición extensamente unificada sobre qué significa una asociación público-privada (APP), también denominadas PPP (Public-Private Partnership por sus siglas en inglés), pero se puede citar la Ley de Asociaciones Público-privadas para entender su contexto:

Artículo 2. *Los proyectos de asociación público-privada regulados por esta Ley son aquellos que se realicen con cualquier esquema para establecer una relación contractual de largo plazo, entre instancias del sector público y del sector privado, para la prestación de servicios al sector público o al usuario final y en los que se utilice*

78 Banco Mundial, Identificación y Selección de las APP, 2013

79 Traducción y adecuación del Public-Private Partnerships Reference Guide Version 1.0, World Bank Institute, 2012

infraestructura provista total o parcialmente por el sector privado con objetivos que aumenten el bienestar social y los niveles de inversión en el País.

Artículo 95. El desarrollador tendrá, por lo menos, las siguientes obligaciones, sin perjuicio de las que establezcan las demás disposiciones aplicables:

- I. Prestar los servicios contratados, con los niveles de desempeño convenidos
- II. En su caso, ejecutar la obra de infraestructura requerida para la prestación de los servicios objeto del contrato
- III. Cumplir con las instrucciones de la dependencia o entidad contratante, cuando se expidan con fundamento legal o de acuerdo a las estipulaciones del contrato;
- IV. Contratar los seguros y asumir los riesgos establecidos en el contrato
- V. Proporcionar la información financiera y de cualquier otra naturaleza que solicite la dependencia o entidad contratante y cualquier otra autoridad competente
- VI. Permitir y facilitar la supervisión y auditorías conforme a las disposiciones aplicables y al contrato
- VII. Guardar confidencialidad respecto de la información y documentos relativos al proyecto, en el alcance y plazos señalados en el contrato
- VIII. Cumplir con el régimen de comunicación social pactado en el contrato

Artículo 96. El desarrollador será responsable de aportar los recursos para la ejecución de la obra y la prestación de los servicios.

En los términos y condiciones establecidos en las bases del concurso, la dependencia o entidad contratante podrá aportar, en bienes, derechos,

numerario o cualquier otra forma, recursos para la ejecución de la obra y la prestación de los servicios.

Artículo 104. En los proyectos de asociación público-privada, el desarrollador será responsable de la prestación de los servicios con los niveles de desempeño pactados y, en su caso, de la construcción, equipamiento, mantenimiento, conservación y reparación -menores y mayores-, de la infraestructura, necesarios para la prestación de los citados servicios.

Artículo 105. La construcción, equipamiento, mantenimiento, conservación y reparación de la infraestructura de un proyecto de asociación público-privada deberán realizarse conforme al programa, características y especificaciones técnicas pactadas en el contrato correspondiente, así como observar las disposiciones de protección ambiental, preservación y conservación del equilibrio ecológico, asentamientos humanos, desarrollo urbano y demás aplicables, en los ámbitos federal, estatal y municipal.

No estarán sujetos a la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, a la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público, ni a las disposiciones que de ellas emanan, las obras y servicios que realicen los particulares para cumplir con sus obligaciones en un proyecto de asociación público-privada.

En líneas generales⁸⁰, una asociación público-privada se refiere a un acuerdo entre el sector público y el sector privado a largo plazo en el que parte de los servicios o labores que son respon-

80 “A long-term contract between a private party and a government agency, for providing a public asset or service, in which the private party bears significant risk and management responsibility”, Public-Private Partnerships Reference Guide Version 1.0, World Bank Institute, 2012

sabilidad del sector público es suministrada por el sector privado bajo un claro acuerdo de objetivos compartidos para el abastecimiento del servicio público o de la infraestructura pública, en donde el sector privado absorbe parte de los riesgos y la responsabilidad de la operación.

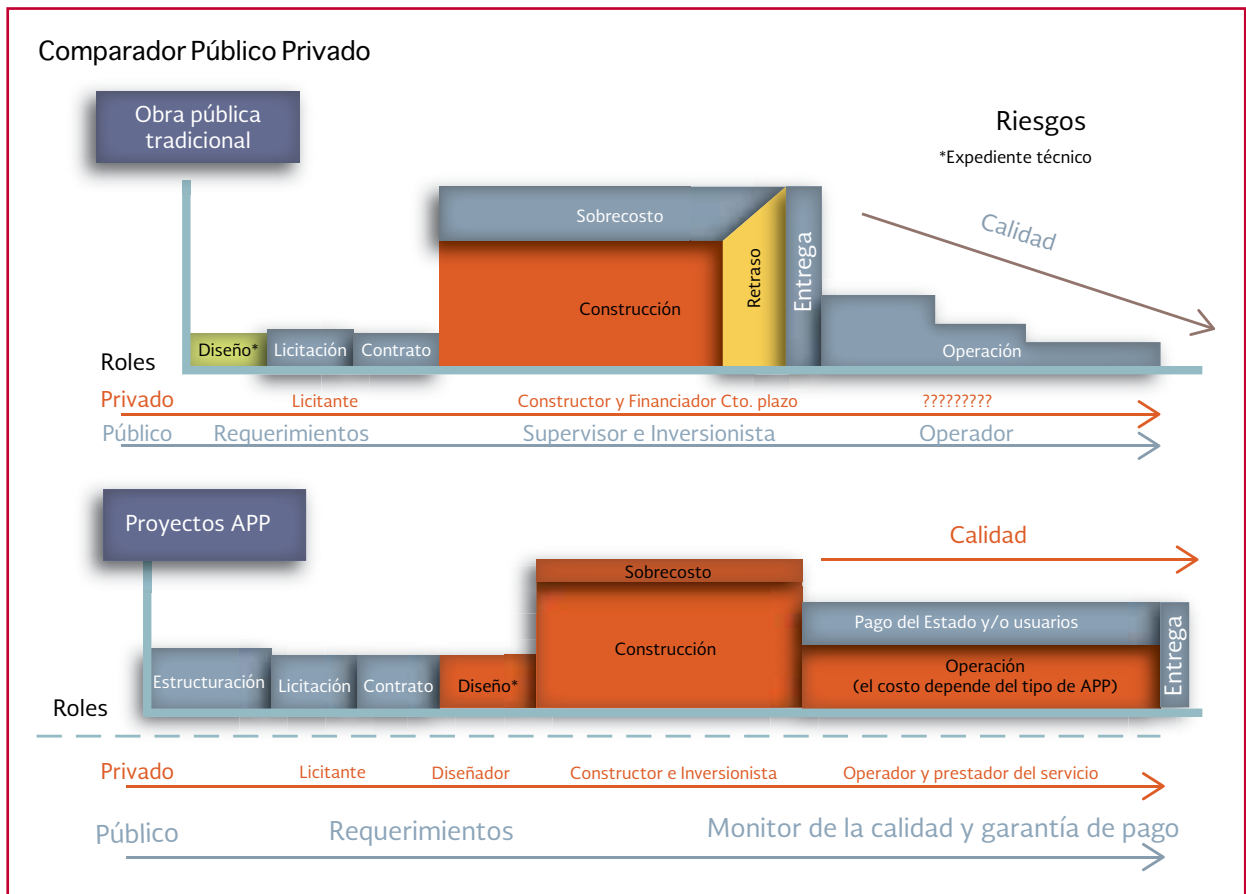
Usualmente, no incluye contratos de servicios ni contratos llave en mano, ya que estos son considerados como proyectos de contratación pública, o de privatización de servicios públicos en los que existe un rol continuo y limitado del sector público.

En algunas jurisdicciones, se diferencia un contrato público de una APP. En un contrato públi-

co, como una concesión, el sector privado provee directamente un servicio al público, por lo tanto asume el riesgo del consumidor final. En una APP, el sector privado suministra un servicio al sector público directamente, como en un contrato de Construcción, Operación y Transferencia de una planta de tratamiento de aguas residuales, o un servicio por uso como en la operación de un hospital, para lo cual los riesgos se reparten acorde a quién mejor los puede asimilar.

Solo aplica la Ley de APPs, las Leyes de Obra Pública y la de Servicios no aplican para este tipo de proyectos. Las diferencias entre las APPs y la (OPT) son sustanciales, las cuales se pueden observar en la Ilustración E.1.

Ilustración E.1 Esquemas de APP's vs OPT (costo vs tiempo). Fuente: Presentación "Las Asociaciones Público-Privadas" del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), 2013



Se pueden observar las siguientes diferencias principales:

- Mayor tiempo de estructuración en un proyecto de APP debido a que se requiere un mayor número de estudios y análisis, así como en el tiempo de licitación ya que los concursantes deben preparar una propuesta técnica más elaborada
- Mayores costos de estructuración
- El proyecto de APP se lleva un menor tiempo de construcción, ya que el contratista ganador busca un proyecto más eficiente, rápido de construir y lo más esbelto posible, disminuyendo de igual forma los costos de inversión
- Se asegura la calidad en la operación de un APP, ya que no está sujeto a recursos presupuestarios Federales, Estatales o Municipales, por lo que los costos tienden a ser mayores

El esquema APP busca una obra más eficiente y eficaz que garantice la operación durante el mediano y largo plazo.

Al ser esquemas de participación conjunta entre los sectores público y privado para el desarrollo y provisión de infraestructura y servicios públicos, por lo tanto implican:

- Relaciones jurídico-financieras de largo plazo entre los sectores público y privado que podrían tenerse durante distintas etapas del ciclo de vida de los proyectos de inversión
- Una distribución de responsabilidades y riesgos entre los sectores público y privado que serán asumidos en función de sus fortalezas y su capacidad de gestión

- La atención en la calidad y la eficiencia con que los sectores público o privado proveen infraestructura y servicios públicos

Ventajas esperadas:

- Desarrollo de infraestructura sin endeudamiento
- Ampliación de la cobertura de servicios
- Mayor eficiencia en el uso de los recursos públicos (“value for money”)
- Menor aportación de recursos por parte del promotor del proyecto
- Vehículo para mejorar la calidad del servicio público
- Mejora en el diseño y en la gestión de las instalaciones
- Mejora de la relación calidad-precio de la infraestructura y de los servicios auxiliares
- Transferencia al sector privado los riesgos para los que está mejor preparado
- Instalaciones con la calidad esperada, en el plazo programado y con el costo presupuestado

También se puede complementar con que las Asociaciones Público-Privadas (APP) son un mecanismo para complementar las capacidades del gobierno, para ayudarlo a cumplir su cometido de garantizar los servicios a todos los ciudadanos, todos los días, con el menor costo e impacto al medio ambiente.

A lo largo del tiempo, las APP han servido a las autoridades para financiar las inversiones y los gastos de gestión de infraestructura y servicios; sin embargo, sus beneficios van más allá de recursos financieros que pueden aportar las

empresas, ya que proporcionan tecnología, menores costos y tiempos de realización, así como la oportunidad en que se realizan las obras.

Como se ha explicado, existe una serie de razones para considerar la participación del sector privado, incluyendo las fuentes de financiamiento adicionales y el amplio expertise, además de la tecnología que el sector privado pueda aportar. Sin embargo, la participación del sector privado no siempre es adecuada o incluso viable, sobre todo si no se ha definido bien el proyecto, si los costos del proyecto son demasiado altos, si la tecnología que se va a utilizar no está comprobada o si hay demasiada incertidumbre en el entorno propicio (legal, financiero o político). El gobierno debe evaluar cuidadosamente las opciones disponibles y asegurarse de que hay un modelo de negocio claro antes de seguir adelante con un proyecto de APP⁸¹.

E.2. ALGUNAS VENTAJAS DE LAS APP⁸²

Las ventajas de la eficiencia del sector privado en la gestión de la infraestructura, y la mejora de los incentivos para llevar a cabo un mantenimiento regular, también depende de la contratación de un APP eficaz. Estas limitaciones significan que las APP a menudo necesitan ser complementadas con otras medidas para mejorar el rendimiento de la infraestructura. Estas

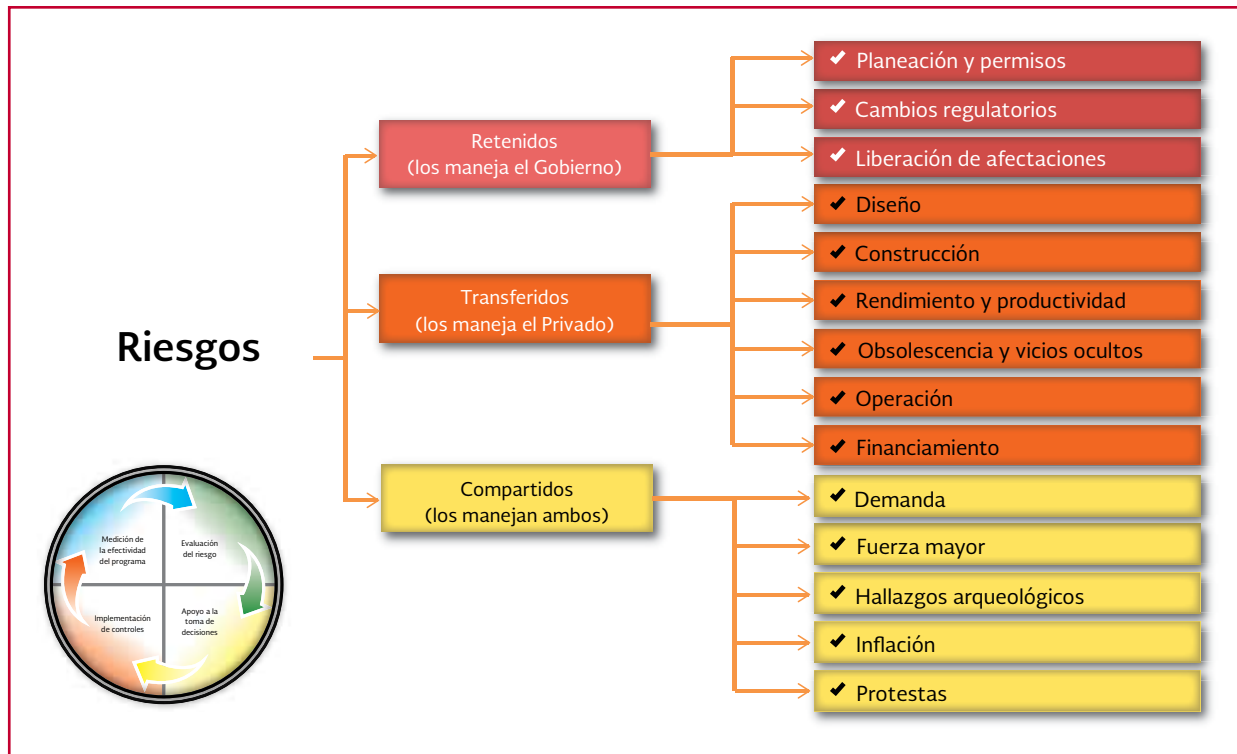
81 Banco Mundial, Identificación y Selección de las APP, <http://ppp.worldbank.org/public-private-partnerships/asociaciones-publico-privadas/identificacion-y-selección>, 2013

82 Traducción de la publicación Public-Private Partnerships Reference Guide Version 1.0, World Bank Institute, 2012

medidas pueden incluir el aumento de los recursos fiscales para la infraestructura, una mejor toma de decisiones por parte del sector público, y la mejora de la regulación y la gobernanza.

Las APP son "generadoras de valor", ya que son la forma en que puede mejorar la relación calidad-precio en la provisión de infraestructura. Estos incluyen aspectos como los siguientes:

- Riesgo de transferencia de riesgo retenido por el Gobierno en la propiedad y la infraestructura operativa normalmente lleva, y con frecuencia, el costo no valorada sustancial. La asignación de una parte del riesgo a una empresa privada que mejor puede manejarlo, puede reducir el costo total del proyecto para el gobierno (Ilustración E.2)
- La totalidad del costo es bajo la responsabilidad de una de las partes, que por adelantado con el diseño y la construcción en curso de prestación de servicios, operación, mantenimiento y renovación, puede reducir los costos totales del proyecto
- Innovación al especificar los servicios a obtener en un contrato, en lugar de insumos para la prestación del servicio, ofrece una amplia oportunidad para la innovación. Existe una apertura a la competencia de estos contratos, incentiva postores para desarrollar soluciones innovadoras para cumplir con estas especificaciones
- El uso de los activos, ya que el privado está motivado para usar una sola instalación para soportar múltiples flujos de in-



grosos y prestación de los servicios (optimización de instalaciones), reduciendo el costo de cualquier servicio

- Centrarse en la prestación de servicios permite a un departamento o agencia pública el entrar en un contrato a largo plazo para los servicios que se entregarán cuando y como sea necesario. Entonces la gestión en la empresa APP se centra entonces en el servicio que se entregarán sin tener en cuenta otros objetivos o restricciones típicas en el sector público
- La previsión y la transparencia de los costos y la financiación de todo el horizonte del proyecto, así como la provisión de infraestructura y servicios adicionales relacionados con la especificación de un período significativo, y que incluye cualquier crecimiento o requisitos de actua-

lización. Esto proporciona previsibilidad presupuestaria a lo largo de la vida de la infraestructura y reduce los riesgos de los fondos no están disponibles para el mantenimiento después de que se construyó el proyecto

- Movilización de fuentes de financiamiento adicionales para los servicios, y en algún momento se puede hacer mejor o más fácilmente con la operación del sector privado que con el sector público. Además, las APP pueden proporcionar fuentes alternativas de financiamiento para infraestructura, donde los gobiernos se enfrentan a limitaciones de financiación
- La rendición de cuentas del gobierno están condicionados a los resultados de la parte privada en que proporcione los productos especificados en la calidad,

cantidad y plazo acordado. Si no se cumplen los requisitos de rendimiento, los pagos del servicio a la parte del sector privado pueden ser disminuidos

E.3. LIMITACIONES DE LAS APP Y MEDIDAS COMPLEMENTARIAS REQUERIDA⁸³

Hay problemas que las APP no puede resolver, o que las asociaciones público-privadas puede agravar. En primer lugar, las APP pueden aparecer para aliviar los problemas de financiación más que es realmente el caso, ya que los compromisos fiscales del gobierno a las APP pueden ser poco clara. Esto puede llevar a los gobiernos que acepten mayores compromisos fiscales y el riesgo en las APP de lo que sería coherente con la gestión de las finanzas públicas prudente. Mientras que los APP pueden contribuir a un mejor análisis de los proyectos y aportar ideas nuevas, la responsabilidad de la planificación y la selección de los proyectos sigue siendo principalmente con el sector público y se puede hacer más difícil por los costos poco claros y falta de flexibilidad de los contratos de PPP.

Las APP pueden, en algunos casos, ayudar a aumentar los recursos disponibles para la infraestructura, sin embargo las APP también implican compromisos fiscales. Estos compromisos son generalmente a largo plazo, y pueden depender de riesgos, como demanda, tipo de cambio y los costos. Esto hace más difícil evaluar el costo fiscal de una APP de lo que es para un proyecto de

gobierno tradicional, donde el costo de capital se incurre por adelantado.

La falta de claridad fiscal puede llevar a los gobiernos a sobreestimar el grado en que las APP son realmente aumentando los recursos disponibles para pagar por la infraestructura. También puede crear la tentación de gastar más ahora, en respuesta a las presiones políticas y de otro tipo para ofrecer nuevas y mejores infraestructuras. Como resultado, los gobiernos pueden aceptar compromisos más altos y mayor riesgo fiscal bajo las APP de lo que sería coherente con la gestión de las finanzas públicas prudente.

Los gobiernos a menudo aceptan el riesgo fiscal excesiva en las APP, aun cuando se espera una APP para generar recursos, como puede ser cobrar a los usuarios por servicios de los gobiernos suelen tener o compartir ciertos riesgos del proyecto. Por ejemplo, los gobiernos pueden ofrecer garantías sobre la demanda, tipo de cambio, o incluso ciertos costos. La aceptación de estos riesgos podría ser consistente con una buena asignación de riesgos, sin embargo el costo de estas garantías puede ser difícil de estimar, y los gobiernos suelen asumir un riesgo significativamente mayor de lo que esperaban.

Los patrocinadores o los funcionarios gubernamentales responsables también pueden tener un incentivo a la sobre estimación de la demanda, a "ocultar" la necesidad de subsidios y empujar proyectos que no son realmente viables. El impacto acumulativo sobre varios proyectos de APP puede crear riesgo fiscal sustancial. Más encima, los recursos públicos pueden entrar en proyectos que en realidad no aportan valor para

83 Traducción y adecuación de la publicación Public-Private Partnerships Reference Guide Version 1.0, World Bank Institute, 2012

el dinero, ya que los costos son más altos o más bajos beneficios que se pensaba.

Por lo anterior, la transparencia y la estructuración del proyecto es la parte fundamental del proyecto.

E.4. LA NORMATIVIDAD DE LOS APPS EN MÉXICO

La necesidad de implementar en una forma más ordenada los esquemas de APPs en México, requería una normatividad actualizada y adecuada para el país, por lo cual la SHCP en forma conjunta con BANOBRAS asesorados con diversos consultores expertos en la materia, elaboraron:

- Ley de Asociaciones Público Privadas, SHCP, DOF 16 de enero del 2012
- Reglamento de la Ley de Asociaciones Público Privadas, SHCP, DOF 5 de noviembre del 2012
- Lineamientos que establecen las disposiciones para determinar la rentabilidad social, así como la conveniencia de llevar a cabo un proyecto mediante un esquema de asociación público-privada, SHCP, 22 de noviembre del 2012
- Criterios para la realización de Proyectos mediante un esquema de Asociación Público Privada, SHCP, 7 de junio del 2013
- Anexo de los criterios para la realización de Proyectos mediante un esquema de Asociación Público Privada, SHCP, junio del 2013

Para que los proyectos que se pretendan realizar a través de una APP puedan en su caso, ser considerados en el Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación del ejercicio fiscal siguiente,

las dependencias y entidades deberán presentar la solicitud de autorización del proyecto de APP a la SHCP a más tardar el primer día hábil de mayo de cada año⁸⁴ a través del PIPP y por conducto de la Dirección General de Programación y Presupuesto sectorial que corresponda, de conformidad con el artículo 34 del Reglamento.

E.5. ESTRUCTURACIÓN DE UN PROYECTO BAJO EL ESQUEMA DE APP

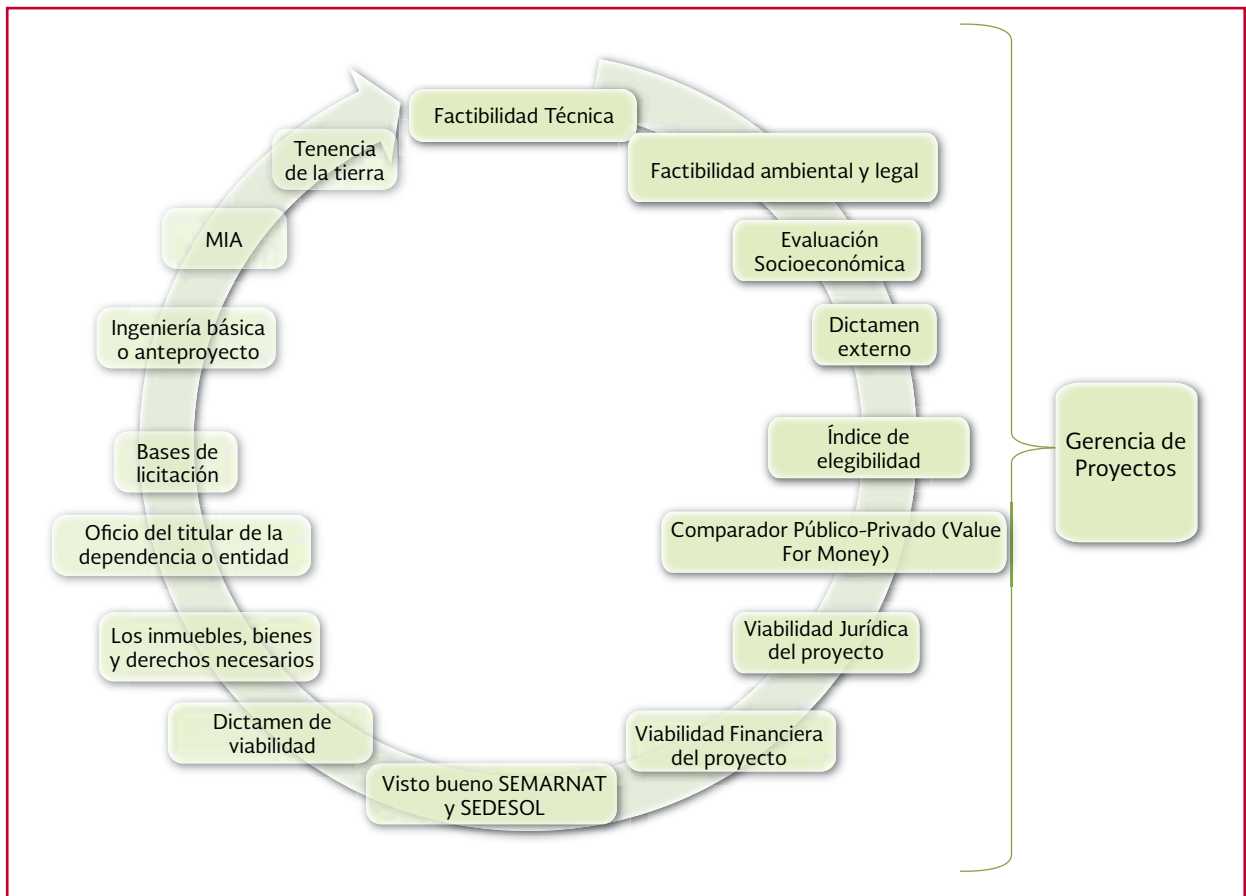
Cuando se trata de proyectos de Asociación Público-Privada (APP), el esquema de estructuración es más amplio y detallado que el de la obra pública tradicional al que se ha estado haciendo referencia, el cual se puede resumir en forma enunciativa en la Ilustración E.3.

Esta estructuración es acorde a lo establecido en la normatividad (especialmente a lo establecido en el artículo 14 de la Ley de APP), pudiéndose destacar lo siguiente:

- 1.- El oficio suscrito por el titular de la dependencia o entidad que manifieste su determinación de realizar el proyecto a través de un esquema de APP conforme la Ley
- 2.- El dictamen de viabilidad a que se refiere el artículo 30 del Reglamento firmado por la subsecretaría responsable del proyecto o su equivalente de cada dependencia o entidad, el cual deberá contar con las características siguientes:
 - Se deberá indicar en su contenido, que los análisis para determinar la viabilidad del proyecto a que se re-

84 Verificar normatividad vigente

Ilustración E.3 Diagrama de los componentes de la estructuración de un proyecto APP



fieren las fracciones I a IX del artículo 14 de la Ley, cumplen con todos los requisitos de dicho ordenamiento y su Reglamento

- Indicar que los análisis señalados en las fracciones I a IX de artículo 14 de la Ley, cumplen con todos los requisitos de dicho ordenamiento y su Reglamento
- En caso de proyectos de investigación aplicada y/o de innovación tecnológica, se requerirá, además, la aprobación del Foro Consultivo Científico y Tecnológico previsto

en el artículo 13, fracción III, de la Ley

- La manifestación bajo protesta de decir verdad de que el proyecto que presentan se considera viable para llevarse a cabo a través del esquema de asociación público-privada

Los análisis para determinar la viabilidad de un proyecto se considerarán completos, cuando incluyan todos y cada uno de los análisis señalados en el artículo 14, fracciones I a IX, de la Ley y, a su vez, tales análisis cumplan con los requisitos establecidos en dicho ordenamiento y su Reglamento, sin necesitarse contenidos adicionales.

Los proyectos se considerarán viables cuando así lo determine la dependencia o entidad federal interesada, mediante dictamen que elabore con base en los análisis antes mencionados.

Las dependencias y entidades interesadas serán las responsables exclusivas de dicho dictamen y su contenido en el artículo 30 de Ley.

A continuación se enuncian las fracciones I a IX del artículo citado y los requisitos solicitados en el Reglamento

I. La descripción del proyecto y viabilidad técnica del mismo

Debe contener las características, especificaciones, estándares técnicos, niveles de desempeño y calidad para la prestación de los servicios y, en su caso, de la infraestructura de que se trate, y los demás elementos que permitan concluir que dicho proyecto es:

- Técnicamente viable
- Congruente con el Plan Nacional de Desarrollo, así como con los programas sectoriales institucionales, regionales o especiales que correspondan a lo establecido en el artículo 20 de Ley

La factibilidad técnica debe ser la base para desarrollar esta descripción, se debe poner atención que cumpla con los requisitos antes mencionados.

II. Los inmuebles, bienes y derechos necesarios para el desarrollo del proyecto

Se debe referirse a los siguientes aspectos:

- Información del o de los registros públi-

cos de la propiedad de ubicación de los inmuebles necesarios para el desarrollo del proyecto, relativa a la titularidad, gravámenes y anotaciones marginales de tales inmuebles

- Factibilidad de adquirir los inmuebles y, en su caso, los demás bienes y derechos de que se trate
- Estimación preliminar por la dependencia o entidad interesada, sobre el posible valor de los inmuebles, bienes y derechos necesarios para desarrollar el proyecto
- Análisis preliminar sobre el uso de suelo, sus modificaciones y problemática de los inmuebles de que se trate
- Una relación de los demás inmuebles, construcciones, instalaciones, equipos y otros bienes que resultarían afectados y el costo estimado de tales afectaciones según lo establecido en el artículo 16 de la Ley

De este análisis deberá concluirse si es o no factible adquirir los citados bienes, u obtener las autorizaciones para su uso o destino según lo establecido en el artículo 22.

Se puede resaltar en este caso los derechos de vía y compra de terrenos para la infraestructura del proyecto.

III. Las autorizaciones para el desarrollo del proyecto que en su caso, resulten necesarias

Deberá enumerar las autorizaciones –federales, de las entidades federativas y municipales- que se requieran para desarrollar el proyecto, con

distinción de las necesarias para la ejecución de la obra y de aquéllas para la prestación de los servicios, así como aportar elementos que permitan determinar si es o no factible la obtención de dichas autorizaciones según lo establecido en el artículo 23 de la Ley.

Las principales autorizaciones las podemos resumir de la siguiente forma:

- i. Autorización Técnica de la CONAGUA: debe aprobar la ingeniería básica del proyecto, bases de licitación y evaluación costo-beneficio, así como la asignación del agua, permiso de construcción y en su caso permiso de ocupación de zona federal
- ii. Autorización de la UI-SHCP: debe aprobar la evaluación costo-beneficio y el dictamen externo de la factibilidad técnica, socioeconómica y ambiental
- iii. Autorización del Comité de FONADIN: debe aprobar el proyecto para que se le den subsidios del Fondo Nacional de Infraestructura
- iv. Autorización de la SEMARNAT: debe aprobar la MIA y los Estudios Técnico-Justificativo (ETJ)
- v. Autorización de derechos de vía, paso o servidumbre
- vi. Autorización de SCT a derechos de vía en Carreteras y vía de FFCC
- vii. Autorización de CFE para el uso de la energía eléctrica

viii. Autorización de BANOBRAS: debe aprobar las bases de licitación y posteriormente a la licitación el cierre financiero del proyecto

IV. La viabilidad jurídica del proyecto

Deberá señalar las disposiciones –federales, de las entidades federativas y municipales- aplicables para el desarrollo del proyecto, y el mismo deberá concluir si el proyecto es o no susceptible de cumplir con tales disposiciones según lo establecido en el artículo 15 fracción 1 de la Ley.

Cabe resaltar el hecho de que se debe analizar especialmente el marco legal del estado para verificar la factibilidad de aplicar este esquema o los cambios que se requieran.

V. El impacto ambiental, la preservación y conservación del equilibrio ecológico y, en su caso, afectación de las áreas naturales o zonas protegidas, asentamientos humanos y desarrollo urbano del proyecto, así como su viabilidad en estos aspectos; por parte de las autoridades competentes

Este primer análisis será distinto a la manifestación de impacto ambiental correspondiente conforme a las disposiciones legales aplicables;

El análisis tendrá los dos apartados siguientes:

- a) El de viabilidad ambiental, respecto del cual se solicitará la opinión de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y, en su caso, de las autoridades ambientales estatales y municipales, sobre el cumplimiento de las disposiciones de protección ambiental, preservación y conservación del equilibrio ecológico en

los ámbitos federal, estatal y municipal, así como los efectos sobre el ambiente que pueda causar la ejecución de las obras, con sustento en la evaluación del impacto ambiental prevista por la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y demás disposiciones aplicables.

Los proyectos deberán incluir las obras necesarias para que se preserven o restituyan en forma equivalente las condiciones ambientales cuando éstas pudieran deteriorarse y se dará la intervención que corresponda a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y demás autoridades federales, estatales y municipales que tengan atribuciones en la materia según lo establecido en el artículo 15 fracción 1 de la Ley.

La solicitud a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales deberá contener:

- La información señalada en la viabilidad técnica, y el plazo pretendido para el proyecto
- Ubicación y superficie pretendidas para el proyecto, con indicación si se encuentran en áreas naturales protegidas, federales o locales; zonas sujetas a protección ambiental, nacional o internacional; o áreas con especies sujetas a algún tipo de restricción jurídica en términos de las disposiciones ambientales federales
- Relación de los ordenamientos sobre el uso del suelo en los predios

pretendidos del proyecto en materia ambiental, con los criterios ambientales aplicables al sitio en donde se pretenda ubicar el proyecto

- Descripción de los recursos naturales involucrados o susceptibles de aprovechamiento, uso o afectación para el desarrollo y operación del proyecto

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales analizará la información señalada en los incisos anteriores y emitirá su opinión en un plazo de veinte días hábiles, contados a partir del siguiente en que reciba la solicitud

La opinión favorable no supone autorización en materia de impacto ambiental, ni exime de la obligación de elaborar la manifestación de impacto ambiental correspondiente en los términos previstos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

- b) El relativo a asentamientos humanos y desarrollo urbano, respecto del cual se solicitará la opinión de la Secretaría de Desarrollo Social y, en su caso, de las autoridades estatales y municipales, sobre el cumplimiento de las disposiciones de asentamientos humanos y desarrollo urbano, y en materia de construcción, en los ámbitos federal, estatal y municipal según lo establecido en el artículo 25 del Reglamento.

La solicitud a la Secretaría de Desarrollo Social deberá contener:

- La información señalada en la viabilidad técnica, y el plazo pretendido para el proyecto
- Ubicación y superficie pretendidas para el proyecto
- Relación de los ordenamientos sobre el uso del suelo en los predios pretendidos del proyecto, en materia de desarrollo urbano, con los criterios aplicables al sitio de pretendida ubicación del proyecto

La Secretaría de Desarrollo Social analizará la información señalada en los incisos anteriores y emitirá su opinión en un plazo de veinte días hábiles, contados a partir del siguiente en que reciba la solicitud.

La opinión de la citada Secretaría enumerará las autorizaciones necesarias para el desarrollo del proyecto, y señalará si se cumple con los aspectos mínimos indispensable sobre su viabilidad en tales materias. La opinión favorable no supone autorización alguna, ni exime de la obligación de tramitar las que resulten necesarias de conformidad con las disposiciones aplicables.

Este análisis se considerará completo con las opiniones mencionadas anteriormente. El proyecto se considerará viable con la opinión favorable en los aspectos citados artículo 25 del Reglamento.

VI. La rentabilidad social del proyecto

La dependencia o entidad interesada aplicará los Lineamientos, los cuales regularán el con-

tenido y la elaboración de los tipos de análisis de rentabilidad social donde las dependencias y entidades federales demuestren que son susceptibles de generar en cada caso un beneficio social neto bajo supuestos razonables artículo 26 del Reglamento.

Atendiendo a los lineamientos anteriores, se recomienda hacer uso de la presente publicación de CONAGUA denominada “Estructuración de proyectos y metodologías de evaluación socioeconómica para proyectos de agua potable, alcantarillado, saneamiento, mejoramiento de eficiencia y protección a centros de población”.

VII. Las estimaciones de inversión y aportaciones, en numerario y en especie, tanto federales y de los particulares como, en su caso, estatales y municipales

Esta estimación se referirá a:

- Las estimaciones de la inversión inicial, esta cantidad no incluirá el valor de las autorizaciones para la ejecución de la obra, así como para la prestación de los servicios, de un proyecto de APP
- Las estimaciones de aportaciones adicionales, en numerario y distintas a numerario, necesarias para mantener el proyecto en operación

En este análisis deberá señalarse la fuente de cada uno de los principales rubros de inversión y aportaciones.

Las dependencias y entidades federales interesadas deberán determinar, en este análisis, la clase de aportaciones que realizarán de las mencionadas en el artículo 3° y el artículo 2° del Reglamento.

VIII. La viabilidad económica y financiera del proyecto

El análisis sobre la viabilidad económica y financiera del proyecto considerará los flujos de ingresos y egresos del proyecto durante el plazo del mismo. A partir de este análisis, deberá determinarse si el proyecto es o no viable económica y financieramente.

En caso de proyectos que contemplen aportaciones de recursos federales presupuestarios mediante un esquema de APP, el análisis deberá incluir un apartado específico sobre la factibilidad de tales aportaciones por parte de la dependencia o entidad interesada, durante la vigencia del proyecto, en que se muestren sus efectos en las finanzas de dicha dependencia o entidad federal, con estimaciones originales como en escenarios alternos. Este apartado deberá elaborarse considerando supuestos razonables sobre las asignaciones y erogaciones presupuestarias de la dependencia y entidad interesada; la distribución de riesgos del proyecto de que se trate, así como los otros contratos de APP de la propia dependencia o entidad federal mencionadas en el artículo 31 del Reglamento.

IX. La conveniencia de llevar a cabo el proyecto mediante un esquema de asociación público-privada, en el que se incluya un análisis respecto de otras opciones

Aprobación de recursos federales

Los proyectos viables en los que la dependencia o entidad interesada pretenda participar con recursos federales presupuestarios mediante el esquema de APP, deberán presentarse a la SHCP

para efectos de la aprobación de aportaciones de recursos federales presupuestarios conforme a lo dispuesto en la Sección Segunda del Capítulo segundo del Reglamento.

Para ello, la dependencia o entidad federal interesada deberá remitir a la SHCP los análisis de rentabilidad social y de conveniencia del esquema, previstos en los artículos 26 y 29 del Reglamento. También deberán remitir, para efectos meramente informativos, los análisis de inversión y aportaciones, de viabilidad económica y financiera, así como el dictamen de viabilidad, referidos en los artículos 27, 28 y 30 del Reglamento, respectivamente.

Los proyectos viables en los que la dependencia o entidad interesada pretenda participar con recursos públicos federales no presupuestarios, con aportaciones distintas a numerario, o ambas, pero sin incluir recursos federales presupuestarios, no requerirán de las aprobaciones previstas en la sección segunda del capítulo segundo del Reglamento y el artículo 31 del Reglamento

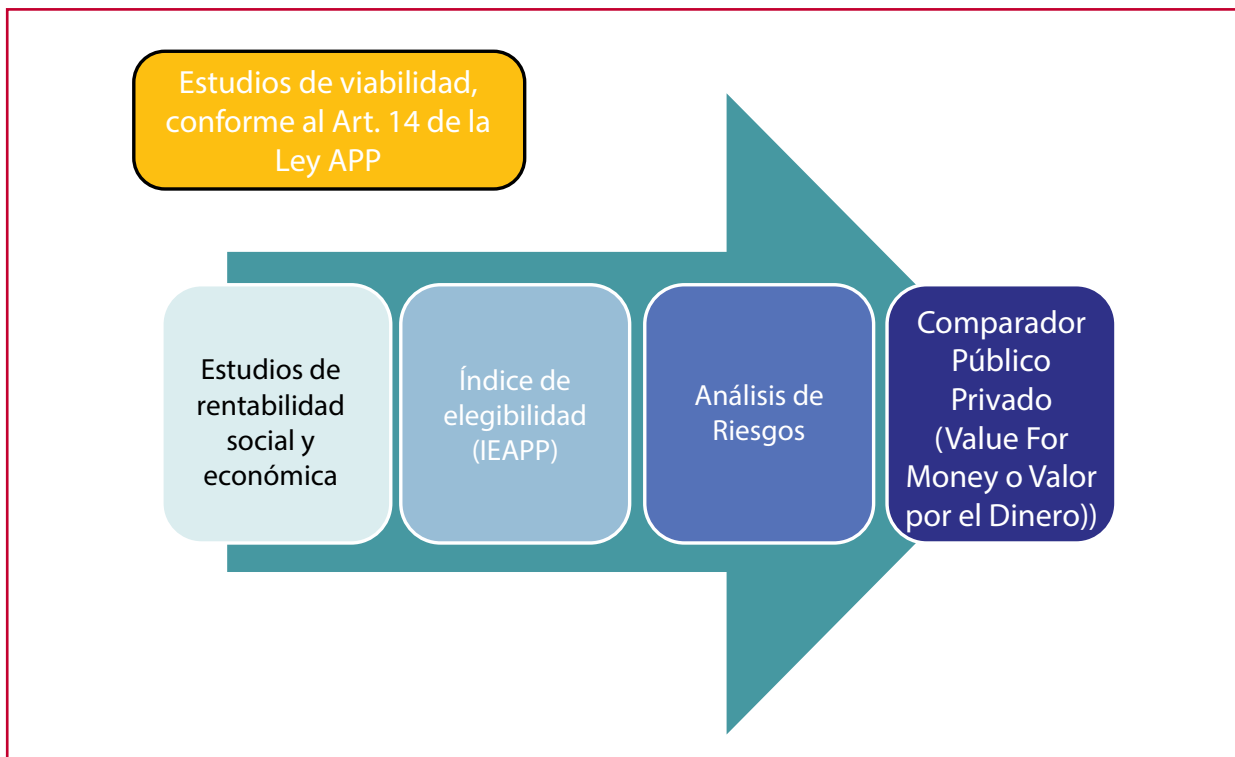
Análisis de conveniencia

Una vez que el proyecto se encuentra evaluado socioeconómicamente y su resultado es positivo al generar beneficios netos bajo supuestos razonables, y en consecuencia resulta recomendable, desde el punto de la sociedad en su conjunto implementar el proyecto, se procede a evaluar la modalidad de ejecución a través de una metodología precisa. Una vez analizado el índice de Elegibilidad (IEAPP) con resultados favorables, es de realizarse el taller de riesgos y posteriormente el *Valor por Dinero*. El análisis de conveniencia es aquel que deberá demostrarse la pertinencia de

llevar a cabo el proyecto a través de una asociación público privada, en comparación con otros esquemas de contratación u otros mecanismos de

financiamiento del proyecto según lo establecido en el artículo 26 del Reglamento, la dependencia o entidad interesada aplicará los Lineamientos.

Ilustración E.4 Flujoograma del esquema de preinversión para una APP



La evaluación deberá incorporar un análisis de costo-beneficio, la rentabilidad social del proyecto, la pertinencia de la oportunidad del plazo en que tendrá inicio, así como la alternativa de realizar otro proyecto o llevarlo a cabo con una forma distinta de financiamiento según lo establecido en el artículo 17 del Reglamento.

Del mismo deberán desprenderse ventajas del esquema de asociación pública-privada propuesto, en relación con otras opciones según lo establecido en el artículo 29 del Reglamento. Para realizar este análisis se debe atender lo establecido en el Manual emitido por la SHCP para tal fin.

E.6. ÍNDICE DE ELEGIBILIDAD DE LA APP (IEAPP)⁸⁵

Con el objetivo de que las autoridades públicas continúen con los análisis que les permita determinar si es conveniente avanzar en la implementación del esquema APP sin incurrir en costos mayores y de forma oportuna, se desarrolló un análisis conceptual y aplicado relativo a la estructuración de un Índice de Elegibilidad de

⁸⁵ Un indicador de elegibilidad para seleccionar proyectos de asociaciones público-privadas en infraestructura y servicios, IKONS 2012

Asociación Público – Privada (IEAPP) para ser aplicado en etapas tempranas de identificación de un proyecto. (El índice de elegibilidad de la APP es un indicador para seleccionar proyectos de asociaciones público-privadas en infraestructura y servicios, IKONS, 2012).

Sin embargo, la aplicación del Índice de Elegibilidad para cualquier proyecto es una condición necesaria pero no suficiente para la implementación de este como una APP, ya que en última instancia el requisito fundamental es que la decisión de optar por algún esquema de esta naturaleza sea obtener valor por el dinero, que resulta de comparar la opción APP versus una alternativa de obra pública tradicional.

Este indicador es una primera aproximación concreta para apoyar la toma de decisiones respecto al grado de “apepeabilidad” de un proyecto, y está orientado a que sea aplicado por unidades sectoriales encargadas del diseño de proyectos PPP.

E.7. ANÁLISIS DE VALOR POR DINERO (VALUE FOR MONEY)

El Valor por dinero (VPD) es un concepto sustentado en la consecución del mayor beneficio posible por una inversión igual o menor al costo de inversión de capital necesario en caso de utilizar mecanismos de contratación tradicionales, sumando a los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura y equipos ajustados por riesgos menos los ingresos de terceras fuentes, de existir, para la prestación del mismo servicio, con los mismos estándares y las mismas condiciones de terminación.

Para este fin, es necesario realizar un análisis de comparación público – privada, a través de la construcción de un Proyecto Público de Referencia (PPR) o esquema tradicional, así como de un proyecto APP y un análisis objetivo de los riesgos inherentes a ambos modelos, para al final determinar el valor real de cada proyecto y decidir si realizar el proyecto mediante un esquema APP genera VPD para el país.

La transferencia de riesgos del sector público al sector privado es un aspecto imprescindible en la determinación del valor por dinero generado por un proyecto de tipo APP. Por tal motivo para lograr que un proyecto realizado como obra pública tradicional, Proyecto Público de Referencia (PPR), y el APP sean comparables en igualdad de condiciones es necesario realizar una identificación y evaluación de los riesgos.

Lo anterior implica que para evaluar la modalidad de ejecución es necesario calcular el costo total neto para el proyecto de referencia que incluya no solamente los ingresos y costo de las inversiones, mantenimiento y operación, sino los riesgos totales de sobrepazos, sobrecostos y otros que se producen cuando el proyecto es ejecutado por el sector público (Flyvbjerg *et al.*, 2002).

Dicho costo neto ajustado se compara con el costo total de una alternativa de asociación público-privada. Si el costo total ajustado por riesgo del proyecto de referencia es mayor al costo total de la alternativa PPP entonces la modalidad de ejecución más eficiente y efectiva para la implementación del proyecto es la provisión privada. En caso contrario, la modalidad de ejecución recomendable es la provisión pública.

F

FACTIBILIDAD AMBIENTAL DE PROYECTOS

F.1. INTRODUCCIÓN⁸⁶

Actualmente las prácticas y normatividad vigentes tienden a acentuar el carácter multidisciplinario de la evaluación de proyectos, en la cual se encuentra la factibilidad ambiental de los proyectos.

El presente capítulo tiene dos objetivos: el primero es proporcionar un panorama general sobre el impacto ambiental de los proyectos y lo que es una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), ya que es indispensable que los evaluadores de proyectos integren junto con los aspectos técnicos y socioeconómicos los ambientales; tal como es indicado en los lineamientos emitidos por la SHCP para la elaboración de los estu-

dios costo y beneficio; en segundo lugar, se dan a conocer algunos planteamientos que pueden ser de utilidad para la cuantificación de los beneficios al evitar un daño ambiental en el desarrollo de un proyecto de inversión.

Ya en la aplicación específica a la evaluación socioeconómica de proyectos, en la normatividad vigente, se hace referencia a los siguientes análisis:

- a) Lineamientos para la Elaboración y Presentación de los Análisis Costo y Beneficio de los Programas y Proyectos de Inversión, publicados en el Diario Oficial de la Federación el lunes 30 de diciembre de 2014

86 Recopilación bibliográfica de acuerdo con:

• Instituto Nacional de Ecología, Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental, “La Evaluación del Impacto Ambiental, Logros y Retos para el Desarrollo Sustentable 1998-2000”, 2000.

• FODEPAL, Curso “Gestión y Evaluación de Impacto Ambiental en Proyectos de Inversión”, 2004

• FODEPAL, Curso “Instrumentos Económicos y de Gestión sobre Políticas Ambientales”, 2005

• Carabias, J. y Landa R., “Agua Medio Ambiente y Sociedad”, 2005

Sección VI. Del análisis costo-beneficio

iv. Situación con el Programa o Proyecto de Inversión.

.....

- j) Descripción de los aspectos más relevantes para determinar la viabilidad del programa o proyecto de inversión; las conclusiones de la factibilidad técnica, legal, económica y ***ambientales***, así como los estudios de mercado y otros específicos que

se requieran de acuerdo al sector y al programa o proyecto de inversión de que se trate

- b) Ley de Asociaciones Público Privadas, publicada en el Diario Oficial de la Federación el lunes 16 de enero de 2012

Artículo 14. Para determinar la viabilidad de un proyecto de asociación público-privada, la dependencia o entidad interesada deberá contar con análisis sobre los aspectos siguientes:

.....

- V. El impacto ambiental, la preservación y conservación del equilibrio ecológico y, en su caso, afectación de las áreas naturales o zonas protegidas, asentamientos humanos y desarrollo urbano del proyecto, así como su viabilidad en estos aspectos; por parte de las autoridades competentes. Este primer análisis será distinto a la manifestación de impacto ambiental correspondiente conforme a las disposiciones legales aplicables

Como se puede observar, no se solicita el Manifiesto de Impacto Ambiental (MIA), sino un análisis y estudio ambiental, los cuales se pueden considerar previos al mismo, el problema radica en que la SEMARNAT, autoridad en esta materia, no tiene reglamentada o publicada una figura de este tipo.

Aunque este capítulo de Análisis Ambiental está enfocado en la normatividad existente, en el punto F.3 se da una sugerencia sobre lo que podría contener esta figura de estudio ambiental, la cual en el primer caso apoyaría el registro del proyecto en la Cartera de Progra-

mas y Proyectos de la Unidad de Inversiones de la SHCP, mientras que en el segundo, se hace referencia a demostrar la viabilidad del proyecto desde el sentido ambiental para que pueda ser sujeto de análisis por la entidad sectorial correspondiente.

F.2. ANTECEDENTES

La valoración económica de la calidad ambiental está íntimamente asociada al bienestar de la sociedad y quizás por esta razón, los proyectos ambientales constituyen una de las áreas de aplicación más promisorias del análisis costo-beneficio. Además, el poder valorar económicamente los proyectos que afectan directa o indirectamente el medio ambiente, nos permite no solamente una toma de decisiones más eficiente y equitativa, sino también, procurar el bienestar de las generaciones presentes y futuras inmersas en circunstancias cada vez más competitivas, abiertas y multirelacionadas.

El desarrollo de esta sección constituye una estimulante síntesis de algunos de los principales métodos que permiten incorporar el impacto ambiental en los proyectos de inversión. Se destacan los llamados métodos de costos evitados o incurridos a partir de funciones dosis-respuesta; el método del costo de viaje, como alternativa para conocer la disposición de los consumidores a pagar por bienes y servicios; el método de los precios hedónicos, basado en las características implícitas de ciertos bienes y el método de la valoración contingente o revelación de preferencias mediante la aplicación de encuestas a la población. Con las limitaciones prácticas que dichos métodos conllevan, se apuesta a que la investigación y divulgación de dichas técnicas, se respalden los esfuerzos que desde diferentes perspectivas se están promoviendo a fin de

institucionalizar un mayor conocimiento sobre la medición de impactos ambientales. También se analizan cuatro de los principales problemas con que se enfrenta el análisis costo-beneficio al abordar los bienes y servicios ambientales: la irreversibilidad, el cálculo de los valores de no uso, la incertidumbre y el empleo de la tasa de descuento más apropiada para lograr objetivos de desarrollo sustentable.

En los últimos años organismos internacionales y locales se han mostrado cada vez más interesados en encontrar la mejor manera de incluir el impacto ambiental de los proyectos de desarrollo en el proceso de toma de decisiones.

A su vez se reconoce ampliamente que el fracaso de algunos proyectos de infraestructura fue producto de la poca atención prestada a su impacto en el medio ambiente, el problema ha sido abordado hasta hace poco en la literatura de análisis o evaluación de proyectos.

Del mismo modo, algunos de los manuales más importantes de evaluación social de proyectos abordan el problema general de lograr una mejor asignación de los recursos en presencia de ciertos fallos de mercado. Pero en estos casos no todos los fallos merecen idéntica consideración; el interés principal está en los producidos como consecuencia de graves imperfecciones de los mercados existentes (que provocan una distorsión de los precios) y no tanto en los que surgen por la ausencia de mercados para ciertos bienes (debido a externalidades, bienes públicos, recursos comunes y demás), que lleva a una ausencia de precios. Este hecho podría ilustrar la afirmación de que hasta hace poco la evaluación social de proyectos y la estimación del impacto ambiental podían considerarse ramas separadas del análisis costo-beneficio social.

Un objetivo más de la presente sección, queda expresado al examinar de qué maneras y con qué cambios en la metodología general se podría introducir el impacto ambiental de los proyectos de infraestructura en el análisis costo-beneficio. Para tal propósito dicho análisis puede definirse como un método coherente de organizar la información sobre las ventajas (beneficios) y desventajas (costos) sociales expresadas en una unidad monetaria común. Obviamente, la primera condición para incluir los aspectos ambientales es calcular el valor de los cambios de la calidad ambiental en términos monetarios, es decir cuantificar e incluir en el flujo de evaluación las externalidades tanto negativas como positivas para la toma de decisiones.

La primera impresión es, que el problema estriba simplemente en que no existen precios para calcular el valor de las repercusiones ambientales (positivas y negativas). Los mercados formales y los precios privados no están en condiciones de proporcionarnos información alguna sobre la disposición a pagar por aire y agua más limpios, biodiversidad o belleza geográfica, o sobre el costo de oportunidad de degradar la calidad de las aguas subterráneas utilizando abonos nitrogenados o del aumento de la salinización debida al riego, etcétera.

Todos estos constituyen ejemplos de repercusiones que no tienen precio. Tales repercusiones afectan al bienestar social y, las personas no son indiferentes a ellas. Esto ha alentado el esfuerzo por revelar el valor que la sociedad (a través de las preferencias de la gente) asigna a estas externalidades negativas; dado un proyecto concreto para el que se ha determinado el impacto ambiental, medido en ciertos términos físicos pero no valorado, habría que calcular su valor de acuerdo con la técnica más apropiada y añadir el

resultado obtenido al flujo de costos y beneficios del proyecto, lo que daría una especie de beneficios ambientales netos del proyecto.

Aunque la valoración económica de los efectos ambientales es una condición necesaria para incluir los aspectos ambientales en el análisis costo-beneficio, ésta no es suficiente. Este hecho obedece a que los bienes y servicios ambientales son sustancialmente distintos de los bienes de producción o consumo comunes en la teoría económica.

A diferencia del capital creado por el hombre, la pérdida de un bien ambiental puede ser irreversible. El valor de los bienes ambientales no puede reducirse al valor que le damos a su uso como factor de producción o como bien de consumo.

Los efectos de las modificaciones que hacemos en el medio ambiente están sujetos a un mayor grado de incertidumbre que las consecuencias de las actividades normales de producción y consumo. En suma, si los bienes ambientales son diferentes de otros bienes económicos, nuestros criterios para asignarlos también deben ser distintos.

Existen en la literatura abundantes definiciones respecto al concepto de “impacto ambiental”. Algunos lo definen como los cambios espaciales y temporales de un parámetro ambiental como resultado de la interacción de una acción humana en particular, en comparación con lo que hubiese ocurrido si la situación no se hubiese dado. Otros definen los impactos como las alteraciones significativas, de carácter negativo o beneficioso, que se producen en el ambiente como resultado de una actividad humana. En ambos casos debe tenerse claridad sobre los umbrales de aceptabilidad respecto al deterioro ambien-

tal y los elementos del ambiente que deben ser protegidos.

Cabe establecer la diferencia entre efecto e impacto. El primero se refiere a cualquier variación o modificación de los factores ambientales por la acción de un proyecto. El segundo vincula la valoración de la significancia positiva o negativa producida sobre la calidad ambiental.

El significado del impacto puede conectarse con su reversibilidad. La necesidad de calificar el deterioro irreversible, el agotamiento de un recurso, y la iniciación de procesos negativos que se aceleran a sí mismos, ha conducido al desarrollo de estrategias de definición y uso de umbrales. Éstos marcan los límites a partir de los cuales el impacto se considera inadmisibles y que, por lo tanto, incompatibilizan la ejecución de la acción con determinados ambientes.

Existen diversas formas para definir y calificar los impactos. Un ejemplo de niveles puede ser el siguiente:

- a) Impacto compatible. La carencia de impacto o la recuperación inmediata tras el cese de la acción. No se necesitan prácticas mitigadoras
- b) Impacto moderado. La recuperación de las condiciones iniciales requiere cierto tiempo. Se precisan prácticas de mitigación simples
- c) Impacto severo. La magnitud del impacto exige, para la recuperación de las condiciones, la adecuación de prácticas específicas de mitigación. La recuperación necesita un período de tiempo dilatado
- d) Impacto crítico. La magnitud del impacto es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente de la

calidad de las condiciones ambientales, sin posibilidad de recuperación incluso con la adopción de prácticas de mitigación

Principales Métodos para la Identificación de Impactos Ambientales

- a) Las reuniones de expertos. Cuando se trata de estudiar un impacto muy concreto y circunscrito. Si no ocurre así, no se puede pretender ni rapidez ni exhaustividad, a causa de los cruces interdisciplinarios. El método Delphi⁸⁷ ha sido de gran utilidad en estos casos
- b) Los listados de verificación. Son listas exhaustivas que permiten identificar rápidamente los impactos. Existen las puramente “indicativas” y las “cuantitativas”, que utilizan estándares para la definición de los principales impactos (por ejemplo, contaminación del aire según el número de viviendas)
- c) Las matrices simples de causa-efecto. Son matrices limitadas a relacionar la variable ambiental afectada y la acción humana que la provoca
- d) Los grafos y diagramas de flujo. Tratan de determinar las cadenas de impactos primarios y secundarios con todas las interacciones existentes y sirven para definir tipos de impactos esperados
- e) La cartografía ambiental o superposición de mapas (overlay). Se construyen una serie de mapas representando las caracte-

terísticas ambientales que se consideren influyentes. Los mapas de síntesis permiten definir las aptitudes o capacidades del suelo ante los distintos usos, los niveles de protección y las restricciones al desarrollo de cada zona

- f) Redes. Son diagramas de flujo ampliados a los impactos primarios, secundarios y terciarios
- g) Sistemas de Información Geográficos. Son paquetes computacionales muy elaborados, que se apoyan en la definición de sistemas. No permiten la identificación de impactos, que necesariamente deben estar integrados en el modelo, sino que tratan de evaluar la importancia de ellos
- h) Matrices. Estos métodos consisten en tablas de doble entrada, con las características y elementos ambientales y con las acciones previstas del proyecto. En la intersección de cada fila con cada columna se identifican los impactos correspondientes. La matriz de Leopold⁸⁸ es un buen ejemplo de este método. En matrices más complejas pueden deducirse los encadenamientos entre efectos primarios y secundarios, por ejemplo

Como puede verse, existen muchas maneras y métodos para analizar la capacidad del ambiente y los impactos ambientales. Son tantos que su selección es un punto crucial en los resultados de la evaluación. Por ello no es posible abogar

87 El método pretende extraer y maximizar las ventajas que presentan los métodos basados en grupos de expertos y minimizar sus inconvenientes. Para ello se aprovecha la sinergia del debate en el grupo y se eliminan las interacciones sociales indeseables que existen dentro de todo grupo. De esta forma se espera obtener un consenso lo más fiable posible del grupo de expertos.

88 La matriz de Leopold corresponde a una matriz de las llamadas causa-efecto, las que consisten en un listado de acciones humanas y otro de indicadores de impacto ambiental, que se relacionan en un diagrama matricial.

por una fórmula única, ya que no lo permite la escasa perspectiva temporal y la enorme complejidad de las interacciones; aún más, una regla de este tipo, nunca sería aconsejable de definir en el dominio de las ciencias ambientales.

F.3. FACTIBILIDAD AMBIENTAL DE UN PROYECTO

Esta es una figura solicitada en la ley de APP (Anexo E) pero no se encuentra reglamentada por la SEMARNAT, por lo que se sugiere realizar trabajo de gabinete y sería recomendable un recorrido de campo en la zona a impactar, de forma que se logren identificar en forma general tanto si existen Áreas Naturales Protegidas cercanas o que se afecten, o alguna especie de flora o fauna que esté protegida.

Asimismo, se deberá hacer una estimación previa de las hectáreas que podrían requerir cambio de uso de suelo debido al proyecto.

Con lo anterior, se podrían sugerir las principales medidas de mitigación y concluir si habría alguna afectación ambiental que podría inhibir la realización del proyecto.

F.4. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y SU MANIFESTACIÓN

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y su Manifestación (MIA) son instrumentos de política ambiental y en ellas se utiliza un conjunto de técnicas, que integradas, permiten predecir y evaluar los probables efectos ambientales de un proyecto determinado.

La EIA tiene como objetivo llegar a una decisión balanceada que concilie los intereses y objetivos de algún proyecto, con los factores ambientales, socioeconómicos, políticos y técnicos que intervienen en la construcción y operación de infraestructura. Dos elementos de la EIA, son de vital importancia para los fines de determinación de la responsabilidad ambiental y reparación del daño, son:

- La enunciación de los impactos ambientales significativos: los ambientes (reales y potenciales) en el área de influencia
- La descripción general de las medidas para evitar, atenuar o remediar impactos negativos

Antes de empezar determinadas obras públicas, proyectos o actividades que pueden producir impactos importantes en el ambiente, la legislación obliga a hacer una evaluación del impacto ambiental que producirán si se llevan a cabo.

La evaluación de impacto ambiental es un proceso singular cuya operatividad y validez como instrumento para la protección del ambiente está recomendado por diversos organismos internacionales⁸⁹. También es avalado por la experiencia acumulada en países desarrollados, que lo han incorporado a su ordenamiento jurídico desde hace años. En México, las metodologías

89 La Declaración de Río (1992) en su principio 17 señala que: “deberá emprenderse una evaluación del impacto ambiental, en calidad de instrumento nacional, respecto de cualquier actividad propuesta que probablemente haya de producir un impacto negativo considerable en el medio ambiente...”.

para la realización de la EIA tienen su origen en la Ley Federal de Protección al Ambiente de 1982 retomado posteriormente por la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) de 1988. Habitualmente, la presentación del MIA, correspondiente a una EIA, sigue una serie de guiones propuestos en un primer momento por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología según su modalidad⁹⁰.

De acuerdo a los artículos 28 y 30 de la LGEEPA, “quienes pretendan obras o actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas...”, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT, para lo cual “deberán presentar... una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.

Si después de la presentación de una manifestación de impacto ambiental se realizan modificaciones al proyecto de la obra o actividad respectiva, los interesados deberán hacerlas del conocimiento de la Secretaría, a fin de que ésta les notifique... si es necesaria la presentación de

información adicional para evaluar los efectos al ambiente.” Los contenidos, así como las características y las modalidades de las manifestaciones de impacto ambiental y los estudios de riesgo quedan establecidos en el Reglamento de la LGEEPA.

De modo general, dichos guiones cubren una descripción del proyecto, aspectos generales del medio natural y socioeconómico, la vinculación de la obra con diversos ordenamientos jurídicos, diversos diagnósticos temáticos, la identificación y evaluación de impactos ambientales de significancia, posibles escenarios ambientales post-proyecto, las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales, una estrategia de gestión para el proyecto y las conclusiones del estudio.

Según el artículo 28 de la misma ley, en los casos en que determine su reglamento, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental quienes pretendan llevar a cabo, entre muchas otras actividades, las obras hidráulicas (fracción I) y Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales (fracción X) y obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal...(fracción XIII). De manera específica conforme se indica en el párrafo anterior, el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en su artículo 5º, establece las obras o actividades HIDRÁULICAS, que requieren previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

- i. Presas de almacenamiento, derivadoras y de control de avenidas con capacidad mayor de 1 millón de metros cúbicos, ja-

90 Informes Medioambientales: Evaluación Preliminar; Evaluación Simplificada y Evaluación Detallada

- güeyes y otras obras para la captación de aguas pluviales, canales y cárcamos de bombeo, con excepción de aquellas que se ubiquen fuera de ecosistemas frágiles, Áreas Naturales Protegidas y regiones consideradas prioritarias por su biodiversidad y no impliquen la inundación o remoción de vegetación arbórea o de asentamientos humanos, la afectación del hábitat de especies incluidas en alguna categoría de protección, el desabasto de agua a las comunidades aledañas, o la limitación al libre tránsito de poblaciones naturales, locales o migratorias
- ii. Unidades hidroagrícolas o de temporal tecnificado mayores de 100 hectáreas
 - iii. Proyectos de construcción de muelles, canales, escolleras, espigones, bordos, dársenas, represas, rompeolas, malecones, diques, varaderos y muros de contención de aguas nacionales, con excepción de los bordos de represamiento del agua con fines de abrevadero para el ganado, autoconsumo y riego local que no rebasen 100 hectáreas
 - iv. Obras de conducción para el abastecimiento de agua nacional que rebasen los 10 kilómetros de longitud, que tengan un gasto de más de quince litros por segundo y cuyo diámetro de conducción exceda de 15 centímetros
 - v. Sistemas de abastecimiento múltiple de agua con diámetros de conducción de más de 25 centímetros y una longitud mayor a 100 kilómetros
 - vi. Plantas para el tratamiento de aguas residuales que descarguen líquidos o lodos en cuerpos receptores que constituyan bienes nacionales
 - vii. Depósito o relleno con materiales para ganar terreno al mar o a otros cuerpos de aguas nacionales
 - viii. Drenaje y desecación de cuerpos de aguas nacionales
 - ix. Modificación o entubamiento de cauces de corrientes permanentes de aguas nacionales
 - x. Obras de dragado de cuerpos de agua nacionales
 - xi. Plantas potabilizadoras para el abasto de redes de suministro a comunidades, cuando esté prevista la realización de actividades altamente riesgosas
 - xii. Plantas desaladoras
 - xiii.ertura de zonas de tiro en cuerpos de aguas nacionales para desechar producto de dragado o cualquier otro material
 - xiv. Apertura de bocas de intercomunicación lagunar marítimas
- Así el citado Reglamento determina las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de la LGEEPA, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni re-

basen los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, y que por lo tanto no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en dicha Ley.

Por otro lado, el artículo 31 de la misma Ley, remite a la presentación de un informe preventivo y no una manifestación de impacto ambiental, cuando:

- I. Existan normas oficiales mexicanas u otras disposiciones que regulen las emisiones, las descargas, el aprovechamiento de recursos naturales y, en general, todos los impactos ambientales relevantes que puedan producir las obras o actividades
- II. Las obras o actividades de que se trate estén expresamente previstas por un plan parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que haya sido evaluado por la Secretaría en los términos del artículo siguiente (artículo 32)
- III. Se trate de instalaciones ubicadas en parques industriales autorizados en los términos de la presente sección

Aun en los casos previstos por dicho artículo, y habiendo analizado el informe preventivo, la SEMARNAT se reserva la decisión para determinar si se requiere la presentación de una manifestación de impacto ambiental en alguna de las modalidades previstas.

Como proceso de planeación ambiental, la EIA, consta de tres etapas: la descriptiva, la analítica

y la propositiva o estratégica. Dichas etapas, comprenden nueve fases, de las cuales, las cinco primeras corresponden a la etapa descriptiva e integran los procesos de recopilación de información del proyecto, regionalización ecológica y la caracterización física, biológica y socioeconómica del área. La sexta y séptima fases corresponden a la etapa analítica de la evaluación.

Por último la etapa estratégica, en la que se diseñan las medidas de prevención, mitigación, compensación, remediación y manejos ambientales del área, se genera un programa de monitoreo ambiental y seguimiento del proyecto, se desarrollan propuestas para la integración y expedición de los instrumentos legales para el monitoreo del proyecto y la generación de un banco sistematizado de información geográfica y ecológica acorde con las necesidades de la región de estudio y la instrumentación de la estrategia de gestión y monitoreo ambiental.

En cada etapa llevan a cabo reuniones interdisciplinarias y talleres de planeación participativa como parte de una estrategia de comunicación de la información, gestión y evaluación del proyecto.

Es preciso señalar que para que la EIA sea útil en un marco de deslinde de responsabilidades, ésta deberá poder identificar de forma clara los impactos ambientales (reales o potenciales) más representativos. Para ello, la definición de los criterios relevantes por parte de todos los involucrados es de primordial importancia. Esto además, provee de la información que permitirá llegar a una decisión balanceada de conciliación de intereses y objetivos de un proyecto, sin afectar en forma significativa otros elementos y procesos del sistema.

Tabla F.1 Diagrama de las fases metodológicas a utilizar en una EIA

Etapa	Núm.	Fase	Proceso
Descriptiva	1	Recopilación de información	Recopilación de información
	2	Regionalización	Regionalización ecológica
	3	Caracterización física	Trabajo de gabinete Verificación de campo
	4	Caracterización biológica	Trabajo de gabinete Verificación de campo
	5	Caracterización socioeconómica	Trabajo de gabinete Verificación de campo
Analítica	6	Diagnóstico	Vinculación del proyecto con normas y usos del suelo
			Diagnósticos temáticos
			Análisis de aptitud
			Identificación de índices e indicadores
			Diagramas de flujo
			Modelo conceptual
7	Pronóstico	Simulación K	
		Modelos cuantitativos y análisis de tendencias	
Estratégica	8	Mitigación de impactos y propuestas de manejo	Estrategias, políticas y lineamientos de manejo
			Medidas de mitigación, compensación y remediación
			Instrumentos de gestión
9	Estrategia de gestión	Monitoreo y seguimiento	
		Sistema de información.	

F.5. OTROS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS

Independientemente de que los lineamientos de la SHCP para la elaboración de estudios costo y beneficio, consideren la parte correspondiente a la factibilidad ambiental de los proyectos, de manera transversal en la normatividad federal se exige y remite al cumplimiento de los estudios para garantizar la observancia en la preservación del medio ambiente con la realización de los proyectos de inversión; a propósito de la normatividad vigente, que a continuación se presenta:

Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria

Artículo 53. Los programas y proyectos de inversión que se señalan en este Artículo deberán contar con el dictamen favorable sobre el análisis de factibilidad técnica, económica y ambiental y, en su caso, sobre el proyecto ejecutivo de obra pública. Este dictamen se deberá obtener antes de la emisión de los oficios de inversión correspondientes, o en los casos en que éstos no se requieran, antes de iniciar el procedimiento de contratación correspondiente.

Los programas y proyectos de inversión sujetos a esta obligación son:

- I. Los nuevos proyectos de infraestructura productiva de largo plazo
- II. Los nuevos programas y proyectos de inversión presupuestaria en infraestructura eléctrica, hidráulica y de transporte, incluyendo carreteras, cuyo monto total de inversión sea superior al que determine la Secretaría
- III. Las modificaciones al alcance tanto de proyectos de infraestructura productiva de largo plazo como de inversión presupuestaria cuyo monto total y tipo de infraestructura correspondan a lo señalado en la fracción anterior

***Ley de Obras Públicas y Servicios
Relacionados con las mismas.***

Artículo 20.- Las dependencias y entidades estarán obligadas a considerar los efectos sobre el medio ambiente que pueda causar la ejecución de las obras públicas, con sustento en la evaluación de impacto ambiental prevista por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Los proyectos deberán incluir las obras necesarias para que se preserven o restituyan en forma equivalente las condiciones ambientales cuando éstas pudieren deteriorarse y se dará la intervención que corresponda a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y a las dependencias y entidades que tengan atribuciones en la materia.

Artículo 21.- Las dependencias y entidades según las características, complejidad y magnitud de los trabajos, formularán sus programas anuales de obras públicas y de servicios relacionados con las mismas y los que abarquen más de un ejercicio presupuestal, así como sus respectivos presupuestos, considerando:

1. Los estudios de preinversión que se requieran para definir la factibilidad técnica, económica, ecológica y social de los trabajos

Ley de Aguas Nacionales

Artículo 21 Bis. El promovente deberá adjuntar a la solicitud de concesión o asignación, al menos los documentos siguientes:

- III. La manifestación de impacto ambiental, cuando así se requiera conforme a la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas

Artículo 15.- En la planeación de las obras y servicios, las dependencias y entidades, según las características, complejidad y magnitud de los trabajos, deberán considerar, además de lo previsto en la Ley, lo siguiente:

- III. Los avances tecnológicos en función de la naturaleza de las obras y servicios y la selección de aquellos procedimientos de seguridad del personal e instalaciones, construcción, materiales, productos y

equipos que satisfagan los requerimientos técnicos, ambientales y económicos del proyecto

F.6. CONTENIDOS DE LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

Descripción del proyecto. Se describen todas las acciones que podrían tener impactos ambientales significativos, tanto en las etapas de construcción, puesta en marcha, operación, como de abandono. Entre otros, se incluyen los siguientes aspectos:

- a) Resumen ejecutivo
- b) Descripción de la acción, identificando: proponente, tipo y monto de inversión, etapa del proyecto, tecnología empleada, objetivos y justificación, descripción general del proyecto con sus obras complementarias
- c) Marco de referencia legal y administrativo. Se deben especificar los aspectos legales y administrativos que están asociados a la temática ambiental del proyecto, especialmente al cumplimiento de las normas y obtención de permisos ambientales
- d) Localización. Se justifica la decisión sobre la ubicación geográfica y político-administrativa de la acción y los impactos ambientales que se deriven de ella
- e) Envergadura de la acción. Se establece el área de influencia, generando una

descripción de la superficie involucrada en función de los impactos ambientales significativos. Se describen aspectos, tales como: tamaño de la obra, volumen de producción, número de trabajadores, requerimientos de electricidad y agua, atención médica, educación, caminos, medios de transporte, entre otros

- f) Tipos de insumos y desechos. Se describen las materias primas utilizadas y su volumen, fuentes de energía, cantidad y calidad de las emisiones sólidas, líquidas o gaseosas, así como la tasa a la cual se generarán y la disposición y manejo de los desechos, los planes de manejo de los recursos, volúmenes y tasa de extracción, origen de los insumos y otros aspectos relevantes para identificar el impacto ambiental del proyecto

Antecedentes del área de influencia del proyecto (Línea de Base). Deben incluirse parámetros ambientales sólo en la medida que representen los impactos ambientales significativos. Se incorporan aspectos como:

- a) Descripción de depósitos o tratamiento de desechos, uso actual y valor del suelo, división de la propiedad, grado de avance industrial-residencial, capacidad de uso y topografía, categoría de área protegida y equipamiento e infraestructura básica, entre otros
- b) Descripción de la ubicación, extensión y abundancia de fauna y flora, y características y representatividad de los ecosistemas. Se analiza tanto la calidad como la fragilidad de los ambientes involucrados

- c) Descripción del medio físico (agua superficial y subterránea, aire y suelo) en cuanto a sus características (parámetros físico-químicos, estado de contaminación, etc.) y sus dinámicas
- d) Descripción de los sitios relativos a monumentos nacionales, áreas de singularidad paisajística, sitios de valor histórico-arqueológico o cultural, entre otros.
- e) Descripción de parámetros demográficos, de características socioeconómicas, de calidad de vida, de cantidad de personas afectadas, costumbres, valores y rasgos culturales entre otras variables
- f) Identificación, análisis y valorización de los impactos. En esta parte se identifican los impactos positivos y negativos derivados de la construcción, puesta en marcha, operación y abandono de la acción. La valorización de los impactos y la elección de las técnicas deben velar porque ellas:
 - Analicen la situación ambiental previa (antecedentes o línea de base) en comparación con las transformaciones esperadas del ambiente
 - Prevean los impactos directos, indirectos y los riesgos inducidos que se podrían generar sobre los componentes físico-naturales, socioeconómicos, culturales y estéticos del ambiente
 - Enfatice la pertinencia de las metodologías usadas en función de: i)

la naturaleza de acción emprendida, ii) las variables ambientales afectadas, y iii) el área involucrada

- Utilicen variables ambientales representativas para medir impactos y justifiquen la escala, el nivel de resolución y el volumen de los datos, la repetibilidad de la información, la definición de umbrales de impactos y la identificación de impactos críticos o inadmisibles e impactos positivos
- Consideren las normas y estándares nacionales existentes en la materia y área geográfica de que se trate

Plan de manejo ambiental. Una vez que se han identificado, analizado y cuantificado los impactos ambientales se incluyen los siguientes aspectos:

- a) Análisis de las acciones posibles de realizar para aquellas actividades que, según lo detectado en el punto anterior, impliquen impactos no deseados
- b) Descripción de procesos, tecnologías, acciones y otros, que se hayan considerado para reducir los impactos ambientales negativos cuando corresponda
- c) Programa de mitigación con las acciones tendientes a minimizar los impactos negativos sobre el ambiente en la construcción, operación y abandono de las obras e instalaciones

- d) Programa de medidas compensatorias con las actividades tendientes a lograr transacciones ambientales para manejar los impactos sin posibilidades de mitigación
- e) Programa de prevención y control de riesgos, con las medidas ante los eventuales accidentes tanto en la infraestructura o insumos como en los trabajos de construcción, operación y abandono de las obras
- f) Programa de contingencias, con las acciones para enfrentar los riesgos identificados en el punto anterior
- g) Programa de seguimiento, evaluación y control, con los antecedentes necesarios para verificar la evolución de los impactos ambientales, seguir adecuadamente el comportamiento de la línea de base, revisar las acciones de mitigación y compensación propuestas en el estudio de impacto ambiental, y realizar auditorías para ajustar el comportamiento de las obras a las condiciones ambientales deseadas

De acuerdo a las definiciones anteriores, se puede mencionar en forma enunciativa, algunos contenidos básicos a considerar en este tipo de análisis.

El desarrollo de las metodologías para evaluar impactos ambientales puede vincularse secuencialmente con: a) la búsqueda de las relaciones entre los elementos o características territoriales y las acciones; b) las mediciones específicas e información necesaria para estimar los impactos; y c) las medidas de mitigación, compensación y seguimiento. Estos antecedentes permiten una adecuada identificación, predicción e interpre-

tación de los impactos sobre diversos componentes del ambiente.

La información puede concretarse sobre la base de dos aspectos básicos: la medición de la capacidad y del impacto sobre el medio. La capacidad es la condición natural de un territorio para absorber presiones sin deteriorarse y se relaciona con aspectos tales como: una altitud es mejor que otra para repoblar con una determinada especie forestal; un tipo litológico es mejor que otro en cuanto a resistir las cargas derivadas de la erosión de los suelos; y la capacidad de auto-purificación de una corriente ante los contaminantes.

También se hace referencia a otros enfoques para aplicar este concepto como, por ejemplo, la capacidad de carga. Esta puede expresarse en:

- Número de organismos de una especie dada que pueden vivir en un ecosistema sin causar deterioro
- Máximo número de animales que pueden sobrevivir al período anual más desfavorable en un área

El análisis del impacto conduce al concepto de alteración. Por ello es necesario prever y estudiar cuáles serían las implicancias de las posibles acciones sobre el medio ambiente, sean éstas de carácter positivo o negativo.

La consideración del impacto negativo sobre el medio contrapone los conceptos de fragilidad, singularidad y rareza, a las consideraciones de tipo técnico analizadas en los estudios de capacidad. Contrariamente, el impacto positivo realza la capacidad territorial para acoger las acciones, con matices derivados de las posibles orientaciones favorables que puedan inducirse sobre los ele-

mentos espaciales y los procesos actuantes debido a la implantación de las actividades humanas.

Calidad del agua

Para la elección de modelos que analizan la calidad del agua, es necesario conocer los criterios y estándares establecidos en las normativas nacionales. Un modelo es una representación que simula las condiciones ambientales y su respuesta ante estímulos determinados. Los más utilizados son los matemáticos; también se usan modelos físicos, cuando las situaciones son demasiado complejas para ser analizadas matemáticamente.

La modelación constituye una herramienta poderosa en el análisis de calidad del agua. La validez de un modelo depende de la calidad de información disponible. Por ello, siempre se realiza un análisis crítico de los datos y de sus resultados. En muchas oportunidades los modelos existentes no pueden ser aplicados por falta o mala información, o por no ser comparables el ámbito que se evalúa con aquel asociado al modelo.

Análisis sobre la calidad del aire

El análisis de la calidad del aire puede cumplir varias finalidades, entre las que destacan el pronóstico de las posibles alteraciones por una nueva actividad, y el impacto en la salud humana y en la flora y fauna de un territorio determinado. También el análisis de la calidad del aire permite conocer la eficiencia de los mecanismos de control de emisiones de un determinado proceso industrial.

Al igual que en el análisis de la calidad del agua, la modelación de los posibles impactos ambientales por emisiones al aire cumple el propósito

de predecir el comportamiento de las concentraciones de contaminantes.

Análisis sobre degradación de los suelos

Los distintos métodos de identificación y análisis de los procesos de degradación de suelos pueden agruparse como de: observación y medición directa, métodos paramétricos, modelos, métodos cartográficos y utilización de datos de teledetección.

Análisis sobre flora y fauna

Debido a la gran diversidad que presentan los seres vivos, tanto a nivel de individuos y especies como de interacciones y asociaciones entre ellos, no existe una metodología aplicable a todos los casos, excepto en líneas o principios generales. Esto hace que el primer paso para realizar estudios de flora y fauna sea adecuarse a las metas planteadas y a la existencia de información disponible en inventarios y publicaciones científicas actualizadas.

F.7. ALTERNATIVAS DE MÉTODOS DE VALORACIÓN

Esta sección busca enunciar algunos métodos específicos relevantes para la EIA y que actúan como complemento de aquellos descritos en los puntos anteriores.

Las diferentes técnicas para calcular el valor de bienes y servicios ambientales pueden agruparse según el respectivo mercado en que se puede encontrar la información necesaria para obtener un cierto valor para los bienes intangibles de que se trate. En ningún caso se pretende elaborar un análisis detallado de todas las alternativas posi-

bles. Desde esta perspectiva surgen tres grandes categorías de técnicas. Aquellas que intentan obtener el valor económico de los bienes y servicios ambientales mediante la búsqueda de ciertas equivalencias entre estos bienes y otros bienes y servicios que normalmente se intercambian en el mercado. Si estas equivalencias existen, el valor de los bienes ambientales puede deducirse directamente de la información sobre los bienes intercambiados en los mercados convencionales,

Las técnicas que están basadas en el supuesto de que, cuando las personas compran y venden ciertos bienes privados, también están expresando sus preferencias implícitas en materia de bienes ambientales (luego la valoración puede obtenerse observando estos mercados implícitos).

Finalmente están los métodos que crean mercados artificiales específicos en que las personas expresan directamente sus preferencias en materia de bienes ambientales.

En la actualidad, aunque presenta un alto grado de dificultad valorar en aspectos económicos los impactos ambientales de un proyecto existen diversas metodologías dedicadas a la valoración económica del medio ambiente:

Valoración Utilizando Mercados Convencionales

1. Valoración mediante cambios en la producción

Hay algunos casos en que es acertado considerar a los bienes ambientales como insumos en el proceso de producción de ciertos bienes privados. En este caso cabe esperar que la reducción de la disponibilidad de los insumos ambienta-

les, a igualdad de condiciones, haga decrecer la producción final. Por otra parte, esta pérdida de producción puede interpretarse como el costo de oportunidad del cambio ambiental.

El caso más común surge cuando un proyecto produce externalidades tecnológicas (que afectan a la función de producción de un agente económico que no forma parte del proyecto) que modifican la calidad de un bien ambiental que se utiliza como insumo para otro productor. Por ejemplo, la contaminación del agua puede afectar a la producción de agua potable (aumentando el costo de tratamiento), reducir el rendimiento por hectárea de las cosechas; la erosión del suelo reduce el valor de los cultivos sembrados en determinado terreno, y así sucesivamente.

Los ejemplos de cambios en la función de producción también pueden ser internos del proyecto, pero en tal caso no es necesario obtener una valoración separada de los efectos ambientales internos. Por ejemplo, con bastante frecuencia, la implementación de un proyecto de riego con agua rodada implica el constante aumento de la salinidad del suelo y luego la constante reducción del rendimiento por hectárea y por ende encarece el valor de los cultivos. Ahora bien, cuando el efecto ambiental es interno, las pérdidas de bienestar debidas a la mayor salinidad pueden reflejarse en la trayectoria decreciente de los ingresos obtenidos al cosechar (aunque no es fácil encontrar un ejemplo práctico en que haya ocurrido esto).

La valoración mediante este método se obtiene independientemente de cómo actúan los agricultores frente a los cambios de la calidad ambiental. Al menos por razones teóricas, se acepta que el agricultor no reacciona utilizando otra combinación de los insumos restantes (por

ejemplo, usando más abonos para mantener un determinado nivel de producción), reemplazando ese insumo ambiental en particular (por ejemplo, cambiando el agua contaminada por agua más limpia) o cambiando sus productos (buscando cultivos que sean más resistentes a ciertos tipos de contaminación, etc.).

2. Valoración mediante bienes sustitutivos

Otra perspectiva, es considerar que los bienes y servicios ambientales son un insumo más entre otros del proceso de producción. Por ejemplo, los nutrientes naturales del suelo pueden reemplazarse con abonos orgánicos, las aguas subterráneas contaminadas con agua pura. En este método se parte de la base de que la producción física de un bien es una función de ambos tipos de insumos, algunos privados, entre ellos mano de obra, abonos, aguas tratadas, y algunos ambientales, como la disponibilidad de nutrientes naturales del suelo (nitrógeno, fosfato, carbono orgánico, etc.) y agua de una cierta calidad.

Cada nivel de producción puede obtenerse con diferentes combinaciones de estos insumos. La finalidad es definir la cantidad del insumo privado necesaria para obtener un determinado nivel de producción, dada la disponibilidad de diferentes cantidades del insumo ambiental. Vale decir, dado el nivel actual de producción, la cantidad utilizada del insumo intercambiado puede definirse como una función implícita de la cantidad disponible del insumo ambiental, para finalmente reflejar la disposición a pagar de los individuos para evitar de todos modos los efectos negativos de la degradación ambiental.

Tal como el primero, este método permite obtener una medida representativa de la pérdida de bienestar en que se ha incurrido (a falta de una medida más directa).

Hay que prever que el verdadero valor de la disposición a pagar para evitar la pérdida del bien ambiental, pueda estar cerca del costo de reemplazo. De hecho, si las personas realizan el reemplazo, revelan una disposición a pagar por una mejora ambiental que es por lo menos igual al costo de reemplazo; probablemente están dispuestas a pagar más, pero esta información no se puede obtener con métodos indirectos.

Por otra parte, si las personas no realizan actividades de reemplazo, quiere decir que su disposición a pagar es inferior a este costo.

Este razonamiento se basa en importantes supuestos. El primero es que el reemplazo es posible. Una vez producida la erosión en una tierra de cultivo, podría haber una manera de restablecer el anterior nivel de producción del terreno afectado. Esta afirmación podría ser cierta desde un punto de vista técnico (independientemente del costo al que se estén produciendo cultivos en otras partes).

El segundo supuesto es que los efectos de la erosión pueden conocerse con seguridad. Las personas pueden tener información correcta sobre los efectos ambientales de sus prácticas de producción y sobre los métodos para evitar las consecuencias económicas de estos daños.

Un último aspecto es que, para un agricultor que enfrenta la disminución de su producción, el re-

emplazo de la tierra puede no ser una respuesta racional, lo que constituye un hecho obvio que puede deducirse de la teoría del productor.

Normalmente los agricultores no pagan por los insumos ambientales utilizados en la producción. En consecuencia, el corolario inmediato del daño ambiental es un aumento del costo variable para obtener el nivel de producción anterior. Asimismo, la curva del costo marginal puede resultar afectada y, en condiciones normales, el nivel de producción óptimo será menor que antes. En este caso nunca se concretará el reemplazo y la disposición a pagar siempre es menor que el costo de reemplazo.

3. Gastos preventivos

A veces, no se puede aproximar al valor del beneficio de las mejoras ambientales, estudiando los gastos en que las personas están dispuestas a incurrir para evitar las externalidades negativas. En países avanzados, por ejemplo, la gente puede reducir su exposición al ruido gastando dinero en materiales de aislamiento o reducir el riesgo de corrosión de ciertos materiales empleando pinturas especiales, etc. En países menos desarrollados, mucha gente está dispuesta a pagar por agua embotellada y aparatos de filtración y a instalar pozos privados a fin de evitar los peligros para la salud que representa el agua de una fuente superficial, por ejemplo. Otro caso sería cuando los agricultores incurrir en gastos para instalar estructuras de protección contra el entarquinamiento causado por la erosión aguas arriba.

A diferencia del método de costo de reemplazo, el método de gastos preventivos se basa directamente en la observación del comportamiento individual. Las observaciones pueden servir de

base para revelar la disposición a pagar para reducir el riesgo de exposición a la contaminación.

Las personas incurrir en gastos preventivos para reducir las consecuencias negativas derivadas de la exposición a cierto riesgo ambiental. Aunque normalmente este tipo de gastos son fáciles de medir en términos monetarios, sus beneficios no siempre se pueden cuantificar con facilidad. Estos beneficios están determinados por el carácter incierto del riesgo evitado.

En consecuencia, el gasto preventivo puede interpretarse como la disposición a pagar por la reducción del riesgo personal y el valor de los beneficios puede calcularse como la diferencia entre el efecto esperado de la exposición a los riesgos ambientales con estos gastos y sin ellos.

Además, la ausencia o a veces el bajo nivel de estos gastos de un cierto grupo afectado por el riesgo, no puede tomarse como beneficio dado el valor bajo o nulo que la gente asigna a la calidad ambiental. En algunos casos, ello podría obedecer a la falta de información sobre la existencia de tal riesgo (por ejemplo, un grupo de campesinos podría no tener información sobre un plan de gobierno para desviar un curso de agua natural); es decir, es preciso que el riesgo sea percibido para poder evitarlo. También podría obedecer a la falta de información sobre las consecuencias de cierto riesgo (por ejemplo, los campesinos no siempre conocen las consecuencias ambientales que tiene el uso de plaguicidas en la calidad del agua subterránea).

Por último, el método de los gastos preventivos sólo puede emplearse para prevenir riesgos evitables en la escala en que se reúna la información (no hay forma de que un campesino pue-

da evitar las consecuencias de una inundación, pero el gobierno puede hacerlo construyendo un embalse, por ejemplo); en comunidades pobres lo único que cada campesino puede hacer para evitar los riesgos locales a la salud es cambiar su residencia.

4. Gastos de reemplazo o reposición

Consiste en estimar los costos necesarios para reemplazar un activo ambiental deteriorado.

Valoración Mediante Mercados Implícitos

La idea fundamental de este método es que algunos bienes y servicios ambientales sólo pueden consumirse comprando ciertos bienes intercambiados en los mercados convencionales. Si es así, las personas pueden revelar sus preferencias de consumir ciertos bienes ambientales comprando determinados bienes que se intercambian normalmente. En este caso, los bienes ambientales se consideran indirectamente intercambiados y su valor implícitamente calculado en el comportamiento de los agentes económicos del mercado. En esta categoría se incluyen dos métodos generales: el método del costo de viaje y el método hedónico.

1. El método del costo de viaje

Este método se utiliza sobre todo, para estimar la disposición de los consumidores a pagar por bienes recreativos. Así pues, el costo de viaje a un sitio recreativo determinado se usa como medida sustitutiva de su precio. En esos casos, es también una medida sustitutiva del valor de uso y no puede considerarse una medida del valor económico total de un determinado sitio (los valores de opción y preservación no pueden estimarse de esta manera).

Este método está muy difundido en los países desarrollados. Algunos autores también encuentran que este método es útil en países en desarrollo, por ejemplo, en la comparación de los beneficios de la preservación y explotación de las zonas silvestres.

El método exige una gran cantidad de información que puede suponer un costo muy alto para su estimación. Estos datos se refieren no sólo al costo tangible del viaje para un cierto grupo de usuarios del sitio, sino también al costo de oportunidad del tiempo que les supone la visita a estos consumidores (cuyo valor también es difícil de calcular en forma confiable). Otro problema es que los gastos del consumidor deben corresponder directamente a la visita al sitio, lo que no siempre es así cuando los usuarios visitan más de un sitio el mismo día o cuando la visita es sólo una de muchas actividades de vacaciones.

2. El método de precios hedónicos

Este método se basa en la idea de que el precio de determinados bienes (como una casa o una extensión de tierra productiva) depende directamente de los atributos que contiene ese bien. En este sentido el primer objetivo del método hedónico, es establecer la función del precio total para una serie de características que conforman un bien singular del mercado privado. La teoría económica que respalda las funciones hedónicas, se basa en la hipótesis de que todo producto de atributos múltiples es una combinación de características que no pueden comprarse o venderse por separado por falta de mercados formales y precios explícitos. Por otra parte, estos atributos son la única razón por la que el producto privado tiene algún valor de uso para el consumidor o el productor, y por eso, cada transacción puede considerarse una venta global de un grupo de ca-

racterísticas, de modo tal que el precio de cada uno de los bienes también es un agregado del precio implícito de las características que contiene.

Por ejemplo, el precio de un terreno de tierra depende de ciertos atributos físicos y económicos. Al primer tipo de atributos corresponden la extensión, su inclinación o desnivel, la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo, la disponibilidad de agua natural y demás. Al segundo, corresponden la infraestructura de transporte, su distancia al mercado, la disponibilidad de instalaciones de almacenamiento, agua de riego, etcétera. En el anexo C se detalla esta metodología.

Valoración Utilizando Mercados Artificiales

En muchos casos, no se puede inferir la disposición a pagar a partir del comportamiento actual del individuo en los mercados convencionales o implícitos. En cambio, es posible que los individuos revelen sus preferencias haciendo frente a situaciones hipotéticas o en mercados artificiales. En este caso, se le presenta al entrevistado una serie de informaciones sobre la situación actual y las alternativas de que dispone. Por ejemplo, las praderas comunales del pueblo y la opción de acceso gratuito continuo y el consiguiente deterioro o el pastoreo limitado, controlado por una asociación popular.

Luego el entrevistador hace una pregunta: (oferta inicial): ¿estaría usted dispuesto a pagar un peso por concepto de cuota a una asociación de pastoreo de su pueblo, con el fin de lograr la rehabilitación de los pastizales, según el programa descrito? Según la respuesta, se aumenta o disminuye la oferta hasta obtener una cifra definitiva. Con todas las respuestas se llega al cálculo de una oferta media y a una extrapolación de los resultados de la muestra a la población entera.

1. Valoración Contingente

La valoración contingente, (VC), es el único método que puede revelar el valor total de un bien o servicio ambiental. Este método puede utilizarse cuando no se dispone de otros datos o cuando no son apropiados otros métodos; contrariamente a los demás métodos, su aplicación no sólo sirve para informar sobre el valor de uso, sino también el valor de opción y el valor de preservación o valor de existencia. La valoración contingente puede tropezar con dos tipos de problemas.

Primero, hay una serie de sesgos que intervienen en el cuestionamiento directo sobre la disposición a pagar. Los entrevistados se ubican en una situación hipotética e inusual y su motivación para encontrar o declarar su verdadera disposición a pagar puede resultar afectada en consecuencia. Los entrevistados también pueden creer que su respuesta individual puede afectar a los resultados de la encuesta y tener ciertos efectos sobre un proyecto o decisión determinado; algunos entrevistados (dado que en realidad no van a pagar) pueden hacer una oferta muy alta por algo que quieren; y finalmente los datos seleccionados que se presentan al entrevistado pueden influir en las respuestas. Algunos estudios demostraron que con diferentes cantidades y tipos de información se obtienen diferentes respuestas.

Segundo, hay considerable polémica respecto de la diferencia observada entre dos de las medidas de los cambios en el bienestar obtenido con este método. Algunos estudios revelan una diferencia destacable entre la disposición a pagar por una cierta mejora de la calidad ambiental y la disposición a aceptar un deterioro de esta de la misma magnitud. La teoría económica convencional sostiene que ambas cifras debieran ser

iguales. Es una cuestión que se presta al debate y un tema importante de investigación actual. Este problema no es privativo de los métodos de valoración contingente; por el contrario, es un problema actual y generalizado del significado económico de los cambios en el bienestar. La única razón por la cual el debate se centra en los resultados empíricos del método de valoración contingente puede encontrarse en el hecho mismo de que este método es el único que está directamente diseñado para obtener una medida (no sustitutiva ni limitada al valor de uso) de los distintos cambios en el bienestar.

Este método es empleado cuando no hay transacciones de mercado que proporcionen información sobre la valoración de los servicios ambientales en estudio. Esta técnica consiste en la realización de encuestas para determinar las preferencias de la gente respecto a un bien ambiental perfectamente definido y a partir de estas estimar cuanto están dispuestos a pagar o a aceptar como compensación por el mejoramiento o deterioro de la calidad ambiental del mismo.

En el Anexo D se detalla esta metodología.

F.8. CONCLUSIONES

Todos los problemas analizados hasta ahora tienen un denominador común: se refieren al problema general de internalizar los aspectos ambientales en la adopción de decisiones sociales al nivel de un proyecto de inversión cualquiera.

Como ocurre en el análisis costo-beneficio convencional, esperaríamos derivar ciertas reglas prácticas para aplicarlas en el análisis de cualquier proyecto con relativa independencia de los demás proyectos u otras decisiones eco-

nómicas. Sin embargo, aunque podamos resolver satisfactoriamente todos los problemas antes presentados, queda el problema de garantizar la coordinación de cada una de las decisiones de inversión, de modo tal que la completa asignación de los recursos no perjudique nuestro bienestar futuro o el de las generaciones venideras. Esta es la tesis fundamental del desarrollo sustentable.

Por lo anterior, en el presente subcapítulo hemos presentado el problema general de extender la actual metodología de análisis costo-beneficio a fin de poder considerar el impacto ambiental de los proyectos de desarrollo.

La conclusión principal es que los métodos de análisis costo-beneficio pueden ser un instrumento muy útil para abordar la gestión del medio ambiente de manera racional y sustentable, siempre que podamos resolver tres problemas fundamentales:

- a) El primero, que surge de la naturaleza misma de la metodología propuesta, el cómo calcular correctamente el valor de los recursos naturales y ambientales

Tales valoraciones deberían comprender todos los servicios que presta el medio ambiente, incluidos los que no provocan flujo de caja alguno o los que no pasan por mercado organizado alguno. Como se ha visto, la teoría económica de los efectos externos y los recursos comunes proporciona un grupo de técnicas para la valoración económica del impacto ambiental de los proyectos de desarrollo y, aunque continúan algunos debates teóricos sobre el significado exacto de los resultados obtenidos con estas técnicas, su

aplicabilidad es algo que puede explorarse (y desarrollarse) en ciertos proyectos

- b) El segundo problema es reconocer la especificidad de los activos naturales y ambientales, que son diferentes de los bienes de consumo o los factores de producción comunes, lo que incluye primero la difícil cuestión de cómo abordar la irreversibilidad cuando los activos ambientales son irremplazables

Se debe estar en condiciones de afrontar el hecho de que el valor de los bienes ambientales no sólo obedece a su uso como bien de producción o consumo; los bienes ambientales también son valiosos debido a las opciones que representan para las generaciones actuales y futuras y por su propia existencia (desarrollo sustentable)

Se tiene el problema de que los bienes y servicios ambientales están sujetos a tipos especiales de incertidumbre que cuestionan la validez de aplicar el crite-

rio común de aversión al riesgo cuando se analizan proyectos desde una perspectiva social. La existencia de incertidumbre en cuanto a los efectos públicos ambientales es un argumento en favor de la aplicación de criterios de aversión al riesgo en las decisiones de inversión pública (Principio de Prevención)

- c) El tercer problema es garantizar que cada decisión de inversión adoptada por agentes privados y públicos esté coordinada de manera tal que las acciones actuales no reduzcan el bienestar de las generaciones futuras

Se trata de una tarea muy ambiciosa que constituye un área de oportunidad muy importante a incluir dentro de las teorías del crecimiento económico. Además, se pueden usar criterios de sustentabilidad que permitan mantener o mejorar el capital natural en el proceso de adopción de decisiones, los que deberían afianzarse con la aplicación de reglas de aversión al riesgo

G

FORMATOS SUGERIDOS PARA LOS LEVANTAMIENTOS DE INFORMACIÓN EN CAMPO PARA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

Estos formatos tienen como finalidad dar una guía para la realización de encuestas en la población objetivo para el análisis del proyecto, el cual puede ser de introducción de servicio de agua potable o alcantarillado, así como del mejoramiento del servicio de agua potable.

Las encuestas inician con información general de importancia y que es susceptible de utilizarse en los estudios, como son tipo de calles, tipo de vivienda (reflejo del nivel socioeconómico de la zona), índice de hacinamiento y datos de ingresos económicos, el resto de la información es específica y depende de cada tipo de proyecto.

La encuesta de introducción del servicio de agua potable tiene como finalidad determinar el precio del agua para las personas en la zona de servicio y que carecen de servicio formal. Esta población se abastece por lo regular de pipas privadas y/o del municipio, acarreo a pie o con vehículo y son altos consumidores de agua de garrafón, lo cual se ha especificado en el apartado de identificación, cuantificación y valoración de beneficios de proyectos de agua potable. Las encuestas van a tratar de determinar el volumen consumido y el precio que implica. El volumen

consumido se obtiene con base en los recipientes o depósitos en donde almacenan y con qué periodicidad se les suministra dicho volumen. Asimismo se debe de recabar el precio que pagan cada vez que se le suministra para asociarlo al consumo. Es importante anotar quién suministra el servicio para tratar de identificar subsidios, en caso de que existan pipas particulares y del municipio, se tomará como precio social el de las pipas particulares y en caso de que solo sean del municipio o del Organismo Operador, se recabará el costo con dichas entidades, el cual debe incluir todos los componentes del proceso: potabilización, acarreo, sueldos gastos de operación del vehículo y depreciación, entre otros.

En las encuestas se ha determinado, en varios sitios, que la población una vez que cuenta con servicio continuo está dispuesta a disminuir el consumo de agua en garrafón, que aunque no se toma como parte del precio implícito del agua si es un beneficio de ahorro de recursos.

Por otro lado, la encuesta de alcantarillado tiene como finalidad analizar en la zona de proyecto los precios por la disposición de las aguas residuales al no existir el servicio formal. Asimismo

mo, se determina el porcentaje de personas que utilizan fosa séptica o letrina, que son los medios más comunes evacuación de las aguas domésticas. Una parte de la encuesta levanta información sobre los costos que les infieren estos sistemas, siendo en las fosas sépticas una inversión importante el costo de desazolve, pero con vida útil de varios años, mientras que en las letrinas los costos de inversión son bajos, pero mínimos costos de operación (generalmente cal hidratada) pero que se reemplazan continuamente.

La encuesta sobre el mejoramiento del servicio determina el precio implícito del agua debido al complemento que tienen que realizar los habitantes de la zona de proyecto ya que el servicio

es tandeado, con baja presión o simplemente insuficiente. En estos casos se toma en cuenta el precio medio facturado adicionalmente del resultante de la encuesta, que puede ser pipas, acarreos, tinacos, tanques hidroneumáticos, etc., los cuales incrementan el costo del agua.

G.1. PROPUESTA DE CUESTIONARIO POR FALTA DE SERVICIO FORMAL DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL DOMICILIO

(No existe servicio de agua potable ni de alcantarillado)

Tabla G.1 Cuestionario por falta de servicio formal de abastecimiento de agua potable en el domicilio

Datos de ubicación		
Municipio:		ID1 _ _ _ _ _ _ _
Localidad:		ID2s
AGEB de selección:	_ _ _ _ _ _ _ - _ _	ID3s
Manzana de selección:	_ _ _ _ _ _ _	_ _ _ _ _ _ _
Número de vivienda seleccionada:	_ _ _ _ _ _ _	ID4
	_ _ _ _ _ _ _	ID5
Domicilio		ID6s
Registro de visitas:	a. Primera visita b. Segunda visita c. Tercera visita	ID7 _ _
Ubicación de la vivienda:	a. Fraccionamiento b. Colonia popular c. Asentamiento irregular	ID8 _ _
Tipo de Calles:	a. Pavimentadas b. Empedradas c. Terracería	ID9 _ _

Tabla G1. Cuestionario por falta de servicio formal de abastecimiento de agua potable en el domicilio. (Continuación)

Sección A		
¿Acarrea el Agua?	a. Si b. No (Pasar a Sección B)	ID10 ____
¿Cuántas personas acarrean?		ID11s
¿Cuánto tiempo invierten en acarreos al día?		ID12s
¿Qué volumen acarrean por día? (número de recipientes y capacidad estimada)		ID13s
¿Utiliza algún transporte para acarrear el agua?	a. Si b. No (Pasar a Sección B)	ID14 ____
¿Qué transporte utiliza y cuánto tiempo lo usa para acarreo?		ID16s
¿Qué costo les representa este transporte para el acarreo?		ID16s

Sección B		
¿En qué tipo de recipiente almacena el agua?		
Cisterna o pileta:		Tambos y recipientes:
¿Cuál es la capacidad de la cisterna? (capacidad = largo * ancho * alto)	¿Cuál es la capacidad de los tambos? (litros o m³)	
¿Cada cuando le surten su cisterna? (Especificar: veces/semana, veces/mes)	¿Cada cuando le cuándo le llenan sus recipientes? (Especificar: veces/semana, veces/mes)	
¿Qué volumen compra? (en m³ por cada vez que compra)	¿Qué volumen compra? (en m³ por cada vez que compra)	
¿Cuánto le cobran por ese volumen cada vez? Cuando es pipa particular: _____ Cuando es el municipio u organismo: _____	¿Cuánto le cobran por ese volumen cada vez? Cuando es pipa particular: _____ Cuando es el municipio u organismo: _____	

Sección C		
¿Consume agua embotellada de garrafón?	a. Si b. No (Pasar a Sección D)	ID22 ____
¿Cuántos garrafones consume a la semana?		ID23s
¿A qué precio se lo venden?		ID24s
¿Usted cree que si tuviera servicio de agua potable disminuiría su consumo de agua de garrafón?	a. Si b. No (Pasar a Sección D)	ID25 ____
¿Cuántos garrafones a la semana consumiría si tuviera servicio de red de agua potable?		ID26s

Sección D		
¿Si existiera en su colonia red de agua potable y costara la conexión—(cuota del Organismo Operador) ¿Estaría dispuesto a conectarse?	a. Si b. No (Fin de la encuesta)	ID27 ____
¿En cuánto tiempo se conectaría?	a. En el primer año b. En el segundo año c. En el tercer año d. Posterior al tercer año	ID28 ____

Ahora le voy a hacer algunas preguntas sobre usted y su familia. Le recuerdo que esta información es confidencial y sólo será usada para propósitos del estudio.

Para levantar las características socioeconómicas de la población del área del proyecto se cuenta con la sección v, la cual esta al final de este capítulo.

G.2. PROPUESTA DE CUESTIONARIO PARA EL COMPLEMENTO DEL SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL DOMICILIO

(Existe servicio de Agua Potable restringido por tandeo o baja presión)

Tabla G.2 Cuestionario para el complemento del servicio de abastecimiento de agua potable en el domicilio.

Datos de ubicación		
Municipio:		ID1 __ __ __
Localidad:		ID2s
AGEB de selección:	__ __ __ __ - __	ID3s
Manzana de selección:	__ __ __	ID4
Número de vivienda seleccionada:	__ __ __ __	ID5
Domicilio		ID6s
Registro de visitas:	a. Primera visita b. Segunda visita c. Tercera visita	ID7 __
Ubicación de la vivienda:	a. Fraccionamiento b. Colonia popular c. Asentamiento irregular	ID8 __
Tipo de Calles:	a. Pavimentadas b. Empedradas c. Terracería	ID9 __
Sección A		Medidor de Agua
¿Cuál es el número de cuenta de su toma de agua?		ID10 __
¿Cuenta con medidor?	a. Si b. No (Pasar a ID14)	ID11 __
¿Funciona el medidor?	a. Si b. No	ID12 __

Tabla G.2 Cuestionario para el complemento del servicio de abastecimiento de agua potable en el domicilio. (continuación)

Sección A		Medidor de Agua
¿Toman lectura regularmente?	a. Si b. No	ID13 ____
¿Cuánto consume por período de acuerdo con el recibo (m ³ /mes o bimestre)?		ID14s
¿Cuánto paga por dicho consumo?		ID15s
¿Es cuota fija?	a. Si b. No	ID16 ____
Tiene toma individual de agua potable	a. Si b. No	ID17 ____
¿Recibe agua diariamente en su toma?	a. Si (Pasar a ID21) b. No	ID18 ____
¿Cuántas veces a la semana tiene agua?		ID19s
¿Cuántas horas al día tiene agua?		ID20s
¿Tiene problemas de baja presión o tandeo?	a. Si b. No (Pasar a la pregunta ID24)	ID21 ____
A raíz de los problemas de baja presión o tandeo, ¿se vio en la necesidad de comprar algún dispositivo para mejorar su suministro, como pueden ser cisternas, tinacos o tanques hidroneumáticos?	a. Si b. No	ID22 ____
¿Qué precio tuvieron?		ID23s
¿Utiliza algún método complementario de suministro al no ser suficiente el servicio de agua potable como acarreo, compra de pipas o tambos?	a. Si b. No (Fin de la encuesta)	ID24 ____
¿Si compra agua de pipa, en qué tipo de recipiente almacena dicha agua?	a. Cisterna o pileta b. Tambos y recipientes (Pasar a ID27)	ID25 ____
¿Cuál es la capacidad de la cisterna? (capacidad = largo * ancho *alto) pasar a ID28		ID26s
¿Cuál es la capacidad de los tambos? (litros o m ³)		ID27s
¿Cada cuando le llenan los recipientes de almacenamiento? (Especificar: veces/semana, veces/mes)		ID28s
¿Qué volumen compra? (en m ³ por cada vez que compra)		ID29s
¿Cuánto le cobran por ese volumen cada vez?		
Cuando es pipa particular: _____		ID30s
Cuando es el municipio u organismo: _____		
¿Acarrea el agua?	a. Si b. No (Pasar a Sección B)	ID31 ____

Tabla G.2 Cuestionario para el complemento del servicio de abastecimiento de agua potable en el domicilio. (continuación)

Sección A		Medidor de Agua
¿Cuántas personas acarrean?		ID32s
¿Cuánto tiempo invierten en acarreos al día?		ID33s
¿Qué volumen acarrean por día? (Número de recipientes y capacidad estimada)		ID34s
¿Utiliza algún transporte para acarrear el agua?	a. Si b. No (Pasar a Sección B)	ID35 ____
¿Qué transporte es y cuánto tiempo lo usa para acarreo?		ID36s
¿Qué costo les representa este transporte para el acarreo?		ID37s

Sección B	
¿En qué tipo de recipiente almacena el agua?	
Cisterna o pileta:	Tambos y recipientes
¿Cuál es la capacidad de la cisterna? (capacidad = largo * ancho * alto)	¿Cuál es la capacidad de los tambos? (litros o m3)
¿Cada cuando le surten su cisterna? (Especificar: veces/semana, veces/mes)	¿Cada cuando le cuándo le llenan sus recipientes? (Especificar: veces/semana, veces/mes)
¿Qué volumen compra? (en m3 por cada vez que compra)	¿Qué volumen compra? (en m3 por cada vez que compra)
¿Cuánto le cobran por ese volumen cada vez? Cuando es pipa particular: _____ Cuando es el municipio u organismo: _____	¿Cuánto le cobran por ese volumen cada vez? Cuando es pipa particular: _____ Cuando es el municipio u organismo: _____

Ahora le voy a hacer algunas preguntas sobre usted y su familia. Le recuerdo que esta información es confidencial y sólo será usada para propósitos del estudio.

Para levantar las características socioeconómicas de la población del área del proyecto se cuenta con la sección v, la cual esta al final de este capítulo.

G.3. PROPUESTA DE CUESTIONARIO SOBRE EL DRENAJE EN EL DOMICILIO

(Existe servicio de Agua Potable)

Tabla G.3 Cuestionario sobre el drenaje en el domicilio

Datos de ubicación		
Municipio:		ID1 __ __ __ __
Localidad:		ID2s
AGEB de selección:	__ __ __ __ - __	ID3s
Manzana de selección:	__ __ __ __	ID4
Número de vivienda seleccionada:	__ __ __ __	ID5
Domicilio		ID6s
Registro de visitas:	a. Primera visita b. Segunda visita c. Tercera visita	ID7 __
Ubicación de la vivienda:	a. Fraccionamiento b. Colonia popular c. Asentamiento irregular	ID8 __
Tipo de Calles:	a. Pavimentadas b. Empedradas c. Terracería	ID9 __
Sección A		Medidor de Agua
¿Cuál es el número de cuenta de su toma de agua?		ID10 __
¿Cuenta con medidor?	a. Si b. No	ID11 __
¿Funciona el medidor?	a. Si b. No	ID12 __
¿Toman lectura regularmente?	a. Si b. No	ID13 __
¿Cuánto consume por período de acuerdo con el recibo (m ³ /mes o bimestre)?		ID14s
¿Cuánto paga por dicho consumo?		ID15s

Tabla G.3 Cuestionario sobre el drenaje en el domicilio (continuación)

Sección A		Medidor de Agua
¿Es cuota fija?	a. Si b. No	ID16 ____
Tiene toma individual de agua potable	a. Si b. No	ID17 ____
¿Recibe agua diariamente en su toma?	a. Si b. No	ID18 ____
¿Cuántas horas al día tiene agua?		ID19s
¿Tiene problemas de baja presión o tandeo?	a. Si b. No	ID20 ____
¿Qué precio tuvieron?		ID21s
¿Utiliza algún método complementario de suministro al no ser suficiente el servicio de agua potable como compra de pipas o tambos?	a. Si b. No (Pasar a la sección C)	ID22 ____
Sección B		
¿En qué tipo de recipiente almacena el agua?		
Cisterna o pileta:	Tambos y recipientes:	
¿Cuál es la capacidad de la cisterna? (capacidad = largo * ancho * alto)	¿Cuál es la capacidad de los tambos? (litros o m ³)	
¿Cada cuando le surten su cisterna? (Especificar: veces/semana, veces/mes)	¿Cada cuando le cuándo le llenan sus recipientes? (Especificar: veces/semana, veces/mes)	
¿Qué volumen compra? (en m ³ por cada vez que compra)	¿Qué volumen compra? (en m ³ por cada vez que compra)	
¿Cuánto le cobran por ese volumen cada vez? Cuando es pipa particular: _____ Cuando es el municipio u organismo: _____	¿Cuánto le cobran por ese volumen cada vez? Cuando es pipa particular: _____ Cuando es el municipio u organismo: _____	
Durante el último año, ¿ha observado algún tipo de enfermedad que pueda ser atribuible a la falta de servicio de alcantarillado?	a. Si b. No (Pasar a Sección C)	ID28 ____
¿Qué enfermedad presentó?	a. Diarrea b. Dermatosis (enfermedad de la piel). c. Conjuntivitis (enfermedad de los ojos). d. Otra _____ _____	ID29 ____ ID29_s
¿A cuántas personas afectó?		ID30s
¿Cuántas veces se presentó en el año?		ID31s

Tabla G.3 Cuestionario sobre el drenaje en el domicilio (continuación)

Sección B		
¿Se atendió ese padecimiento con algún médico?	a. Si b. No (Pasar a Sección C)	ID32 ____
¿En qué institución?	a. Privada b. Pública (Pasar a Sección C)	ID33 ____
¿Cuál fue el costo de los honorarios médicos y medicamentos?		ID34s
Sección C		
¿Qué tipo de descarga o desagüe utiliza?	a. Fosa Séptica b. Letrina (Pasar a ID44)	ID35 ____
¿Qué tipo de mantenimiento le da y con qué periodicidad?		ID36s
¿Cuánto le cuesta dar ese mantenimiento?		ID37s
¿Hace cuánto se construyó la fosa séptica?		ID38s
¿Qué costo aproximado tuvo la construcción?		ID39s
¿Fue mandada construir o la construyeron los habitantes de la vivienda?	a. Otros b. Habitantes _____ ¿Cuántos?	ID40 ____ ID40_b
¿Cuánto tiempo les llevo hacer la construcción?		ID41s
¿De qué material está construida su letrina?	a. Ladrillo b. Madera c. Lámina d. Desechos e. Otros _____	ID42 ____ ID42_e
¿Qué costo aproximado tuvo la construcción?		ID43s
¿Fue mandada construir o la construyeron los habitantes de la vivienda?	a. Habitantes b. Otros	ID44 ____
En caso de haber sido construida por los habitantes de la vivienda, ¿Cuántas personas intervinieron y que tiempo se llevó hacer la construcción?		ID45s
¿Qué tipo de mantenimiento le da y cuánto le cuesta al mes?		ID46s
¿Cada cuándo requiere construir una nueva letrina?		ID47s
¿A dónde vierte el agua residual del lavadero, lavado de trastes, etc.?		ID48s
Observar si existe alguna afectación cuantificable, anotarla.		ID49s
Calle o a cielo abierto En este último caso, ¿qué problema de afectaciones tiene? _____		ID50s

Tabla G.3 Cuestionario sobre el drenaje en el domicilio (continuación)

Sección D		
¿Paga usted renta en esta casa?	a. Si b. No (Pasar a ID54)	ID51 ____
¿Cuánto más al mes estaría dispuesto a pagar de renta si viviera en una casa con drenaje sanitario?		ID52s
¿Cuánto más considera que valdría su casa si contara con drenaje?		ID53s
Si existiera en su colonia red de alcantarillado y costara la conexión (cuota del organismo operador) ¿Estaría dispuesto a conectarse?	a. Si b. No (Fin de la Encuesta)	ID54 ____
¿En cuánto tiempo se conectaría?	a. En el primer año b. En el segundo año c. En el tercer año d. Posterior al tercer año	ID55 ____
Una vez conectado al drenaje sanitario, ¿Estaría dispuesto a pagar \$ X adicionales al mes en su recibo de agua potable si pudiera contar con drenaje sanitario?	a. Si b. No	ID56 ____
Si la respuesta fue Si, subir el monto en \$ X pesos cada vez hasta encontrar el primer NO Cuota de respuesta NO: _____		ID57s
Es decir ¿Usted estaría dispuesto a contribuir con (cifra de la pregunta anterior) \$_____ adicionales al mes en su recibo de agua potable por contar con drenaje sanitario?	a. Si b. No	ID58 ____
Si su respuesta es NO ¿Cuál sería su aportación máxima al mes? \$ _____		ID59s

Ahora le voy a hacer algunas preguntas sobre usted y su familia. Le recuerdo que esta información es confidencial y sólo será usada para propósitos del estudio.

Para levantar las características socioeconómicas de la población del área del proyecto se cuenta con la sección v, la cual esta al final de este capítulo.

G.4. PROYECTOS DE CONTROL DE INUNDACIONES

(Formato para Obtener Información sobre los Beneficios)

Tabla G.4 Formato para obtener información sobre los beneficios

Control de inundaciones		
Encuestador :	Sector :	Fecha :
N° Encuesta		
Tiempo habitando el predio (años)		
N° de personas que habitan el predio		
N° niños que habitan el predio		
N° inundaciones al año (frente al predio).		
Cada cuántos años hay inundaciones		
Altura del agua (cm) frente a su predio		
Altura del agua (cm) en su predio		
Tiempo desalojo agua (h) frente a su predio		
Tiempo desalojo agua (h) en su predio		
¿Se rebosa el drenaje sanitario frente a su casa?		
¿Se rebosa su fosa séptica?		
En muebles (comedor, vitrina, etc.)		
En electrodomésticos		
En maquinaria, equipos y equipamiento		
A medios de transporte		
A la vivienda / al local		
Otro daño		
Costo por Enfermedad		
Nombre de la enfermedad		
Costo \$/persona (consulta, medicamentos)		
N° enfermos		
Costo Indirecto		
¿Desaloja su vivienda por la inundación?		
¿Por cuántos días?		
Costo por día		
Disminución de Plusvalía		
¿Vendería el predio (x las inundaciones)?		
Precio estimado de venta		

Para levantar las características socioeconómicas de la población del área del proyecto se cuenta con la sección v y que se ubicaría al final de los cuestionarios, que sería la siguiente:

Ahora le voy a hacer algunas preguntas sobre usted y su familia. Le recuerdo que esta información es confidencial y sólo será usada para propósitos del estudio.

Tabla G.5 Encuesta de estudios socioeconómicos de la población

Características del entrevistado, su familia y su vivienda			
¿Qué edad tiene usted?	_ _ _ _ años cumplidos		_ _ _ _ SD1
Género [Anote sin preguntar]	1. Hombre 2. Mujer		SD2 _ _ _
Usted es: [Lea opciones]	1. Soltero 2. Casado (ó en unión libre)	3. Divorciado 4. Viudo	SD3 _ _ _
¿Cuál es su nivel máximo de estudios?	1. Ninguno 2. Primaria 3. Secundaria 4. Preparatoria	5. Carrera técnica a nivel bachillerato 6. Licenciatura 7. Postgrado 8. Otro. Especifique: -----	SD4 _ _ _ SD4_8s
	1. Trabajador (Incluye empleado, obrero, jornalero o peón) 2. Trabajador por su cuenta (No contrata trabajadores) àPase a SD7 3. Patrón o trabajador por su cuenta (Contrata trabajadores) ----- 4. Se dedica a quehaceres del hogar (Ama de casa) 5. Estudiante 6. Jubilado o pensionado 7. Desempleado 8. Incapacitado permanentemente para trabajar 9. Otra ocupación. Especifique: -----		_ _ _ _ SD5 SD5_9s
¿Cuál de las siguientes categorías describe mejor su ocupación? [Lea todas las opciones y marque sólo una opción]			
Además de (respuesta de P20) ¿usted:	1. Ayudó en un negocio familiar 2. Vendió algún producto 3. Hizo algún producto para vender 4. Ayudó trabajando en el campo o en la cría de animales 5. A cambio de un pago realizó otro tipo de actividad 95. Ninguna de las anteriores	Pase a SD9	_ _ _ _ SD6
¿Usted recibe ingresos por este trabajo o por esta actividad?	1. Sí 2. No		SD7 _ _ _
¿A qué se dedica el lugar donde trabaja? o ¿a qué actividad se dedica usted? [Lea las opciones de sectores de actividades]	1. Agricultura 2. Ganadería 3. Minería 4. Industria	5. Construcción 6. Comercio 7. Servicios 8. Educación -----	9. Otro. Especifique: SD8 _ _ _ SD8_9s

Tabla G.5 Encuesta de estudios socioeconómicos de la población (continuación)

Características del entrevistado, su familia y su vivienda			
¿Cuál es el ingreso total mensual aproximado de su hogar, teniendo en cuenta los ingresos de todos sus miembros? [Ayude mostrando la TARJETA 5] [Deben incluirse también las remesas, becas y ayudas del gobierno]	1. Hasta \$ 1,500 2. \$ 1,501 - \$ 3,000 3. \$ 3,001 - \$ 6,000 4. \$ 6,001 - \$ 9,000 5. \$ 9,001 - \$ 15,000	6. \$ 15,001 - \$ 30,000 7. Más de \$30,000 8. No sabe 9. No contestó	SD9 ___
¿Es usted el (la) jefe de familia?	1. Sí →Pase a SD19 2. No		SD10 ___
¿Qué edad tiene el (la) jefe de familia?	___ _ ___ años cumplidos		___ _ ___ SD11
Género del(a) jefe de familia	1. Hombre 2. Mujer		SD12 ___
El (La) jefe de familia es:	1. Soltero 2. Casado (ó en unión libre)	3. Divorciado 4. Viudo	SD13 ___
¿Cuál es el nivel máximo de estudios del(a) jefe de familia?	1. Ninguno 2. Primaria 3. Secundaria 4. Preparatoria	5. Carrera técnica a nivel bachillerato 6. Licenciatura 7. Postgrado 8. Otro. Especifique: _____	SD14 ___ SD14_8s
¿Cuál de las siguientes categorías describe mejor la ocupación del(a) jefe de familia? [Lea todas las opciones y marque sólo una opción]	1. Trabajador (Incluye empleado, obrero, jornalero o peón) 2. Trabajador por su cuenta (No contrata trabajadores) 3. Patrón o trabajador por su cuenta (Contrata trabajadores) 4. Se dedica a quehaceres del hogar (Ama de casa) 5. Estudiante 6. Jubilado o pensionado 7. Desempleado 8. Incapacitado permanentemente para trabajar 9. Otra ocupación. Especifique: _____		Pase a SD17 ___ _ ___ SD15 D15_9s
Además de (respuesta de P29) ¿el(la) jefe de familia:	1. Ayudó en un negocio familiar 2. Vendió algún producto 3. Hizo algún producto para vender 4. Ayudó trabajando en el campo o en la cría de animales 5. A cambio de un pago realizó otro tipo de actividad 95. Ninguna de las anteriores		___ _ ___ SD16 →Pase a SD19
El(La) jefe de familia ¿recibe ingresos por este trabajo o por esta actividad?	1. Sí 2. No		SD17 ___
¿A qué se dedica el lugar donde trabaja el(la) jefe de familia? o ¿a qué actividad se dedica el(la) jefe de familia? [Lea las opciones de sectores de actividades]	1. Agricultura 2. Ganadería 3. Minería 4. Industria	5. Construcción 6. Comercio 7. Servicios 8. Educación	9. Otro. Especifique: _____ SD18 ___ SD18_9s

Tabla G.5 Encuesta de estudios socioeconómicos de la población (continuación)

Características del entrevistado, su familia y su vivienda			
Incluyéndose a usted ¿cuántas personas forman su hogar? [Incluyendo niños, ancianos y no familiares]	_ _ _ _ personas incluyendo al entrevistado		_ _ _ _ SD19
Entre las personas que forman su hogar ¿hay niños menores de 12 años?	1. Sí 2. No		SD20 _ _ _
¿Hace cuánto tiempo vive usted en este domicilio?	_ _ _ _ años y _ _ _ _ meses	SD21a _ _ _ _ SD21m _ _ _ _	
¿Usted o su familia son dueños de esta propiedad o la rentan?	1. Dueños o propietarios 2. Rentada 3. Prestada o en otra situación		SD22 _ _ _
¿De qué material es la mayor parte del piso de esta casa?	1. Tierra 2. Cemento o firme 3. Madera 4. Mosaico u otros recubrimientos		SD23 _ _ _
¿Esta vivienda cuenta con drenaje?	1. Sí, conectado a la red pública 2. Sí, conectado a fosa séptica 3. Sí, conectado a una tubería que va a dar a una barranca o grieta 4. Sí, conectado a una tubería que va a dar a un río, lago o mar 5. No tiene drenaje		SD24 _ _ _
¿A esta vivienda llegan recibos de agua?	1. Sí 2. No Pase a SD27		SD25 _ _ _
Aproximadamente ¿De cuánto fue el recibo de agua más reciente?	_ _ _ _ pesos al	1. Mes 2. Bimestre 3. Trimestre 6. Semestre 12. Año	_ _ _ _ _ _ _ _ _ SD26
[Anote la cantidad y marque el periodo]	0. No paga agua 9998. No sabe		SD26p
¿A esta vivienda llegan recibos de luz (de electricidad)?	1. Sí 2. No Pase a SD29		SD27 _ _ _
Aproximadamente ¿De cuánto fue el recibo de luz más reciente?	_ _ _ _ pesos al	1. Mes 2. Bimestre 3. Trimestre 6. Semestre 12. Año	_ _ _ _ _ _ _ _ _ SD28
[Anote la cantidad y marque el periodo]	0. No paga luz 9998. No sabe		_ _ _ _ SD28p
¿Tiene algún comentario adicional?	1. Sí 2. No à Termine la entrevista		SD29 _ _ _
Comentarios del entrevistado			SD30 _ _ _
			SD30_1s

Tabla G.5 Encuesta de estudios socioeconómicos de la población (continuación)

¡Agradezca por la ayuda y cooperación		Hora de término:		_ _ _ : _ _ _				
				Horas Minutos				
Datos del encuestador								
Nombre del encuestador						_ _ _ _ ID8		
Observaciones del encuestador						ID9 _ _ _		
						ID9_1s		
Clasificación SE	1	2	3	4	5	6	7	ID10 _ _ _



H

TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA DIFERENTES ESTUDIOS⁹¹

Este anexo tiene por objetivo dar una idea general de la elaboración de términos de referencia para la contratación de estudios de evaluación socioeconómica (o costo beneficio) de diferentes tipos de proyectos, siendo de incremento de oferta de agua potable, tratamiento de aguas residuales, mejoramiento integral de la gestión de un organismo operador y de protección a centros de población. De igual forma se incluyen los referentes a la contratación de un dictamen externo sobre las factibilidades técnica, económica y ambiental; todos alineados con los lineamientos actuales publicados por la SHCP. Estos deberán ser adecuados a cada proyecto en específico y actualizados cuando se tengan nuevos lineamientos al respecto.

Es importante destacar que para obtener el registro en cartera de un proyecto y cumplir con los lineamientos vigentes de la SHCP, es necesario en los proyectos mayores a 150 millones anexar los análisis de factibilidad técnica, económica, ambiental y legal que han servido de base para la evaluación del proyecto de inversión.

Definiéndose:

- i. Análisis de factibilidad ambiental: los estudios en donde se determina que un programa o proyecto de inversión cum-

ple con la normatividad aplicable en materia ambiental;

- ii. Análisis de factibilidad económica: los estudios sobre la cuantificación de los costos y beneficios de un programa o proyecto de inversión en donde se muestre que el mismo es susceptible de generar, por sí mismo, beneficios netos bajo supuestos razonables;
- iii. Análisis de factibilidad legal: los estudios en donde se determine que un programa o proyecto de inversión cumple con las disposiciones jurídicas aplicables en el ámbito federal, estatal y municipal que corresponda, y
- iv. Análisis de factibilidad técnica: los estudios sobre los materiales, maquinaria, equipo, tecnología y calificación de personal que se requieren para la ejecución y operación de un programa o proyecto de inversión, en donde se determine si el proyecto se apega a las normas establecidas por la dependencia o entidad de la Administración Pública Federal, así como a las prácticas aceptadas de ingeniería y a los desarrollos tecnológicos disponibles.

Con base a lo establecido en los lineamientos, se sugiere ampliamente incluir la conformación de

91 Documentos realizados por la Ing. Carolina Silva Uribe (carolina.silva@conagua.gob.mx)

estos análisis en los términos de referencia de los estudios de evaluación.

La Unidad de Inversiones podrá solicitar la presentación de los estudios que considere necesarios para profundizar el análisis de la evaluación socioeconómica..

Definiéndose:

1. Análisis de factibilidad ambiental: los estudios en donde se determina que un programa o proyecto de inversión cumple con la normatividad aplicable en materia ambiental
2. Análisis de factibilidad económica: los estudios sobre la cuantificación de los costos y beneficios de un programa o proyecto de inversión en donde se muestre que el mismo es susceptible de generar, por sí mismo, beneficios netos bajo supuestos razonables
3. Análisis de factibilidad legal: los estudios en donde se determine que un programa o proyecto de inversión cumple con las disposiciones jurídicas aplicables en el ámbito federal, estatal y municipal que corresponda
4. Análisis de factibilidad técnica: los estudios sobre los materiales, maquinaria, equipo, tecnología y calificación de personal que se requieren para la ejecución y operación de un programa o proyecto de inversión, en donde se determine si el proyecto se apega a las normas establecidas por la dependencia o entidad de la Administración Pública Federal, así como a las prácticas aceptadas de in-

geniería y a los desarrollos tecnológicos disponibles

Con base a lo establecido en los lineamientos, se sugiere ampliamente incluir la conformación de estos análisis en los términos de referencia de los estudios de evaluación.

H.1. TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL PROYECTO DE INCREMENTO DE OFERTA DE AGUA POTABLE

H.1.1. INTRODUCCIÓN

Como parte fundamental de la política fiscal en México, las inversiones del Gobierno Federal deberán tener estudio de evaluación socioeconómica que demuestre su rentabilidad social positiva.

Ante los recursos fiscales cada vez más escasos, y que los proyectos en cartera tienen rentabilidades muy variables, la utilidad de la evaluación socioeconómica es la reasignación del presupuesto para buscar una mayor contribución del mismo al crecimiento económico del país acompañado de un desarrollo social. Lo anterior promoverá una toma de decisiones más eficiente en materia de inversión en el Subsector Agua, asegurándose que los proyectos a realizar sean los más convenientes para la sociedad.

Se deben incluir todos los antecedentes del proyecto a evaluar

H.1.2. OBJETIVO

Los presentes Términos de Referencia tienen como objetivo la realización del estudio de evaluación socioeconómica del acueducto objeto del presente estudio de acuerdo a los siguientes objetivos específicos:

Cumplir de manera cabal con los lineamientos y guión para el estudio determinado por la SHCP.

Dar seguimiento a lo sugerido en el libro “Estructuración de proyectos y metodologías de evaluación socioeconómica para proyectos de agua potable, alcantarillado, saneamiento, mejoramiento de eficiencia y protección a centros de población” de la CONAGUA. Efectuar los análisis básicos y visitas de campo para el planteamiento, obtención y generación de la información necesaria para el diseño de la evaluación costo beneficio de las obras objeto del presente contrato.

Presentar la evaluación costo beneficio, con los indicadores de rentabilidad establecidos en la normatividad vigente y los respectivos análisis de sensibilidad de dicha evaluación, de acuerdo a la normatividad vigente para este tipo de evaluaciones. Se deberá analizar la información existente de estudios, mismos que serán proporcionados para su análisis y estudio, con base en esto y de manera conjunta con la información recabada en campo, el contratista propondrá los beneficios a considerar como directamente atribuibles al proyecto analizado e incluso aquellos que se deban considerar como intangibles o externalidades.

El Análisis Costo-Beneficio consistirá en una evaluación del proyecto a nivel de factibilidad, y deberá estar sustentada en información confiable y adecuada para este nivel de estudio que

permita llevar a cabo las cuantificaciones correspondientes cuando éstas sean viables de realizar.

H.1.3. ALCANCES

La evaluación socioeconómica deberá realizarse de acuerdo al guión y lineamientos emitidos por la SHCP para este tipo de estudios, de lo cual se puede destacar:

- a) Analizar la problemática actual y futura del servicio de agua en la ciudad de acuerdo a las características y disponibilidad de la infraestructura y recursos naturales actuales, así como el crecimiento de la población. Considerará un resumen del funcionamiento de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento de las ciudades beneficiadas
- b) Identificar y cuantificar los costos y beneficios sociales asociados al proyecto, es decir todos aquellos que se originan del mismo, tanto cuantificable como cualitativo
- c) Comparar los beneficios y costos que dicho proyecto implica para la sociedad. Mediante el uso de indicadores de rentabilidad determinará el efecto del proyecto en términos de aumento o disminución en el bienestar social y económico para la región. La información utilizada en esta evaluación debe ser detallada y adecuada para este nivel de estudio, haciendo uso de toda la información disponible; proyectos y estudios realizados, bibliografía especializada, además de cotizaciones y encuestas elaboradas específicamente para obtener información para este estudio

H.1.4. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Para la elaboración del presente estudio, atendiendo al objetivo y alcances señalados en los dos apartados anteriores, las actividades requeridas se detallan como sigue:

a) Visitas de campo, obtención y revisión de información complementaria

Para establecer de manera cualitativa los beneficios potenciales asociados al proyecto, se realizarán las visitas de campo necesarias para que el contratista pueda identificar los beneficios estimados del proyecto en la zona del proyecto, deberá hacer mención a las afectaciones directas e indirectas que el proyecto tendrá. Los beneficios identificados deben ser congruentes con la problemática planteada a la que el proyecto da solución.

Respecto de los costos, se recopilará la información necesaria y consideraciones hechas para la realización del proyecto de inversión. Se elaborará un reporte cualitativo el cual se listen los beneficios y costos así como la forma en que se prevé la cuantificación de éstos, planteando las medidas que se tomaron para generar toda la información que se previó necesaria.

b) Procesamiento de información

La Consultora deberá considerar la generación de la información necesaria para obtener los beneficios y costos asociados al proyecto, inclusive encuestas de ser necesario para obtener la función de demanda. Deberá analizar la información sobre los crecimientos urbanos la estrategia del manejo de las fuentes existentes y la de proyecto para calcular la situación con y sin proyecto.

c) Evaluación socioeconómica del proyecto

La estructura del análisis costo y beneficio deberá ser el siguiente:

1. Resumen Ejecutivo
2. Situación Actual del Programa o Proyecto de Inversión
3. Situación Sin el Programa o Proyecto de Inversión
4. Situación con el Programa o Proyecto de Inversión
5. Evaluación del Programa o Proyecto de Inversión
6. Conclusiones y recomendaciones
7. Anexos
8. Bibliografía

Informe final acorde a lo especificado en los presentes términos de referencia.

H.1.5. CONTENIDO DEL ESTUDIO

H.1.5.1 Resumen Ejecutivo

El resumen ejecutivo deberá presentar una visión global del proyecto, describiendo brevemente sus aspectos más relevantes. Se explicará en forma concisa la necesidad a cubrir o la problemática que se pretende resolver, las principales características del proyecto, las razones por las que la alternativa elegida es la más conveniente para resolver dicha problemática o atender esa necesidad, sus indicadores de rentabilidad y los riesgos asociados a su ejecución.

Este apartado debe describir brevemente los aspectos presentados en la Tabla H.1.

Tabla H.1 Resumen ejecutivo del proyecto

Problemática, objetivo y descripción del PPI	
Objetivo del PPI ¹	Puntualizar el objetivo del PPI.
Problemática Identificada	Incluir una breve descripción de la problemática identificada, que justifique la realización del PPI.
Breve descripción del PPI	Incluir una descripción del PPI y sus componentes.
Horizonte de evaluación, costos y beneficios del PPI	
Horizonte de Evaluación	Número de años considerados dentro de la evaluación del PPI.
Descripción de los principales costos del PPI	Enlistar y describir los principales costos de inversión, mantenimiento y operación del PPI.
Descripción de los principales beneficios del PPI	Enlistar y describir los principales beneficios relacionados con la implementación del PPI.
Monto total de inversión (con IVA)	Monto de inversión incluyendo IVA, expresado en pesos.
Riesgos asociados al PPI	Riesgos asociados a la ejecución y operación del PPI.
Indicadores de Rentabilidad del PPI	
Valor Presente Neto (VPN)	Pesos.
Tasa Interna de Retorno (TIR)	%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	%
Conclusión	
Conclusión del Análisis del PPI	Breve conclusión del análisis, referente a la rentabilidad del PPI.

¹PPI: Programa o proyecto de inversión

H.1.5.2 Situación Actual del PPI

a) Diagnóstico de la Situación Actual

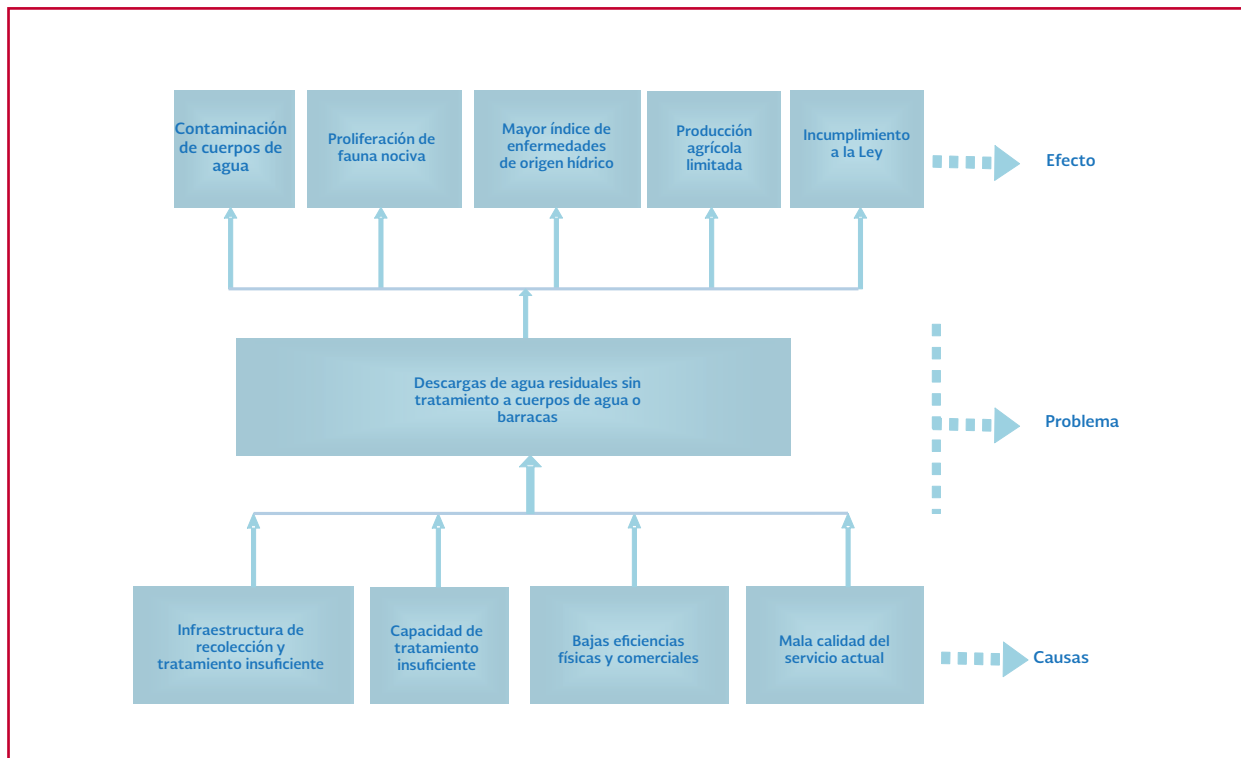
En esta sección se deberá presentar un diagnóstico de la situación actual que da origen a la posibilidad de llevar a cabo el proyecto, resaltando la problemática que se pretende resolver o la necesidad que se busca atender a través del proyecto mismo. Se incluirán los datos más relevantes que describan la situación actual, como son número de tomas y/o descargas en su diferente clasificación, cobertura de micro y macromedición y eficiencia física y comercial del sistema, entre otros. Estos datos serán proporcionados por el organismo operador o la institución promotora del proyecto. Se debe incluir la descripción general de los sistemas de

agua potable, alcantarillado y saneamiento y sus coberturas.

Es recomendable utilizar fotografías, planos, mapas y croquis que permitan visualizar la ubicación de las localidades involucradas, las fuentes de abastecimiento, los sistemas de agua potable y alcantarillado, así como las plantas de tratamiento existentes especificando tanto su capacidad instalada como la de operación.

También es necesario describir con detalle la problemática que dio origen al proyecto, describiendo el impacto y las afectaciones de su realización, las cuales deberán ser congruentes con los beneficios del proyecto, para tal fin es adecuado incluir un diagrama causa-efecto como el mostrado en la Ilustración H.1.

Ilustración H.1 Gráfico Causa-efecto



Se deberán señalar y explicar las alternativas consideradas, las cuales deben demostrar que se está utilizando la alternativa más viable desde el punto de vista técnico, legal y social, justificando la decisión tomada. Es conveniente incluir una tabla comparativa para las alternativas con costos por metro cúbico, altura o nivel de protección u otra unidad comparable. La metodología de costo-eficiencia también es válida para el análisis de alternativas, si es que los beneficios se pueden considerar los mismos en todas.

Describir y justificar la opción tecnológica, técnica, de funcionamiento o de infraestructura propuesta en razón de la calidad y cantidad del bien o servicio a ofrecerse, incluyendo los principales equipos, instalaciones e insumos involucrados. Debe justificarse que la capacidad y calidad sean las óptimas en función de su localización, economías de escala, disponibilidad de insumos y normatividad.

b) Análisis de la Oferta Existente

Resumir los resultados del análisis de la oferta actual del mercado en el cual se llevará a cabo el PPI. Los resultados presentados serán respaldados con gráficas y tablas. El análisis completo de la oferta actual debe integrarse en un Anexo de ser necesario. Adicionalmente, describir brevemente la infraestructura existente en caso de contar con la misma.

Hay que resaltar que se trata de la infraestructura y la oferta actual, es decir para el año cero de evaluación y su proyección a todo el horizonte de evaluación.

c) Análisis de la Demanda Actual

Resumir los resultados obtenidos del análisis de la demanda actual del mercado en el cual se llevará a cabo el PPI. Los resultados presentados

serán respaldados por gráficas y tablas que clarifiquen el análisis e indiquen el año del mismo. El análisis completo de la demanda debe integrarse en un Anexo de ser necesario. Hay que resaltar que se trata de la infraestructura y la demanda actual, es decir para el año cero de evaluación y su proyección a todo el horizonte de evaluación.

d) Interacción de la Oferta-Demanda

Describir de forma detallada el análisis comparativo para cuantificar la diferencia entre la oferta y la demanda del mercado en el cual se llevará a cabo el PPI en el año cero de evaluación y su posterior proyección a todo el horizonte de evaluación.

El análisis debe incluir la relación precio-cantidad, la estimación de la oferta y la demanda total del mercado, la cuantificación del excedente de la demanda y la explicación de los principales supuestos, metodología y herramientas utilizadas en la estimación.

H.1.5.3 Situación sin el PPI

Describir la situación esperada en ausencia del PPI, considerando la implantación de las optimizaciones del proyecto, presentando una descripción de los supuestos técnicos y económicos de mayor relevancia utilizados para el análisis oferta-demanda y el horizonte de evaluación.

En economía, el análisis de oferta-demanda tiene como finalidad estimar el comportamiento del mercado ante el bien objeto de la evaluación. Para el caso particular de un bien como el agua, este análisis se hace a partir de la disponibilidad del líquido y las condiciones de demanda de dicho bien, ya sea por los usuarios domésticos o los consumidores alternos (agricultores, indus-

triales, comerciantes, etcétera). Este enfoque involucra cantidades (volúmenes) del bien y su relación con el precio, ya sea de producción o disposición al pago.

La importancia de este análisis es primordial ya que es donde se define el tamaño del proyecto, el cual se ha visto regularmente sobre medido y generando proyectos muy por encima de las necesidades reales, por lo cual es necesario hacer un análisis detallado del mismo.

La conjunción de los aspectos de ingeniería y economía nos permiten determinar tanto un buen diseño de proyecto como el momento óptimo en que entre en operación.

En este análisis, la oferta debe comprender la totalidad de las fuentes actuales con un caudal sustentable y en concordancia con la asignación del agua. Las fuentes superficiales se deben de proyectar preferiblemente con un análisis estadístico de su comportamiento histórico, determinando la oferta sustentable con un nivel de confianza muy aceptable. En el caso de la oferta subterránea se debe de partir del balance publicado por la CONAGUA sobre la disponibilidad y relacionar con el nivel de los pozos y su comportamiento histórico. En muchas ocasiones, la oferta a considerar sin el proyecto puede ser inclusive menor que la producción actual.

La diferencia entre la demanda en el horizonte de evaluación y la proyección de la oferta total bajo escenarios sustentables, determina el tamaño del proyecto.

a) Optimizaciones

Describir las posibles medidas administrativas o inversiones de bajo costo que podrían

ser implementadas en la zona relevante. Por ejemplo, en lugar de realizar el reemplazo de un activo, realizar actividades de mantenimiento al mismo. Las optimizaciones contempladas deben ser incorporadas para en el análisis de la oferta y la demanda de la situación sin el PPI.

Es importante destacar la “Situación Actual Optimizada”, la cual consiste en determinar acciones adicionales a las que se estén llevando a cabo (acciones siempre de bajo costo) que permitan optimizar la situación actual y no atribuirle al proyecto beneficios y costos que no le corresponden, debido a que podrían conseguirse sin realizar la inversión del proyecto. El efecto de las medidas de optimización deberá proyectarse a lo largo del período de evaluación, con el fin de asegurar que en la evaluación solamente se consideren los beneficios legítimamente atribuibles a la realización del proyecto en cuestión.

Estas medidas pueden ser planes o proyectos de inversión que se tengan programados o en marcha, es decir, que se van a realizar independien-

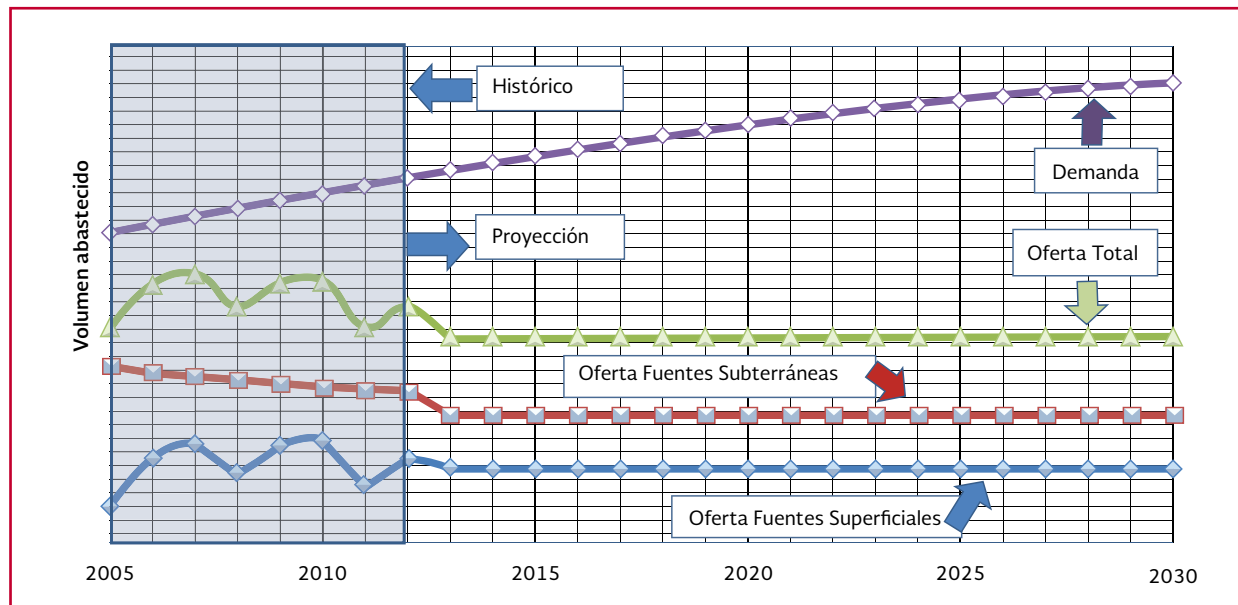
temente de que se lleve a cabo el proyecto de inversión en análisis.

Algunos ejemplos de medidas de optimización para las obras de agua potable son el incremento en la medición y eliminación de la tarifa fija para ajustar consumos, rehabilitación u optimización de fuentes actuales.

Para los proyectos de incremento en la oferta de agua potable o nuevas fuentes, se debe considerar como parte de la situación actual los programas de los organismos operadores para disminuir pérdidas de agua durante el horizonte del proyecto hasta índices adecuados, lo cual permite ajustar el tamaño de la nueva infraestructura, reduciendo inversiones. No es viable considerar el incremento de la oferta si no va acompañado por programas de este tipo de acciones. También es adecuado incluir programas de sectorización y de mejoramiento de la distribución.

Es importante recalcar que las optimizaciones deben ser realistas y viables, ya que metodológicamente en muchos casos se tratan de imple-

Ilustración H.2 Gráfico oferta-demanda



mentar tarifaciones o reducción de consumos que no son viables en la realidad y no deben utilizarse en la evaluación de un proyecto.

A partir de la situación sin proyecto optimizada, se deberá incluir un análisis de la oferta y demanda actuales, así como de su evolución esperada a lo largo del horizonte de evaluación. Para ello, se deberá señalar la metodología y los supuestos utilizados, así como la justificación de los mismos.

b) Análisis de la Oferta

Resumir los puntos relevantes y las principales conclusiones del análisis de la oferta a lo largo del horizonte de evaluación, en caso de que el PPI no se lleve a cabo. El análisis completo de la oferta debe integrarse en un Anexo de ser necesario.

El análisis consiste en determinar las condiciones actuales en que se generan los bienes o servicios que el proyecto va a producir. Debe incluir una descripción de la infraestructura de producción disponible, considerando aspectos como capacidad de producción y operación, localización de la misma, ventajas, desventajas, así como la calidad de los bienes y servicios producidos. Por otro lado, es necesario analizar y determinar las variables que afectan la oferta del bien y su proyección, como sequías, lluvias intensas, fenómenos meteorológicos extremos, contaminación, abatimientos, crecimiento poblacional “normal” o excepcional, urbanización de los terrenos asociada y toda información que permita realizar un pronóstico de su comportamiento. Se deben sustentar y justificar las condiciones descritas. Al definir cuál sería el gasto viable de proyectarse para cada fuente, se debe realizar de acuerdo a las condiciones hidrológicas y de explotación para tener un escenario rea-

lista de la oferta (caudal sustentable). Resultado de las medidas de optimización se puede incluir oferta procedente de otras fuentes y de recuperación de caudales, por lo que se puede dar el caso de que los caudales proyectados disminuyan o se incrementen.

c) Análisis de la demanda

Resumir los puntos relevantes y las principales conclusiones del análisis de la demanda a lo largo del horizonte de evaluación, en caso de que el PPI no se lleve a cabo. El análisis completo de la demanda debe integrarse en un Anexo de ser necesario.

Se debe estimar la demanda de agua potable en un periodo de tiempo y explicar la metodología de cálculo. Es necesario exponer y justificar los supuestos utilizados para obtener cada estimación. Las principales variables a considerar son la población (CONAPO), cobertura del servicio, tomas de agua potable, consumos y pérdidas físicas del sistema.

d) Diagnóstico de la interacción Oferta-Demanda

Describir de forma detallada la interacción de la oferta y la demanda considerando las optimizaciones, la cual debe proyectarse para todo el horizonte de evaluación del PPI.

Cabe señalar que ya no es adecuado ni suficiente exclusivamente utilizar un valor de dotación constante con base a lineamientos, ya que podría estar muy alejado de la realidad de la localidad y no reflejar un esquema de disminución de pérdidas físicas. El periodo mínimo de evaluación, será de 30 años de operación de la infraestructura de nuevas fuentes.

Cuando se requiera evaluar la sustitución de la fuente actual de agua potable por una nueva, es necesario incluir en el análisis los aspectos determinados en la evaluación técnica, ya que puede contener factores determinantes que influyan en la determinación de su viabilidad y el momento óptimo para su realización, como son la calidad del agua o vida útil de la fuente. Una vez que se tienen los beneficios del proyecto se puede proceder a calcular su momento óptimo de construcción de la infraestructura, el cual se obtiene con base a los beneficios que genera y los costos producto de la construcción de la infraestructura.

Esta metodología se puede obtener mediante la **Tasa de Rentabilidad Inmediata Social (TRIS)**.

Lo anterior implica que con la información de población, consumos y pérdidas físicas contra la oferta sustentable se obtiene el tamaño de la infraestructura mediante el déficit obtenido, y el momento óptimo de operación mediante la curva de demanda.

e) Alternativas de solución

Incluir una descripción de las alternativas de solución consideradas para atender la problemática identificada, así como la justificación de los

criterios utilizados para la selección de la solución encontrada.

Se recopilarán los estudios realizados para la ejecución de las obras del proyecto, se describirá la alternativa seleccionada en todos sus aspectos, alcances y etapas, desde su concepción física y componentes hasta su concepción operativa, capacidad de diseño y estimación o proyección de su utilización en el tiempo. Esta información es la base para la estimación y definición del nivel de solución que brindará o solucionará el proyecto, así como para definir la inversión necesaria y los costos de operación y mantenimiento del mismo. Deberá hacerse uso de mapas, croquis, diagramas o esquemas para facilitar su presentación y correcto planteamiento.

Se incluirá un comparativo de las alternativas que en su momento se consideraron para solucionar la problemática que dio origen al proyecto, debe mencionarse en las alternativas que se estudiaron el sustento de cada una para convalidar la selección realizada. Debe considerarse que sólo son comparativas aquellas alternativas, que como el proyecto, cumplen con los criterios de factibilidad técnica acordes a las condiciones existentes.

También se debe realizar un resumen de las alternativas de solución analizadas con la información que se muestra en la Tabla H.2.

Tabla H.2 Análisis de alternativas

Alternativa	Capacidad instalada (m ³ /s)	Breve descripción técnica	Monto total de inversión (\$)	Costo de Operación fijo (\$/año)	Costo de operación variable (\$/m ³)	Costo de mantenimiento (\$/año)	Vida útil	Valor presente de los costos (VPC) (\$)	Costo Anual Equivalente (CAE)
1									
2									
3									

Si las alternativas presentan la misma vida útil, deberá seleccionarse aquella que tenga el menor Valor Presente de Costos (VPC).

Si las alternativas técnicas de solución tienen diferente vida útil, deberá elegirse la que presente el menor Costo Anual Equivalente (CAE).

H.1.5.4 Situación con el PPI

Describir la situación esperada en caso de que se realice el PPI, la cual debe contener los siguientes elementos:

a) Descripción general

De la Tabla H.3 se seleccionará el tipo de PPI.

Detallar las características físicas del PPI como son sus componentes, esto es, los productos o activos que resultarían de la realización del proyecto, tales como la, construcción de una presa, acueducto y planta potabilizadora para un caudal de 1 000 l/s.

Tabla H.3 Tipos de proyectos de inversión

Tipo de PPI	
Proyecto de infraestructura económica	
Proyecto de infraestructura social	
Proyecto de infraestructura gubernamental	
Proyecto de inmuebles	
Programa de adquisiciones	
Programa de mantenimiento	
Otros proyectos de inversión	
Otros programas de inversión	

Tabla H.4 Principales características de la infraestructura

Componente	Tipo	Cantidad	Principales Características

Se deberán describir las principales características de la infraestructura incluyendo diagramas y figuras de la infraestructura principal de modo que sea más fácil el entendimiento del proyecto (Tabla H.4).

b) Alineación estratégica

Describir cómo el PPI contribuye a la consecución de los objetivos y estrategias establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo y los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales, así como al mecanismo de planeación al que hace referencia el artículo 34 fracción I de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.

Se pueden incluir temas como los siguientes:

Objetivo, el cual debe corresponder a uno o más de los objetivos y estrategias establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo y los programas sectoriales, regionales y especiales que aplican a la dependencia o entidad encargada de la ejecución del proyecto;

En el plano sectorial, el objetivo del tipo de proyectos aquí tratados se encuentra ligado a los Objetivos Nacionales números 2 y 6 del Programa Nacional Hídrico de la Comisión Nacional del Agua que dicen textualmente “Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento”. El propósito del proyecto, es decir, el resultado inmediato o consecuencia directa que se espera lograr con la ejecución del proyecto y que contribuirá a alcanzar el objetivo a que se refiere el inciso anterior, por ejemplo, disminución de tandeos, incremento en el consumo de agua potable, aumento en caudal potabilizado o de aguas residuales tratadas, aseguramiento contra inundaciones de tales o cuales áreas y demás beneficios asociados al proyecto.

c) Localización geográfica

Definir la localización geográfica del PPI así como su zona de influencia, acompañado de las coordenadas georreferenciadas, un plano de localización y un diagrama en el que se señale la ubicación exacta, siempre y cuando el proyecto lo permita.

d) Calendario de actividades

Establecer la programación de actividades necesarias para la ejecución y operación del PPI.

El calendario de actividades debe indicar, la programación de las principales acciones que se requieren para generar los componentes del

proyecto; como liberación de terrenos, derechos de vía, realización de estudios y proyectos, bases de concurso y licitaciones (observe la tabla H.3).

e) Monto total de inversión

Establecer el calendario de inversión por año y la distribución del monto total, desglosando los impuestos correspondientes (Tabla H.6).

Para la etapa de operación, la distribución de las erogaciones a realizar en sus principales rubros se muestran en la Tabla H.7.

f) Fuentes de financiamiento

Enlistar las fuentes de financiamiento del PPI, así como su porcentaje de participación, especificando si los recursos son federales, estatales, municipales, fideicomisos y en su caso privados. En el caso de recursos estatales y municipales, especificar el nombre completo del estado o municipio; para fideicomisos especificar el nombre completo del mismo; y en caso de recursos privados especificar el nombre completo o razón social del privado (Tabla H.8).

g) Capacidad instalada

Explicar la capacidad que se tendría y su evolución en el horizonte de evaluación con la ejecución del PPI, como pueden ser l/s de incremento de oferta de agua potable.

Tabla H.5 Calendario de actividades

Actividad	Año 1	Año 2	Año “n”

Tabla H.6 Calendario de inversión por año y distribución del monto total

Monto total de inversión	
Componentes/Rubros	Monto de inversión
1	
2	
3	
Supervisión	
Gerencia externa	
Impuesto al Valor Agregado	
Total	

Tabla H.7 Principales rubros de erogación

Costos de operación	
Componentes/Rubros	Monto anual
1 Costos fijos de operación	
2 Costos variables de operación	
3	
Subtotal de Componentes/Rubros	
Impuesto al Valor Agregado	
Total	

h) Metas anuales y totales de producción

Explicar las metas que se tendrán con el PPI de bienes y servicios cuantificadas en el horizonte de evaluación.

i) Vida útil

Detallar la vida útil del PPI, la cual debe contemplar el tiempo de operación expresado en años (Tabla H.9).

j) Descripción de los aspectos más relevantes

Estudios técnicos

Detallar los puntos, resultados y recomendaciones relevantes de los estudios técnicos realizados para el PPI, los cuales de acuerdo a su extensión

podrían ser integrados en un Anexo.

En este punto se debe explicar cómo se llegó a la alternativa seleccionada y su dimensionamiento, así como los estudios que se realizaron para dar la certidumbre a la conceptualización del proyecto, como pueden ser topografía, geotecnia, geología, calidad del agua, diseño hidráulico e ingeniería básica, y sus principales conclusiones.

Estudios legales

Detallar los puntos, resultados y recomendaciones relevantes de los estudios legales realizados para el PPI, los cuales de acuerdo a su extensión pueden ser integrados en un Anexo.

En primera instancia se debe ver que el ejecutor tenga la capacidad legal de concursarlo hasta el

Tabla H.8 Fuentes de financiamiento

	Recursos Fiscales		Fondo		Inversionista Privado/Crédito		Estado	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Presa de almacenamiento								
Acueducto								
Plantas de bombeo								
Derechos de vía								
Acciones de mitigación ambiental								
Gerencia externa de proyecto								
Supervisión técnica, financiera y ambiental								
Total del proyecto								

Tabla H.9 Vida útil del PPI

Vida útil del PPI	
Vida útil en años	

seguimiento a la Ley Federal correspondiente.

Se debe identificar la problemática generada por las afectaciones en las zonas en donde se va alojar la infraestructura y/o las zonas de operación, construcción, acceso, derechos de vía, incluso inundación, para su atención en términos legales ya sea que se refiera a compra-ventas, cesiones, comodatos o bien expropiaciones, puesto que de no atenderse se podrían afectar significativamente los tiempos de ejecución de los proyectos. Es recomendable que la construcción de un proyecto no se inicie si no se cuenta con la totalidad de los derechos de vía y terrenos afectados, aunque en las presas puede variar el esquema. Previo a la licitación deberá tener al menos los documentos de promesa de compra-venta de los mismos por parte del ejecutor.

El trámite de la asignación de los derechos de agua para el proyecto.

Estudios ambientales

Detallar los puntos, resultados y recomendaciones relevantes de los estudios ambientales realizados para el PPI, los cuales de acuerdo a su extensión pueden ser integrados en un Anexo.

Determinar la factibilidad ambiental del proyecto propuesto con base en la inspección, verificación y evaluación de las condiciones actuales del sitio o los sitios, considerando su vulnerabilidad, verificando el riguroso cumplimiento de la legislación ambiental, identificando los impactos y medidas de mitigación.

Se debe vigilar que el proyecto este enmarcado en la normatividad ambiental vigente y que no afecte especies en peligro de extinción, afecte lugares con vestigios históricos o reservas de la biósfera o áreas naturales protegidas.

Si es posible, se puede ya realizar la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad correspondiente.

Estudios de mercado

Detallar los puntos, resultados y recomendaciones relevantes de los estudios de mercado realizados para el PPI, los cuales de acuerdo a su extensión pueden ser integrados en un Anexo.

Este caso se daría si existe información adicional a la plasmada en el análisis oferta-demanda.

Estudios Específicos

Detallar los puntos, resultados y recomendaciones relevantes de los estudios requeridos y realizados para el PPI, los cuales de acuerdo a su extensión pueden ser integrados en un Anexo.

Se desarrollará este inciso en caso de que sea necesario.

k) Análisis de la Oferta

Resumir los aspectos relevantes y las principales conclusiones del análisis de la oferta a lo largo del horizonte de evaluación, considerando la implementación del proyecto. El análisis completo de la oferta debe integrarse en un Anexo en caso de ser necesario por su extensión.

En este capítulo hay que hacer la proyección de la oferta sin proyecto más la oferta del proyecto en el horizonte de evaluación, incluyendo gráfico, tabla y consideraciones tomadas.

l) Análisis de la Demanda

Resumir los aspectos relevantes y las principales conclusiones del análisis de la demanda a lo largo del horizonte de evaluación, considerando la implementación del proyecto. El análisis completo de la demanda debe integrarse en un Anexo en caso de ser necesario por su extensión.

Se debe plasmar la demanda optimizada en el horizonte de evaluación, incluyendo tabla, gráfico y consideraciones tomadas.

m) Interacción Oferta-Demanda

Describir de forma detallada la interacción de la oferta y la demanda a lo largo del horizonte de evaluación, considerando la implementación del PPI.

H.1.5.5 Evaluación del PPI

Resumir los principales puntos de la evaluación del PPI. Asimismo y de ser necesario, desglosar el cálculo completo de los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad en un Anexo.

En esta sección se deberá considerar el impacto que tendría sobre el mercado la realización del proyecto. Para dicho análisis deberá compararse la situación sin proyecto optimizada con la situación con proyecto, de tal manera que se identifiquen los impactos (beneficios y costos) atribuibles al proyecto exclusivamente, mismos que deberán reflejarse en el flujo de efectivo con objeto de mostrar que el proyecto es susceptible de generar, por sí mismo, beneficios netos para la sociedad bajo supuestos razonables. Este análisis deberá basarse en las estimaciones de la oferta y demanda desarrolladas e incluidas en el documento.

Se deberán presentar los indicadores de rentabilidad que resulten de la cuantificación de costos y beneficios. En particular, se deberá incluir una estimación del Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y, en el caso de proyectos cuyos beneficios estén vinculados al crecimiento de la población, la Tasa de Rendimiento Inmediato (TRI).

a) Identificación, cuantificación y valoración de costos del PPI

Desglosar los costos del PPI de forma anual y total, diferenciando aquellos que se realizarán durante la ejecución y durante la operación. Dichos costos pueden ser agrupados por su tipo: costos directos, indirectos y externalidades, incluyendo una breve descripción. Adicionalmen-

te, explicar cómo se identificaron, cuantificaron y valoraron los costos, incluyendo los principales supuestos y fuentes empleadas para su cálculo.

b) Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del PPI

Detallar los beneficios y ahorros generados por el PPI de forma anual y total. Dichos beneficios podrán ser agrupados por su tipo: beneficios directos, indirectos y externalidades, incluyendo una breve descripción. Adicionalmente, explicar cómo se identificaron, cuantificaron y valoraron los beneficios, incluyendo los principales supuestos y fuentes empleadas para su cálculo.

c) Cálculo de los indicadores de rentabilidad

Incorporar el cálculo de los indicadores de rentabilidad del PPI, resultantes del análisis del PPI. De ser necesario, la memoria de cálculo con la información cuantitativa del PPI debe ser integrada en un Anexo del presente documento (Tabla H.10).

d) Análisis de sensibilidad

Describir las variables seleccionadas para realizar el análisis de sensibilidad. Adicionalmente, mostrar el impacto de la(s) variable(s) relevante(s) en la evaluación del PPI, y su valor en el cual el VPN es igual a cero. Finalmente, resumir de forma concreta las principales conclusiones

Tabla H.10 Cálculo de los indicadores de rentabilidad

Indicadores de Rentabilidad	
Indicador	Valor
Valor Presente Neto (VPN)	Pesos
Tasa interna de retorno (TIR)	%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	%

del análisis de sensibilidad. De ser necesario, el análisis de sensibilidad completo debe ser integrado en un Anexo del presente documento (Tabla H.11).

e) Análisis de riesgos

Identificar los principales riesgos asociados al PPI en sus etapas de ejecución y operación, dichos riesgos deberán clasificarse con base en la factibilidad de su ocurrencia y se deberán analizar sus impactos, así como las acciones necesarias para su mitigación (Tabla H.12).

f) Conclusiones y Recomendaciones

Exponer de forma clara y precisa, las razones por las cuales debe llevarse a cabo el PPI, con base en los resultados obtenidos del análisis realizado. En esta última sección se deberán exponer en forma concisa las principales conclusiones a las que se llega con el análisis realizado y, en su caso, señalar las acciones que se requieren para la ejecución oportuna del proyecto. En las conclusiones de la evaluación deben destacarse los beneficios incluidos y valorados y, de manera especial, los intangibles, ya que en algunos casos, éstos pueden ser determinantes o tener un gran impacto

en la decisión final de la ejecución del proyecto. También deben señalarse las limitaciones o condicionantes con las que se elaboró o concluyó el estudio, ya sean de información; tiempo; particularidades del proyecto u organismo operador; razones institucionales; geográficas; físicas; etc., así como las variables que presentaron mayor problema en su estimación. Es importante señalar que se debe buscar, soportar o garantizar la realización de los supuestos considerados en el estudio, para que se cumpla con la rentabilidad esperada del proyecto. Por último, de acuerdo con los resultados y en congruencia con las conclusiones, es posible hacer recomendaciones antes de la licitación, durante la construcción del proyecto o aún posteriores a la puesta en marcha u operación del mismo.

H.1.5.6 Anexos

Para los casos en que sea necesario desarrollarlos se presentarán de acuerdo con la Tabla H.13.

H.1.5.7 Bibliografía

Incorporar la bibliografía de las fuentes de información utilizadas para la realización del análisis del PPI (Tabla H.14).

Tabla H.11 Análisis de sensibilidad

Variable	Variación respecto a su valor original	Impacto sobre el Indicador de Rentabilidad

Tabla H.12 Análisis de riesgo

Descripción	Impacto

Tabla H.13 Recomendaciones al proyecto

Número del Anexo	Concepto del Anexo	Descripción
Anexo A	Análisis de la Oferta y la Demanda	Contiene el análisis de la oferta y demanda en la situación actual, sin proyecto y con proyecto.
Anexo B	Estudios Técnicos	
Anexo C	Estudios Legales	
Anexo D	Estudios Ambientales	
Anexo E	Estudios de Mercado	
Anexo F	Estudios Específicos	
Anexo G	Memoria de cálculo con los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad del PPI	
Anexo H	Análisis de Sensibilidad	

Tabla H.14 Formato de bibliografía de las fuentes de información

Responsables de la Información			
Ramo:			
Entidad:			
Área Responsable:			
Datos del Administrador del programa y/o proyecto de inversión*:			
Nombre	Cargo*	Firma	Fecha
Versión		Fecha	

*El administrador del programa y/o proyecto de inversión, deberá tener como mínimo el nivel de Director de Área o su equivalente en la dependencia o entidad correspondiente, apegándose a lo establecido en el artículo 43 del Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.

H.2. TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA REALIZAR EL ESTUDIO SOCIOECONÓMICO DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

H.2.1. INTRODUCCIÓN

Considerando las reformas y adiciones en materia de inversión a la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria y a su reglamento respectivamente; que el artículo 34 , fracción II, establece el procedimiento que las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal deberán observar para la programación de recursos destinados a Programas y Proyectos de Inversión, dicho procedimiento obliga a presentar a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) la evaluación, costo beneficio a su cargo donde demuestre que dichos programas y proyectos son susceptibles de generar un beneficio social neto bajo supuestos razonables. En concordancia con lo anteriormente mencionado, se requiere de la elaboración de un Estudio de evaluación socioeconómica (Análisis Costo – Beneficio) del proyecto de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, para la obtención de registro en cartera de proyectos de inversión ante la Unidad de Inversiones (UI) de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Se deben incluir todos los antecedentes del proyecto a evaluar

Objetivo

El objetivo general del Estudio de evaluación socioeconómica del Proyecto de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

Objeto del presente estudio de acuerdo a los siguientes objetivos específicos:

- a. Cumplir de manera cabal con los lineamientos y guion para el estudio determinado por la SHCP
- b. Dar seguimiento a lo sugerido en el libro “Estructuración de proyectos y metodologías de evaluación socioeconómica para proyectos de agua potable, alcantarillado, saneamiento, mejoramiento de eficiencia y protección a centros de población” de la CONAGUA
- c. Efectuar los análisis básicos y visitas de campo para el planteamiento, obtención y generación de la información necesaria para el diseño de la evaluación costo beneficio de las obras objeto del presente contrato
- d. Presentar la evaluación costo beneficio, con los indicadores de rentabilidad establecidos en la normatividad vigente y los respectivos análisis de sensibilidad de dicha evaluación, de acuerdo a la normatividad vigente para este tipo de evaluaciones

Se deberá analizar la información existente de estudios, mismos que serán recabados por la empresa de consultoría, para su análisis y estudio, con base en esto y de manera conjunta con la información recabada en campo, la empresa de consultoría propondrá los beneficios a considerar como directamente atribuibles al proyecto analizado e incluso aquellos que se deban considerar como intangibles o externalidades.

El Análisis Costo-Beneficio consistirá en una evaluación del proyecto a nivel de factibilidad, y deberá estar sustentada en información confiable y adecuada para este nivel de estudio que permita llevar a cabo las cuantificaciones correspondientes cuando éstas sean viables de realizar.

H.2.2. ALCANCES

La evaluación socioeconómica deberá realizarse de acuerdo al guion y lineamientos emitidos por la SHCP para este tipo de estudios, de lo cual se puede destacar:

- a) Analizar la problemática actual y futura de los servicios (agua potable, alcantarillado o tratamiento de aguas residuales, según sea el caso) en la ciudad de acuerdo a las características y disponibilidad de la infraestructura y recursos naturales actuales, así como el crecimiento de la población. Considerará un resumen del funcionamiento de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento de las ciudades beneficiadas
- b) Identificar y cuantificar los costos y beneficios sociales asociados al proyecto, es decir todos aquellos que se originan del mismo, tanto cuantificable como cualita-

tivo. Con relación a los costos atribuibles al Proyecto de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales se deberán incluir las obras complementarias que permitan coleccionar y conducir las aguas residuales hacia la planta

- c) Comparar los beneficios y costos que el Proyecto de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales implica para la sociedad. Mediante el uso de indicadores de rentabilidad determinará el efecto del proyecto en términos de aumento o disminución en el bienestar social y económico para la región. La información utilizada en esta evaluación debe ser detallada y adecuada para este nivel de estudio, haciendo uso de toda la información disponible; proyectos y estudios realizados, bibliografía especializada, además de cotizaciones y encuestas elaboradas específicamente para obtener información para este estudio

H.2.3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Para la elaboración del presente estudio, atendiendo al objetivo y alcances señalados en los dos apartados anteriores, las actividades requeridas se detallan como sigue:

a) *Visitas de campo, obtención y revisión de información complementaria*

Para establecer de manera cualitativa los beneficios potenciales asociados al proyecto, se realizarán las visitas de campo necesarias para que la empresa de consultoría pueda identificar los beneficios estimados del proyecto en la zona del proyecto, deberá hacer mención a las

afectaciones directas e indirectas que el proyecto tendrá. Los beneficios identificados deben ser congruentes con la problemática planteada a la que el proyecto da solución.

Respecto de los costos, se recopilará la información necesaria y consideraciones hechas para la realización del proyecto de inversión.

Se elaborará un reporte cualitativo el cual se listen los beneficios y costos así como la forma en que se prevé la cuantificación de éstos, planteando las medidas que se tomaron para generar toda la información que se previó necesaria. Los beneficios identificados deberán de contar con el Visto Bueno de la Supervisión del Estudio.

b) *Procesamiento de información*

La empresa de consultoría deberá considerar la generación de la información necesaria para obtener los beneficios y costos asociados al proyecto, inclusive encuestas de ser necesario para obtener la función de demanda. Deberá analizar la información sobre los crecimientos urbanos la estrategia del manejo de las fuentes existentes y la de proyecto para calcular la situación con y sin proyecto.

c) *Evaluación socioeconómica del proyecto*

La estructura del análisis costo y beneficio deberá ser el siguiente:

1. Resumen Ejecutivo
2. Situación Actual del Programa o Proyecto de Inversión
3. Situación Sin el Programa o Proyecto de Inversión

4. Situación con el Programa o Proyecto de Inversión
5. Evaluación del Programa o Proyecto de Inversión
6. Conclusiones y recomendaciones.
7. Anexos
8. Bibliografía

Informe final acorde a lo especificado en los presentes términos de referencia.

Se entregará un Informe Final, el cual se realizará de acuerdo a la estructura contenida en los lineamientos vigentes, e incluirá los resultados obtenidos en todas y cada una de las actividades especificadas.

De dicho informe se entregaran cuatro juegos empastados. Como respaldos del documento y la presentación se entregarán dos discos compactos con los archivos digitales de la presentación y el Informe Final.

H.2.4. CONTENIDO DEL ESTUDIO

H.2.4.1 Resumen ejecutivo

El resumen ejecutivo deberá presentar el origen y la visión global del proyecto, describiendo brevemente sus aspectos más relevantes. Se explicará en forma concisa (Tabla H.15).

H.2.4.2 Situación actual

Se realizará un resumen cualitativo del origen del proyecto y el objetivo que plantea su realización. Este análisis tendrá como marco de referencia la ciudad que resulta beneficiada por el proyecto. Lo anterior en términos de las principales características sociales, políticas y económicas existentes las poblaciones involucradas.

Tabla H.15 Formato de contenido para presentar el resumen ejecutivo

Problemática, objetivo y descripción del PPI	
Objetivo del PPI	Puntualizar el objetivo del PPI.
Problemática Identificada	Incluir una breve descripción de la problemática identificada, que justifique la realización del PPI.
Breve descripción del PPI	Incluir una descripción del PPI y sus componentes.
Horizonte de evaluación, costos y beneficios del PPI	
Horizonte de Evaluación	Número de años considerados dentro de la evaluación del PPI.
Descripción de los principales costos del PPI	Enlistar y describir los principales costos de inversión, mantenimiento y operación del PPI.
Descripción de los principales beneficios del PPI	Enlistar y describir los principales beneficios relacionados con la implementación del PPI.
Monto total de inversión (con IVA)	Monto de inversión incluyendo IVA, expresado en pesos.
Riesgos asociados al PPI	Riesgos asociados a la ejecución y operación del PPI.
Indicadores de Rentabilidad del PPI	
Valor Presente Neto (VPN)	Pesos.
Tasa Interna de Retorno (TIR)	%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	%
Conclusión	
Conclusión del Análisis del PPI	Breve conclusión del análisis, referente a la rentabilidad del PPI.

a) Diagnóstico de la situación actual que motiva la realización del proyecto, resaltando la problemática que se presente resolver

Respecto de la infraestructura, se incluirán los datos del organismo operador en la zona del proyecto; como son número de tomas y descargas en su clasificación correspondiente; coberturas de micro y macromedición; y niveles de eficiencia física y comercial. De forma particular se deben incluir las coberturas y descripción general de cada uno de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Se recomienda agregar planos, mapas, y croquis para visualizar la situación de estos sistemas en las ciudades involucradas.

Enumerando las afectaciones del proyecto en el área, describirá detalladamente

la problemática a la que el proyecto esté dando solución. Se dará énfasis a la descripción general de los aspectos económico más relevantes, poniendo particular atención en aquellos que se verán afectados –tanto positiva como negativamente– por la realización del proyecto. Es recomendable utilizar fotografías, planos, mapas y croquis que permitan visualizar la ubicación de las localidades involucradas, las fuentes de abastecimiento, los sistemas de agua potable y alcantarillado, así como las plantas de tratamiento existentes especificando tanto su capacidad instalada como la de operación.

También es necesario describir con detalle la problemática que dio origen al proyecto, describiendo el impacto y las afectaciones de su realización, las cuales deberán ser congruentes con los bene-

ficios del proyecto, para tal fin es adecuado incluir un diagrama causa-efecto como el ejemplo de la Ilustración H.3.

b) Análisis de Oferta o infraestructura existente

Describirá la problemática del sistema de alcantarillado y saneamiento en la zona de estudio. Recopilará y organizará la información necesaria para la determinar la oferta real aguas residuales que se pretenden colectar hacia la planta de tratamiento, analizando únicamente la zona del proyecto.

En resumen, identificando los servicios actuales se determinarán las condiciones en las que actualmente se genera la oferta (coberturas), y a partir de este análisis determinarán los posibles escenarios. Es muy importante destacar la producción

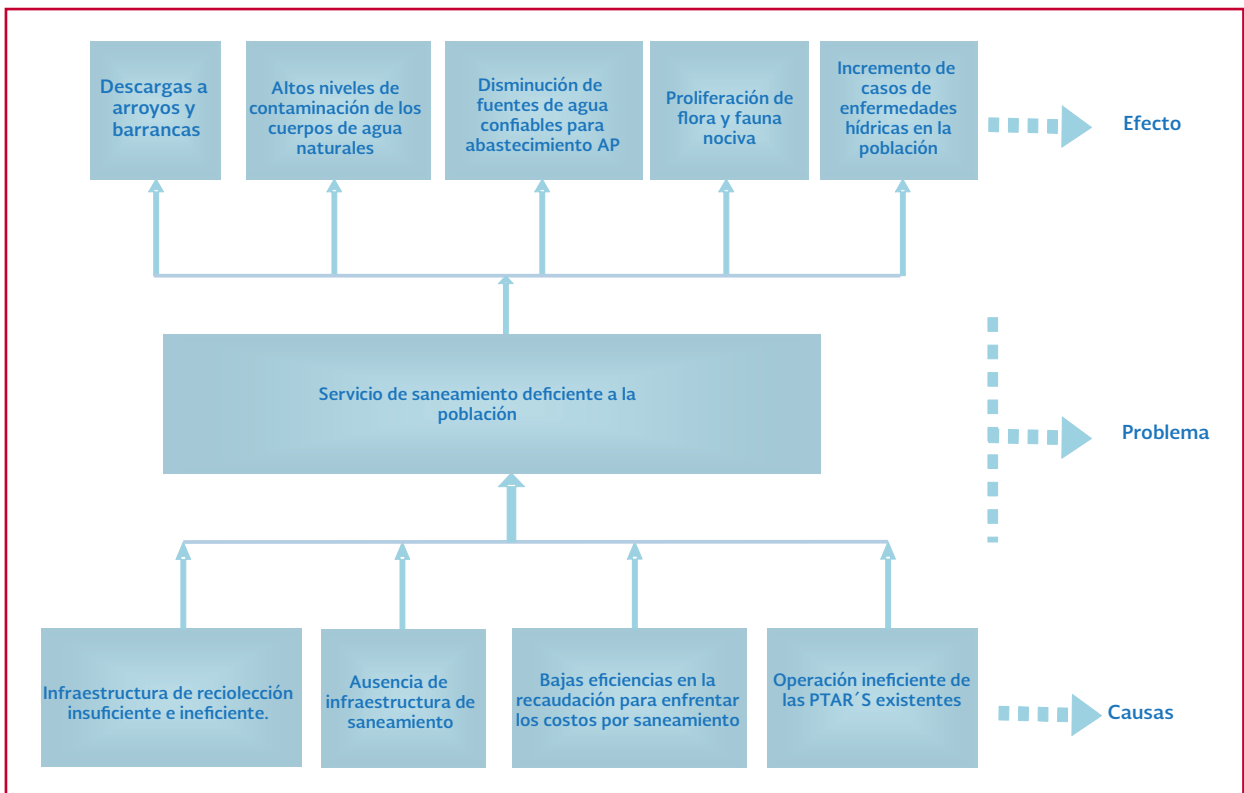
de agua, cobertura de servicio y ubicación de las redes primarias de alcantarillado.

Así mismo se deberá de mencionar el sitio de descarga de las aguas residuales sin tratamiento y los efectos que éstas causan al medio ambiente de la zona.

c) Análisis de Demanda

Analizará y describirá las características de la demanda del proyecto en la zona. Se atenderá al consumo actual de todos los sectores –doméstico, comercial e industrial- así como a la proyección de las necesidades de consumo futuro de cada uno. Para el análisis de la generación de aguas residuales, primeramente se deberá analizar la demanda del agua potable, esta proyección podrá realizarse suponiendo que no se presentaran cambios en los hábitos de consumo.

Ilustración H.3 Causa y efecto



Al analizar la demanda se deben identificar los costos implícitos que afectan a los demandantes para tener acceso al bien o servicio analizado, cuantificarlos y valorarlos con el fin de posteriormente incluirlos en el costo social del bien demandado.

Para analizar la demanda total se puede utilizar una como la que aquí se muestra en la Tabla H.6 con información hipotética.

Una vez que se cuente con el análisis de la demanda de agua potable, se determinará por medio de factores de uso consuntivo para el cálculo de la generación de aguas residuales. Todo lo anterior, considerando la infraestructura existente, así como las obras programadas para el cumplimiento de las metas físicas del proyecto.

Es de suma importancia, además de determinar el gasto de agua residual generado, desde sus puntos de origen hasta el sitio definido para su tratamiento, conocer la calidad de las aguas residuales,

misma que se comparará con los parámetros que establezca la Norma Oficial Mexicana vigente para descarga de aguas residuales.

En caso de que exista capacidad instalada de tratamiento, señalar el gasto tratado, su localización, proceso de tratamiento, así como las características de calidad del influente y efluente.

En la medición de la rentabilidad de los proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales, el enfoque se sustenta en valorar el beneficio social que la población obtendrá con la realización del proyecto. Este beneficio estará determinado por el reuso que se le pueda dar al agua residual tratada.

La empresa consultora, deberá determinar los beneficios atribuibles al proyecto dependiendo del reuso o disposición que se le dé a las aguas residuales tratadas y propondrá a la Supervisora del Estudio la metodología para determinar la valoración de los beneficios, para su aprobación.

Tabla H.16 Análisis de la demanda total

Año	Población CONAPO	Cobertura	Tomas domésticas	Consumo doméstico	Tomas comerciales	Consumo comercial
	(Hab)	(%)	(tomas)	m ³ /(toma mes)	(tomas)	m ³ /(toma mes)
2008	687 968	98.56%	215 276	18.09	11 048	51
2009	702 959	98.62%	221 776	18.09	11 159	51
2010	717 711	98.68%	228 276	18.09	11 270	51
2011	732 214	98.74%	234 776	18.09	11 383	51
Año	Tomas indust.	Consumo industrial	Consumo del sistema	Pérdidas del sistema	Demanda total	
	(tomas)	m ³ /(toma mes)	(m ³ /s)	%	(m ³ /s)	
2008	386	817	2.18	13.2%	2.51	
2009	388	817	2.23	13.2%	2.57	
2010	390	817	2.29	13.2%	2.64	
2011	392	817	2.35	13.2%	2.70	

d) Interacción de la oferta-demanda

Para hacer el análisis integral de la oferta-demanda, se deberá tomar en cuenta la proyección de la población, información histórica de consumos, coberturas de servicios, factores de uso consuntivo, pérdidas físicas, tomas, etc, con la finalidad de hacer las proyecciones de los factores que inciden en el proyecto.

Dicho análisis consiste en realizar el comparativo para cuantificar la diferencia entre la oferta y la demanda en el cual se llevará a cabo el programa o proyecto de inversión. Este análisis deberá incluir una explicación de los principales supuestos, metodología y las herramientas utilizadas en la estimación.

e) Problemática que se pretende resolver

Detallar la afectación de la descarga de aguas residuales crudas a la(s) localidad(es) indicando sus efectos como: enfermedades de origen hídrico ocasionadas por contacto directo o indirecto, el no aprovechamiento o disminución de actividades productivas (agrícolas, pesqueras, turísticas, etc.). Por ejemplo:

- i) El incumplimiento de la normatividad vigente para la descarga de aguas residuales (Ej.: NOM-001-SEMARNAT-1996), que aplica para la descarga de aguas residuales en cuerpos receptores
- ii) Escasez de agua potable. El Intercambio de aguas residuales tratadas por agua potable, en zonas con problemas de escasez de agua potable, es una medida muy importante cuando

se logra intercambiar en aplicaciones como el riego de áreas verdes, la industria o la agricultura; liberando así agua para consumo humano

- iii) Molestias por la descarga de aguas residuales. Se deberá tipificar el tipo de molestias que ocasiona a los habitantes que viven en las inmediaciones de donde se descargan o circulan las aguas residuales crudas. Se deberá indicar elementos como el número de habitantes, tipos de viviendas, ocupantes por vivienda y tipo de molestias que perciben. Si la evaluación social del proyecto se va a realizar aplicando la metodología de precios hedónicos, el único atributo a considerar deberá de ser las molestias ocasionadas por las aguas residuales. Será necesario investigar en campo los precios de mercado de viviendas afectadas y no afectadas por la circulación de aguas residuales cerca de sus viviendas

Al análisis costo y beneficio se deberá anexar la información que valide la evaluación de los dictámenes de los peritos

- iv). Enfermedades atribuibles al contacto directo e indirecto con las aguas residuales municipales. Para conocer lo anterior se deberá realizar una encuesta a la población afectada y también para corroborar lo anterior, entrevistarse con el encargado de la jurisdicción sanitaria del lugar. También se requieren conocer los costos de la atención

y tratamiento de las enfermedades relacionadas con las aguas residuales. Es importante también cuantificar el tiempo que permanecen enfermos los habitantes

v) Descripción de la actividad productiva que utiliza agua residual cruda o de cuerpos de agua contaminados por aguas residuales crudas. Por ejemplo, si en la situación sin proyecto existen cierto número de agricultores que utilizan para el riego de sus parcelas el agua proveniente de un río, al cual es descargado un cierto caudal de aguas residuales, deberá conocerse lo siguiente

- Tipos de cultivos que siembran y cosechan, así como superficie sembrada (hectáreas)
- Valor de la producción agrícola, para lo cual se requiere conocer el rendimiento en toneladas por hectárea y el precio medio rural en pesos por tonelada
- Costos de producción agrícola (semillas, fertilizantes, pesticidas, mano de obra, etc.), ya sea en pesos por tonelada o en pesos por hectárea
- Excedente económico agrícola en la situación sin proyecto, el cual se obtiene restando al valor de la producción agrícola el costo de la producción agrícola

H.2.4.3 Situación sin el programa o proyecto de inversión

En esta sección deberá incluirse la situación esperada en ausencia del programa o proyecto de inversión, los principales supuestos técnicos y económicos utilizados para el análisis y el horizonte de evaluación.

Así mismo, se deberá incluir los siguientes elementos:

a) Optimizaciones

Determinará las acciones que permitan optimizar la situación actual para no atribuirle beneficios y costos al proyecto que no le corresponden. Los resultados de dichas acciones podrían conseguirse sin realizar la inversión del proyecto y corresponden a todas aquellas establecidas en programas o proyectos de inversión, programados o en marcha; es decir acciones que se realizarían independientemente del proyecto aquí analizado.

Se deberá incluir una tabla indicando la proyección de la situación actual y de la situación actual optimizada. Entre las acciones a incluir deberá estar un programa de reducción de agua no contabilizada.

b) Análisis de la Oferta

Este análisis, reflejará la oferta del proyecto en caso de que el proyecto no se realice, considerando las optimizaciones anteriormente mencionadas.

c) Análisis de la Oferta

Este análisis, reflejará la demanda del proyecto en caso de que éste no se realice, considerando las optimizaciones anteriormente mencionadas.

d) Diagnóstico de la interacción de la oferta – demanda

Consiste en realizar el análisis comparativo para cuantificar la diferencia entre la oferta y la demanda con las optimizaciones consideradas. El análisis deberá incluir la estimación de la oferta y de la demanda total del mercado y la explicación de los principales supuestos, metodología y las herramientas utilizadas en la estimación

e) Análisis de alternativas

La Consultora recopilará los estudios realizados para la ejecución de las obras del proyecto, describirá la alternativa seleccionada en todos sus aspectos, alcances y etapas, desde su concepción física y componentes hasta su concepción operativa, capacidad de diseño y estimación o proyec-

ción de su utilización en el tiempo. Esta información es la base para la estimación y definición del nivel de solución que brindará o solucionará el proyecto, así como para definir la inversión necesaria y los costos de operación y mantenimiento del mismo. Deberá hacerse uso de mapas, croquis, diagramas o esquemas para facilitar su presentación y correcto planteamiento.

Alternativas

Deben mencionarse las alternativas que se estudiaron para sustentar la decisión de que el proyecto es la mejor de ellas. Incluirá un comparativo de las alternativas que en su momento se consideraron para solucionar la problemática que dio origen al proyecto. Debe considerarse que sólo son comparativas aquellas alternativas, que como el proyecto, cumplen con los criterios de factibilidad técnica acordes a las condiciones existentes.

Realizar un resumen de las alternativas de solución analizadas con la información que se muestra en la Tabla H.17.

Tabla H.17 Análisis de alternativas

Alternativa	Capacidad instalada (m ³ /s)	Breve descripción técnica	Monto total de inversión (\$)	Costo de Operación fijo (\$/año)	Costo de operación variable (\$/m ³)	Costo de mantenimiento (\$/año)	Vida útil	Valor presente de los costos (VPC) (\$)	Costo Anual Equivalente (CAE)
1									
2									
3									

Si las alternativas presentan la misma vida útil, deberá seleccionarse aquella que tenga el menor Valor Presente de Costos (VPC).

Si las alternativas técnicas de solución tienen diferente vida útil, deberá elegirse la que presente el menor Costo Anual Equivalente (CAE).

H.2.4.4 Situación con el programa o proyecto de inversión

Se considerará el impacto que representa la realización del proyecto. Deberá compararse la situación sin proyecto optimizada versus la situación con proyecto, de tal manera que se identifiquen puntualmente los impactos exclusivos de las obras a realizar.

a) Descripción general

Se deberá incluir la Tabla H.18 en la cual se indicará el tipo de PPI seleccionado.

En este apartado se deberá describir de manera detallada las características físicas del proyecto, sus componentes y localización. Describir la tecnología seleccionada, incluir un diagrama del proceso de tratamiento de las aguas residuales, ubicando cada una de las operaciones unitarias a realizar, su capacidad, costos y unidades de cada componente, etc. Con ayuda de la Tabla H.19. También se deberá describir, desde el punto de vista técnico la operación de la PTAR seleccionada en el punto anterior. Es decir, deberá señalarse la capacidad máxima de tratamiento de agua residual en litros por segundo, la calidad del

efluente de la planta, si la PTAR se plantea opere por módulos, etcétera.

También, deberá mostrarse gráficamente el origen de las aguas residuales, su trayecto por los colectores y emisor final, hasta la llegada a la PTAR que se desea construir.

b) Alineación Estratégica

Es la descripción de cómo el proyecto contribuye en el mediano o largo plazo, a la consecución de los objetivos y estrategias establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo, los programas sectoriales, regionales y especiales, así como al documento de planeación al que hace referencia el artículo 34, fracción I de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.

c) Localización geográfica

Deberá describir la ubicación geográfica donde se desarrollará el programa o proyecto de inversión y su zona de influencia, acompañada de un plano de localización geo referenciado y un diagrama para señalar su ubicación exacta, siempre y cuando la naturaleza del proyecto lo permita.

d) Calendario de Actividades

Indicar en un diagrama de Gantt la programación estimada de las principales acciones que se requieren para generar los componentes del proyecto, las pruebas y la operación, o bien mediante la Tabla H.20.

Tabla H.18 Tipo de PPI seleccionado

Tipo de PPI	
Proyecto de infraestructura económica	
Proyecto de infraestructura social	
Proyecto de infraestructura gubernamental	
Proyecto de inmuebles	
Programa de adquisiciones	
Programa de mantenimiento	
Otros proyectos de inversión	
Otros programas de inversión	

Tabla H.19 Características físicas del proyecto

Componente	Tipo	Cantidad	Principales Características

Tabla H.20 Calendario de actividades

Actividad	Año 1	Año 2	Año "n"

e) Monto total de la inversión

Corresponde al costo total del proyecto, considerando por separado las erogaciones a realizar, tanto en la etapa de ejecución como en la de operación. Dichos costos deberán reflejarse en precios privados como sociales. Este calendario deberá incluir la programación de las principales actividades que serán necesarias para la realización del proyecto. Tal como se muestra en la Tabla H.21.

Para la etapa de operación, la distribución de las erogaciones a realizar en sus principales rubros se presentan en la Tabla H.22.

f) Financiamiento

Deberán indicar las fuentes de financiamiento del programa o proyecto de inversión. Inclu-

yendo su calendarización estimada y distribución entre recursos públicos (federales, estatales y municipales) y privados. En la Tabla H.23 se muestra una estructura ejemplificativa, mas no limitativa.

g) Capacidad instalada que se tendría y su evolución en el horizonte de evaluación

Señalar el gasto de diseño de la planta de tratamiento al momento de su puesta en marcha y su comportamiento a lo largo de su horizonte de operación.

h) Vida útil del proyecto

Indicar el periodo de operación conforme a la tecnología seleccionada. Este valor será clave para determinar el horizonte de evaluación del proyecto (Tabla H.24).

Tabla H.21 Principales rubros de erogación

Monto total de inversión	
Componentes/Rubros	Monto de inversión
1	
2	
3	
Supervisión	
Gerencia externa	
Impuesto al Valor Agregado	
Total	

Tabla H.22 Principales costos de operación

Costos de operación	
Componentes/Rubros	Monto anual
1 Costos fijos de operación	
2 Costos variables de operación	
3	
Subtotal de Componentes/Rubros	
Impuesto al Valor Agregado	
Total	

Tabla H.23 Calendario de las fuentes de financiamiento del programa o proyecto de inversión

	Recursos fiscales		Fondo		Inversionista privado/crédito		Estado	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Presa de almacenamiento								
Acueducto								
Plantas de bombeo								
Derechos de vía								
Acciones de mitigación ambiental								
Gerencia externa de proyecto								
Supervisión técnica, financiera y ambiental								
Total del proyecto								

Tabla H.24 Vida útil del proyecto

Vida útil del PPI	
Vida útil en años	

i) Descripción de los aspectos más relevantes

Es importante describir los elementos clave de las evaluaciones técnica, legal y ambiental del proyecto. Este capítulo es conocido como manifestación del ejecutor. Es necesario que el evaluador recapitule la información disponible de estos aspectos y se asegure de la congruencia con la evaluación socioeconómica e integral del proyecto.

j) Análisis de la Oferta a lo largo del horizonte de evaluación

Este análisis, reflejará la oferta del proyecto, considerando la implementación del mismo.

k) Análisis de la Oferta a lo largo del horizonte de evaluación

Este análisis, reflejará la demanda del proyecto, considerando la implementación del mismo.

l) Interacción de la oferta-demanda a lo largo del horizonte de evaluación:

Consiste en describir y analizar la interacción entre la oferta y la demanda del mercado, considerando la implementación del programa o proyecto de inversión. Dicho análisis deberá incluir la estimación de la oferta y de la demanda total del mercado y la explicación de los principales supuestos, metodología y herramientas utilizadas en la estimación. Para el caso de los supuestos técnicos, sociales y económicos, se recomienda señalar los más importantes para efectos de la evaluación, tales como crecimiento esperado del Producto Interno Bruto, de la población, tipo de cambio, costo de los combustibles, precios de los productos, entre otros.

La interacción de la oferta – demanda a lo largo del horizonte de evaluación se puede representar tal como se muestra en la Ilustración H.4.

H.2.4.5 Evaluación socioeconómica.

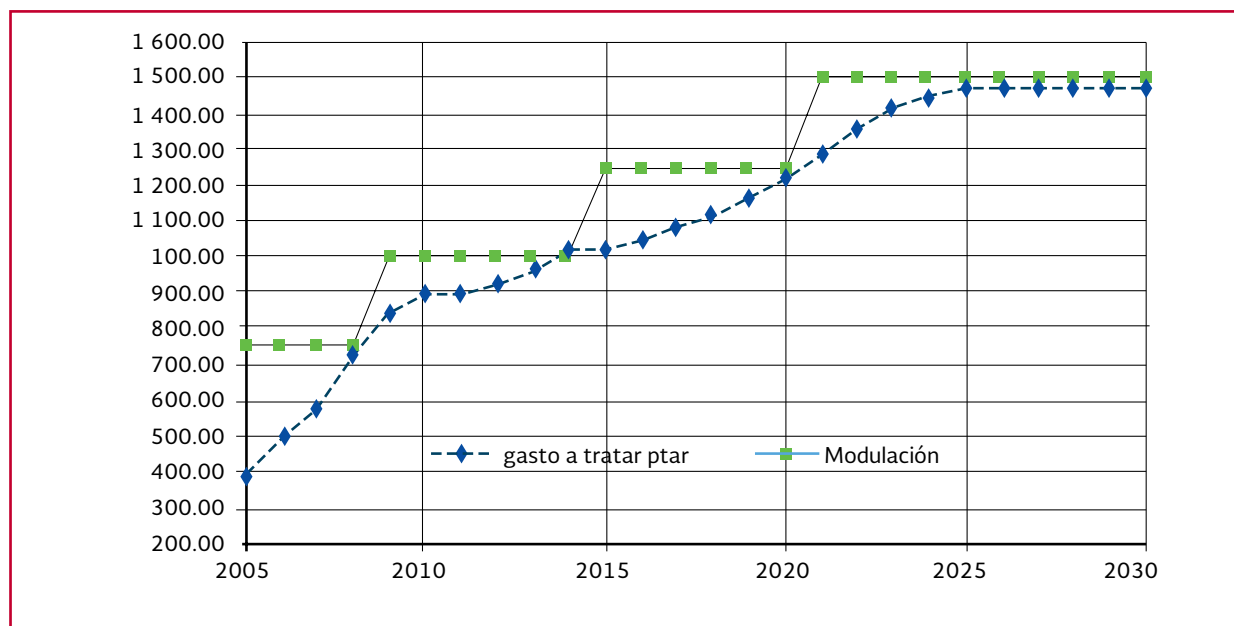
Considerará el impacto que representa la realización del proyecto. Deberá compararse la situación sin proyecto optimizada con la situación con proyecto de tal manera que se identifiquen puntualmente los impactos exclusivos de las obras a realizar, éstos últimos se reflejarán en un flujo de costos y beneficios. Este análisis deberá basarse en las estimaciones de la oferta y la demanda estimadas para esta evaluación socioeconómica.

a) Identificación, cuantificación y valoración de los costos y beneficios del programa o proyecto de inversión

Deberán identificarse, cuantificarse y valorarse los beneficios y costos atribuibles al proyecto, explicando por qué son considerados como tales y cómo se obtuvieron los valores para cada uno de ellos. Establecerá de manera cuantitativa las unidades físicas en las que se convirtieron los costos y beneficios identificados, y se valorará monetariamente cada una de las unidades de costos y beneficios a través de los precios sociales atribuibles a éstos.

Cuando en su caso no pueda atribuirse un precio a un beneficio o costo, el Consultor dejará establecido de manera cualitativa el concepto, indicando la inviabilidad de establecer en términos monetarios el monto del concepto enfatizando el impacto real del proyecto en la problemática particular.

Ilustración H.4 Interacción de la oferta – demanda



Respecto de los montos calculados por concepto de costo o beneficio, éstos deben presentarse en periodo de tiempo de evaluación, especificándose y justificándose los supuestos utilizados para llevar a cabo las proyecciones. En esta sección se deberá identificar en el horizonte de evaluación las etapas del proyecto que se pretenden llevar a cabo.

En este apartado se mencionará cuál será el uso de las aguas tratadas producto de la PTAR.

Si el beneficio es de carácter ambiental, se pueden utilizar diferentes metodologías, las cuales deben de ponerse a consideración del ejecutor para su visto bueno, junto con el planteamiento de cómo obtenerlo, cuantificarlo y valorarlo.

Si el uso estuviera destinado para el riego agrícola deberá estimarse el excedente económico de la actividad agrícola en la situación con proyecto, es decir, operando la PTAR. Para ello deberán realizarse entrevistas con los agricultores de la zona para conocer lo siguiente:

- Tipos de cultivos que sembrarían, así como superficies sembradas y cosechadas (hectáreas)
- Valor de la producción agrícola esperado, para lo cual se requiere conocer el rendimiento en toneladas por hectárea y el precio medio rural en pesos por tonelada
- Costos de producción agrícola por tipo de cultivo (semillas, fertilizantes, pesticidas, mano de obra, etc.), ya sea en pesos por tonelada o en pesos por hectárea
- Excedente económico agrícola en la situación con proyecto, el cual se obtiene restando al valor de la producción agrícola el costo de la producción agrícola

Además de haber realizado el trabajo de campo para obtener la información anterior, ésta deberá validarse, de preferencia en las oficinas locales de la Secretaría de Agricultura Federal.

b) Calculo de los indicadores de Rentabilidad

A fin de demostrar si el proyecto es susceptible de generar por sí mismo beneficios netos para la sociedad bajo supuestos razonables, identificará y cuantificará en términos monetarios el flujo de los costos y beneficios atribuibles al proyecto a lo largo del horizonte de evaluación y sobre éstos estimará los criterios de rentabilidad que aquí se especifiquen.

Ya que la evaluación del proyecto debe tomar en cuenta los efectos directos e indirectos (incluyendo externalidades y efectos intangibles), derivados de su realización a fin de determinar su impacto sobre la sociedad, la cuantificación de los costos y beneficios debe realizarse considerando precios sociales. Estos últimos se refieren a aquellos que reflejan el costo real de la producción o utilización de un determinado bien o servicio, es decir el valor real que un individuo atribuye a un bien con base en las mejores alternativas que tiene disponible.

Respecto de los indicadores de rentabilidad, se deberán realizar los cálculos para determinarlos parametros de la Tabla H.25.

H.2.5. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Se identificarán los efectos que ocasionaría la modificación en las principales variables de: inversión y costos de operación, beneficios de proyecto, y la tasa de descuento, sobre los indicadores de rentabilidad del proyecto –VAN, TIR y en su caso TRI-. Asimismo se deberán considerar los riesgos que en la realización del proyecto puedan afectar su rentabilidad, tanto en la etapa de ejecución como en la operación.

Establecerá el efecto derivado de variaciones porcentuales en las variables mencionadas, se-

ñalando los efectos de éstas sobre los criterios de rentabilidad en cuanto a la susceptibilidad que ocasionan las variaciones.

Se debe presentar la variación porcentual de la variable que se sensibiliza, respecto al valor utilizado y/o los supuestos considerados para la misma evaluación, así como el efecto que dicha variación causa en el indicador de rentabilidad (Tabla H.26).

H.2.6. ANÁLISIS DE RIESGOS

Deberán identificarse los principales riesgos asociados al programa o proyecto de inversión en sus etapas de ejecución y operación, dichos riesgos deberán clasificarse con base en la factibilidad de su ocurrencia y se deberán analizar sus impactos sobre la ejecución y la operación del programa o proyecto de inversión en cuestión, así como las acciones necesarias para su mitigación (Tabla H.27).

H.2.7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Exponer de forma clara y precisa los argumentos por los cuales el proyecto debe realizarse. Los principales beneficios y costos, las conclusiones del análisis de sensibilidad, etcétera.

H.2.8. ANEXOS

Son aquellos documentos y hojas de cálculo, que soportan la información y estimaciones contenidas en la Evaluación socioeconómica.

H.2.9. BIBLIOGRAFÍA

Es la lista de fuentes de información y referencias consultadas para la elaboración del estudio de Evaluación socioeconómica.

Tabla H.25 Cálculo de los indicadores de rentabilidad

Indicadores de Rentabilidad	
Indicador	Valor
Valor Presente Neto (VPN)	Pesos
Tasa interna de retorno (TIR)	%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	%

Tabla H.26 Análisis de sensibilidad

Variable	Variación respecto a su valor original	Impacto sobre el Indicador de Rentabilidad

Tabla H.27 Riesgos asociados

Descripción	Impacto

Tabla H.28 Recomendaciones

Número del Anexo	Concepto del Anexo	Descripción
Anexo A	Análisis de la Oferta y la Demanda	Contiene el análisis de la oferta y demanda en la situación actual, sin proyecto y con proyecto.
Anexo B	Estudios Técnicos	
Anexo C	Estudios Legales	
Anexo D	Estudios Ambientales	
Anexo E	Estudios de Mercado	
Anexo F	Estudios Específicos	
Anexo G	Memoria de cálculo con los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad del PPI	
Anexo H	Análisis de Sensibilidad	

Tabla H.29 Bibliografía

Responsables de la Información	
--------------------------------	--

Ramo:

--	--

Entidad:

--	--

Área Responsable:

Datos del Administrador del programa y/o proyecto de inversión:

Nombre	Cargo*	Firma	Fecha

Versión	Fecha

*El administrador del programa y/o proyecto de inversión, deberá tener como mínimo el nivel de Director de Área o su equivalente en la dependencia o entidad correspondiente, apegándose a lo establecido en el artículo 43 del Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.

H.3. TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA GESTIÓN (PMIG) PARA EL ORGANISMO OPERADOR

H.3.1. INTRODUCCIÓN

Como parte fundamental de la política fiscal en México, las inversiones del Gobierno Federal deberán contemplar la realización de un estudio de evaluación socioeconómica que demuestre su rentabilidad social positiva.

Ante los recursos fiscales cada vez más escasos, y que los proyectos en cartera tienen rentabilidades muy variables, la utilidad de la evaluación socioeconómica (o Análisis Costo-Beneficio) radica en la distribución del Presupuesto para buscar una mayor contribución del mismo al crecimiento económico del país acompañado de un desarrollo social. Lo anterior promoverá una toma de decisiones más eficiente en materia de inversión en el Subsector Agua, asegurándose que los proyectos a realizar sean los más convenientes para la sociedad.

Un Programa de Mejora Integral de la Gestión (PMIG) tiene como objetivo incrementar la eficiencia global de un Organismo Operador mediante grupos de acciones que permitirán incrementar tanto la eficiencia física como la comercial, es decir, dichas acciones parten de una

premisa que implica una visión global del manejo operativo, técnico, comercial y de atención al público, respecto a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

Se deben incluir todos los antecedentes del proyecto a evaluar

H.3.2. OBJETIVO

Los presentes Términos de Referencia tienen como objetivo la realización del estudio de evaluación socioeconómica del PMIG objeto del presente estudio de acuerdo a los siguientes objetivos específicos:

- a) Cumplir de manera cabal con los lineamientos y contenido determinados por la SHCP
- b) Dar seguimiento a lo sugerido en el libro “Estructuración de proyectos y metodologías de evaluación socioeconómica para proyectos de agua potable, alcantarillado, saneamiento, mejoramiento de eficiencia y protección a centros de población” de la CONAGUA
- c) Efectuar los análisis básicos, visitas de campo e identificar la información necesaria para el planteamiento, y diseño de la evaluación costo beneficio de las acciones que se identifiquen en el estudio de diagnóstico y planeación integral
- d) Presentar la evaluación costo beneficio, con los indicadores de rentabilidad establecidos de acuerdo a la normatividad vigente para este tipo de evaluaciones

Se deberá analizar la información existente en estudios, mismos que serán proporcionados para su análisis y estudio, con base en esto y de manera conjunta con la información recabada en campo y la contenida en el estudio de diagnóstico y planeación integral, el consultor propondrá los beneficios a considerar como directamente atribuibles a cada uno de los grupos de acciones.

H.1.1 ALCANCES

El estudio consistirá en una evaluación del proyecto a nivel de factibilidad, y deberá estar sustentada en información confiable y adecuada para este nivel de estudio que genera el Organismo Operador y la contenida en el estudio de diagnóstico y planeación integral y que permita llevar a cabo las cuantificaciones correspondientes cuando éstas sean viables de realizar.

La evaluación socioeconómica deberá realizarse de acuerdo al contenido y lineamientos emitidos por la SHCP para este tipo de estudios, de lo cual se puede destacar:

- a) Analizar la situación y problemática actual, la situación esperada futura en ausencia del programa de acciones y de los servicios identificados (agua potable, alcantarillado o tratamiento de aguas residuales, según sea el caso) de acuerdo a las características y disponibilidad de la infraestructura y recursos naturales actuales, así como el crecimiento de la población. Considerará un resumen del funcionamiento de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento de las ciudades beneficiadas

- b) Identificar, cuantificar y valorar en términos monetarios los costos y beneficios sociales asociados al programa y, en su caso, a cada acción identificada como separable. Complementariamente, cada beneficio y costo se deberá describir cualitativamente. En caso de identificarse beneficios o costos de difícil cuantificación y valoración, deberán justificarse los elementos que concluyan la dificultad de una valoración monetaria

- c) Aunque es un programa que contiene diversas acciones enfocadas a un mismo objetivo y que requiere indicadores de rentabilidad del programa en su totalidad, es pertinente aplicar el Principio de Separabilidad, para identificar acciones que permitan generar beneficios y costos con independencia del resto u otras de las acciones contempladas en el PMIG, esto es, que cada acción que sea capaz de generar beneficios y costos por sí misma, deberá ser evaluada de manera independiente. Para determinar la rentabilidad agregada del PMIG, se sumará el Valor Presente Neto (VPN) obtenido en todas las acciones que resulten ser rentables, independientemente de que se calculen y la TIR y la TRI de cada una de las acciones del programa

H.3.3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Para la elaboración del presente estudio, atendiendo al objetivo y alcances señalados en los dos apartados anteriores, las actividades requeridas se detallan como sigue:

1. Visitas de campo, obtención de información complementaria y revisión y análisis de información existente

Para establecer de manera cualitativa los beneficios potenciales asociados al PMIG y a sus acciones específicas, se realizarán las visitas de campo necesarias tanto a las instalaciones de los diferentes sistemas que componen los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, como a las instalaciones administrativas y operativas del Organismo Operador. Por otro lado, se deberá utilizar como base la información contenida en el estudio de diagnóstico y planeación integral para que el consultor pueda profundizar en la definición de los beneficios del PMIG identificados, deberá hacer mención a las afectaciones directas e indirectas que el programa tendrá. Los beneficios identificados deben ser congruentes con la problemática planteada a la que el programa da solución. Respecto de los costos, se utilizará la información recopilada en el estudio de diagnóstico y planeación integral y consideraciones hechas para la realización del Programa en sus diferentes acciones.

Se elaborará un reporte cualitativo en el cual se listen los beneficios y costos así como la forma en que se prevé la cuantificación y valoración de éstos, planteando las medidas, consideraciones y supuestos.

2. Procesamiento de información

El contratista deberá considerar la generación de la información necesaria para obtener los beneficios y costos asociados al Programa, incluyendo encuestas y su aplicación en caso de ser

necesario, para obtener la función de demanda. Deberá analizar la información sobre los crecimientos urbanos y la estrategia del manejo de las fuentes existentes y la de Programa para definir la situación actual, la esperada en ausencia del Programa y, finalmente con el Programa.

3. Evaluación socioeconómica del proyecto

La estructura del análisis costo y beneficio deberá ser el siguiente:

1. Resumen Ejecutivo
2. Situación Actual del Programa o Proyecto de Inversión
3. Situación sin el Programa o Proyecto de Inversión
4. Situación con el Programa o Proyecto de Inversión
5. Evaluación del Programa o Proyecto de Inversión
6. Conclusiones y Recomendaciones
7. Anexos
8. Bibliografía

En los capítulos 2, 3, 4 y 5 se deberán desarrollar por separado cada una de las acciones que generen beneficios y costos de manera independiente al resto de las acciones incorporadas en el PMIG (se recomienda un subcapítulo por cada acción independiente).

En el capítulo 5 se deberán desarrollar los indicadores de rentabilidad del programa integral, por cada grupo de acciones y de acuerdo al tipo de proyectos que maneja la Unidad de Inversiones de la SHCP en sus lineamientos para este tipo de estudios (se recomienda un subcapítulo por cada acción independiente).

4. Informe final acorde a lo especificado en los presentes términos de referencia

H.3.4. CONTENIDO DEL ESTUDIO

H.3.4.1 Resumen Ejecutivo

El resumen ejecutivo deberá presentar el origen y la visión global del proyecto, describiendo brevemente sus aspectos más relevantes.

Se explicarán en forma concisa los apartados presentados en la Tabla H.30.

H.3.4.2 Situación Actual del PPI

a) Diagnóstico de la Situación Actual

Se deberá incluir un diagnóstico de la situación actual que motiva la realización del PPI, resaltando la problemática que se pretende resolver.

Para tal fin se realizará un resumen cualitativo del origen del proyecto y el objetivo que plantea su realización. Este análisis tendrá como marco de referencia la zona, localidad, ciudad o población que resulta involucrada por el Programa. Lo anterior en términos de las principales características sociales, políticas y económicas existentes en la población.

Respecto de la infraestructura, se incluirán los datos en la zona del proyecto que proporcione el Organismo Operador directamente y los contenidos en el diagnóstico y planeación integral, como son, número de tomas y descargas en su clasificación correspondiente; coberturas de micro y macromedición, niveles de eficiencia física y comercial, entre otros. De forma particular se deben incluir las coberturas y descripción general de cada uno de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Se recomienda utilizar planos,

Tabla H.30 Descripción de aspectos relevantes

Problemática, objetivo y descripción del PPI	
Objetivo del PPI5	Puntualizar el objetivo del PPI.
Problemática Identificada	Incluir una breve descripción de la problemática identificada, que justifique la realización del PPI.
Breve descripción del PPI	Incluir una descripción del PPI y sus componentes.
Horizonte de evaluación, costos y beneficios del PPI	
Horizonte de Evaluación	Número de años considerados dentro de la evaluación del PPI.
Descripción de los principales costos del PPI	Enlistar y describir los principales costos de inversión, mantenimiento y operación del PPI.
Descripción de los principales beneficios del PPI	Enlistar y describir los principales beneficios relacionados con la implementación del PPI.
Monto total de inversión (con IVA)	Monto de inversión incluyendo IVA, expresado en pesos.
Riesgos asociados al PPI	Riesgos asociados a la ejecución y operación del PPI.
Indicadores de Rentabilidad del PPI	
Valor Presente Neto (VPN)	Pesos.
Tasa Interna de Retorno (TIR)	%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	%
Conclusión	
Conclusión del Análisis del PPI	Breve conclusión del análisis, referente a la rentabilidad del PPI.

mapas, y croquis para visualizar la situación de estos sistemas.

Enumerando las afectaciones identificadas en la zona de estudio, se describirá detalladamente la problemática encontrada.

b) Análisis de la Oferta Existente

Resumir los resultados del análisis de la oferta actual del mercado en el cual se llevará a cabo el Programa. Los resultados presentados serán respaldados con gráficas y tablas. El análisis completo de la oferta actual debe integrarse en un Anexo en caso de ser necesario por su extensión. Adicionalmente, se debe describir brevemente la infraestructura existente de la cual se deriva la Oferta existente.

Recopilará y organizará la información necesaria para la determinar la Oferta existente en la zona del Programa así como de sus acciones respectivas. Recopilará información sobre la oferta hidrológica en cuanto a su disponibilidad en cantidad y calidad, determinando el régimen de oferta actual (gasto firme, gastos máximos, curva de probabilidades de déficit, entre otros).

En resumen, identificando los servicios actuales se determinarán las condiciones en las que actualmente se genera la oferta de los mismos.

En cuanto a la eficiencia comercial, se deben presentar las características de los tipos de servicios con los que se cuenta, entre otras cosas se pueden indicar: son número de oficinas, padrón de usuarios, servicios otorgados en las oficinas, coberturas de micromedición, esquema de tarificación, etcétera.

c) Análisis de la Demanda Actual

Resumir los resultados obtenidos del análisis de la demanda actual del mercado en el cual se llevará a cabo el Programa. Los resultados presentados serán respaldados por gráficas y tablas que clarifiquen el análisis e indiquen el año del mismo. El análisis completo de la demanda debe integrarse en un Anexo en caso de ser necesario por su extensión.

El Consultor analizará y describirá las características de la demanda del Programa en la zona de influencia del Organismo Operador. Se atenderá al consumo actual de todos los sectores – doméstico, comercial e industrial-.

Al analizar la demanda se deben identificar los costos implícitos que afectan a los demandantes para tener acceso al bien o servicio analizado.

Para analizar la demanda total, se presentará un cuadro como el de la Tabla H.31 que presenta información hipotética, a manera de ejemplo.

Se debe de analizar detalladamente cual debe ser el consumo de proyecto, por lo que habrá que analizar tomas de cada tipo de usuario que no presenten tandeos ni restricciones en el servicio, pero que si deben de contar con micromedición y cobranza.

La curva de demanda se define como el máximo precio que se está dispuesto a pagar por cada unidad adicional del bien. Equivalentemente, es la máxima cantidad que se está dispuesto a consumir del bien dado su precio.

A diferencia de la evaluación privada o financiera de proyectos, la DAP supera el pago que efectivamente se hace a través de la tarifa.

Tabla H.31 Demanda total

Año	Población CONAPO	Cobertura	Tomas domésticas	Consumo doméstico	Tomas comerciales	Consumo comercial
-	(Hab)	(%)	(tomas)	m ³ /(toma mes)	(tomas)	m ³ /(toma mes)
2013	687 968	98.56%	215 276	18.09	11 048	51

Año	Tomas industriales	Consumo industrial	Consumo del sistema	Pérdidas del sistema	Demanda Total
-	(tomas)	m ³ /(toma mes)	(m ³ /s)	%	(m ³ /s)
2013	386	817	2.18	13.2%	2.51

Esta diferencia entre la DAP y lo que efectivamente se paga se conoce por excedente del consumidor. La evaluación económica de proyectos reconoce este excedente como parte de los beneficios del proyecto, aunque no represente una transferencia de dinero (pago) entre el que ofrece el servicio y quién lo recibe.

La Consultora podrá proponer una metodología específica al supervisor del estudio para su validación.

d) Interacción de la Oferta-Demanda

Describir de forma detallada el análisis comparativo para cuantificar la diferencia entre la oferta y la demanda del mercado en el cual se llevará a cabo el PPI. El análisis debe incluir la relación precio-cantidad, la estimación de la oferta y la demanda total del mercado, la cuantificación del excedente de la demanda y la explicación de los principales supuestos, metodología y herramientas utilizadas en la estimación.

Para hacer el análisis integral de la oferta-demanda, se deberá tomar en cuenta la proyección de la

población, información histórica de consumos, facturaciones, tomas, etc, con la finalidad de hacer las proyecciones con y sin proyecto de los factores que inciden en el proyecto. También se resaltarán las necesidades de la parte comercial del servicio.

Para la interacción entre oferta y demanda es fundamental determinar los niveles de consumo ante los precios establecidos para diferentes tipos de usuarios por rango de consumo.

De este análisis se deberá hacer evidente las deficiencias del sistema en el sentido de eficiencia física y comercial, objetivo del PMIG en evaluación, por lo que además de la interacción oferta-demanda del agua, se deben realizar los respectivos análisis en los diversos componentes del Programa.

H.3.4.3 Situación sin el PMIG

Describir la situación esperada en ausencia del Programa, considerando la implantación de las optimizaciones descritas en el inciso b) de este mismo capítulo, presentando una descripción de los supuestos técnicos y económicos de

mayor relevancia utilizados para el análisis y el horizonte de evaluación. Se deben presentar los siguientes elementos:

a) Describa los supuestos técnicos y económicos e incluya el horizonte de evaluación

b) Optimizaciones

Describir las posibles medidas administrativas o inversiones de bajo costo que podrían ser implementadas en la zona relevante. Por ejemplo, en lugar de realizar el reemplazo de un activo, realizar actividades de mantenimiento al mismo. Las optimizaciones contempladas deben ser incorporadas para en el análisis de la oferta y la demanda de la situación sin el PMIG.

Para lo anterior se determinarán las acciones que permitan optimizar la situación actual para no atribuirle beneficios y costos al proyecto que no le corresponden. Los resultados de dichas acciones podrían conseguirse sin realizar la inversión del Programa y corresponden a todas aquellas establecidas en programas o proyectos de inversión, programados o en marcha; es decir acciones que se realizarían independientemente del programa aquí analizado. Se deberá incluir una tabla indicando la proyección de la situación actual y de la situación actual optimizada.

Aquí es importante destacar que de acuerdo a la seriación en la ejecución de las obras, la situación con proyecto de una acción se vuelve la situación sin proyecto de alguna subsecuente, por lo tanto a partir de la segunda acción se consi-

dera como situación optimizada. Lo importante es definir la optimización de la primera acción a desarrollar, con las características que determinan los lineamientos de la UI.

c) Análisis de la Oferta

Resumir los puntos relevantes y las principales conclusiones del análisis de la oferta a lo largo del horizonte de evaluación, en caso de que el la acción o el Programa no se lleve a cabo. El análisis completo de la oferta debe integrarse en un Anexo en caso de ser necesario por su extensión.

En este caso se deberá presentar el análisis de la oferta proyectándolo en el tiempo y considerando las optimizaciones existentes.

d) Análisis de la demanda

Resumir los puntos relevantes y las principales conclusiones del análisis de la demanda a lo largo del horizonte de evaluación, en caso de que la acción o el Programa no se lleve a cabo. El análisis completo de la oferta debe integrarse en un Anexo en caso de ser necesario por su extensión. En este caso se deberá presentar el análisis de la demanda proyectándolo en el tiempo y considerando las optimizaciones existentes.

e) Diagnóstico de la Oferta-Demanda

Describir de forma detallada la interacción de la oferta y la demanda considerando las optimizaciones, la cual debe proyectarse para todo

el horizonte de evaluación del PMIG, destacando en el horizonte de evaluación los valores críticos que hacen necesaria la implementación de cada una de las acciones contempladas en el Programa.

f) Alternativas de solución

Incluir una descripción de las alternativas de solución consideradas para atender la problemática identificada, así como la justificación de los criterios utilizados para la selección de la solución encontrada, lo anterior debe estar ligado y en total congruencia con lo obtenido y presentado en el diagnóstico de la Oferta-Demanda, en cuanto a déficits o super habits obtenidos

La Consultora recopilará los estudios realizados por el Organismo para la ejecución de cada una de las acciones del programa, por lo que para cada una de las acciones describirá la alternativa seleccionada en todos sus aspectos, alcances y etapas, desde su concepción física y componentes, hasta su concepción operativa, capacidad de diseño, costos y estimación o proyección de su

utilización en el tiempo. Esta información es la base para la estimación y definición del nivel de solución que brindará o solucionará el programa, así como para definir la inversión necesaria y los costos de operación y mantenimiento del mismo. Deberá hacerse uso de mapas, croquis, diagramas o esquemas para facilitar su presentación y correcto planteamiento.

Deben mencionarse las alternativas que fueron estudiadas por el Organismo para sustentar la decisión de que cada una de las acciones propuestas es la mejor de ellas. Incluirá un comparativo de las alternativas que en su momento se consideraron para solucionar la problemática. Debe considerarse que sólo son comparativas aquellas alternativas, que como el proyecto, cumplen con los criterios de factibilidad técnica acordes a las condiciones y resultados de las interacciones analizadas.

Realizar un resumen de las alternativas de solución analizadas para cada componente con la información que se muestra en la Tabla H.32.

Tabla H.32 Análisis de alternativas

Alternativa	Capacidad instalada (m ³ /s)	Breve Descripción técnica	Monto total de inversión (\$)	Costo de Operación fijo (\$/año)	Costo de Operación variable (\$/m ³)	Costo de mantenimiento (\$/año)	Vida útil	Valor presente de los costos (VPC) (\$)	Costo Anual Equivalente (CAE)
1									
2									

Si las alternativas presentan la misma vida útil, deberá seleccionarse aquella que tenga el menor Valor Presente de Costos (VPC).

H.3.5. SITUACIÓN CON EL PPI

Describir la situación esperada en caso de que se realice el PPI, la cual debe contener los siguientes elementos:

a) Descripción general

De la Tabla H.33 se seleccionará el tipo de PPI.

Se debe detallar las características físicas del PPI de cada uno de los componentes del programa, como puede ser número de tomas a incorporar, pozos a rehabilitar, micromedidores a instalar, usuarios a regularizar o tomas a rehabilitar.

Aunado a lo anterior, describir los componentes o activos que resultarán de la realización del PMIG, así como su cantidad, tipo y principales características.

Se deberán describir las principales características de la infraestructura, sistemas y procesos analizados incluyendo diagramas y figuras que faciliten el entendimiento del Programa (Tabla H.34).

b) Alineación estratégica

Describir cómo el Programa contribuye a la consecución de los objetivos y estrategias establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo y los Programas Sectoriales, Institucionales, Regionales y Especiales, así como al mecanismo de planeación al que hace referencia el artículo 34 fracción I de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.

Se pueden incluir temas como el objetivo, el cual debe tener correspondencia con uno o más de los objetivos y estrategias establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo y los programas sectoriales, regionales y especiales que aplican a la dependencia o entidad encargada de la ejecución del Programa; En el plano sectorial, el objetivo del tipo de proyectos aquí tratados se encuentra ligado a los Objetivos Nacionales números 2 y 6 del Programa Nacional Hídrico 2007-2012, de la Comisión Nacional del Agua que dicen textualmente “Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento”. Finalmente se deberá exponer el propósito del Programa, es decir, el resultado inmediato o consecuencia directa que se espera lograr con la ejecución del proyecto y que contribuirá a alcanzar el objetivo a que se refiere el párrafo anterior, por ejemplo, disminución de tandeos, incremento en

Tabla H.33 Tipo de PPI

Tipo de PPI	
Proyecto de infraestructura económica	
Proyecto de infraestructura social	
Proyecto de infraestructura gubernamental	
Proyecto de inmuebles	
Programa de adquisiciones	
Programa de mantenimiento	
Otros proyectos de inversión	
Otros programas de inversión	

Tabla H.34 Principales características de infraestructura

Componente	Tipo	Cantidad	Principales Características

el consumo de agua potable, aumento en caudal potabilizado o de aguas residuales tratadas, aseguramiento contra inundaciones de tales o cuales áreas y demás beneficios asociados al Programa.

c) Localización geográfica

Definir la localización geográfica del PMIG así como su zona de influencia, acompañado de un plano de localización y un diagrama en el que se señale la ubicación exacta, siempre y cuando las características del Programa lo permitan.

c) Calendario de actividades

Establecer la programación de actividades necesarias para la ejecución y operación del PMIG. El calendario de actividades debe indicar, la programación de las principales acciones que se requieren para generar los componentes del proyecto; como liberación de terrenos, derechos de vía, realización de estudios y proyectos, bases de concurso y licitaciones (Tabla H.35).

e) Monto total de inversión

Establecer el calendario de inversión por año y la distribución del monto total, desglosando los impuestos correspondientes (Tabla H.36).

Para la etapa de operación, la distribución de las erogaciones a realizar en sus principales rubros (Tabla H.37).

f) Fuentes de financiamiento

Enlistar las fuentes de financiamiento del Programa, así como su porcentaje de participación, especificando si los recursos son federales, estatales, municipales, fideicomisos o privados, en su caso. Para los recursos estatales y municipales, especificar el nombre completo del estado o municipio; para fideicomisos especificar el nombre completo del mismo (Tabla H.38).

g) Capacidad instalada

Explicar la capacidad que se tendría y su evolución en el horizonte de evaluación con la ejecución del PPI, como pueden ser l/s de incremento de oferta de agua potable o porcentaje de eficiencia física y comercial.

h) Metas anuales y totales de producción

Explicar las metas que se tendrán con el PPI de bienes y servicios cuantificadas en el horizonte de evaluación.

i) Vida útil

Detallar la vida útil del PPI, la cual debe contemplar el tiempo de operación expresado en años. Para el caso del PMIG, se deberá especificar por cada acción (Tabla H.39).

Tabla H.35 Calendario de actividades del PMIG

Actividad	Año 1	Año 2	Año "n"

Tabla H.36 Distribución de inversiones

Monto total de inversión	
Componentes/Rubros	Monto de inversión
1	
2	
3	
Supervisión	
Gerencia externa	
Impuesto al Valor Agregado	
Total	

Tabla H.37 Distribución de erogaciones

Costos de operación	
Componentes/Rubros	Monto anual
1 Costos fijos de operación	
2 Costos variables de operación	
3	
Subtotal de Componentes/Rubros	
Impuesto al Valor Agregado	
Total	

Tabla H.38 Fuentes de financiamiento

	Recursos Fiscales		Fondo		Inversionista Privado/Crédito		Estado	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Rehabilitación de pozos								
Instalación de micromedidores								
Rehabilitación de tomas domiciliarias								
Reparación de fugas								
Sistema comercial								
Gerencia externa de proyecto								
Supervisión técnica, financiera y ambiental								
Total del proyecto								

Tabla H.39 Vida útil

Vida útil del PPI
Vida útil en años

j) Descripción de los aspectos más relevantes

Estudios técnicos

Detallar los puntos, resultados y recomendaciones relevantes de los estudios técnicos realizados para el Programa, los cuales de acuerdo a su extensión pueden ser integrados en un Anexo.

En este punto se debe explicar cómo se llegó a la alternativa seleccionada y su dimensionamiento, así como los estudios que se realizaron para dar la certidumbre a la conceptualización del proyecto, como pueden ser el tipo de tecnología o proyecto alterno.

Estudios legales

Detallar los puntos, resultados y recomendaciones relevantes de los estudios legales realizados para el PPI, los cuales de acuerdo a su extensión pueden ser integrados en un Anexo.

Es recomendable que la ejecución del Programa no se inicie si no se cuenta con la totalidad de los derechos de vía y propiedad de los terrenos afectados, así como con los permisos, trámites y/o concesiones pertinentes, aunque en este tipo de Programas generalmente se llevan a cabo en zonas con la infraestructura establecida.

Se debe verificar que el Organismo Operador cuente con todas las facultades legales de realizar las acciones y medidas propuestas en el Programa.

Se debe verificar la aplicación y factibilidad de un esquema APP, de ser el caso para el programa.

Estudios ambientales

Detallar los puntos, resultados y recomendaciones relevantes de los estudios ambientales realizados para el Programa, los cuales de acuerdo a su extensión pueden ser integrados en un Anexo.

Concluir si ambientalmente podría tener algún impedimento para la realización del programa propuesto en sus componentes, aunque por lo regular son zonas impactadas.

Estudios de mercado

Detallar los puntos, resultados y recomendaciones relevantes de los estudios de mercado realizados para el PPI, los cuales de acuerdo a su extensión pueden ser integrados en un Anexo.

En este caso, existe información adicional a la plasmada en el análisis oferta-demanda, se debe incluir aquí.

Estudios Específicos

Detallar los puntos, resultados y recomendaciones relevantes de los estudios requeridos y realizados para el PMIG, los cuales de acuerdo a su extensión pueden ser integrados en un Anexo.

Se desarrollará este inciso en caso de que sea necesario.

k) Análisis de la Oferta

Resumir los aspectos relevantes y las principales conclusiones del análisis de la oferta a lo largo del horizonte de evaluación, considerando la

implementación de cada componente del Programa. El análisis completo de la oferta puede integrarse en un Anexo en caso de que por su extensión lo amerite.

En este inciso se debe elaborar la comparación de la oferta sin proyecto *versus* la oferta del proyecto en el horizonte de evaluación, incluyendo gráfico, tabla y consideraciones tomadas.

l) Análisis de la Demanda

Resumir los aspectos relevantes y las principales conclusiones del análisis de la demanda de cada componente a lo largo del horizonte de evaluación, considerando la implementación del proyecto. El análisis completo de la demanda debe integrarse en un Anexo en caso de ser necesario por su extensión.

Se debe plasmar la demanda optimizada en el horizonte de evaluación, incluyendo tabla, gráfico y consideraciones tomadas.

m) Interacción Oferta-Demanda

Describir de forma detallada la interacción de la oferta y la demanda a lo largo del horizonte de evaluación para cada uno de los componentes del Programa, explicando los principales supuestos, metodología y herramientas utilizadas en dicha interacción.

H.3.6. EVALUACIÓN DEL PPI

Se deberán presentar los principales puntos de la evaluación del Programa. Asimismo, se incluirá de manera desglosada el cálculo completo de los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad en un Anexo.

En esta sección se deberá analizar el impacto que tendría sobre el mercado la realización del Programa. Para dicho análisis deberá compararse la situación sin proyecto optimizada con la situación con proyecto, de tal manera que se identifiquen los impactos (beneficios y costos) atribuibles al proyecto exclusivamente, mismos que deberán reflejarse en el flujo de efectivo con objeto de determinar si el proyecto es susceptible de generar, por sí mismo, beneficios netos para la sociedad bajo supuestos razonables. Este análisis deberá basarse en las estimaciones de la oferta y demanda desarrolladas e incluidas en los capítulos precedentes.

Se deberán presentar los indicadores de rentabilidad que resulten de la cuantificación de costos y beneficios. En particular, se deberá incluir una estimación del Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y, en el caso de proyectos cuyos beneficios estén vinculados al crecimiento de la población, la Tasa de Rendimiento Inmediato (TRI).

a) Identificación, cuantificación y valoración de costos del PPI

Desglosar los costos del PMIG de forma anual y total para cada uno de sus componentes, diferenciando aquellos que se realizarán durante la ejecución y durante la operación. Dichos costos pueden ser agrupados por su tipo: costos directos, indirectos y externalidades, incluyendo una breve descripción. Adicionalmente, se explicará cómo se identificaron, cuantificaron y valoraron los costos, incluyendo los principales supuestos y fuentes empleadas para su cálculo.

b) Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del PPI

Detallar los beneficios y ahorros generados por el PMIG de forma anual y total por cada uno de los componentes del programa. Dichos beneficios podrán ser agrupados por su tipo: beneficios directos, indirectos y externalidades, incluyendo una breve descripción. Adicionalmente, se explicará cómo se identificaron, cuantificaron y valoraron los beneficios, incluyendo los principales supuestos y fuentes empleadas para su cálculo.

A pesar de la visión y concepción integral del Programa de Mejoramiento Integral de la Gestión, para fines de evaluación socioeconómica es preciso aplicar el principio de separabilidad de proyectos, lo anterior, con la finalidad de determinar si la rentabilidad individual de cada acción es capaz de generar beneficios netos bajo supuestos razonables, independientemente del resto de las acciones. De esta manera, al aplicar el principio de separabilidad, es posible asegurar que la rentabilidad agregada de un programa de inversiones incluirá aquellas acciones específicas que verdaderamente contribuyan positivamente a la rentabilidad agregada.

Con la finalidad de identificar los beneficios y costos que efectivamente son atribuibles a cada una de las acciones identificadas como separables, se realizará un análisis marginal de dichos efectos, agrupando aquellas acciones o componentes del Programa que generan beneficios similares.

Para realizar este análisis marginal, se deberá trabajar junto con el Organismo Operador para determinar el orden cronológico óptimo

para la ejecución de las obras con beneficios similares.

Una vez determinado este orden, la evaluación se debe realizar de manera “escalonada” para acciones con beneficios comunes, determinando el impacto incremental que cada acción genera con respecto a la acción anterior que haya sido ejecutada, es decir, que la situación con proyecto de una acción o componente se debe considerar la situación sin proyecto de la siguiente en el orden de ejecución de las mismas. No sobra recalcar que este análisis “escalonado” es una de las consideraciones más importantes para evaluar este tipo de programas.

De manera ilustrativa, se muestran acciones que pueden tener diferentes tipos de agrupaciones acorde a los efectos de los beneficios que genera, como puede ser:

1. Acciones que generan ahorros operativos de manera independiente:
 - Rehabilitación y eficiencias electro-mecánicas:
 - Liberación de personal
 - Ahorro en costos de mantenimiento
 - Ahorro en costos de energía eléctrica
 - Automatización de bombeo (control supervisorio)
 - Liberación de personal
 - Reducción en costos de operación (energía y de producción)
2. Acciones que liberan caudal y eliminan o disminuyen la restricción de consumo:
 - Actualización del padrón de usuarios y regularización de tomas clandestinas

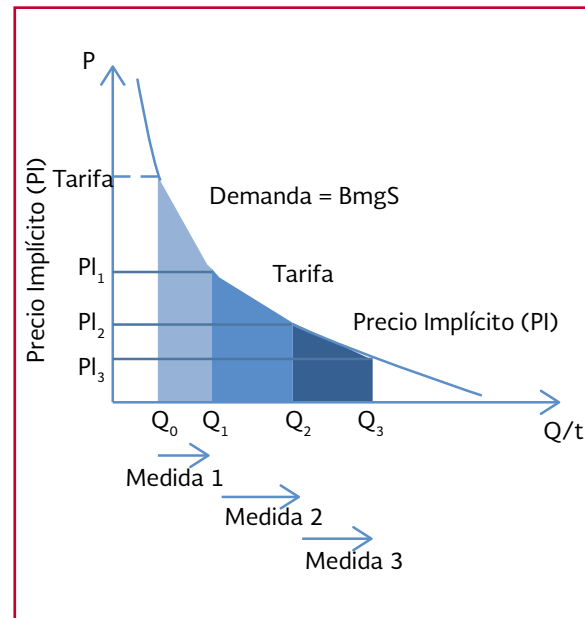
- Instalación y sustitución de micro-medidores
 - Sustitución y reparación de tomas domiciliarias
 - Sectorización y reparación de fugas en red
 - Reforzamiento de líneas de conducción
 - Regulación de presiones y continuidad en el abastecimiento
 - Mejora del sistema lectura-facturación
3. Acciones que tienen únicamente impacto financiero
- Fortalecimiento de la recaudación y recuperación de cartera vencida
 - Instalación de sistemas para modernizar la atención al público
 - Descentralización de oficinas y mejoramiento de sistemas y procesos de atención al público
 - Implementación de sistema de cajas móviles para mejoramiento de la cobranza

En la situación con proyecto, los grupos de acciones i) y iii) definidos anteriormente, generan beneficios que se suman directamente debido a su carácter independiente. Sin embargo, las acciones que liberan caudal que es reasignado al consumo no se pueden sumar directamente, ya que los rendimientos marginales de cada una de las acciones son diferentes y se deben de considerar de manera escalonada.

Para analizar las acciones del inciso ii), se utilizan las demandas estimadas para cada tipo de usuario. En primer lugar, se estima la recuperación de caudal de cada una de las medidas; en segundo lugar, se estima el volumen de agua que se podrá suministrar a cada tipo de usuario con

dicha medida; y posteriormente el volumen extra que se distribuirá a cada usuario producto de cada medida se van acumulando como se muestra en la Ilustración H.5:

Ilustración H.5 Beneficio por mayor consumo marginal acorde a cada proyecto



Es muy importante la evaluación “escalonada”, dado que a través de esta metodología se verifican algunos conceptos de la teoría clásica del consumidor, en particular, el de los rendimientos marginales decrecientes. Este concepto indica que un consumidor que no tiene la disponibilidad del volumen de agua total que está dispuesto a consumir a la tarifa vigente, por lo que valora más el primer metro cúbico de agua extra suministrado que los siguientes. En el caso de que se libere con un proyecto volúmenes de agua y que estarían disponibles para otros usuarios del sistema, es necesario determinar hacia que usuarios se les reasignará el volumen liberado, ya que tendrá diferentes tipos de beneficios.

Algunos de los beneficios identificados en forma enunciativa en este tipo de acciones son:

Mayor consumo de agua potable, principalmente por las acciones de recuperación de caudales y optimización de fuentes actuales

Ahorro de recursos, producto de las acciones de recuperación de caudales, optimización de fuentes actuales, automatización y eliminación de mantenimiento correctivo. Estos tipos de beneficios también se pueden presentar en acciones como padrón de usuarios, instalación o sustitución de micromedidores y regularización de usuarios clandestinos, ya que se pueden liberar volúmenes de agua.

Con respecto a las acciones correspondientes al mejoramiento de la eficiencia comercial, se pueden identificar beneficios como disminución de tiempo en fila, para realizar trámites, menor número de viajes a las oficinas y menores costos de viaje ante sucursales más cercanas. Es necesario considerar en este tipo de acciones trabajo de campo, como pueden ser encuestas a usuarios para determinar las molestias ocasionadas por los servicios prestados. Cuando en su caso no pueda valorarse un beneficio o costo, el Consultor dejará establecido de manera cualitativa el concepto, indicando la inviabilidad de establecer en términos monetarios el monto del concepto enfatizando el impacto identificado de la acción o componente del Programa en la problemática particular.

Respecto de los montos calculados por cada concepto de costo o beneficio, éstos deben presentarse en el periodo de tiempo en que se determinen en el horizonte de evaluación, especificándose y justificándose los supuestos utilizados para llevar a cabo las proyecciones. En esta sección se deberá identificar en el horizonte de evaluación las etapas del proyecto que se pretenden llevar a cabo.

En caso de que a algún componente del PMIG no se le puedan identificar beneficios sociales, sino exclusivamente ingresos privados para el organismo operador, se procederá a justificar lo anterior y a obtener sus indicadores de rentabilidad (VPN, TIR y TRI) en términos privados.

c) Cálculo de los indicadores de rentabilidad

Incorporar el cálculo de los indicadores de rentabilidad del Programa resultantes, se debe de realizar para cada uno de los componentes y en forma integral. De ser necesario, la memoria de cálculo con la información cuantitativa del PPI debe ser integrada en un Anexo al estudio socioeconómico (Tabla H.40).

d) Análisis de sensibilidad

Describir las variables seleccionadas para realizar el análisis de sensibilidad. Adicionalmente, mostrar el impacto de la(s) variable(s) relevante(s) en la evaluación del PMIG, y el valor para el cual el VPN es igual a cero. Finalmente, resumir de forma concreta las principales conclusiones de este análisis de sensibilidad. De ser necesario, el análisis de sensibilidad completo debe integrarse en un Anexo en caso de ser necesario por su extensión (Tabla H.41).

e) Análisis de riesgos

Identificar los principales riesgos asociados al Programa en sus etapas de ejecución y operación, dichos riesgos deberán clasificarse con base en la factibilidad de ocurrencia y se deberán analizar sus impactos, así como las acciones necesarias para su mitigación (Tabla H.42).

Tabla H.40 Indicadores de rentabilidad

Indicadores de Rentabilidad	
Indicador	Valor
Valor Presente Neto (VPN)	Pesos
Tasa interna de retorno (TIR)	%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	%

Tabla H.41 Análisis de sensibilidad

Variable	Variación	Impacto sobre el Indicador de Rentabilidad

Tabla H.42 Análisis de riesgo

Descripción	Impacto

f) Conclusiones y recomendaciones

En esta sección se deberá exponer en forma concisa las principales conclusiones a las que se llega con el análisis realizado y, en su caso, señalar las acciones que se requieren para la ejecución oportuna del proyecto. En las conclusiones de la evaluación deben destacarse los beneficios incluidos y valorados y, de manera especial, los intangibles, ya que en algunos casos, éstos pueden ser determinantes o tener un gran impacto en la decisión final de la ejecución del Programa.

También deben señalarse las limitaciones o condicionantes con las que se elaboró o concluyó el estudio socioeconómico, ya sean de información, tiempo, particularidades del proyecto u organismo operador, razones institucionales, geográficas, físicas, etc., así como las variables que presentaron mayor problema en su estimación. Es importante señalar que se debe buscar, soportar o garantizar la reali-

zación de los supuestos considerados en el estudio, para que se cumpla con la rentabilidad esperada del proyecto.

Por último, de acuerdo con los resultados y en congruencia con las conclusiones, es posible hacer recomendaciones antes de la licitación, durante la implementación del Programa o aún posteriores a la puesta en marcha u operación del mismo.

g) Anexos

Para los casos en que sea necesario, se deberán desarrollar, tal como se muestra en la Tabla H.43.

h) Bibliografía

Incorporar la bibliografía de las fuentes de información utilizadas para la realización del análisis del PPI (Tabla H.44).

Tabla H.44 Bibliografía

Responsables de la Información	
Ramo:	
Entidad:	
Área Responsable:	
Datos del Administrador del programa y/o proyecto de inversión:	

Nombre	Cargo*	Firma	Fecha

Versión	Fecha

*El administrador del programa y/o proyecto de inversión, deberá tener como mínimo el nivel de Director de Área o su equivalente en la dependencia o entidad correspondiente, apegándose a lo establecido en el artículo 43 del Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.

Tabla H.43 Anexos

Número del Anexo	Concepto del Anexo	Descripción
Anexo A	Análisis de la Oferta y la Demanda	Contiene el análisis de la oferta y demanda en la situación actual, sin proyecto y con proyecto.
Anexo B	Estudios Técnicos	
Anexo C	Estudios Legales	
Anexo D	Estudios Ambientales	
Anexo E	Estudios de Mercado	
Anexo F	Estudios Específicos	
Anexo G	Memoria de cálculo con los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad del PPI	
Anexo H	Análisis de Sensibilidad	

H.4. TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE PROYECTOS DE PROTECCIÓN A CENTROS DE POBLACIÓN

H.4.1. INTRODUCCIÓN

Como parte fundamental de la política fiscal en México, las inversiones del Gobierno deberán contemplar la realización de evaluación socioeconómica que demuestre su rentabilidad social positiva.

Para la realización de este estudio es indispensable que se revise la normatividad vigente y que se cumpla cabalmente.

Ante los recursos fiscales cada vez más escasos, y que los proyectos en cartera tienen rentabilidades muy variables, la utilidad de la evaluación socioeconómica (o Análisis Costo-Beneficio) radica en la distribución del Presupuesto para buscar una mayor contribución del mismo al crecimiento económico del país acompañado de un desarrollo social. Lo anterior promoverá una toma de decisiones más eficiente en materia de inversión en el Subsector Agua, asegurándose que los proyectos a realizar sean los más convenientes para la sociedad.

Es por ello y derivado de la ocurrencia de intensas precipitaciones en los últimos años y al crecimiento desordenado de las manchas urbanas del país, ha provocado inundaciones y afectacio-

nes a la población, por lo que se han realizado estudios para la construcción de diversas obras de drenaje pluvial que permitirán el desalojo de las aguas de origen pluvial en los centros de población.

Se debe incluir todos los antecedentes del proyecto a evaluar.

H.4.2. OBJETIVO

Los presentes Términos de Referencia tienen como objetivo la realización del estudio de evaluación socioeconómica de las obras de drenaje pluvial de acuerdo a los siguientes objetivos específicos:

- a) Cumplir de manera cabal con los lineamientos y contenido determinados por la SHCP
- b) Dar seguimiento a lo sugerido en el libro “Estructuración de proyectos y metodologías de evaluación socioeconómica para proyectos de agua potable, alcantarillado, saneamiento, mejoramiento de eficiencia y protección a centros de población” de la CONAGUA
- c) Efectuar los análisis básicos y visitas de campo para el planteamiento, obtención y generación de la información necesaria para el diseño de la evaluación costo beneficio de las obras objeto del presente contrato
- d) Realizar los estudios de análisis hidrológico y simulación hidráulica necesarios para obtener las áreas de inundación en diferentes periodos de retorno (si no son proporcionadas por el promotor del pro-

yecto) y asociarlas a posibles daños en la población

- e) Presentar la evaluación costo beneficio, con los indicadores de rentabilidad establecidos en la normatividad vigente y los respectivos análisis de sensibilidad de dicha evaluación, de acuerdo a la normatividad para este tipo de evaluaciones

Se deberá analizar la información existente de estudios, mismos que serán proporcionados para su análisis y estudio, con base en esto y de manera conjunta con la información recabada en campo, el contratista propondrá los beneficios a considerar como directamente atribuibles al proyecto.

H.4.3. ALCANCES

El estudio consistirá en una evaluación del proyecto a nivel de (determinar el nivel de evaluación), y deberá estar sustentada en información confiable y adecuada para este nivel de estudio y que permita llevar a cabo las cuantificaciones correspondientes cuando éstas sean viables de realizar.

La evaluación socioeconómica deberá realizarse de acuerdo al contenido y lineamientos emitidos por la SHCP para este tipo de estudios, de lo cual se puede destacar:

- a) Identificación de la problemática que genera la necesidad de realizar una evaluación para sustentar una decisión en la asignación de presupuesto federal para su completa solución y/o mitigación
- b) La asimilación y exposición de la propuesta de solución de dicha problemática con base en un proyecto de ingeniería particu-

lar y específico, que se deriva de un análisis de alternativas técnico-económico y en su caso de operación o mantenimiento

- c) Análisis hidráulico y simulaciones hidráulicas contra diferentes magnitudes de inundación ligadas a una probabilidad de recurrencia de las áreas a beneficiar con el proyecto

- d) La realización en sí, de la evaluación socioeconómica, estableciendo los costos y beneficios del proyecto de drenaje pluvial, mediante el análisis técnico del nivel de mitigación y su consecuente identificación, cuantificación y valoración para determinar los indicadores de rentabilidad adecuados

- e) Las modificaciones necesarias de la evaluación costo beneficio a que su realización satisfaga los requerimientos de elaboración, soporte técnico y sustento de datos o información, presentación, contenido congruente con lo indicado por la normatividad vigente y aplicable para este tipo de estudios. Para establecer de manera cualitativa los beneficios potenciales asociados al proyecto, se realizarán las visitas de campo necesarias para que el contratista pueda identificar los beneficios estimados del proyecto

H.4.4. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Para la elaboración del presente estudio, atendiendo al objetivo y alcances señalados en los dos apartados anteriores, las actividades requeridas se detallan como sigue:

a) Evaluación socioeconómica del proyecto

La estructura del análisis costo y beneficio deberá ser el siguiente:

b) Resumen Ejecutivo

1. Situación Actual del Programa o Proyecto de Inversión
2. Situación sin el Programa o Proyecto de Inversión
3. Situación con el Programa o Proyecto de Inversión
4. Evaluación del Programa o Proyecto de Inversión
5. Conclusiones y Recomendaciones
6. Anexos
7. Bibliografía

c) Visitas de Campo, Obtención y Revisión de Información

Para establecer de manera cualitativa los beneficios potenciales asociados al proyecto, se realizarán las visitas de campo necesarias para que el contratista pueda identificar los beneficios estimados del proyecto en la zona del proyecto, se

deberá hacer mención a las afectaciones directas e indirectas que el proyecto tendrá.

Los beneficios identificados deben ser congruentes con la problemática planteada a la que el proyecto da solución.

Respecto de los costos, se recopilará la información necesaria y consideraciones para la realización del proyecto de inversión.

Al término de las visitas se elaborará un reporte cualitativo en el cual se listen los beneficios y costos así como la forma en que se prevé la cuantificación de éstos, planteando las medidas necesarias a tomar para generar toda la información que se prevé será necesaria en la evaluación.

En esta parte se deberá definir si la información topográfica e hidrológica es suficiente para la realización de la simulación, en caso contrario deberá ser solicitada al ejecutor del proyecto o en su caso proceder a su estimación.

Informe final acorde a lo especificado en los presentes términos de referencia.

H.4.5. CONTENIDO DEL ESTUDIO

H.4.5.1 Resumen Ejecutivo

El resumen ejecutivo deberá presentar el origen y la visión global del proyecto, describiendo brevemente sus aspectos más relevantes. Se explicará en forma concisa los apartados mencionados en la Tabla H.45.

H.4.5.2 Situación actual del programa o proyecto de inversión

a) Diagnóstico de la Situación Actual

Se deberá incluir un diagnóstico de la situación actual que motiva la realización del PPI, resaltando la problemática que se pretende resolver.

Para tal fin se realizará un resumen cualitativo del origen del proyecto y el objetivo que plantea

su realización. Este análisis tendrá como marco de referencia la(s) ciudad(es) y/o población(es) que resulten involucradas por el proyecto. Lo anterior en términos de las principales características sociales, políticas y económicas existentes en las poblaciones involucradas para definir la problemática general de la zona del proyecto. Como resultado de lo anterior se deberá definir la problemática particular y específica a la que se pretende dar solución con la infraestructura de drenaje pluvial.

Una vez descrito lo anterior, se deberán presentar las alternativas consideradas, así como el razonamiento y justificación de la selección de la mejor de ellas, es recomendable una tabla comparativa de las ventajas y desventajas de dichas alternativas.

Respecto de la infraestructura existente, se incluirán los datos e información en la zona del proyecto; como son cantidad y tipo de vivien-

Tabla H.45 Descripción de aspectos relevantes

Problemática, objetivo y descripción del PPI	
Objetivo del PPI	Puntualizar el objetivo del PPI.
Problemática Identificada	Incluir una breve descripción de la problemática identificada, que justifique la realización del PPI.
Breve descripción del PPI	Incluir una descripción del PPI y sus componentes.
Horizonte de evaluación, costos y beneficios del PPI	
Horizonte de Evaluación	Número de años considerados dentro de la evaluación del PPI.
Descripción de los principales costos del PPI	Enlistar y describir los principales costos de inversión, mantenimiento y operación del PPI.
Descripción de los principales beneficios del PPI	Enlistar y describir los principales beneficios relacionados con la implementación del PPI.
Monto total de inversión (con IVA)	Monto de inversión incluyendo IVA, expresado en pesos.
Riesgos asociados al PPI	Riesgos asociados a la ejecución y operación del PPI.
Indicadores de Rentabilidad del PPI	
Valor Presente Neto (VPN)	Pesos.
Tasa Interna de Retorno (TIR)	%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	%
Conclusión	
Conclusión del Análisis del PPI	Breve conclusión del análisis, referente a la rentabilidad del PPI.

das existentes, comercios; identificación de la infraestructura vulnerable, conducciones, viabilidades, etc. Se deberán agregar planos, mapas, y/o croquis para visualizar la situación de esta infraestructura en la(s) localidad(es) o población(es) involucrada(s).

Enumerando las afectaciones del proyecto en el área, se describirá detallada y particularmente la problemática específica a la que el proyecto de la obra pluvial dará solución. Se hará énfasis especial a la descripción general de los aspectos económicos más relevantes, poniendo particular atención en aquellos que se verán afectados, tanto positiva como negativamente por la realización del proyecto, como pueden ser interrupción de tráfico vehicular, afectación de actividades comerciales y laborales, generación de pérdidas económicas y materiales derivadas de la inundación.

b) Análisis de la Oferta Existente

En este punto se deberá describir la infraestructura pluvial existente en la zona del proyecto o en la zona de estudio. Se recopilará y organizará la información necesaria para la determinar la oferta real de infraestructura en la zona, en cuanto a su disponibilidad en cantidad y calidad.

c) Análisis de la Demanda Actual

Se analizarán y describirán las características de la demanda de infraestructura pluvial en la zona de estudio. Se atenderá la contribución y demanda de todos los factores afectados por la

problemática definida, así como a la proyección de las necesidades futuras de cada uno.

La proyección podrá realizarse suponiendo que no se presentaran cambios en los patrones de precipitación/escorrentía históricos, de otra forma deberán soportarse las hipótesis o supuestos para dichos cambios. En caso de considerar que pueden darse cambios en el/los patrones, los resultados deberán presentarse como un análisis paralelo al escenario donde estos no se modifican.

d) Interacción de la Oferta-Demanda

Describir de forma detallada el análisis comparativo para cuantificar la diferencia entre la oferta y la demanda del mercado en el cual se llevará a cabo el PPI.

Para el caso particular de las condiciones de demanda de los colectores pluviales, será necesario definir para cada uno de los sectores afectados por la ausencia o deficiencia de la infraestructura pluvial, la estimación del tipo y nivel de daño que se está generando y su evolución durante todo el horizonte de evaluación.

H.4.5.3 Situación sin el Programa o Proyecto de Inversión

Describir la situación esperada en ausencia del Programa, considerando la implantación de las optimizaciones descritas en el inciso b) de este mismo capítulo, presentando una descripción de los supuestos técnicos y económicos de

mayor relevancia utilizados para el análisis y el horizonte de evaluación. Se deben presentar los siguientes elementos:

a) Describa los supuestos técnicos y económicos e incluya el horizonte de evaluación

b) Optimizaciones

Describir las posibles medidas administrativas o inversiones de bajo costo que podrían ser implementadas en la zona relevante. Por ejemplo, en lugar de realizar el reemplazo de un activo, realizar actividades de mantenimiento al mismo. Las optimizaciones contempladas deben ser incorporadas para en el análisis de la oferta y la demanda de la situación sin el proyecto.

Para lo anterior se determinarán las acciones que permitan optimizar la situación actual para no atribuirle beneficios y costos al proyecto que no le corresponden. Los resultados de dichas acciones podrían conseguirse sin realizar la inversión del Programa y corresponden a todas aquellas establecidas en programas o proyectos de inversión, programados o en marcha; es decir acciones que se realizarían independientemente del programa aquí analizado. Se deberá incluir una tabla indicando la proyección de la situación actual y de la situación actual optimizada.

Aquí es importante destacar que de acuerdo a la seriación en la ejecución de las obras, la situación con proyecto de una acción se vuelve la situación sin proyecto de alguna subsecuente, por lo tanto a partir de la segunda acción se considera como situación optimizada. Lo importante

es definir la optimización de la primera acción a desarrollar, con las características que determinan los lineamientos de la UI.

c) Análisis de la Oferta

Resumir los puntos relevantes y las principales conclusiones del análisis de la oferta a lo largo del horizonte de evaluación, en caso de que la acción o el Programa no se lleve a cabo. El análisis completo de la oferta debe integrarse en el Anexo A del documento.

En este caso se deberá presentar el análisis de la oferta proyectándolo en el tiempo y considerando las optimizaciones existentes.

d) Análisis de la demanda

Resumir los puntos relevantes y las principales conclusiones del análisis de la demanda a lo largo del horizonte de evaluación, en caso de que el proyecto no se lleve a cabo. El análisis completo de la oferta debe integrarse en el Anexo A del documento. En este caso se deberá presentar el análisis de la demanda proyectándolo en el tiempo y considerando las optimizaciones existentes.

e) Diagnóstico de la Oferta-Demanda

Describir de forma detallada la interacción de la oferta y la demanda considerando las optimizaciones, la cual debe proyectarse para todo el horizonte de evaluación del proyecto, destacando en el horizonte de evaluación los valores críticos que hacen necesaria la implementación de las acciones contempladas en el proyecto.

f) Alternativas de solución

Incluir una descripción de las alternativas de solución consideradas para atender la problemática identificada, así como la justificación de los criterios utilizados para la selección de la solución encontrada, lo anterior debe estar ligado y en total congruencia con lo obtenido y presentado en el diagnóstico de la Oferta-Demanda, en cuanto a déficits o superávits obtenidos.

La Consultora recopilará los estudios realizados por la Dependencia para la ejecución de cada una de las acciones del programa, por lo que para cada una de las acciones describirá la alternativa seleccionada en todos sus aspectos, alcances y etapas, desde su concepción física y componentes, hasta su concepción operativa, capacidad de diseño, costos y estimación o proyección de su utilización en el tiempo. Esta información es la base para la estimación y definición del nivel de solución que brindará o solucionará el proyecto, así como para definir la inversión necesaria y los costos de ope-

ración y mantenimiento del mismo. Deberá hacerse uso de mapas, croquis, diagramas o esquemas para facilitar su presentación y correcto planteamiento.

Deben mencionarse las alternativas que fueron estudiadas por la Dependencia para sustentar la decisión de que cada una de las acciones propuestas es la mejor de ellas. Incluirá un comparativo de las alternativas que en su momento se consideraron para solucionar la problemática. Debe considerarse que sólo son comparativas aquellas alternativas, que como el proyecto, cumplen con los criterios de factibilidad técnica acordes a las condiciones y resultados de las interacciones analizadas.

Realizar un resumen de las alternativas de solución analizadas para cada componente con la información que se muestra en la Tabla H.46.

Si las alternativas presentan la misma vida útil, deberá seleccionarse aquella que tenga el menor Valor Presente de Costos (VPC).

Tabla H.46 Análisis de alternativas

Alternativa	Capacidad instalada (m ³ /s)	Breve descripción técnica	Monto total de inversión (\$)	Costo de Operación fijo (\$/año)	Costo de operación variable (\$/m ³)	Costo de mantenimiento (\$/año)	Vida útil	Valor presente de los costos (VPC) (\$)	Costo Anual Equivalente (CAE)
1									

2

H.4.6. SITUACIÓN CON EL PROGRAMA O PROYECTO DE INVERSIÓN

Describir la situación esperada en caso de que se realice el PPI, la cual debe contener los siguientes elementos.

a) Descripción general

De la Tabla H.47 se seleccionará el tipo de PPI.

Se deben describir los componentes o activos que resultarán de la realización del proyecto, así como su cantidad, tipo y principales características.

Se deberán describir las principales características de la infraestructura, sistemas y procesos analizados incluyendo diagramas y figuras que faciliten el entendimiento del Programa (Tabla H.48).

b) Alineación estratégica

Describir cómo el proyecto contribuye a la consecución de los objetivos y estrategias estable-

cidas en el Plan Nacional de Desarrollo y los Programas Sectoriales, Institucionales, Regionales y Especiales, así como al mecanismo de planeación al que hace referencia el artículo 34 fracción I de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.

Se pueden incluir temas como objetivo, el cual debe tener correspondencia con uno o más de los objetivos y estrategias establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo y los programas sectoriales, regionales y especiales que aplican a la dependencia o entidad encargada de la ejecución del proyecto.

Finalmente se deberá exponer el propósito del proyecto, es decir, el resultado inmediato o consecuencia directa que se espera lograr con la ejecución del proyecto y que contribuirá a alcanzar el objetivo a que se refiere el párrafo anterior, por ejemplo, disminución de tandeos, incremento en el consumo de agua potable, aumento en caudal potabilizado o de aguas residuales tratadas, aseguramiento contra inundaciones de tales o cuales áreas y demás beneficios asociados al proyecto.

Tabla H.47 Tipo de PPI

Tipo de PPI	
Proyecto de infraestructura económica	
Proyecto de infraestructura social	
Proyecto de infraestructura gubernamental	
Proyecto de inmuebles	
Programa de adquisiciones	
Programa de mantenimiento	
Otros proyectos de inversión	
Otros programas de inversión	

Tabla H.48 Principales características de infraestructura

Componente	Tipo	Cantidad	Principales Características

c) Localización geográfica

Definir la localización geográfica del proyecto así como su zona de influencia, acompañado de un plano de localización y un diagrama en el que se señale la ubicación exacta, siempre y cuando las características del proyecto lo permitan.

d) Calendario de actividades

Establecer la programación de actividades necesarias para la ejecución y operación del proyecto (Tabla H.49).

El calendario de actividades debe indicar, la programación de las principales acciones que se requieren para generar los componentes del proyecto; como liberación de terrenos, derechos de vía, realización de estudios y proyectos, bases de concurso y licitaciones.

e) Monto total de inversión

Establecer el calendario de inversión por año y la distribución del monto total, desglosando los impuestos correspondientes (Tabla H.50).

Para la etapa de operación, la distribución de las erogaciones a realizar en sus principales rubros (Tabla H.51).

f) Fuentes de financiamiento

Enlistar las fuentes de financiamiento del proyecto, así como su porcentaje de participación, especificando si los recursos son federales, estatales, municipales, fideicomisos o privados, en su caso. Para los recursos estatales y municipales, especificar el nombre completo del estado o municipio; para fideicomisos especificar el nombre completo del mismo (Tabla H.52).

g) Capacidad instalada

Explicar la capacidad que se tendría y su evolución en el horizonte de evaluación con la ejecución del proyecto.

h) Metas anuales y totales de producción

Explicar las metas que se tendrán con el proyecto de bienes y servicios, cuantificadas en el horizonte de evaluación.

Tabla H.49 Calendario de actividades

Actividad	Año 1	Año 2	Año "n"

Tabla H.50 Calendario de inversión

Monto total de inversión	
Componentes/Rubros	Monto de inversión
1	
2	
3	
Supervisión	
Gerencia externa	
Impuesto al Valor Agregado	
Total	

Tabla H.51 Distribución de erogaciones

Costos de operación	
Componentes/Rubros	Monto anual
1 Costos fijos de operación	
2 Costos variables de operación	
3	
Subtotal de Componentes/Rubros	
Impuesto al Valor Agregado	
Total	

Tabla H.52 Fuentes de financiamiento

	Recursos Fiscales		Fondo		Inversionista Privado/Crédito		Estado	
	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2
Dragado y rectificaciones de ríos								
Canalización o entubamiento de cauces								
Reforestación de la cuenca								
Construcción de bordos								
Drenes								
Puentes y alcantarillas								
Determinación de zonas de alto riesgo de inundación								
Gerencia externa de proyecto								
Supervisión técnica, financiera y ambiental								
Total del proyecto								

i) Vida útil

Detallar la vida útil del proyecto, la cual debe contemplar el tiempo de operación expresado en años (Tabla H.53).

j) Descripción de los aspectos más relevantes

Estudios técnicos

Detallar los puntos, resultados y recomendaciones relevantes de los estudios técnicos rea-

lizados para el proyecto, los cuales de acuerdo a su extensión pueden ser integrados en un Anexo.

En este punto se debe explicar cómo se llegó a la alternativa seleccionada y su dimensionamiento, así como los estudios que se realizaron para dar la certidumbre a la conceptualización del proyecto, como pueden ser el tipo de tecnología o proyecto alterno.

Tabla H.53 Vida útil

Vida útil del PPI	
Vida útil en años	

Estudios legales

Detallar los puntos, resultados y recomendaciones relevantes de los estudios legales realizados para el proyecto, los cuales de acuerdo a su extensión pueden ser integrados en un Anexo.

Es recomendable que la ejecución del proyecto no se inicie si no se cuenta con la totalidad de los derechos de vía y propiedad de los terrenos afectados, así como con los permisos, trámites y/o concesiones pertinentes, aunque en este tipo de proyectos generalmente se llevan a cabo en zonas con la infraestructura establecida.

Se debe verificar que el ejecutor cuente con todas las facultades legales de realizar las acciones y medidas propuestas en el proyecto.

Se debe verificar la aplicación y factibilidad de un esquema APP, de ser el caso para el proyecto.

Estudios ambientales

Detallar los puntos, resultados y recomendaciones relevantes de los estudios ambientales realizados para el proyecto, los cuales de acuerdo a su extensión pueden ser integrados en un Anexo.

Concluir si ambientalmente podría tener algún impedimento para la realización del proyecto propuesto en sus componentes, aunque por lo regular son zonas impactadas.

Estudios de mercado

Detallar los puntos, resultados y recomendaciones relevantes de los estudios de mercado

realizados para el proyecto, los cuales de acuerdo a su extensión pueden ser integrados en un Anexo.

En este caso, existe información adicional a la plasmada en el análisis oferta-demanda, se debe incluir aquí.

Estudios Específicos

Detallar los puntos, resultados y recomendaciones relevantes de los estudios requeridos y realizados para el proyecto, los cuales de acuerdo a su extensión pueden ser integrados en un Anexo.

Se desarrollará este inciso en caso de que sea necesario.

k) Análisis de la Oferta

Resumir los aspectos relevantes y las principales conclusiones del análisis de la oferta a lo largo del horizonte de evaluación, considerando la implementación de cada componente del proyecto. El análisis completo de la oferta puede integrarse en un Anexo en caso de que por su extensión lo amerite.

En este inciso se debe elaborar la comparar la oferta sin proyecto versus la oferta del proyecto en el horizonte de evaluación, incluyendo gráfico, tabla y consideraciones tomadas.

l) Análisis de la Demanda

Resumir los aspectos relevantes y las principales conclusiones del análisis de la demanda de cada componente a lo largo del horizonte de evaluación, considerando la implementación del proyecto El análisis completo de la demanda debe integrarse en un Anexo en caso de ser

necesario por su extensión. Se debe plasmar la demanda optimizada en el horizonte de evaluación, incluyendo tabla, gráfico y consideraciones tomadas.

m) Interacción Oferta-Demanda

Describir de forma detallada la interacción de la oferta y la demanda a lo largo del horizonte de evaluación para cada uno de los componentes del Programa, explicando los principales supuestos, metodología y herramientas utilizadas en dicha interacción.

H.4.7. EVALUACIÓN DEL PROGRAMA O PROYECTO DE INVERSIÓN

Se deberán presentar los principales puntos de la evaluación del proyecto. Asimismo, se incluirá de manera desglosada el cálculo completo de los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad en un Anexo.

En esta sección se deberá analizar el impacto que tendría sobre el mercado la realización del proyecto. Para dicho análisis deberá compararse la situación sin proyecto optimizada con la situación con proyecto, de tal manera que se identifiquen los impactos (beneficios y costos) atribuibles al proyecto exclusivamente, mismos que deberán reflejarse en el flujo de efectivo con objeto de determinar si el proyecto es susceptible de generar, por sí mismo, beneficios netos para la sociedad bajo supuestos razonables. Este análisis deberá basarse en las estimaciones de la oferta y demanda desarrolladas e incluidas en los capítulos precedentes.

Se deberán presentar los indicadores de rentabilidad que resulten de la cuantificación de costos y beneficios. En particular, se deberá incluir una

estimación del Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y, en el caso de proyectos cuyos beneficios estén vinculados al crecimiento de la población, la Tasa de Rendimiento Inmediato (TRI).

a) Identificación, cuantificación y valoración de costos del PPI

Desglosar los costos del proyecto de forma anual y total para cada uno de sus componentes, diferenciando aquellos que se realizarán durante la ejecución y durante la operación. Dichos costos pueden ser agrupados por su tipo: costos directos, indirectos y externalidades, incluyendo una breve descripción. Adicionalmente, se explicará cómo se identificaron, cuantificaron y valoraron los costos, incluyendo los principales supuestos y fuentes empleadas para su cálculo.

b) Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del PPI

Detallar los beneficios y ahorros generados por el proyecto de forma anual y total por cada uno de los componentes del programa. Dichos beneficios podrán ser agrupados por su tipo: beneficios directos, indirectos y externalidades, incluyendo una breve descripción. Adicionalmente, se explicará cómo se identificaron, cuantificaron y valoraron los beneficios, incluyendo los principales supuestos y fuentes empleadas para su cálculo.

1. Procesamiento de información y obtención de las áreas de inundación

La Consultora deberá considerar la generación de la siguiente información para obtener las áreas de inundación asociadas al proyecto para diferentes periodos de retorno cuyo rango varía de 5 a 1000

años, según el tipo de proyecto, para lo cual se requerirá:

- a) Utilizar información oficial que permita determinar la topografía de la zona, como son planos con planimetría y altimetría con separación de curvas de nivel máximas de 1.00 m ya sea en planos de redes de agua potable, alcantarillado, urbanización, pavimentación (rasantes) o cualquier otra que permita conocer el relieve topográfico real de la zona en estudio. Mediante las visitas de campo y recorridos se verificará la información existente y de ser necesario se podrá georeferenciar para su inclusión en el modelo de simulación hidráulica. El nivel de precisión recomendado deberá ser tal que puedan construirse áreas de inundación con diferencias de 50 cm para cada elevación, aunque depende de la información existente y la topografía de la zona a proteger ya sea suave o accidentada, o bien zonas planas, lomeríos o con pendientes pronunciadas. Por lo anterior es fundamental elaborar la topografía en forma detallada, por lo que la Consultora deberá considerar dicha realización en caso de no existir en forma adecuada, previa acuerdo con la dependencia ejecutora del proyecto
- b) Análisis de información hidrológica de avenidas y precipitaciones en la zona a beneficiar mediante estudio hidrológico formal, la cual es indispensable para el estudio, en donde se deberán asociar las precipitaciones a periodos de retorno. El rango de los

periodos de retorno a utilizar iniciará con un periodo de recurrencia tal que en la zona en estudio comienzan tirantes de agua superficial a presentar daños, que a su vez serán beneficios en la situación con proyecto y en cuanto al máximo se tomarán los valores máximos establecidos por la Comisión Nacional del Agua. Definición de las zonas de inundación asociadas a cada nivel de escurrimiento generado en el área de influencia del proyecto. Dichas zonas deben estar asociadas a la recurrencia de cada evento meteorológico o de escurrimiento de origen pluvial. Las manchas de inundación deben representarse gráficamente a color y transparentes, ilustrando claramente la influencia que tiene en la urbanización y en las vialidades

- c) El punto anterior, implica deducir, investigar y generar la información hidrológica necesaria, basada en la determinación correcta de las características fisiográficas de la cuenca urbana y un análisis de los datos de precipitación e hidrométricos registrados en la Estación Meteorológica oficial más cercana, se continúa con la simulación hidráulica en la zona con problemas y finalmente se elaboran dichas curvas de inundación. Esto se deberá hacer considerando tanto la situación actual optimizada y la situación con proyecto

2.- Procesamiento de información y obtención de los daños asociados

La Consultora deberá considerar la gene-

ración de la siguiente información para obtener los daños por inundación asociados al proyecto para diferentes periodos de retorno, utilizando la metodología del daño evitado esperado u la que se analice como la más adecuada, previa autorización de la ejecutora, para lo cual se requerirá

Se deberá recopilar toda la información referente a tipo y monto de daños provocados por inundaciones ocurridas en las zonas a beneficiar con el proyecto, las cuales también deben ser asociadas al periodo de retorno de las precipitaciones que los provocaron. En caso de ser necesario también se puede utilizar el método de asimilación de otros proyectos, lo cual debe ser perfectamente analizado y justificado

Con la información anterior se deberán poder construir las siguientes curvas:

- a) Precipitación versus daño ocasionado, para cada uno de los sectores afectados en la zona de estudio y que se beneficiarán con la realización del proyecto analizado

- b) Daño ocasionado versus probabilidad de ocurrencia

A partir de la curva b) se cuantificará y valorará los beneficios por daño evitado esperado identificados.

c) Cálculo de los indicadores de rentabilidad

Incorporar el cálculo de los indicadores de rentabilidad del proyecto resultantes, se debe de realizar para cada uno de los componentes y en forma integral. De ser necesario, la memoria de cálculo con la información cuantitativa del proyecto debe ser integrada en un Anexo al estudio socioeconómico (Tabla H.54).

d) Análisis de sensibilidad

Describir las variables seleccionadas para realizar el análisis de sensibilidad. Adicionalmente, mostrar el impacto de la(s) variable(s) relevante(s) en la evaluación del proyecto, y el valor para el cual el VPN es igual a cero. Finalmente, resumir de forma concreta las principales conclusiones de este análisis de sensibilidad. De ser necesario, el análisis de sensibilidad completo debe ser integrado en un anexo (Tabla H.55).

Tabla H.54 Indicadores de rentabilidad

Indicadores de Rentabilidad	
Indicador	Valor
Valor Presente Neto (VPN)	Pesos
Tasa interna de retorno (TIR)	%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	%

Tabla H.55 Análisis de sensibilidad

Variable	Variación	Impacto sobre el Indicador de Rentabilidad

d) *Análisis de riesgos*

Identificar los principales riesgos asociados al proyecto en sus etapas de ejecución y operación, dichos riesgos deberán clasificarse con base en la factibilidad de ocurrencia y se deberán analizar sus impactos, así como las acciones necesarias para su mitigación (Tabla H.56).

H.4.8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En esta sección se deberán exponer en forma concisa las principales conclusiones a las que se llega con el análisis realizado y, en su caso, señalar las acciones que se requieren para la ejecución oportuna del proyecto.

En las conclusiones de la evaluación deben destacarse los beneficios incluidos y valorados y, de manera especial, los intangibles, ya que en algunos casos, éstos pueden ser determinantes o tener un gran impacto en la decisión final de la ejecución del proyecto.

También deben señalarse las limitaciones o condicionantes con las que se elaboró o concluyó el estudio socioeconómico, ya sean de información, tiempo, particularidades del proyecto u organismo operador, razones institucionales, geográficas, físicas, etc., así como las variables que presentaron mayor problema en su estimación. Es importante señalar que se debe buscar, soportar o garantizar la realización de los supuestos considerados en el estudio, para que se cumpla con la rentabilidad esperada del proyecto.

Por último, de acuerdo con los resultados y en congruencia con las conclusiones, es posible hacer recomendaciones antes de la licitación, durante la implementación del proyecto o aún posteriores a la puesta en marcha u operación del mismo.

H.4.9. ANEXOS

Para los casos en que sea necesario se deben desarrollar los apartados mostrados en la Tabla H.57.

Tabla H.56 Análisis de riesgo

Descripción	Impacto

Tabla H.57 Anexos

Número del Anexo	Concepto del Anexo	Descripción
Anexo A	Análisis de la Oferta y la Demanda	Contiene el análisis de la oferta y demanda en la situación actual, sin proyecto y con proyecto.
Anexo B	Estudios Técnicos	
Anexo C	Estudios Legales	
Anexo D	Estudios Ambientales	
Anexo E	Estudios de Mercado	
Anexo F	Estudios Específicos	
Anexo G	Memoria de cálculo con los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad del PPI	
Anexo H	Análisis de Sensibilidad	

H.4.10. BIBLIOGRAFÍA

Incorporar la bibliografía de las fuentes de in-

formación utilizadas para la realización del análisis del PPI, de acuerdo con la Tabla H.58.

Tabla H.58 Bibliografía

Responsables de la Información			
Ramo:			
Entidad:			
Área Responsable:			
Datos del Administrador del programa y/o proyecto de inversión:			
Nombre	Cargo*	Firma	Fecha
Versión		Fecha	

*El administrador del programa y/o proyecto de inversión, deberá tener como mínimo el nivel de Director de Área o su equivalente en la dependencia o entidad correspondiente, apegándose a lo establecido en el artículo 43 del Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.

H.5. TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA CONTRATACIÓN DEL DICTAMEN DE UN PERITO VALUADOR EXTERNO SOBRE LOS ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y AMBIENTAL DE PROYECTOS

H.5.1. ANTECEDENTES

Se debe de dar un resumen de los antecedentes de la localidad y el proyecto, así como la problemática que origina el proyecto, lo cual servirá como marco de referencia de los presentes términos.

Incluir antecedentes del proyecto y relación de estudios y proyectos que se proporcionarán al dictaminador.

H.5.2. OBJETIVO

De acuerdo a lo establecido en el artículo 34 numeral II de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, así como en el artículo 53 numeral II del Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, los programas y proyectos de inversión deberán contar con el dictamen favorable sobre el análisis de factibilidad técnica, económica y ambiental, objetivo de este contrato.

La contratista deberá en todo momento revisar la normatividad aplicable, especialmente la publicada por la Subsecretaría de Egresos de la Se-

cretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) donde se dictan las condiciones y contenido del presente dictamen, la cual está contenida en la página de Internet de dicha Subsecretaría.

H.5.3. DEFINICIONES

- a) Análisis de factibilidad ambiental: los estudios en donde se determina que un programa o proyecto de inversión cumple con la normatividad aplicable en materia ambiental
- b) Análisis de factibilidad económica: los estudios sobre la cuantificación de los costos y beneficios de un programa o proyecto de inversión en donde se muestre que el mismo es susceptible de generar, por sí mismo, beneficios netos bajo supuestos razonables
- c) Análisis de factibilidad técnica: los estudios sobre los materiales, maquinaria, equipo, tecnología y calificación de personal que se requieren para la ejecución y operación de un programa o proyecto de inversión, en donde se determine si el proyecto se apega a las normas establecidas por la dependencia o entidad, así como a las prácticas aceptadas de ingeniería y a los desarrollos tecnológicos disponibles
- d) Dictamen: documento a través del cual se manifiesta una opinión sobre los análisis de factibilidad económica, técnica y ambiental y, en su caso, sobre el proyecto ejecutivo de obra pública, en los términos de estos Lineamientos

H.5.4. ALCANCES

La elaboración del dictamen implica:

a) Para dictaminar sobre el análisis de factibilidad técnica, se deberá considerar lo siguiente

1. Localización de la obra
2. Especificaciones técnicas del programa o proyecto
3. Disponibilidad de insumos necesarios para la operación y, en su caso, para la realización del programa o proyecto
4. Justificación sobre la tecnología propuesta
5. Calificación del personal requerido para llevar a cabo el programa o proyecto de inversión
6. Capacidad técnica de cumplir con las metas que se propone alcanzar;
7. Vida útil del activo
8. Congruencia del programa o proyecto de inversión con las prácticas aceptadas de la ingeniería y con los desarrollos tecnológicos disponibles
9. Análisis de alternativas realizado

Los incisos 4 a 6 no se tendrán que considerar cuando, por la naturaleza del programa o proyecto de inversión, no se disponga de la información correspondiente sino hasta después de haber realizado el procedimiento de contratación.

b) Para dictaminar sobre el análisis de factibilidad económica (costo-beneficio o evaluación socioeconómica), el experto deberá considerar lo siguiente

1. Objetivos y metas del programa o proyecto

2. Estudio de mercado, elaborado con base en el análisis de la oferta y demanda actual y futura en los mercados relevantes, incluyendo el impacto que tendría la realización del programa o proyecto de inversión sobre el mercado
3. Costos y beneficios económicos que se estima alcanzar en términos anuales, incluyendo los indicadores de rentabilidad correspondientes
4. Argumentación de la dependencia o entidad para justificar la determinación de los costos y beneficios estimados del programa o proyecto
5. Calendario de inversiones y plazo de ejecución, y su congruencia con los costos y beneficios esperados
6. Parámetros de referencia utilizados, tales como la tasa de descuento y la trayectoria de precios de los insumos y de los bienes y servicios finales, entre otros
7. Como parte de los costos a que se refiere la fracción iii), costos de operación y mantenimiento esperados, una vez que concluya el periodo de construcción e inicie la operación del activo
8. Análisis de sensibilidad de los parámetros de referencia
9. Fuentes de los recursos para cubrir el costo de la inversión, así como de la operación y mantenimiento de los activos
10. Identificación de los riesgos asociados a la ejecución y operación del programa o

proyecto que puedan afectar su rentabilidad

11. Que los beneficios estén calculados bajo supuestos razonables

El inciso 9 no se tendrá que considerar cuando, por la naturaleza del programa o proyecto de inversión, no se disponga de la información correspondiente sino hasta después de haber realizado el procedimiento de contratación.

c) Para dictaminar sobre el análisis de factibilidad ambiental, el experto deberá considerar el cumplimiento de la normatividad relacionada con la legislación ambiental; así como analizar las posibles medidas de mitigación o prevención que existieran

En el dictamen, el dictaminador podrá recomendar que se tome una de las siguientes decisiones:

1. Ejecutar el proyecto conforme al calendario y características previstas
2. Ejecutar el proyecto sujeto a ciertas condiciones
3. Aplazar la ejecución del proyecto
4. Rechazar el proyecto
5. Realizar más estudios o acciones referentes al proyecto ejecutivo de obra y los análisis de factibilidad técnica, económica y ambiental, antes de tomar una decisión definitiva

La empresa ganadora se compromete a entregar un dictamen objetivo de acuerdo a su experiencia profesional y a las prácticas adecuadas de la ingeniería, en el que resalte las virtudes, áreas de oportunidad de mejora y recomendaciones al proyecto.



BIBLIOGRAFÍA

- Sanin, H. (1995). propuesta de acción que implica la utilización de un conjunto determinado de recursos para el logro de ciertos resultados esperados. En *Guía metodológica general para la preparación y evaluación de proyectos de inversión social*. ILPES.
- BANOBRAS. (2001). *Evaluación Socioeconómica de Proyectos*. México, D.F.
- Bitran, D. (s.f.). Características del Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en México. En CENAPRED, *Impacto Socioeconómico de los principales desastres naturales en México* (Vols. 1, 2, 3, 4 y 5).
- CAPA. (2005). *Obra de prevención de inundaciones en la ciudad de Cozumel, Quintana Roo*.
- CEPEP. (1999). *Apuntes sobre evaluación social de proyectos*.
- CFE. (2003). *Proyecto integral para la protección contra inundaciones de la planicie de los ríos Grijalva y Usumacinta*.
- CONAGUA. (1993). Estudio Hidrológico para Obras de Protección. En *Manual de Ingeniería de Ríos*.
- CONAGUA. (1993). Evaluación de proyectos. En *Manual de Ingeniería de Ríos*.
- CONAGUA. (2006). *Encauzamiento del Río de las Avenidas en Pachuca, Hgo.*
- CONAGUA. (2006). *Sistema de conducción para disminuir el riesgo de inundaciones en la cuenca del Río de la Compañía, Estado de México*.
- CONAGUA. (2008). *Rehabilitación del embovedamiento del Arroyo “Los Nogales”, entre la calle Buenos Aires y la Calle Internacional de la ciudad de Nogales, Sonora*.
- CONAGUA. (2009). *Túnel Emisor Oriente (TEO) para el Valle de México; .*
- Fontaine, E. (1998). *Evaluación social de Proyectos*. Alfaomega.
- Maza, A. (1974). *Obras de Protección para el Control de Inundaciones*. Instituto de Ingeniería de la UNAM, OMM/UNESCO .
- O’Connor, D., & Kleyner, A. (2012). *Practical Reliability Engineering* (5ª Edición ed.). John Wiley & Sons, Ltd.
- Reinoso, E., & Ordaz, M. (s.f.). *Pérdidas en edificios y naves industriales ante fenómenos hidrometeorológicos ocurridos en México*. Comisión Nacional de Seguros y Fianzas e Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- Salas, M. (s.f.). *Inundaciones*. CENAPRED.
- SHCP. (2013). *Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión*. México, D.F.
- SHCP. (2014). Diario Oficial. En *Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión*. México, D.F.



ILUSTRACIONES

Ilustración 1.1 Esquema de selección de tipología de proyecto	4
Ilustración 1.2 Esquema de la problemática del ejercicio de los recursos	7
Ilustración 1.3 Esquema de la problemática de los proyectos de inversión	8
Ilustración 1.4 Esquema de la problemática de los proyectos de inversión	9
Ilustración 1.5 Fases del ciclo del proyecto	10
Ilustración 1.6 Costos en el ciclo del proyecto	11
Ilustración 1.7 Costos vs incertidumbre del proyecto	11
Ilustración 1.8 Diagrama causa-efecto de un proyecto de protección a centros de población	13
Ilustración 1.9 Diagrama causa-efecto de un proyecto de tratamiento de aguas residuales	13
Ilustración 1.10 Diagrama causa-efecto de un proyecto de incremento de oferta de agua potable	14
Ilustración 1.11 Diagrama causa-efecto de un proyecto de incremento de eficiencia	14
Ilustración 1.12 Diagrama del ciclo del proyecto	16
Ilustración 1.13 Diagrama de los componentes de la estructuración de un proyecto	17
Ilustración 1.14 Diagrama de los componentes de la estructuración de un proyecto APP	17
Ilustración 1.15 Diagrama de actividades tipo de un ejemplo de la estructuración de un macroproyecto de agua potable	24
Ilustración 2.1 Gráfica de la demanda de un bien respecto al precio	30
Ilustración 2.2 Gráfica del excedente del consumidor	30
Ilustración 2.3 Gráfica de la demanda de un bien	31
Ilustración 2.4 Gráfica del excedente del productor	31
Ilustración 2.5 Gráfica de equilibrio de mercado	31
Ilustración 2.6 Gráfica de maximización de los excedentes	32
Ilustración 2.7 Gráfica de equilibrio de mercado con proyecto	32
Ilustración 2.8 Gráfica de beneficios del proyecto	33
Ilustración 2.9 Representación gráfica de la TIRS	35
Ilustración 2.10 Representación gráfica de la TIRS	35
Ilustración 2.11 Representación gráfica del VANS	36
Ilustración 3.1 Ejemplo de un comportamiento histórico de las fuentes subterráneas	49
Ilustración 3.2 Gráfico oferta-demanda sin proyecto	59
Ilustración 3.3 Función de demanda de agua potable respecto al precio	59

Ilustración 3.4 Gráfico oferta-demanda con proyecto	68
Ilustración 4.1 Costos y beneficios a lo largo del ciclo de vida de un proyecto	77
Ilustración 4.2 Gráfica comparativa oferta-demanda de agua potable	78
Ilustración 4.3 Beneficio de mayor consumo de agua potable debido a un incremento del volumen	79
Ilustración 4.4 Equipamiento en la vivienda que influye en el consumo del agua en el hogar	82
Ilustración 4.5 Beneficios por liberación de recursos en proyectos de sustitución de fuentes de abastecimiento	86
Ilustración 4.6 Beneficios por liberación de recursos	88
Ilustración 4.7 Beneficios por liberación de recursos ante incrementos en las restricciones de oferta	89
Ilustración 4.8 Beneficios por liberación de recursos cuando los usuarios llegan a complementar sus consumos con pipas	90
Ilustración 4.9 Valoración del beneficio por liberación de recursos, en periodos en que las restricciones en consumo no generan consumos complementarios a través de pipas	91
Ilustración 4.10 Resultados de la encuesta de estudio sobre consumos de agua potable en zonas urbanas	93
Ilustración 4.11 Análisis de confiabilidad y riesgo de falla de una estructura, en función de su vida útil y de su mantenimiento	97
Ilustración 4.12 Profundización de los niveles de pozos en acuíferos sobre explotados	105
Ilustración 4.13 Proyección de las fallas en el terreno sin proyecto	108
Ilustración 4.14 Cálculo del beneficio por evitar que los predios pierdan valor debido al hundimiento del suelo	109
Ilustración 4.15 Beneficio por mayor consumo marginal acorde a cada proyecto (área bajo la curva de la demanda)	112
Ilustración 4.16 Costo marginal social de la instalación de micromedidores	114
Ilustración 4.17 Costos y beneficios marginales de un proyecto de alcantarillado	117
Ilustración 4.18 Costos y beneficios marginales de un proyecto de alcantarillado	122
Ilustración 4.19 Costos y beneficios marginales del tratamiento de las aguas residuales	123
Ilustración 4.20 Nivel “óptimo” del tratamiento de las aguas residuales	124
Ilustración 4.21 Nivel óptimo del tratamiento de las aguas residuales	128
Ilustración 4.22 Proceso de tratamiento y generación de energía eléctrica con biogás	144
Ilustración 4.23 Esquema de una cuenca	151
Ilustración 4.24 Esquema de un hidrograma	152
Ilustración 4.25 Esquema general de medición de beneficios	158
Ilustración 4.26 Relación daños-avenidas presentadas	160
Ilustración 4.27 Hidrogramas asociados a diferentes periodos de retorno	161
Ilustración 4.28 Gráfico de Caudal-Probabilidad de ocurrencia	162
Ilustración 4.29 Gráfico de áreas de inundación	163
Ilustración 4.30 Relación de niveles de inundación contra daños en las viviendas	167

Ilustración 4.31 Relación de niveles de inundación contra daños en las viviendas y contenidos	168
Ilustración 4.32 Curva Gasto Máximo - Probabilidad de Ocurrencia	176
Ilustración 4.33 Curva Gasto Máximo – Daño esperado	177
Ilustración 4.34 Cálculo de la generación de energía a partir de biogás	178
Ilustración A.1 Curva de demanda de agua potable	182
Ilustración A.2 Comportamiento tendiente a inelástico de la demanda de agua potable	183
Ilustración A.3 Comportamiento tendiente a elástico de la demanda de agua potable	183
Ilustración A.4 Costo de los diferentes modos de abastecimiento de agua potable	184
Ilustración A.5 Consumo per cápita de agua potable de acuerdo al número de miembros del hogar	185
Ilustración A.6 Uso de la curva de demanda	186
Ilustración A.7 Beneficio bruto de mayor consumo	189
Ilustración A.8 Obtención del precio implícito	190
Ilustración A.9 Obtención del precio implícito ante consumos muy bajos	191
Ilustración A.10 Definición del área de mayor consumo	192
Ilustración A.11 Función de demanda	192
Ilustración A.12 Gráfica de mayor consumo	193
Ilustración A.13 Área de mayor consumo	194
Ilustración A.14 Regionalización nacional para el estudio de demandas de 1990	195
Ilustración A.15 Localidades de 20 mil habitantes y más clasificadas según su inclusión en la muestra y grupo climático al que pertenecen. Fuente: Elaboración propia a partir del Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI) y de García, E. - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1998). 'Climas' (clasificación de Köppen, modificado por García). Escala 1:1 000 000. México.	198
Ilustración A.16 Funciones de demanda por agrupamiento climático	200
Ilustración A.17 Curva de demanda mediante dos puntos de equilibrio	202
Ilustración A.18 Demanda de los pobres y demanda social	205
Ilustración A.19 Beneficio de los programas contra la pobreza	205
Ilustración A.20 Gráfica de la función de demanda	206
Ilustración A.21 Gráfica de la función de demanda por estrato socioeconómico	206
Ilustración B.1 Tarifación marginal a corto plazo	211
Ilustración A.22 Tarifación marginal a largo plazo	214
Ilustración C.1 Área de impacto	230
Ilustración C.2 Zona de estudio	231
Ilustración E.1 Esquemas de APP's vs OPT (costo vs tiempo). <i>Fuente: Presentación “Las Asociaciones Público-Privadas” del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), 2013</i>	253
Ilustración E.2 Asignación de riesgos en APP. Fuente: Taller sobre Asociaciones Público-Privadas, 2012	256

Ilustración E.3 Diagrama de los componentes de la estructuración de un proyecto APP	259
Ilustración E.4 Flujograma del esquema de preinversión para una APP	265
Ilustración H.1 Gráfico Causa-efecto	310
Ilustración H.2 Gráfico oferta-demanda	312
Ilustración H.3 Causa y efecto	327
Ilustración H.4 Interacción de la oferta – demanda	336
Ilustración H.5 Beneficio por mayor consumo marginal acorde a cada proyecto	354

TABLAS

Tabla 2.1 Flujo costo-beneficio con tasa de descuento:10 %	37
Tabla 3.1 Contenido del resumen ejecutivo	43
Tabla 3.2 Proyección de la oferta de aguas subterráneas	50
Tabla 3.3 Proyección de la oferta de agua potable	51
Tabla 3.4 Correlación de las tomas no domésticas con las tomas domésticas	52
Tabla 3.5 Promedio del consumo de agua potable estimado por clima predominante	53
Tabla 3.6 Promedio del consumo de agua potable estimado según nivel socioeconómico* y clima	54
Tabla 3.7 Consumos de agua potable para los tipo de usuario del sistema	54
Tabla 3.8 Proyección de la demanda de agua potable sin proyecto	56
Tabla 3.9 Proyección de la oferta-demanda de agua potable	58
Tabla 3.10 Análisis de alternativas	61
Tabla 3.11 Análisis de alternativas mediante el CAE	62
Tabla 3.12 Tipo de PPI	62
Tabla 3.13 Componentes del PPI	63
Tabla 3.14 Programación de actividades necesarias para la ejecución y operación del PPI	64
Tabla 3.15 Calendario de inversión por año y la distribución del monto total	64
Tabla 3.16 Distribución de las erogaciones	64
Tabla 3.17 Fuentes de financiamiento	65
Tabla 3.18 Porcentaje de participación en las fuentes de abastecimiento	65
Tabla 3.19 Vida útil del PPI	65
Tabla 3.20 Cálculo de los indicadores de rentabilidad	70
Tabla 3.21 Anexo del análisis de sensibilidad completo	70
Tabla 3.22 Clasificación con base en la factibilidad de su ocurrencia	70
Tabla 3.23 Análisis de riesgos de un proyecto	71
Tabla 3.24 Anexos74	
Tabla 4.1 Estimación de integración de los costos por m ³ consumido en sistemas de abastecimiento ante la falta de una red pública formal	85
Tabla 4.2 Comportamiento estimado de la confiabilidad estructural	99
Tabla 4.3 Valores para la probabilidad de falla	99
Tabla 4.4 Valores obtenidos de las regresiones	100
Tabla 4.5 Escenarios de falla de mantenimiento	101
Tabla 4.6 Horizonte de evaluación de los próximos 10 años	102
Tabla 4.7 Costos probabilísticos esperados para la situación sin proyecto, atribuibles a una potencial falla de un sistema de abastecimiento de agua	103
Tabla 4.8 Costos probabilísticos esperados para la situación sin proyecto	104

Tabla 4.9 Resumen de los consumos por proyecto	113
Tabla 4.10 Cálculo del consumo total de agua potable	126
Tabla 4.11 Cálculo de las aguas residuales del sistema	126
Tabla 4.12 Aportaciones de agua residual por cuenca	127
Tabla 4.13 Datos de aforo	127
Tabla 4.14 Producción agrícola en la situación actual	130
Tabla 4.15 Producción agrícola en la situación sin proyecto (actual optimizada)	132
Tabla 4.16 Producción agrícola en la situación con proyecto	134
Tabla 4.17 Beneficio ambiental del proyecto mediante precios hedónicos	138
Tabla 4.18 Cálculo de la generación de energía a partir de biogás	145
Tabla 4.19 Clasificación de la precipitación según su intensidad en 24 horas	151
Tabla 4.20 Clasificación de las cuencas según su tamaño	152
Tabla 4.21 Cuantificación de los daños ocasionados en la zona del estudio del estado de Tabasco, durante las inundaciones de 1999 (millones de pesos a octubre de 2001)	160
Tabla 4.22 Ejemplo del hidrograma de salida	161
Tabla 4.23 Estimación económica de la pérdida potencial ante inundación ante un evento con periodo de retorno de 6.5 años	168
Tabla 4.24 Periodos de retorno de 5, 25, 50 y 100 año	173
Tabla 4.25 Probabilidad de ocurrencia de un evento por falla de la infraestructura	174
Tabla 4.26 Daños hipotéticos para manchas de inundación correspondientes a cuatro periodos de retorno (Tr)	175
Tabla 4.27 Resultados de aplicar la fórmula propuesta para determinar la probabilidad de ocurrencia de un evento de inundación	175
Tabla A.1 Ejemplo de obtención del beneficio por mayor consumo	194
Tabla A.2 Definición de variables consideradas en los modelos y fuentes de información secundaria relacionadas.	199
Tabla A.3 Funciones de demanda por agrupamiento climático. Sistema actual para usuarios residenciales	199
Tabla B.1 Tarifa propuesta para usuarios residenciales	225
Tabla B.2 Tarifa para usuarios no residenciales	226
Tabla B.3 Comparación entre tarifa actual y tarifa propuesta para usuarios industriales	226
Tabla B.4 Comparación entre tarifa actual y tarifa propuesta para usuarios industriales	227
Tabla B.5 Comparación entre tarifa actual y tarifa propuesta para usuarios comerciales	228
Tabla B.6 Comparación entre tarifa actual y tarifa propuesta para usuarios de gobierno	228
Tabla F.1 Diagrama de las fases metodológicas a utilizar en una EIA	276
Tabla G.1 Cuestionario por falta de servicio formal de abastecimiento de agua potable en el domicilio	290
Tabla G.2 Cuestionario para el complemento del servicio de abastecimiento de agua potable en el domicilio.	292
Tabla G.3 Cuestionario sobre el drenaje en el domicilio	295
Tabla G.4 Formato para obtener información sobre los beneficios	299

Tabla G.5 Encuesta de estudios socioeconómicos de la población	300
Tabla H.1 Resumen ejecutivo del proyecto	309
Tabla H.2 Análisis de alternativas	314
Tabla H.3 Tipos de proyectos de inversión	315
Tabla H.4 Principales características de la infraestructura	315
Tabla H.5 Calendario de actividades	316
Tabla H.6 Calendario de inversión por año y distribución del monto total	317
Tabla H.7 Principales rubros de erogación	317
Tabla H.8 Fuentes de financiamiento	318
Tabla H.9 Vida útil del PPI	318
Tabla H.10 Cálculo de los indicadores de rentabilidad	320
Tabla H.11 Análisis de sensibilidad	321
Tabla H.12 Análisis de riesgo	321
Tabla H.13 Recomendaciones al proyecto	322
Tabla H.14 Formato de bibliografía de las fuentes de información	322
Tabla H.15 Formato de contenido para presentar el resumen ejecutivo	326
Tabla H.16 Análisis de la demanda total	328
Tabla H.17 Análisis de alternativas	331
Tabla H.18 Tipo de PPI seleccionado	333
Tabla H.19 Características físicas del proyecto	333
Tabla H.20 Calendario de actividades	333
Tabla H.21 Principales rubros de erogación	334
Tabla H.22 Principales costos de operación	334
Tabla H.23 Calendario de las fuentes de financiamiento del programa o proyecto de inversión	334
Tabla H.24 Vida útil del proyecto	334
Tabla H.25 Cálculo de los indicadores de rentabilidad	338
Tabla H.26 Análisis de sensibilidad	338
Tabla H.27 Riesgos asociados	338
Tabla H.28 Recomendaciones	338
Tabla H.29 Bibliografía	339
Tabla H.30 Descripción de aspectos relevantes	343
Tabla H.31 Demanda total	345
Tabla H.32 Análisis de alternativas	347
Tabla H.33 Tipo de PPI	348
Tabla H.34 Principales características de infraestructura	349
Tabla H.35 Calendario de actividades del PMIG	350
Tabla H.36 Distribución de inversiones	350
Tabla H.37 Distribución de erogaciones	350
Tabla H.38 Fuentes de financiamiento	350
Tabla H.39 Vida útil	350
Tabla H.40 Indicadores de rentabilidad	356

Tabla H.41 Análisis de sensibilidad	356
Tabla H.42 Análisis de riesgo	356
Tabla H.43 Anexos	357
Tabla H.44 Bibliografía	357
Tabla H.45 Descripción de aspectos relevantes	361
Tabla H.46 Análisis de alternativas	364
Tabla H.47 Tipo de PPI	365
Tabla H.48 Principales características de infraestructura	365
Tabla H.49 Calendario de actividades	366
Tabla H.50 Calendario de inversión	366
Tabla H.51 Distribución de erogaciones	367
Tabla H.52 Fuentes de financiamiento	367
Tabla H.53 Vida útil	367
Tabla H.54 Indicadores de rentabilidad	371
Tabla H.55 Análisis de sensibilidad	371
Tabla H.56 Análisis de riesgo	372
Tabla H.57 Anexos	372
Tabla H.58 Bibliografía	373

