

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA COSTO-BENEFICIO PARA LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

2.1 Consideraciones generales

En la actualidad, los proyectos de tratamiento de aguas residuales se evalúan con base en el criterio del mínimo costo, ya que el análisis de costo-beneficio no es de fácil aplicación en este tipo de proyectos. El problema radica en la dificultad de *cuantificar* y *valorar* los beneficios, pues éstos se refieren básicamente al mejoramiento de la calidad de vida de la población y de las condiciones para el desarrollo de la vida de la flora y la fauna. Por esta razón los beneficios son considerados como *intangibles* y no se cuantifican.

Al asumir el criterio de mínimo costo, se aceptan los siguientes supuestos:

i) Estos proyectos tienen un valor actual neto (VAN) positivo. ii) Los beneficios de todas las opciones de proyectos son iguales, por lo que el criterio de decisión es el menor costo.

En este sentido, instituciones como el Ministerio de Planificación y Cooperación de Chile, señalan que la ejecución de estos proyectos se justifica siempre y cuando se detecte que los niveles de contaminación de los cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales rebasen los niveles máximos permitidos por las normas sanitarias respectivas.⁹

Esta consideración supone, asimismo, que los niveles máximos de contaminación permitidos por la norma corresponden a los niveles de degradación del ambiente que comienzan a significar, para la sociedad, costos tan grandes que siempre serán mayores a los costos que implica evitarlos.

Si bien es cierto que el problema de la contaminación ha adquirido dimensiones que obligan a realizar acciones urgentes para mitigar sus efectos, también es cierto que, dado el enorme costo de oportunidad que significa invertir recursos en proyectos de esta naturaleza, es importante seleccionar aquellos que sean más *rentables para la sociedad* en su conjunto.

9 MIDEPLAN; Inversión pública, eficiencia y equidad; s/f; p. 104.

Es aquí donde cobra gran importancia la técnica del análisis de costo-beneficio, que hace explícitos los beneficios del saneamiento y los cuantifica para poder compararlos con los costos en que es necesario incurrir para obtenerlos, eligiendo aquellos que reporten a la sociedad una rentabilidad social positiva.

Veamos, entonces, cómo puede ser expresado, en el lenguaje de la evaluación socioeconómica, el tipo de proyectos que nos ocupa, así como la problemática que pretenden resolver.

El tratamiento de las aguas residuales es un proceso de producción que proporciona el servicio de *limpieza de las aguas residuales* con la finalidad de mejorar el ambiente, y adicionalmente, arroja como producto *agua tratada*. La limpieza de las aguas residuales pretende resolver el problema del deterioro de los cuerpos de agua que reciben las descargas; es decir, trata con un problema de contaminación. Y para el análisis económico la contaminación puede ser considerada como un *factor de la producción*¹⁰. Esto significa que el proceso de producción de tal o cual bien o servicio implica, en ocasiones, ensuciar, degradar o *utilizar* el ambiente, y como toda utilización de recursos implica la generación de beneficios y costos.

En un esquema de ejes coordinados como el que se muestra en la figura No. 2.1, los costos estarían representados por una curva con pendiente positiva que expresaría el costo marginal de cada unidad de contaminación que le es impuesto a la comunidad por los daños ocasionados al ambiente. Los beneficios se representarían por una curva con pendiente negativa que expresaría el valor del producto marginal, o beneficios, que para un proceso productivo le reporta la generación de unidades de contaminación o la *utilización* de unidades del ambiente.

10 Call y Holahan; Microeconomía; p. 554.

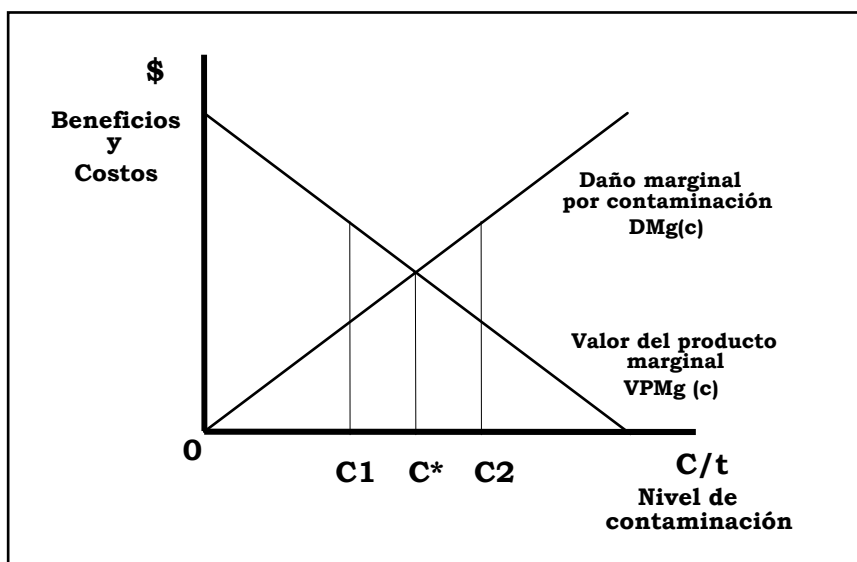


Figura 2.1 Análisis económico de la contaminación

El punto en donde $DMg(c) = VPMg(c)$ nos indica el nivel óptimo social de contaminación C^* , ya que los beneficios y costos marginales son iguales. En el nivel C_1 , el valor del producto marginal es mayor que los daños ocasionados, mientras que en el nivel C_2 los daños son mayores que el valor del producto marginal.

Si los agentes que generan la contaminación no internalizan ese costo o no compensan de alguna manera la contaminación que ocasionan, se puede decir que tales costos son externos a ellos; es decir, la contaminación habría de ser considerada como una *externalidad negativa* de tal o cual proceso de producción. Gráficamente, esta externalidad podría ser representada como se muestra en la figura 2.2.

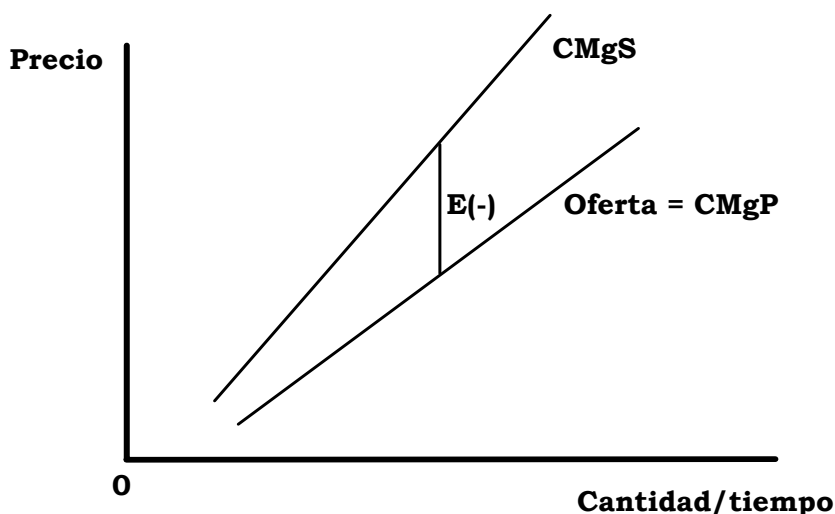


Figura 2.2 Externalidad negativa en la producción

La curva de oferta representa el costo marginal privado (CMgP) de los procesos de producción que utilizan agua. El costo marginal social (CMgS) está representado por una curva que se encuentra por encima del CMgP ilustrando el hecho de que, ante la ausencia de tratamiento, el uso de agua potable en algún proceso productivo, con el consecuente deterioro de su calidad, representa cierto nivel de costos *privados*, pero implica también la imposición, al resto de la comunidad, de los costos que van implícitos en el deterioro de los cuerpos de agua que reciben las descargas de aguas residuales. Es por eso que los costos sociales de producir ese bien son mayores a los privados. Esta es la externalidad negativa [E(-)], cuyo monto está representado por la distancia vertical que separa ambas curvas.

Parece, entonces, que el análisis de este tipo de externalidad tendría que hacerse en cada uno de los procesos productivos que la generan. Sin embargo, es posible simplificar de manera significativa el problema, ya que todos aquellos procesos productivos pueden ser considerados como *consumidores de agua potable*. Por tanto, se puede visualizar al problema como *una externalidad negativa por el consumo de agua potable*, ya que quien la consume también la ensucia y al descargarla deteriora la calidad de los cuerpos de agua que la reciben. Gráficamente, esta externalidad podría ser representada sobre el mercado de agua potable como se muestra en la figura No. 2.3.

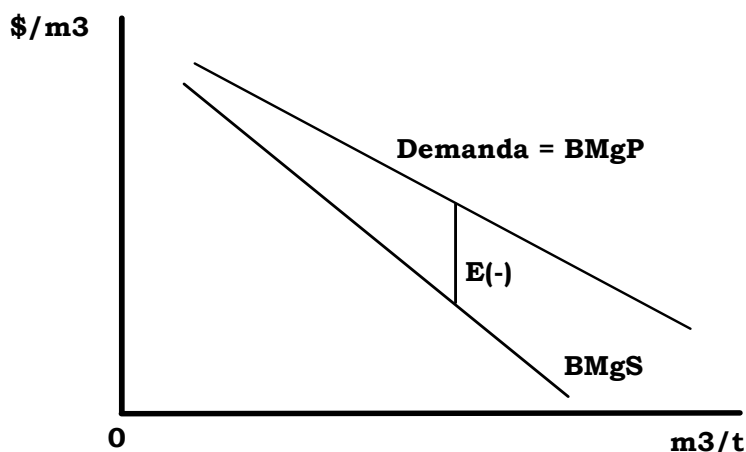


Figura 2.3 Externalidad negativa por el consumo de agua potable

La curva de demanda representa el beneficio marginal privado por el consumo de agua potable, mientras que el beneficio marginal social (BMgS) está representado por una curva que se encuentra por debajo del BMgP ilustrando el hecho de que, ante la ausencia de tratamiento, el consumo de agua potable representa cierto nivel de beneficios *privados* para quien la consume, pero implica también la imposición, al resto de la comunidad, de los costos que van implícitos en el deterioro de los cuerpos de agua que reciben las descargas de aguas residuales. Esta es la externalidad negativa [E(-)], cuyo monto está representado por la distancia vertical que separa ambas curvas.

Finalmente, dada la clara y estrecha relación existente entre el consumo de agua potable y la producción de aguas residuales, conviene hacer algunas consideraciones que tienen importantes implicaciones prácticas.

Si la modalidad del precio que se cobra por el consumo de agua potable es una cuota fija (que constituye la generalidad para el caso mexicano), significa que el costo marginal que enfrentan los consumidores por el consumo de cada m^3 es igual a cero. Dada una demanda por agua potable como la representada en la figura No. 2.4, la cantidad que se demandaría al precio cero es Q_0 . Sin embargo, si el precio fuera una tarifa establecida de acuerdo con el costo marginal de producción del agua potable, entonces el precio sería igual a C_{mg} , que representa un incremento con relación al precio con cuota fija, propiciando una disminución en la cantidad demandada desde Q_0 hasta Q_1 . Este movimiento significaría un beneficio por el ahorro de recursos empleados en la producción del agua potable que se deja de consumir, representado por el rectángulo (a,b, Q_0, Q_1) que se encuentra debajo de la curva de costos marginales. Al mismo tiempo implicaría costos sociales por el menor consumo de agua potable, expresados por el triángulo (a, Q_0, Q_1) que se encuentra debajo de la curva

de demanda. En virtud de que los beneficios son mayores a los costos, se tiene un beneficio neto igual al triángulo (a, b, Q_0).

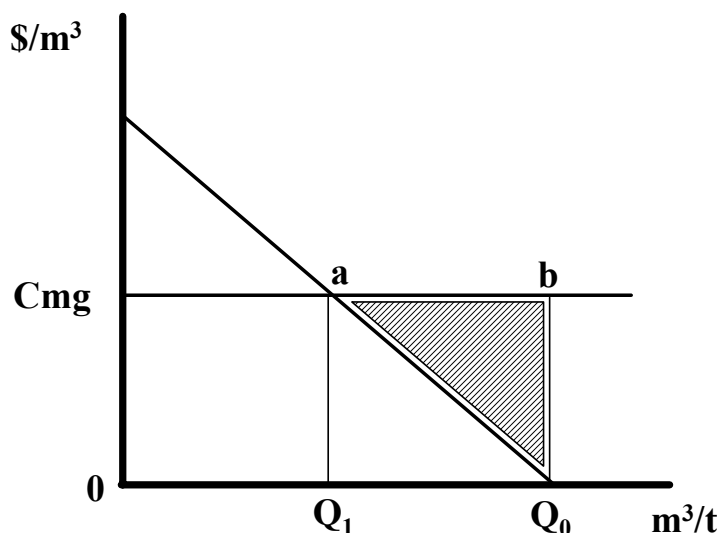


Figura 2.4 Beneficio neto por tarificar el consumo de agua potable

Como se ve, la tarificación del consumo de agua potable reportaría importantes beneficios y constituiría todo un proyecto por sí misma. Sin embargo, en la medida en que afecta a las cantidades consumidas de agua potable, los efectos de ésta se dejarían sentir, asimismo, sobre la producción de aguas residuales. Así, la tarificación probablemente reduciría los volúmenes de éstas y afectaría, por tanto, el tamaño de diseño de un proyecto de construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales.

En consecuencia, es muy importante tomar en cuenta estas consideraciones cuando se tiene en puerta un proyecto de tratamiento de aguas residuales.

2.2 Proyectos de tratamiento de aguas residuales

La generalidad de los proyectos de tratamiento de aguas residuales tienen como principal objetivo la descontaminación, es decir, la disminución del deterioro de la calidad de los cuerpos de agua que reciben las descargas de aguas residuales domésticas e industriales, y como todo proyecto, implican incurrir en costos con el objeto de obtener beneficios.

Los principales beneficios de este tipo de proyectos pueden ser considerados como *intangibles* en la medida en que se refieren básicamente al mejoramiento de la calidad de vida de la población a través del mejoramiento del ambiente, eliminando los malos olores, las plagas, los

focos de infección y todos los aspectos indeseables, permitiendo, asimismo, el desarrollo de la flora y la fauna.

El carácter de intangible proviene de la dificultad que significa la cuantificación y la valoración de los beneficios percibidos por las personas. Y es que para el análisis de los *bienes ambientales* -si pueden ser llamados de esta manera- no existe un mercado donde sea posible observar las cantidades y los precios transados de los mismos.

A pesar de ello, es posible considerar que las personas que se beneficiarían con los proyectos tienen una *disposición a pagar* por la obtención de tales beneficios. Una manera de estimar esa disposición es a través de la aplicación de técnicas tales como las metodologías de *valuación contingente* y de *precios hedónicos*, cuya utilización permitiría eliminar, en buena medida, ese carácter de intangible.

La metodología de valuación contingente¹¹ constituye una forma alternativa para valorar los beneficios de proyectos en los que no es posible visualizar un mercado y consiste en la elaboración de un cuidadoso proceso de entrevistas a los potenciales beneficiarios, con la finalidad de establecer su máxima disposición a pagar por el bien que ofrecerá el proyecto.

Un elemento crítico de esta metodología es el diseño de un cuestionario, que es el instrumento a través del cual se recoge la información que es sometida a un riguroso proceso econométrico que permite determinar la disposición a pagar por el bien en cuestión. Ésta, a su vez, permite construir una curva de demanda que muestra el valor que los consumidores atribuyen a dichos beneficios.

Por su parte, la metodología de precios hedónicos¹² puede ser aplicada en los casos en que existe información de transacciones de mercado, o sea, de precios y cantidades. Tiene como base un enfoque de demanda que distingue dos aspectos relevantes de la misma:

- i) Quién demanda (el consumidor).
- ii) Qué es lo que se demanda (el bien).

Esta metodología destaca el segundo aspecto y sostiene que el interés de los consumidores radica en las características del bien, no en el bien en sí mismo. A través de un proceso econométrico complejo se establece la

11 MIDEPLAN, División Planificación, Estudios e Inversiones; documento del seminario Metodologías alternativas para la valoración de beneficios en la evaluación socioeconómica de proyectos públicos de inversión.

12 Idem.

denominada función hedónica, donde el precio del bien es la variable dependiente y los atributos del bien son las variables independientes, determinando la forma y el monto en que cambia el precio como consecuencia de cambios observados en los atributos.

De esta manera, cuando se aplica dicha metodología a proyectos que modifican los atributos de algún bien, el cambio que como consecuencia se observa en el precio del mismo puede ser apreciado como un efecto atribuible al proyecto. Un ejemplo de lo anterior lo puede constituir el efecto que se describe a continuación.

- a) Incremento en el valor de los predios no agrícolas aledaños a los cuerpos de agua que serán saneados

El saneamiento de los cuerpos de agua que reciben las descargas de aguas residuales propicia el mejoramiento de los atributos de los predios no agrícolas que se encuentran ubicados en torno de esos cuerpos, ya que, como se mencionaba anteriormente, se logra la eliminación de los malos olores, las plagas, la contaminación visual y, en suma, de todos los aspectos desagradables que restan atractivo a los terrenos. El mejoramiento de los atributos (aspecto, olores, vida silvestre, etcétera) hace posible el incremento de su valor, hecho que puede ser considerado como un beneficio atribuible al saneamiento.

Existe, sin embargo, una forma alternativa para medir el incremento en el valor de los predios no agrícolas que consiste en la estimación de esos efectos buscando el *con proyecto en la realidad*; es decir, buscando una situación existente, que pueda ser observada, y que pueda simular, de la mejor manera, la situación sin contaminación que sería posible con el proyecto.

En primer lugar, es necesario determinar el área que habrá de considerarse como potencialmente beneficiada por el proyecto y, paralelamente, determinar el valor monetario que en conjunto constituyen todos ellos en la situación sin proyecto. La longitud de esta área será la misma que la de los cuerpos de agua que se pretenda sanear, mientras que su amplitud dependerá de la magnitud del proyecto y además deberán escucharse las opiniones de los expertos.

Posteriormente, debe seleccionarse, de manera cuidadosa, una zona con predios que muestren características similares a los que se encuentran afectados por la contaminación, pero, obviamente, sin estos problemas. Esta selección debe hacerse atendiendo diversas características como: ubicación, topografía, orientación, paisaje, y

otros indicadores como las vías de acceso, infraestructura, servicios públicos disponibles, ubicación socioeconómica, régimen de propiedad, uso de suelo, y otros. Paralelamente, debe conocerse el valor de estos predios, medidos por metro cuadrado u otra unidad cualquiera.

El valor de los predios que serán considerados como el *con proyecto observado en la realidad* se basará en el comportamiento del mercado a través de operaciones recientes de compra-venta y/o de la capitalización de los productos del arrendamiento de los mismos. Obteniendo esta información será fácil calcular, de manera porcentual, una estimación del cambio que produciría el proyecto sobre el valor de los predios afectados.

De esta manera se estarían midiendo y valorando *una parte* de los beneficios que habían sido señalados como intangibles. Sin embargo, es posible avanzar todavía más y medir otro segmento de los efectos generados por este tipo de proyectos.

- b) Ahorro de costos derivado de la reducción de los índices de morbilidad y mortalidad de la población

Es probable que el uso de aguas contaminadas para consumo humano o para riego clandestino de hortalizas, así como la proliferación de plagas infecciosas en las aguas residuales, produzcan un incremento de la incidencia de algunas enfermedades en la población. De ser así, un proyecto de saneamiento, probablemente, contribuiría de manera parcial a la disminución de los índices de morbilidad y mortalidad de la población, que se traducirían en incrementos de la productividad laboral y en ahorro de gastos médicos.

Para determinar los posibles beneficios derivados del proyecto, es necesario conocer, en la situación sin proyecto, el estado que guarda la salud de la población relevante con el objeto de detectar la existencia de enfermedades provocadas por el contacto directo o indirecto con las aguas contaminadas, así como el tipo y el número de éstas.

Una vez identificada la situación epidemiológica de la población, se debe verificar si el tratamiento de las aguas residuales logrará reducir las concentraciones de contaminantes a un nivel que permita que las enfermedades detectadas disminuyan o desaparezcan.

Es necesario clasificar las enfermedades detectadas en graves y no graves, de tal forma que se facilite el proceso para determinar el

número en que posiblemente disminuirá cada una de ellas. Con la información anterior, habrán de realizarse los cálculos necesarios para obtener los costos de cada una de las enfermedades y, posteriormente, los costos totales de los casos detectados. Los costos pueden ser determinados observando: número de consultas, honorarios médicos por consulta, costo de los medicamentos, número de días de incapacidad que se requieren para la rehabilitación del enfermo, número de días de hospitalización, costo por hospitalización y salario de mercado por trabajador, considerando la zona económica a la que pertenezca el área en estudio.

Así, la determinación del beneficio obtenido por la disminución de las enfermedades vinculadas con la contaminación de los cuerpos receptores de aguas residuales, se puede realizar multiplicando el número de casos por los costos en que se incurre en cada uno de ellos.¹³

Ahora bien, es posible considerar que el agua tratada que estaría disponible como consecuencia del proyecto puede tener usos diversos que generarían beneficios adicionales como el siguiente.

c) Incremento en el valor de la producción agrícola

Las aguas residuales que son descargadas sobre los cuerpos de agua que tienen usos agrícolas concentran una cantidad importante de microorganismos patógenos, materia orgánica y sales inorgánicas que impiden o restringen la siembra de determinados productos agrícolas. En este sentido, la identificación del beneficio derivado del saneamiento de tales cuerpos consiste en determinar si la contaminación de los cuerpos receptores afecta la productividad o el patrón de cultivos, incidiendo así sobre la rentabilidad, y si el proyecto permitirá modificar esa situación. Para ello se requiere:

-Comparar, en la situación sin proyecto, la calidad del agua que se utiliza para riego agrícola con los parámetros que se indican en la norma oficial mexicana NOM-CCA-032-ECOL/1993, la cual establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las aguas negras de origen urbano o municipal para su disposición mediante riego agrícola.¹⁴

13 La información requerida para complementar el estudio, así como la forma de obtenerla, se describe en el anexo 6.

14 En el anexo No. 1 se puede encontrar información más amplia con relación a las normas que aquí se señalan.

Si no se presenta el grado de afectación que se indicó anteriormente, debe precisarse si la contaminación está limitando la agricultura de la región a cultivos poco rentables; es decir:

-Comparar la cantidad de coliformes y microorganismos patógenos del agua que se suministra para riego agrícola con las condiciones bacteriológicas que establece la norma oficial mexicana NOM-CCA-033-ECOL/1993, que define los tipos de agua con los que es posible cultivar hortalizas y productos hortifrutícolas, los cuales, en la actualidad, representan una mayor rentabilidad que los granos básicos.

Una vez que se verifica la calidad del agua que es utilizada para la producción agrícola, se debe determinar si el tratamiento de las aguas residuales logrará reducir las concentraciones de contaminantes a un nivel que permita el cambio en el patrón de cultivos hacia aquéllos de mayor rentabilidad.

Es importante determinar el número de hectáreas en producción que en la situación sin proyecto se abastecen con el agua de los cuerpos receptores contaminados, con la finalidad de identificar a aquéllas que se encuentran en la posibilidad de llevar a cabo el cambio de cultivo. Cabe señalar que, aún cuando teóricamente pudiera darse la sustitución de cultivos en la totalidad de las hectáreas, en la práctica es difícil que dicho cambio se presente en esas proporciones, pues existen otros factores que lo pueden limitar, como los *aspectos culturales, tecnológicos y financieros*, ya que los agricultores tienen una tendencia muy arraigada a sembrar granos básicos (maíz y frijol) para autoconsumo; el cambio de cultivo significa también cambiar de técnicas para realizarlo, y la siembra de otros productos puede implicar costos de cultivo más elevados.

Posteriormente, se debe conocer el valor de la producción de las hectáreas son cultivadas en la situación sin proyecto; es decir, tener referencia del tipo de cultivo, de los rendimientos por hectárea, de los costos de producción y de las utilidades que genera esa producción.

El incremento en el valor de la producción agrícola, que correspondería al beneficio del proyecto de saneamiento, se debe determinar calculando el valor de la producción de los nuevos cultivos de la situación con proyecto, restando a ésta el valor de la producción del cultivo de la situación sin proyecto.

Por otra parte, de manera adicional al objetivo de la descontaminación, estos proyectos entregan como producto agua tratada que puede ser utilizada en actividades tales como el riego de

áreas verdes, el lavado de automóviles, algunas actividades industriales, y otras.

El análisis de los efectos generados por la disponibilidad de esta agua tratada debe distinguir, como punto de partida, dos situaciones básicas:

Cuando significa la *aparición* o la *ampliación* de la oferta de agua tratada o cuando hace posible la sustitución de agua potable por agua tratada.

- Aparición o ampliación de la oferta de agua tratada

En el primer caso, al aparecer la oferta de agua tratada o ampliar su disponibilidad, el proyecto permitirá la realización de consumos que anteriormente eran imposibles en virtud de las restricciones de la oferta. Como consecuencia del proyecto se observaría, entonces, un beneficio por el bienestar asociado a la satisfacción de una demanda por agua tratada, como se muestra en la figura 2.5.

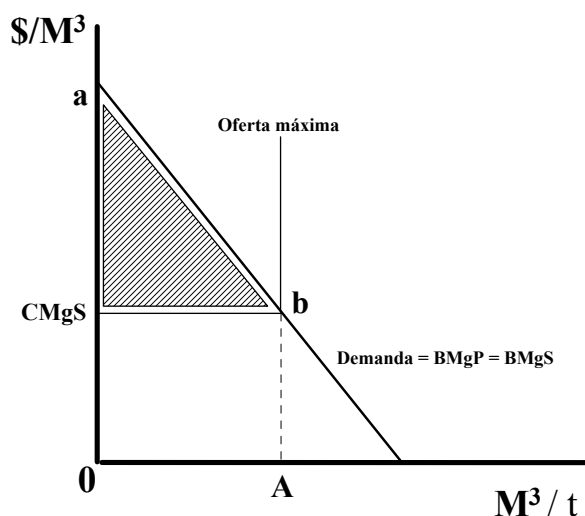


Figura 2.5 Beneficio por consumo de agua tratada

Dada una oferta máxima de agua tratada que hará posible nuevos consumos, representada por una línea vertical que denota la existencia de una capacidad máxima disponible, y dada una demanda como la representada por la línea con pendiente negativa, el proyecto permitiría su satisfacción. Así, se tendría un *beneficio por consumo de agua tratada* igual al área (a,b,CMgS).

- Sustitución de agua potable por agua tratada

En el caso de que la disponibilidad de agua tratada permitiera la sustitución de agua potable por agua tratada, el proyecto generaría un beneficio como consecuencia del diferencial de costos que existiera entre la producción de ambos tipos de agua. Por tanto, la ocurrencia de este beneficio, como se muestra en la figura 2.6, estaría sujeta al cumplimiento del supuesto de que los costos de producción de agua tratada sean menores a los costos de producción de agua potable.

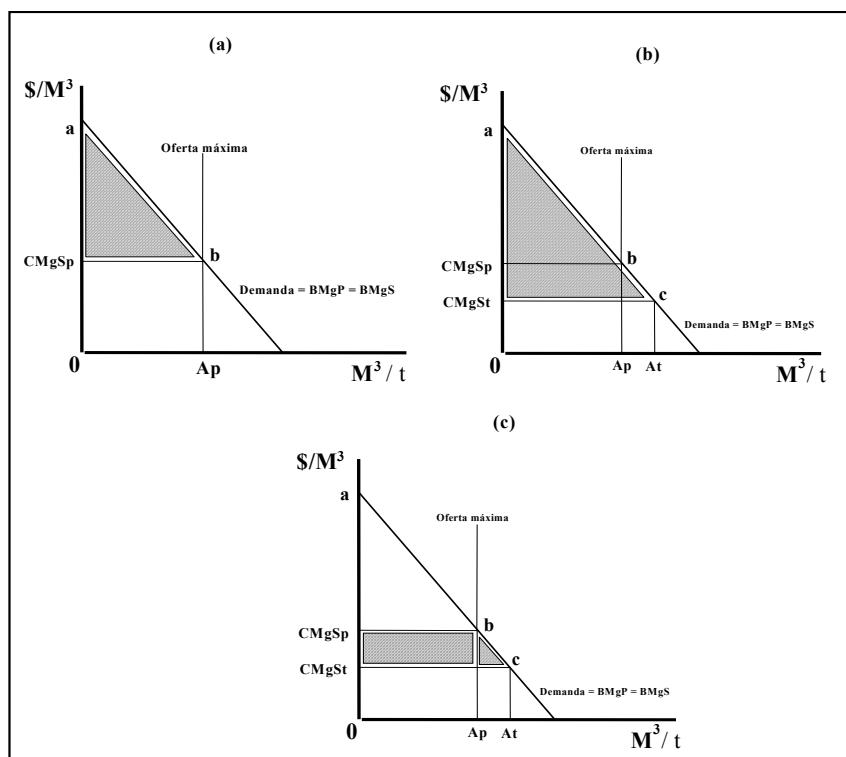


Figura 2.6 Beneficio por sustitución de agua potable por agua tratada

En la situación sin proyecto descrita por el inciso (a), se obtiene el beneficio representado por el triángulo (a,b,CMgSp) como consecuencia de satisfacer esa demanda a través del consumo de agua potable. Sin embargo, si el proyecto que produce agua tratada permite que se disponga de ésta a un costo de producción más bajo (CMgSt) que el del agua potable (CMgSp), y para esa actividad específica es posible utilizar agua tratada y no necesariamente potable, entonces será factible sustituir agua potable por agua tratada, y el beneficio por consumir ésta última sería igual al triángulo (a,c,CMgSt) del inciso (b). Se puede apreciar que, como consecuencia del diferencial de costos, es posible obtener beneficios mayores consumiendo agua tratada; es decir, es posible ampliar el excedente del consumidor. Por tanto, el *beneficio por el diferencial de costos*, atribuible al proyecto, estaría representado por el área (CMgSp,b,c,CMgSt) del inciso (c).

Ahora bien, la sustitución del consumo de agua potable por el consumo de agua tratada tendría como consecuencia diversos efectos sobre el propio mercado del agua potable. Pero en el análisis de éste es importante distinguir las situaciones particulares que prevalecen con relación a la modalidad del precio

que se cobra y al balance entre la oferta y la demanda, ya que de éstas dependen los efectos específicos que generará el proyecto. En este sentido, es posible considerar las siguientes situaciones:

- i) El precio es una cuota fija
 - i.a) La demanda es *menor* que la oferta máxima
 - i.b) La demanda es *mayor* que la oferta máxima
- ii) El precio es una tarifa (establecida según el Cmg de corto plazo)
 - ii.a) La demanda es *menor* que la oferta máxima
 - ii.b) La demanda es *mayor* que la oferta máxima

A continuación se detallan cada uno de estos casos.

1er Supuesto: El precio es una cuota fija y la demanda de agua potable es menor que la oferta máxima del sistema.

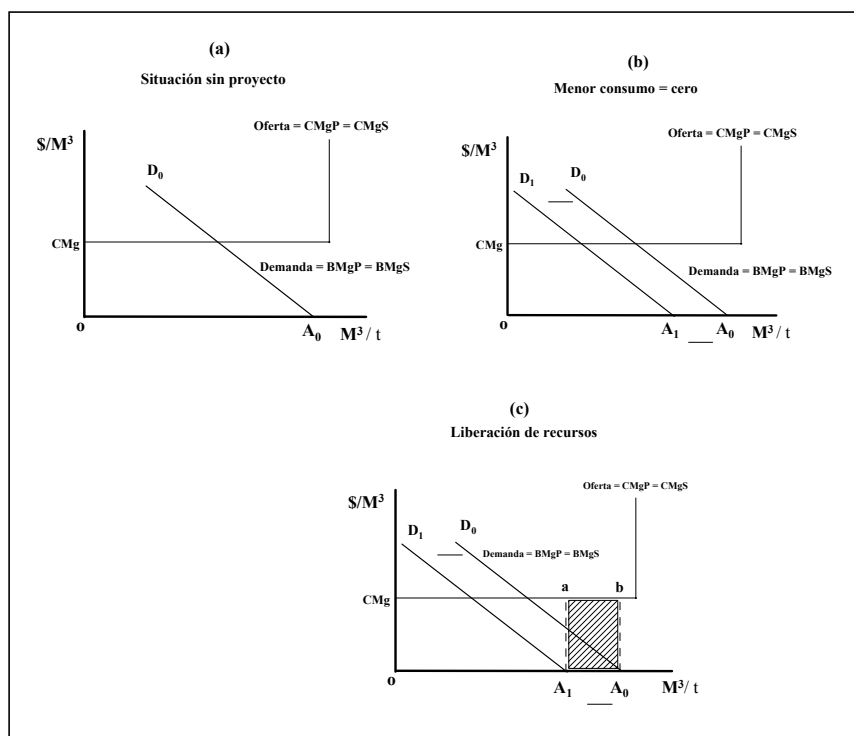


Figura 2.7 Beneficio por liberación de recursos empleados en la producción de agua potable

En la situación sin proyecto, descrita por el inciso (a) de la figura 2.7, se observa un nivel de consumo A_0 que corresponde a una

demanda D_0 y al hecho de que el precio por el abastecimiento de agua potable sea una cuota fija, por lo que el precio que el consumidor paga por cada m^3 consumido es igual a cero. Como consecuencia de la disponibilidad de agua tratada para usos en los que anteriormente se utilizaba agua potable disminuiría la demanda de ésta, registrándose un desplazamiento hacia la izquierda de la curva de demanda, como se muestra en el inciso (b). Ante la nueva demanda D_1 , el nivel de consumo disminuiría desde A_0 hasta A_1 . Tal desplazamiento no implicaría costos por menor consumo de agua potable, pues éste habría de identificarse como la cantidad en que disminuye el consumo (desde A_0 hasta A_1) multiplicada por el promedio de los precios de demanda. Si los precios de demanda son iguales a cero, entonces el costo por menor consumo es también igual a cero.

Sin embargo, esta disminución de la demanda permitiría liberar recursos que anteriormente eran empleados en la producción de agua potable, por lo que el efecto generado por el proyecto sería un *beneficio por la liberación de recursos*, representado por el área (a,b, A_0 , A_1) del inciso (c).

2do Supuesto: El precio es una cuota fija, la demanda es mayor que la oferta máxima y hay restricción administrativa del consumo (tandeo).

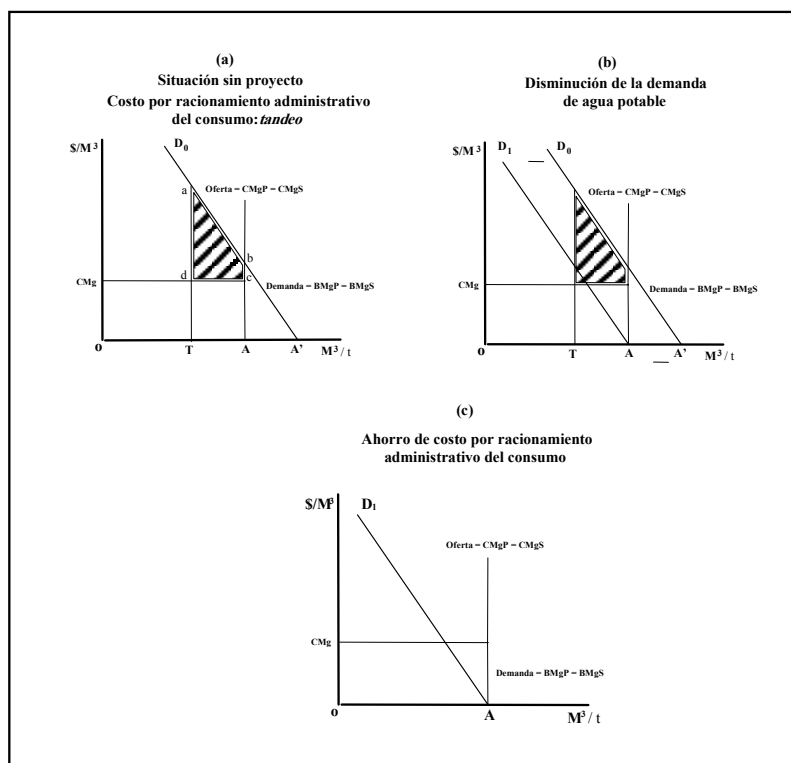
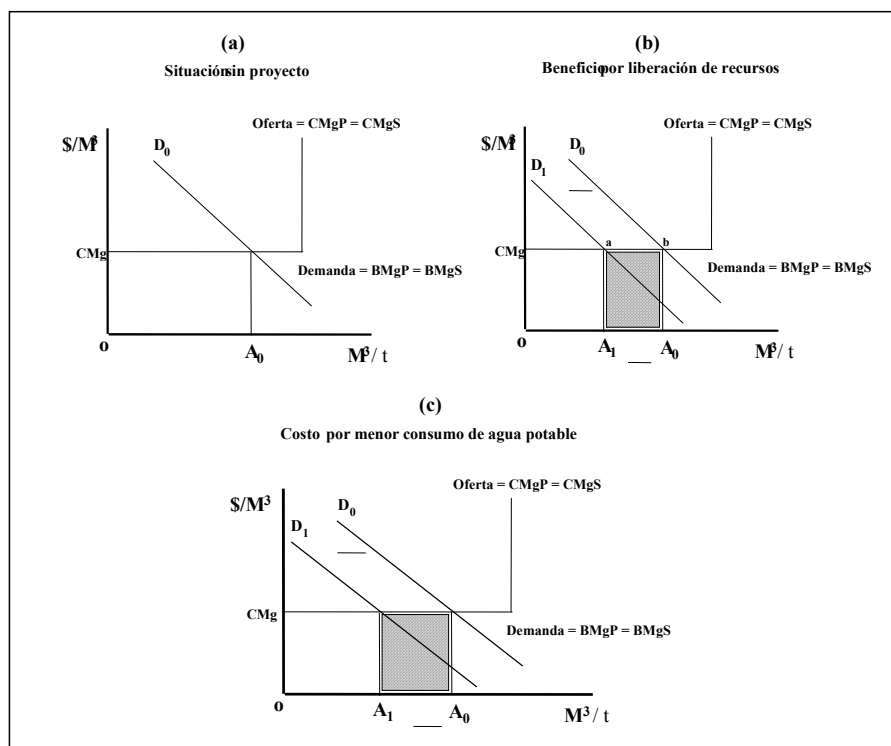


Figura 2.8 Ahorro de costo por racionamiento administrativo del consumo

En la situación sin proyecto, descrita por el inciso (a) de la figura No. 2.8, se tiene una demanda D_0 y el cobro bajo la modalidad de cuota fija, lo cual significa que el precio por m^3 de agua potable es igual a cero. A este precio, la cantidad demandada es A' , pero ésta no es satisfecha debido a las limitaciones de la oferta, cuya disponibilidad máxima determina un nivel de consumo hasta el punto A. La distancia $A'-A$ constituye el consumo que no puede ser satisfecho dadas las restricciones de la oferta; es decir, el exceso de demanda. La satisfacción de los niveles de consumo que constituyen tal exceso implica la restricción del consumo de otros niveles de demanda con una mayor disposición a pagar y que se encuentran a la izquierda del nivel máximo de la oferta representado por el punto A. Esa restricción, representada por la distancia $A-T$, es entonces exactamente igual a la distancia $A'-A$. El costo de tal restricción está representado por el área (a,b,c,d) del inciso (a).

Como consecuencia de la disponibilidad de agua tratada para usos en los que anteriormente se utilizaba agua potable, como ya se señaló, disminuiría la demanda de agua potable, registrándose un desplazamiento hacia la izquierda de la curva de demanda, como se muestra en el inciso (b). Ante la nueva demanda D_1 , el nivel de consumo pasaría desde A' hasta el nivel A, desapareciendo el exceso de demanda con relación a la oferta máxima. De esta manera, el proyecto haría posible el *ahorro del costo por restricción administrativa del consumo*, pues desaparece la necesidad de realizar el tandeo, como se muestra en el inciso (c) de la figura No. 2.8.

3er Supuesto: El precio es igual a una tarifa establecida según el costo marginal de corto plazo y la demanda de agua potable es menor que la oferta máxima del sistema.


Figura 2.9 Efecto neutro

En la situación sin proyecto que se puede observar en el inciso (a) de la figura 2.9, se tiene un nivel de consumo A_0 correspondiente a una demanda D_0 y a un precio igual al costo marginal. Como consecuencia de la disponibilidad de agua tratada para usos en los que anteriormente se utilizaba agua potable disminuiría la demanda de agua potable, registrándose un desplazamiento hacia la izquierda de la curva de demanda, como se muestra en el inciso (b). Ante la nueva demanda D_1 , el nivel de consumo pasaría desde A_0 hasta A_1 .

Este desplazamiento implicaría un costo por menor consumo de agua potable igual al área que se encuentra por abajo del promedio de los precios de demanda, que coinciden con el costo marginal, comprendida entre los niveles de consumo A_0 y A_1 (área abA_0A_1), como se puede observar en el inciso (b). Sin embargo, el mismo desplazamiento implicaría un beneficio por la liberación de los recursos que antes se empleaban para producir la cantidad de agua potable $A_0 - A_1$. Este beneficio estaría representado por el área que se encuentra por abajo de la curva de costo marginal social, comprendida entre los niveles de consumo A_0 y A_1 , como se puede ver en el inciso (c).

En virtud de que el área que representa el costo por menor consumo de agua potable y aquella que expresa el beneficio por la liberación de recursos son exactamente iguales, el efecto generado por el proyecto sería *neutro*.

4to Supuesto: El precio es igual a una tarifa establecida según el costo marginal de corto plazo y la demanda de agua potable es mayor que la oferta máxima del sistema.

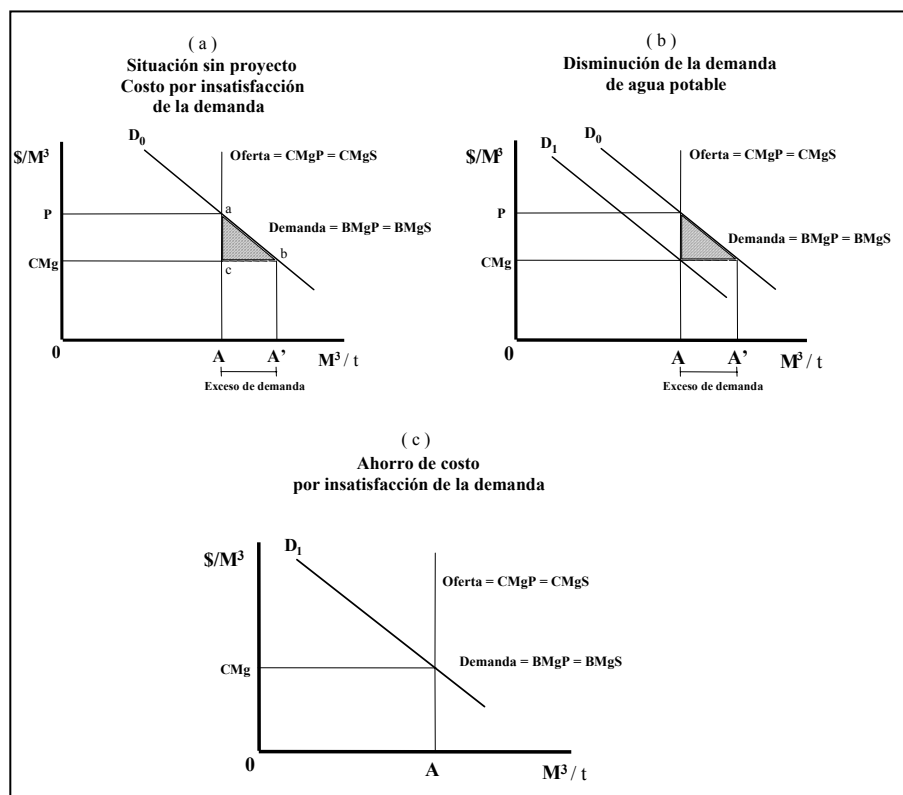


Figura 2.10 Ahorro de costo por insatisfacción de la demanda

En la situación sin proyecto, descrita por el inciso (a) de la figura 2.10, se tiene una demanda D_0 y el cobro del servicio bajo la modalidad de una tarifa establecida de acuerdo con el costo marginal de corto plazo. A este precio -es decir, el monto del costo marginal- la cantidad que se demanda es A' , pero ésta no puede ser satisfecha debido a las limitaciones de la oferta, cuya disponibilidad máxima determina un nivel de consumo hasta el punto A e impone un *precio de restricción* igual a (p) . La distancia $A'-A$ es el consumo que no puede ser satisfecho debido a las restricciones de la oferta; es decir, el exceso de demanda. Y la no realización de este consumo constituye un costo social representado por el triángulo (a,b,c) .

Como consecuencia de la disponibilidad de agua tratada para usos en los que anteriormente se utilizaba agua potable, disminuiría la demanda de ésta, registrándose un desplazamiento hacia la izquierda de la curva de demanda, como se muestra en el inciso (b). Ante la nueva demanda D_1 , el nivel de consumo pasaría desde A' hasta el nivel A , y desaparecería el exceso de demanda. De esta manera, el proyecto haría posible el *ahorro del costo por la insatisfacción de la demanda*, como se muestra en el inciso (c) de la figura 2.10.

Finalmente, debe señalarse que los proyectos aquí expuestos implican incurrir en costos por concepto de inversión para la construcción de las plantas de tratamiento, así como por los conceptos de mantenimiento y operación de las mismas.

Estos costos deben ser valorados a precios sociales y pueden ser desagregados de la siguiente manera:

i) Inversión

- Comerciables
- No comerciables

ii) Mantenimiento y operación

- Mano de obra (calificada, semicalificada y no calificada)
- Materiales y suministros (comerciables y no comerciables)